

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()

국토교통기술사업화 지원 사업 최종보고서

발간등록번호

11-1613000-001356-01

15TBIP-

C074076-02

배터리 자동교환 전기버스용 양산형 배터리팩 기술개발 최종보고서

2016. 08. 30.

주관연구기관 / (주)피엠그로우

협동연구기관 / (주)쓰리코아

국토교통부

국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

‘배터리 자동교환 전기버스용 양산형 배터리팩 기술개발’(연구개발 기간 : 2014. 06. ~ 2016. 06.) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2016 . 08 . 30 .

주관연구기관명 : (주)피엠그로우 (대표자) 박 재 홍



참여기관명 : (주)쓰리코아 (대표자) 정 명 섭



주관연구기관책임자: 정혜문

참여기관책임자: 정명섭

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제 고유 번호	15TBIP-C07407 6-02	해당 단계 연구 기간	2014.06.02.~ 2016.06.01	단계구분	1단계/ 1단계
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화 지원사업			
	세부사업명	중소기업 보유기술 사업화 분야			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	배터리 자동교환 전기버스용 양산형 배터리팩 기술개발			
연구책임자	정혜문	해당단계 참여 연구원 수	총: 24명 내부: 24명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 800,000천원 기업: 536,320천원 정부 외: 천원 계: 1,336,320천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 24명 내부: 24명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 800,000천원 기업: 536,320천원 정부 외: 천원 계: 1,336,320천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주)피엠그로우			참여기업명 (주)쓰리코아	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 웨스			연구책임자: 권혁	
요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)				보고서 면수	
o 배터리 팩 구조 최적화 개발 - 콘블럭 경량화/구조개선 및 클램프 블록 경량화 - 방열을 위한 공기 유입구 흐름완화 및 모듈 방열구조 개선 - 방수 구조 개선					
o BMS 기능 고도화 개발 - 전류, 전압 등 측정 정확도 및 SOC/SOH 등의 Algorithm 계산 정확도 개선 - Cell Balancing Logic 및 온도 신뢰성 개선 - 자체 온도 측정을 통한 자기진단 기능 추가 개발 - Monitoring 통신 및 통신기능을 이용한 Firmware Update					
o 배터리 정보 수집 시스템 개발 방안 - BDLS(Battery Data Logging System) 장치 하드웨어 모델링 - 무선기반 BDLS 장치 상용품 제작 - BDLS과 서버간 통신 프로토콜 설계 - BDLS 데이터 관리 운영 S/W 설계 및 구현					

4. 국문 요약문

연구의 목적 및 내용	○ 본 과제는 국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업을 통해 개발된 배터리 교환형 전기버스의 교환형 배터리에 대한 사업화를 위해 추가적으로 필요한 연구개발을 추진하는 과제임 ○ 지난 2010년부터 2014년 2월까지 진행 중인 국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업의 참여기관으로 참여해 배터리 교환형 전기버스의 교환형 배터리 팩을 제작하였으며, 현재 포항시에서 전기버스 시범사업을 진행중임 ○ 본 과제는 기존의 배터리 자동 교환형 전기버스용 배터리의 구조 최적화, 배터리 관리 시스템 고도화, 배터리 정보 수집 시스템 개발을 통해 양산형 제품을 만드는 것을 목표로 함 ○ 이를 통해 양산작업 효율화 및 원가절감, 제품 안정화 및 신뢰성 강화, 유지보수 효율화 및 관리 비용을 절감함으로써 본격적인 사업화를 추진				
연구개발성과	○ 사업화를 위한 양산형 배터리 팩 최적화 개발 ○ 배터리 교환형 EV 특화형 배터리 관리 시스템 고도화 개발 ○ 배터리 데이터 전용 정보 수집 시스템 개발				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	(성과 활용계획) ○ 본 과제를 통해 개발한 결과물인 교환형 배터리와 BMS는 기 시범적용 중인 포항의 배터리 자동교환 전기버스에 교체 장착하여 시범운행에 적용하여 개발 결과물의 우수성을 입증 ○ 교환형 배터리와 BMS를 적용하여 전기버스 교환형 배터리를 제작, 공공(지자체), 민간의 특수목적 셔틀 버스용 및 공공 대중 버스의 전기버스 대체 시장에 적용 ○ 반제품 형식으로 제작되는 BMS, BDLS는 Vehicle 및 배터리 적용처의 특성에 따라 용도와 기능이 달라지므로 개발단계에서부터 사용업체와 협의하여 적용처의 특성과 배터리의 특성을 조화시켜 제품개발을 완료하며 제품판매는 업체의 주문량에 의한 생산과 직접 판매형태로 진행 (기술적 기대효과) ○ 배터리 자동교환 전기버스의 핵심부품인 교환형 배터리에 대한 기술경쟁력 확보를 통해 각 부품이 사용되는 산업 분야에 대한 생산성 향상은 물론이고 교환형 배터리 보급에 따라 전후방으로 관련된 다양한 사업들의 활성화를 통해 국가적 차원의 경쟁력 제고가 가능 ○ 교환형 배터리의 보급을 통해 전기버스의 원가 절감이 가능하며, 차량 제조사의 존속적인 전기버스 개발에서 벗어나 다양한 형태의 전기차 보급 활성화 및 다양한 용도의 상용차량 개발 보급 기대 ○ BDLS는 전기차 배터리를 지속적으로 모니터링하고 데이터를 수집하는 장치로 향후 배터리 셀의 이상상태 발생 시 셀 혹은 모듈 단위의 처리/교환을 가능하게 하여 배터리의 생산, 운행, 교환, 재사용, 폐기에 이르는 배터리 생애주기 관리까지 가능 ○ EV확산에 있어 가장 큰 문제로 대두되고 있는 1회 충전거리의 제한이나 고가의 배터리 등 다양한 문제들에 대한 대안 제시 (사회·경제적 기대효과) ○ 교환형 배터리 및 이에 부착되는 배터리 관리 시스템(BMS, Battery Management System)은 전기차와 하이브리드 차량의 핵심 부품으로 현재는 전기차 모델별로 배터리 사이즈와 형식에 따라 별도로 개발해야 하기 때문에 비용이 증가하지만 교환형 배터리 팩과 BMS의 개발 보급으로 전기차의 가격 하락을 유도 가능 ○ 전기버스 보급에 따른 환경적 편익으로 CNG 버스 대비 연료비 연간 67% 절감, 온실가스 배출량 연간 50톤(36%) 절감을 보이며 디젤 bus와 비교하였을 때는 연료비 연간 79% 절감, 온실가스량 연간 64톤(42%) 절감				
핵심어 (5개 이내)	교환형 배터리	전기차 배터리	전기버스	배터리 관리 시스템	배터리 데이터 모니터링

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

Purpose & Contents	- o The purpose of this project is to focus on further studies and developments for commercialization of the "Battery-Exchangeable Electric Bus", which was developed under "a project of developing technology of traffic safety fusion system of EV" by MOLIT(The Ministry of Land, Infrastructure and Transport). - o We have participated in the "project of developing technology of traffic safety fusion system of EV" from 2010 to Feb. 2014, developed exchangeable battery packs and now running a pilot project of the electric bus in Pohang. - o Goals of the project are to optimize battery's architecture, advance the BMS(Battery Management System), develop a battery profiling system for the mass production. - o we aimed a practical commercialization by optimizing the production process, reducing production/maintenance/management costs, stabilizing products, enhancing the reliability through the previous solutions,				
Results	- o Development of an optimized battery packs for the mass production - o Development of a special advanced BMS for battery-exchangeable electric vehicles - o Development of the data profiling system specialized for batteries				
Expected Contribution	(Practical use of the results) - o The exchangeable battery and BMS, developed throughout the project, were applied to a pilot operation of a battery-exchangeable electric bus in Pohang and confirmed its excellence. - o We are planning to apply the technology to shuttle buses of public institutions, special private facilities or for replacing current public bus system into electric bus system. - o Considering that BMS and BDLS are semifinished goods, details should be discussed with customers from the very first state of development since their functions and objects depend on which to use. (Expectation of the technology) - o We expect to achieve global competitiveness of the battery-exchangeable electric buses from the increased productivity and activation of related industries. - o It is possible to cut the costs of electric buses by applying exchangeable batteries and it allows the companies to escape from the manufacturer-dependent development so that they can try to develop various types of electric vehicles with different objectives. - o The BDLS monitors and profiles batteries' data for facilitating the repair or the exchange of modules/cells in emergency, which allows maintenance for the whole life-cycle from the production to the scrap - o It proposes an alternative for the original EV system with disadvantages of short mileage, expensive batteries or etc. (Social, economic benefits) - o Developing and supplying exchangeable battery packs and their BMS can reduce the price of electric vehicles by an integration of the development process of core parts in EV or hybrid cars which currently depends on the model of the vehicle. - o The popularization of electric buses may reduce 67% of its annual running costs, 50 ton(36%) of emission of greenhouse gases with respect to CNG bus and may reduce 79% of its annual running costs, 64 ton(42%) of emission of greenhouse gases with respect to diesel ones.				
Keywords	Exchangeable Battery	EV Battery	Electric Bus	Battery Management System	Battery Data Monitoring

< 목 차 >

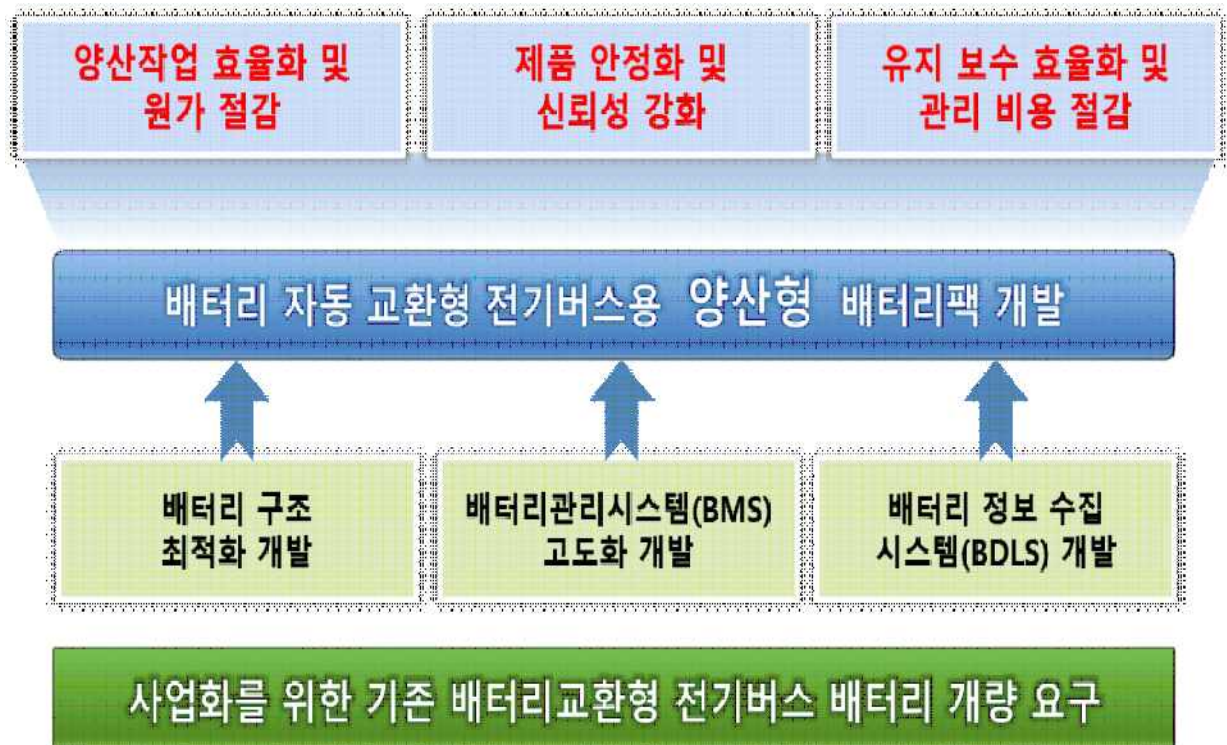
1. 연구개발과제의 개요	1
2. 국내외 기술 개발 현황	15
3. 연구 수행 내용 및 성과	24
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	83
5. 연구개발성과의 활용 계획	89
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	98
7. 연구개발성과의 보안등급	107
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황 ..	107
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	107
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	108
11. 기타 사항	108
12. 참고 문헌	108

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

- 본 과제는 국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업을 통해 개발된 배터리 교환형 전기버스의 교환형 배터리에 대한 사업화를 위해 추가적으로 필요한 연구개발을 추진하는 과제임
- 기존의 배터리 자동 교환형 전기버스용 배터리의 구조 최적화, 배터리 관리 시스템 고도화, 배터리 정보 수집 시스템 개발을 통해 양산형 제품을 만드는 것을 목표로 함
- 이를 통해 양산작업 효율화 및 원가절감, 제품 안정화 및 신뢰성 강화, 유지보수 효율화 및 관리 비용을 절감함으로써 본격적인 사업화를 추진



- 본 제안사는 지난 2010년부터 2014년 2월까지 진행 중인 국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업의 참여기관으로 참여해 배터리 교환형 전기버스의 교환형 배터리 팩을 제작하였으며, 현재 포항시에서 전기버스 시범사업을 진행중임

1) 연구개발 기술 개요

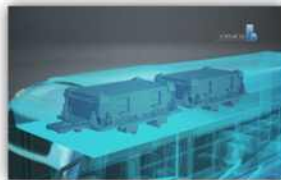
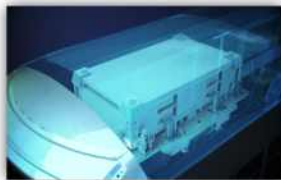
	국토해양부, 전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발 사업 결과물 교환형 전기버스 배터리 팩					
과제분류	신제품개발(), 기존제품개선(O), 신공정/공법개발(), 기존공정/공법개선(), 기타()					
권리구분	(특허권, 실용신안권, 의장등록, 프로그램, 저작권, 기타())					
지식 재산권명	전기 자동차용 배터리 케이스(BATTERY CASE FOR ELECTRIC VEHICLE)					
권리자 (발명자)	성명	(주)피엠그로우		110111-4431675	비 고	
	주소	경기도 의왕시 이미로 40 인덕원 IT밸리 C동 207호				

2) 기 개발 결과물

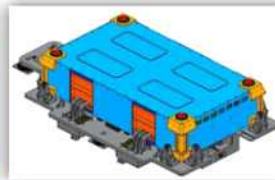
세계 최초 Quick-Top Pickup 방식의 배터리 자동교환형 전기버스용 배터리 팩

- 배터리 팩을 자동으로 신속히 교체할 수 있도록 배터리 자동교환소 로봇과의 기계적 메커니즘 적용
- **50kWh 대형 배터리 팩 최초 KATRI(교통안전공단 자동차안전연구원) 구동축전지 안전성 시험 통과**

< 배터리 탑재 형상 >



< 배터리 자동교환 로봇 체결 형상 >



구분	사양	비고
배터리 유형	리튬 폴리머	(9S4P * 18S)
에너지 용량	51kWh	-
공칭 전압	607.5 V	사용 전압 550.8 V ~ 672.3 V
크기	1902.5(W)*1110(D)*477(H) mm	중량 680kg

3) 기술개발 현황

개발과정	일 자	주요 진행내용	개발주체
공동기술 개발 협약	2010년 12월	•국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업 공동 연구기관 참여 (2010년 12월~2014년 2월)	피엠 그로우
기술개발	2013년 8월	•국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업을 통해 전기버스 교환형 배터리 팩 (50kWh용량) 개발 •동 배터리의 Cell 전압, 전류를 측정하고, 배터리 Protection 및 Cell Balancing을 수행하는 BMS 개발	피엠 그로우
시범사업	2013년 11월~ 현재	•포항시 배터리 교환형 전기버스 시범사업 MOU체결 •배터리 교환형 전기버스 시스템 구축 및 운용 中 •50kWh급 배터리팩 및 통합 제어운영 관리시스템 납품 •시범운행을 통해 기 개발 결과물의 개선사항 도출	피엠 그로우

나. 연구개발의 필요성

- o 기 개발된 배터리 팩은 안전을 확보하기 위해 Over Spec으로 설계된 부분이 존재하여 배터리 팩의 최적화 설계가 필요
- o 또한, 안정화에 중점을 두어 개발한 제품으로 이 부품의 형상이 가공하기 어렵거나 다소 과도한 재료 사용을 하고 있어 조립 시에도 난해한 형태를 취하고 있기에 양산화를 위한 배터리 팩 내부 부품의 최적화 검토 필요
- o 포항시의 배터리 교환형 전기버스 시범 운행 및 스마트 그리드 보급사업을 통해 기존 BMS가 가지는 성능 대비 측정 정확성 및 신뢰성 향상 등 다양한 고도화 추가 개발 이슈가 발생
 - BMS 자체 문제 사전 감지 및 경고 기능 추가 등을 통한 자기 진단 기능 강화
 - Pack의 안정성 확보를 위한 BMS의 Protection 조건 추가
 - 통신을 이용한 Firmware Upgrade 및 Monitoring 방법 변경 등을 통한 고도화 등유지 보수 및 사전 고장 방지를 위해 On-Line Monitoring 기능 강화
 - BDLS와의 통신 기능 추가, 개발

R&D 결과물의 기본 성능은 검증되었으나, 사업화·양산화 추진을 위한 개선 연구개발 필요



다. 연구개발 범위

o 배터리 교환형 전기버스의 사업화를 위해 아래 3가지 연구개발을 추진함

- 배터리 구조의 안정화와 공정개선 및 원가절감을 통한 사업화 최적화 추진
- 배터리 관리시스템의 성능개선 및 유지보수 기능 보완을 통한 고도화 개발
- 향후 다수의 전기자동차 배터리 관리 및 유지보수를 위한 배터리 정보수집전송장치의 개발



1) 배터리 구조 최적화

o 배터리 제조 효율향상을 위한 공정개선 및 원가절감을 위한 구조 최적화 및 안정화



2) 배터리관리시스템 고도화

- o 자가진단 기능 및 Protection 기능 개선 등을 통한 BMS 안정성 강화
- o 개발 BMS의 신뢰성 강화 및 향후 유지보수를 위한 Firmware Update기능 확보

BMS 안전성 강화		
항목	고도화 전	고도화 후
자기진단기능 -자제온도측정	- Master : 자제 온도 1Point 측정 - Slave : 자제 온도 측정 없음	- Master : 자제 온도 2 Point 측정 - Slave : 자제 온도 5 Point
Protection 기능 개선	Protection 조건 : 7개	Protection 조건 : 12개 이상
Secondary Protection	미 구현	2차 보호 회로 적용

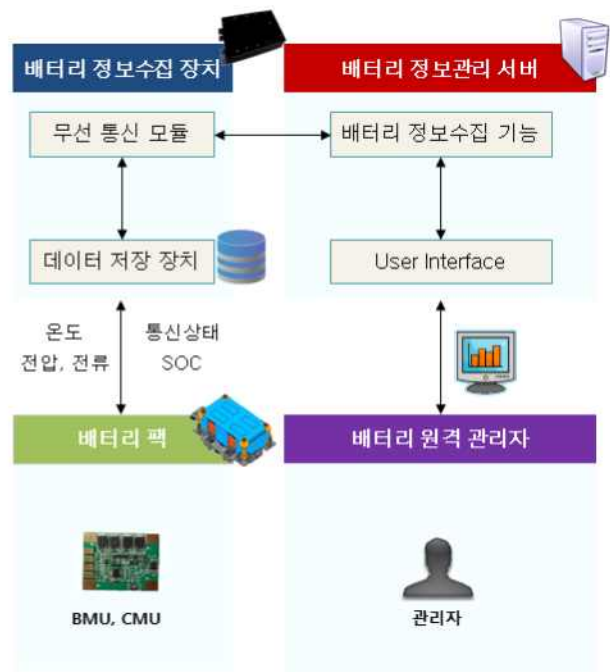
BMS 신뢰성 강화		
항목	고도화 전	고도화 후
Pack 전류측정 정확도 개선	12Bit or 16Bit ADC 적용	16Bit ADC 적용 및 추가 개선 Logic 적용
SOC Logic 개선	$\pm 5 \sim 10\%$	$\pm 5\%$ 이하
SOH Logic 개선	DOD 50% 일때 1회 누적	Current Sensor의 전류량 전체 누적
Cell Balancing Logic 개선	최저 Cell 전압과 25mV 이상시	OCV때의 최저 Cell 전압과의 차이 기준
온도 신뢰성 개선	- 동작온도 : $-20 \sim 80^{\circ}\text{C}$ - 보관온도 : $-25 \sim 85^{\circ}\text{C}$	- 동작온도 : $-30 \sim 85^{\circ}\text{C}$ - 보관온도 : $-40 \sim 85^{\circ}\text{C}$
Firmware Update	개발장비를 이용한 Update	통신기능을 이용한 Update
BDLS과의 통신 기능	없음	구현

2) 배터리정보수집시스템 고도화

- o 통신환경에 따라 배터리 정보관리서버와 통신이 가능한 무선통신모듈 개발
- o 배터리 팩내 측정되는 다양한 배터리 정보의 수집기능 개발 (정보수집 성공률 99%이상)
- o 개발 배터리팩 통신 정합 및 테스트

배터리 정보수집 기능 고도화	
개발항목	개발 내용
데이터 저장 장치	배터리 정보 수집 및 저장 알고리즘 설계
무선 통신 모듈	무선통신 인터페이스 개발
정보수집장치 HW	정보수집 장치 HW 제작

배터리 정보관리 기능 고도화	
개발항목	개발 내용
배터리 정보수집 기능	- 배터리 정보수집 장치 통신용 프로토콜 설계 및 개발 - 배터리 정보 데이터베이스 설계 및 개발
User Interface	배터리 원격 관리자용 운영관리 화면 개발



2. 사업화 기술 개요

가. 사업화 대상기술 정의

- 본 사업의 대상기술은 “전기자동차 교통안전 융합체계 기술개발” 사업을 통해 개발한 배터리 자동교환형 전기버스 시스템에 관한 것으로, 전기버스에 탑재되는 고전압·고전류 리튬폴리머 배터리 팩을 대상으로 하며 “배터리 자동교환형 전기버스용 배터리 팩”로 기술을 명칭함
- “배터리 자동교환형 전기버스 배터리 팩(이하; 교환형 배터리)은 에너지용량 약 51kWh, 공칭전압 약 608V에 이르는 고전압·고전류 구동 축전지로서, 일반적인 전기자동차 배터리와 달리 수시로 차량에 탈부착이 가능하며, 배터리 교환소에 설치된 배터리 교환 로봇에 의해 배터리의 운반 및 이송이 가능한 구조형상으로 개발되었음



< 그림. 교환형 배터리 팩 형상 >

	중소기업 보유기술 및 아이디어 사업화				
기술명	배터리 자동교환 전기버스용 양산형 배터리팩 기술개발				
과제분류	신제품개발(), <u>기존제품개선(V)</u> , 신공정/공법개발(), 기존공정/공법개선(), 기타()				
권리구분	(특허권, 실용신안권, 의장등록, 프로그램, 저작권, 기타())				
지식 재산권명	배터리 조립체, 방수 배터리 케이스, 배터리팩의 배터리 유닛 노후화 시스템 및 방법				
권리자 (발명자)	성명	(주)피엠그로우		110111-4431675	비 고
	주소	경기도 의왕시 이미로 40, 씨동 205호			

나. 사업화 대상기술 설명

1) 기술의 우수성

- 교환형 배터리는 통상 고정되어 있는 일반 배터리와는 달리 교체 가능한 구조로 배터리 교체에 따른 고정부 또는 배터리 교환 로봇과의 충격 또는 비틀림에 견딜 수 있도록 일반 배터리 대비 안전성 측면에서 매우 우수
- 대형 배터리 팩 최초 KATRI(교통안전공단 자동차 성능시험 연구소) 7가지 항목 안정성 시험 PASS
 - 낙하, 액중투입, 과충전, 과방전, 단락, 열노출, 연소 7가지 항목 PASS
- 교환형 배터리 및 이에 부착되는 배터리 관리 시스템(BMS, Battery Management System)은 전기차와 하이브리드 차량의 핵심 부품으로 현재는 전기차 모델별로 배터리 사이즈와 형식에 따라 별도로 개발해야 하기 때문에 비용이 증가하지만 교환형 배터리 팩과 BMS의 개발 보급으로 전기차의 가격하락 유도가 가능

2) 기술의 독창성

- 교환형 전기버스 배터리는 기존 충전식 전기버스가 가지는 충전 소요시간 및 1회 충전 주행거리의 제약에 따른 문제점을 해결한 모델
- 교환형 배터리 적용 전기버스와 충전식 전기버스 비교

항 목	Smart e-Bus	충전식 전기버스	비 고
차량 Body	동일 플랫폼		CNG 저상 버스 플랫폼
전장품 (Power Train)	동일 부품 사용		모터, 인버터, 배터리 등
특수 기구 장치	QTP (Quick Top Pick)	집전장치 (Regulator)	비접촉 무선 충전방식 기준
배터리 충전 방식	(사전에 충전된) 배터리 교환	배터리 직접 충전	
배터리 충전 소요시간	3분 이내 (배터리 교환)	최소 30분 (급속충전) 최대 5시간 (완속충전)	
운행 가능 노선	배터리를 신속히 교환하여 운행하므로, 노선 제약을 받지 않음	1회 충전 주행거리에 따라 운행 제약노선 발생	
배터리 관리	안전 관리 및 유지보수 용이 온라인 실시간 모니터링 가능	유지보수 불편 실시간 모니터링 불가	

- 또한, 고정형 배터리가 가지는 불편한 유지보수와 배터리에 대한 실시간 모니터링이 불가능한 점을 본 과제에서 제안하는 교환형 배터리 팩과 BDLS로 해결 가능
- 특히, BDLS는 배터리 운용 중의 내부의 셀 상태정보를 DB화하여 데이터를 관리함으로써 배터리의 수명 및 교체 주기, 불량 셀 교체대응 등 배터리팩의 상태 정보를 정밀관리 하여 배터리의 안정 성능 확보 가능

- 배터리 공용화를 통해 불량이거나 사용수명이 다한 배터리를 재가공하여 재사용/재활용이 가능하도록 할 수 있는 기반기술
- 배터리는 사용처별로 상이한 사용특성을 가지므로 배터리의 공용화를 진행할 경우 효율적인 배터리의 재사용/재활용이 가능

3) 기술의 활용성

- o 본 과제를 통해 개발한 결과물인 교환형 배터리와 BMS는 기 시범적용 중인 포항의 배터리 자동교환 전기버스에 교체 장착하여 시범운행에 적용하여 개발 결과물의 우수성을 입증
- o 교환형 배터리와 BMS를 적용하여 전기버스 교환형 배터리를 제작, 공공(지자체), 민간의 특수목적 셔틀 버스용 및 공공 대중 버스의 전기버스 대체 시장에 적용
- o 반제품 형식으로 제작되는 BMS, BDLS는 Vehicle 및 배터리 적용처의 특성에 따라 용도와 기능이 달라지므로 개발단계에서부터 사용업체와 협의하여 적용처의 특성과 배터리의 특성을 조화시켜 제품개발을 완료하며 제품판매는 업체의 주문량에 의한 생산과 직접 판매형태로 진행

다. 사업화 전망

1) 국내 전기자동차 보급 지원 현황

- o 환경부는 전기자동차의 보급 및 충전인프라 구축사업을 원활히 추진하기 위하여 해당 지방자치단체가 국고보조금을 효율적으로 사용하고 관리할 수 있도록 필요한 사항을 규정하기 위해 매년 ‘전기자동차 보급 및 충전인프라 구축사업 보조금 업무처리지침’을 발표
- o 지금까지는 제한된 충전인프라와 전기자동차의 짧은 주행거리 등으로 보급실적이 저조한 것으로 평가받고 있으며, 특히 일반 승용전기차 보급에 한계를 느낌
- o 2015년부터는 전기버스와 개조전기차 보급에 예산을 집중 배정할 예정이며, 2014년도부터 배터리교환식 전기버스를 보급대상 차종에 편입함에 따라 구체적인 확산 단계에 돌입할 것으로 전망됨

차종	전기 버스		
제작사	한국화이바	올레브	피엠그로우
차량명	 E-Primus (초저상버스)	 올레브 (저상전기버스)	 배터리교환식버스
승차인원	49인승	48인승	49인승
최고속도	100 km/h	85 km/h	80 km/h
1회충전 주행거리	69.8km	인증전	인증전
배터리	리튬이온 폴리머 (85.8kWh) 실사용 43kWh	리튬이온 폴리머 (98.2kWh) 실사용 78.56kWh	리튬이온 폴리머 (102kWh) 실사용 81.6kWh

< 표. 2014년도 환경부 전기버스 보급대상 차종(안) >

- 2015년부터 전기승용차에는 기획재정부와 협조하여 ‘저탄소협력금제’ 자금 지원 예정이며, 지자체 온실가스 감축 목표에 대한 강제화 시행 예정에 따라, 대중교통 분야의 전기버스 도입에 각 지자체들이 적극적으로 나설 것으로 전망됨

2) 국내 버스 시장 규모

- 2013년 3월을 기준으로 우리나라 버스 운행대수는 4만 8,200대로 집계
 - 시내버스(33,042대), 농어촌버스(1,788대), 시외버스(7,646대), 고속버스(1,834대), 마을버스(3,900대)
- 이를 시장규모로 환산하면 총 6조 3천억원 규모로, 시장 수명을 10년으로 규정할 시 연간 시장규모는 6,300억원 규모의 막대한 시장임

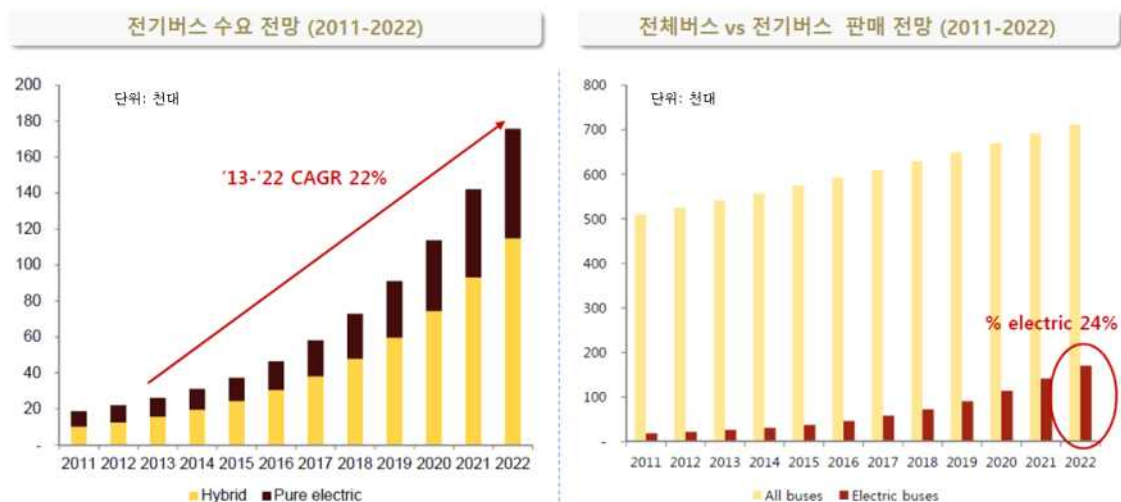
분류	소분류	소요규모	단가 (백만원)	시장규모 (억원)	시장 수명	연간시장규모 (억원)
버스	시내고상	42,476대	100	62,998	10년	6,300
	시내저상		200			
	좌석버스		140			
	고속버스	1,834대	150	2,751		275
	마을버스	3,900대	50	1,950		195

< 표. 국내 버스시장 규모 >

- 전기버스의 경우 일반 버스대비 고가임을 감안하면, 전기버스의 잠재시장 규모는 약 2배 규모로 추산되며 전기버스 1대당 배터리팩 1대를 기준으로 연간 4,820대의 배터리 시장이 형성될 전망

3) 해외 시장 전망

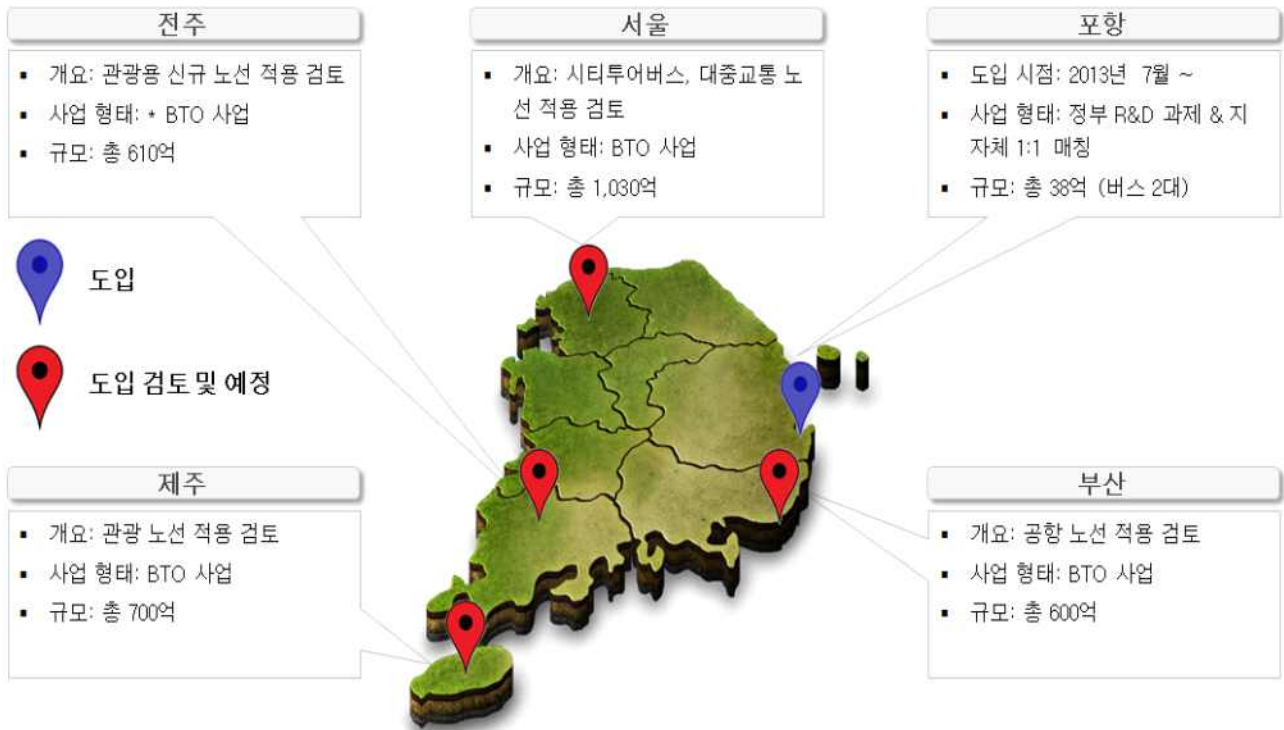
- 하이브리드 전기버스를 포함한 전 세계 전기버스 수요는 '13년부터 '22년까지 연평균 22%로 고성장할 것으로 전망되며, 연간 18만대 규모로 전체 버스 판매비중의 24%까지 차지할 것으로 예상됨



< 그림. 해외 전기버스 시장 전망, IDTechEx “Electric Buses and Taxis 2012-2022” >

4) 사업화 전망

- 배터리 교환형 전기버스 포항시 시범도입 이후 전국 각지 주요 지자체에서 시스템 도입 적극 검토 중이며, 지자체 관계자들이 포항시 시범현장을 직접 견학하고 각 지자체의 실정에 맞도록 적용할 수 있는 방안 검토 및 관련 소요예산 확보 노력 중
- 배터리 교환형 전기버스 도입을 검토하고 있는 지자체는 다음과 같으며, 수익형민간투자사업(BTO) 등 다양한 형태의 사업을 검토중



< 그림. 국내 지자체별 전기버스 도입 검토 현황 >

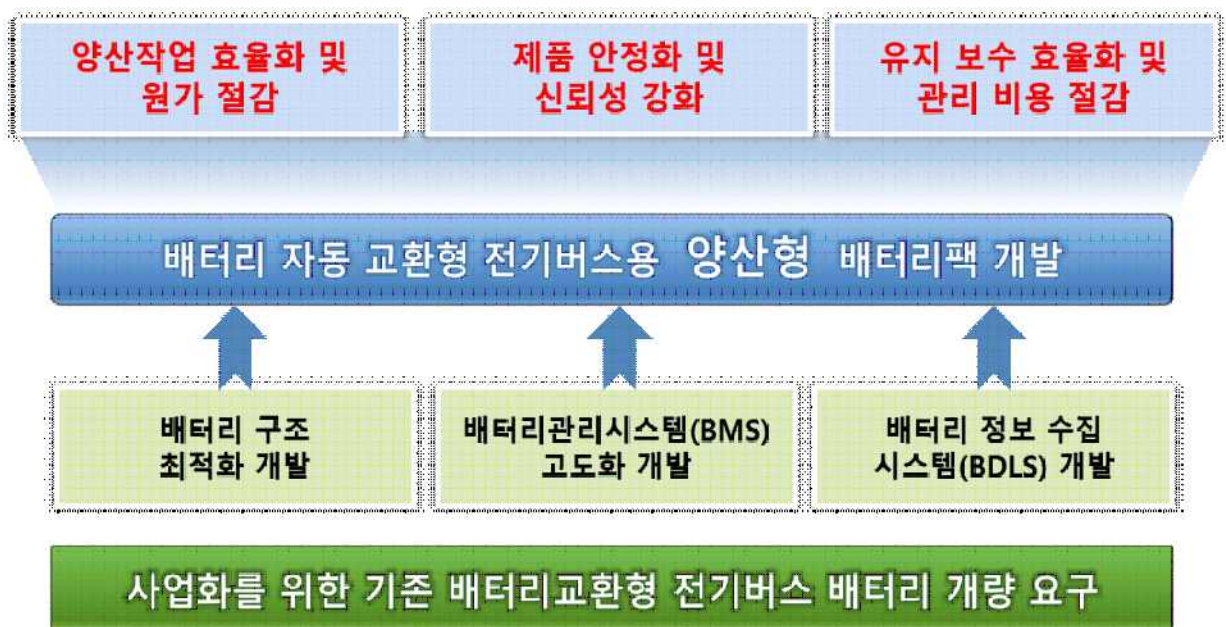
- 한편, 금융권에서도 정책금융공사가 '14년 상반기 중으로 1,000억원 규모의 전기버스 투자용 펀드를 조성할 계획을 가지고 있으며, 투자 협의차 지자체 순회방문 예정임
- 국내외적으로 전기자동차 시장이 점차 성장하고 있으며, 특히 전기버스의 경우 중국을 중심으로 확대 보급 중. 국내의 경우 제주도 배터리 리스사업을 시작으로 전기버스 시장이 형성되고 있어 향후 전기버스용 배터리 팩 시장의 전망이 밝음

3. 사업화 목표 및 내용

가. 사업화 최종목표

1) 최종목표

- 본 과제는 기존의 배터리 자동 교환형 전기버스용 배터리의 구조 최적화, 배터리 관리 시스템 고도화, 배터리 정보 수집 시스템 개발을 통해 양산형 제품을 만드는 것을 목표로 함
- 이를 통해 양산작업 효율화 및 원가절감, 제품 안정화 및 신뢰성 강화, 유지보수 효율화 및 관리 비용을 절감함으로써 본격적인 사업화를 추진

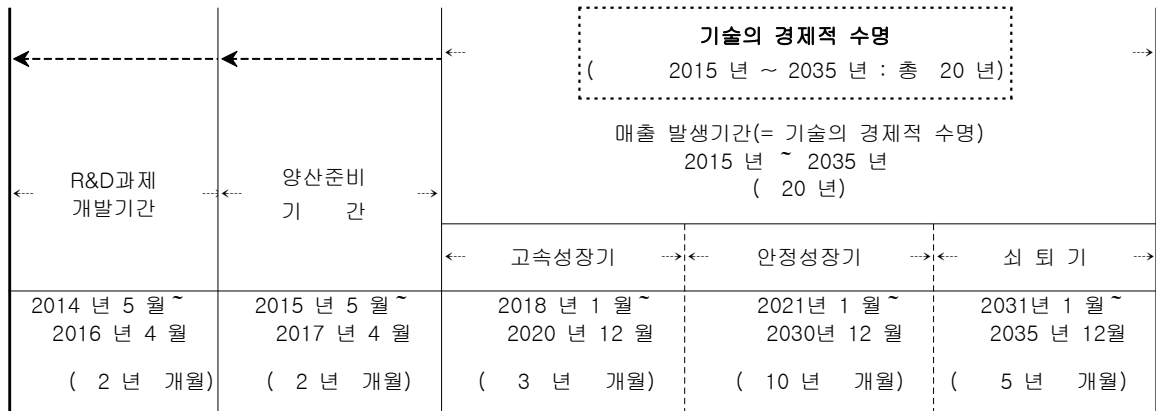


〈그림. 사업화 최종 목표〉

2) 최종목표의 성격 및 설정근거

- 본 과제는 배터리 자동 교환형 전기버스용 배터리 팩 제품을 개발하는 것으로, 반제품 형태의 배터리 관리시스템(BMS), 배터리 정보 수집 시스템(BDLS)이 성과물로 산출됨
- 배터리 교환형 전기버스는 국토교통부 교통체계효율화사업을 통해 개발하였으며 포항 시범 운영을 통해 지속적인 검증을 진행 중이며, 공공 지자체 및 민간에서 도입 검토를 진행하고 있어, 검증을 통해 도출된 개량 필요 사항을 반영하여, 본격적인 사업화 준비를 위해 본 개발을 추진하고자 함

가) 단계별 소요기간



나) 과제 착수 전까지 확보된 기술개발 현황

개발과정	일 자	주요 진행내용	개발주체
공동기술 개발 협약	2010년 12월	•국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업 공동 연구기관 참여 (2010년 12월~2014년 2월)	피엠 그로우
기술개발	2013년 8월	•국토부, 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업을 통해 전기버스 교환형 배터리 팩 (50kWh용량) 개발 •동 배터리의 Cell 전압, 전류를 측정하고, 배터리 Protection 및 Cell Balancing을 수행하는 BMS 개발	피엠 그로우
시범사업	2013년 11월~ 현재	•포항시 배터리 교환형 전기버스 시범사업 MOU체결 •배터리 교환형 전기버스 시스템 구축 및 운용 中 •50kWh급 배터리팩 및 통합 제어운영 관리시스템 납품 •시범운행을 통해 기 개발 결과물의 개선사항 도출	피엠 그로우

나. 사업화 추진 계획

1) 연차별 추진내용

연차	연구목표	주요연구내용
1차년도	■ 배터리 원가 절감 개선	-부품 경량화 * 배터리 케이스 중량 최적화 * 부품 사용 항목 최적화 * 가공품 형상 최적화 -형상 단순화 * 케이스 구조 단순화 * 볼트/너트 사용 최적화 * 케이בל링 최적화
	■ 배터리 구조 고도화	- 내구성 개선 * 인렛 커넥터 내구성 개선
	■ 배터리 BMS 고도화 개발	- Pack 전류측정 정확도 개선 - 온도 신뢰성 개선 - 자기진단기능-자체온도측정 - Protection 기능 개선 - BDLS과의 통신 기능 - Monitoring 통신 기능 변경
	■ BDLS 개발	- BDLS 규격 하드웨어 모델링을 위한 검토 - BDLS 장치 회로설계 및 테스트 시작품 제작 - BDLS 장치 프로그램 설계 및 제작 - BDLS 무선통신 네트워크 설계 - BDLS 장치와 배터리팩 연동 테스트
2차년도	■ 배터리 구조 고도화	- 내구성 개선 * QTP 커넥터 내구성 개선 - 유지보수 구조 개선 * 배터리 점검시 기구 탈착 용이성 개선 - 방열구조 개선 * 배터리팩 유동구조 개선 * 모듈 방열구조 개선 - 방수구조 개선 * 방수 구조 표준화
	■ 배터리 BMS 고도화 개발	- SOC Logic 개선 - SOH Logic 개선 - Cell Balancing Logic 개선 - Firmware Update
	■ 배터리 BDLS 개발	- 무선연동 BDLS 장치 상용품 제작 - BDLS 장치와 배터리팩 연동성능 최적화 - BDLS 테스트 서버 제작 - BDLS 관리 운영 프로그램 제작 - 차량운행환경 현장 테스트

다. 연차별 주요 추진 일정

	연구과제명 (연구수행기관)	관련 성과목표/지표			세부추진내용 (연구수행 Activity)	Activity별 산출물	소요 연구비 (백만원)	1차년도				2차년도				
		핵심성과	단위성과	질적 성과지표				1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	
총괄							1,336.32	668.16				668.16				
주관	배터리 구조 최적화 개발, 배터리 관리 시스템 고도화 개발 (피엠그로우)	A	A-1	A-1-①	가공품 형상 최적화	배터리 BOM	168.16	168.16								
					인렛 커넥터 내구성 개선	배터리 인렛 금형	100	100								
		A	A-2	A-2-②	케이블링 최적화	배터리 구조설계안	40	50								
					케이스 구조 단순화	배터리 구조설계안	90	100								
		B	B-1	B-1-①	온도신뢰성 개선	BMS 시제품	40	50								
				B-1-②	Firmware Update 기능 구현	BMS Update 모듈	40	50								
				B-1-③	Monitoring 통신 기능 구현	BMS Monitoring 모듈	40	50								
		C	C-1	C-1-①	구동축전지 안전성 시험	시험 성적서	200.16					200.16				
				C-1-②	테스트베드 적용	현장 적용 보고서	218						218			
C-1-③	사업화 계약			계약서	150							150				
공동	배터리 정보 수집 시스템 개발 (쓰리코아)	D	D-1	D-1-①	BDLS 장치기능 요구사항 정의	설계서	10	10								
					BDLS 장치 하드웨어 제작	하드웨어 시작품	35	35								
					무선전송 송신감도 성능 분석	스펙트럼 측정데이터	5			5						
				D-1-②	CMU와 BDLS 인터페이스 정의	배터리팩연동 모듈(SW)	20		20							
					셀정보 수집 프레임 구조 설계	수집성능 지표도출	5				5					
					셀정보 저장 구조 검토	셀데이터저장 모듈(SW)	20		20							
				D-1-③	셀정보 저장/전송 알고리즘 설계	저장성능 지표도출	5				5					
					무선 전송 BDLS 장치 제작	하드웨어 시제품	31					31				
					무선연동 알고리즘 최적화 설계	최적 통신주기 도출	5						5			
		D-2	D-2-①	데이터 수집용 테스트서버 설계	수집테스트서버 모듈(SW)	12						12				
				서버 DB 접근 알고리즘 개발	서버 DB 접근 모듈(SW)	12						12				
				데이터 관리 운영 프로그램 개발	장치DB 검출 모듈(SW)	12						12				
				모니터링용 UI 개발	테스트용 UI 모듈(SW)	10						10				
			D-2-③	공인인증용 서류 검토	-	5								5		
				무선적합성 외 공인인증	공인인증서	3								3		
				현장 적용 매뉴얼 작성	동작 매뉴얼	5								5		
		D-2-④	목표치 대비 성능 현장테스트	분석서	5								5			
		위탁	웍스	E	E-1	E-1-①	배터리팩 개발방향 및 경제성 컨설팅	컨설팅 보고서	40	5	5	5	5	5	5	5
계							1,336.32	668.16				668.16				

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 전기버스 관련 기술

가. 국내 전기버스 출시현황

- 한국 화이바에서 개발한 “e-Primus” 는 저상 차량으로 개발된 전기버스로써 여러개의 배터리 팩이 버스의 차량 상부에 병렬로 탑재되어, 총 86kWh의 배터리 시스템을 구성함
- G20 정상회담 셔틀버스로 운행된 바 있으며, 2010년 12월부터 서울 남산의 시내버스 노선에 총 9대가 투입되어 운행하였으나, 짧은 주행거리 등의 한계를 보임



< “e-Primus” 전기버스 및 배터리 팩 >

- 현대자동차에서 개발한 “Elec-city” 는 구동전압 380V, 용량 95kWh의 배터리로 제작자 성능제원 상으로 1회 충전으로 120km 주행 가능
- G20 정상회담 셔틀버스로 운행되었으며, 2010년 11월부터 2011년 4월까지 경기도 수원시에서 시범운행 되었으며, 2012년 7월부터 2013년 6월까지 부산 을숙도에서 시범운행 된 바 있음



< 현대 “Elec-city” 전기버스 >

- 비접촉 무선충전방식을 채용한 온라인 전기버스는 2013년 8월부터 6개월간 경상북도 구미시 24Km 노선을 시범 운행함
- 이론적으로는 무선충전 효율에 따라 배터리 크기를 줄일 수 있으나, 실제로는 무선 충전이 달리면서 거의 충전이 안 되기 때문에 90kwh 급 대형 배터리 탑재



< 온라인 전기버스 형상 및 개념도 >

나. 해외 전기버스 동향

- 중국 등 아시아 지역을 중심으로 다양한 전기버스들이 개발 상용화 출시됨
- 14개 국가 & 53개 제조사 전기버스 출시 (2011년 기준, 하이브리드 버스 제외)



< 해외 전기버스 출시 현황 >

다. 해외 배터리 교환형 전기버스

- 중국에서는 국내보다 앞서 배터리 교환형 전기버스를 개발하여 시범 운행함
- 전기버스에는 10kWh급 배터리 10개가 장착되며, 하나의 팩이 아니라 자동화가 어려움
- 배터리 교체시간은 15분 내외이며, 배터리 교체후 33km 주행 가능
- 배터리 충전소 내에는 총 300여 개의 배터리가 충전되며, 배터리 충전에는 3~4 시간 소요



< 중국의 배터리 교환형 전기버스 및 교환시스템 >

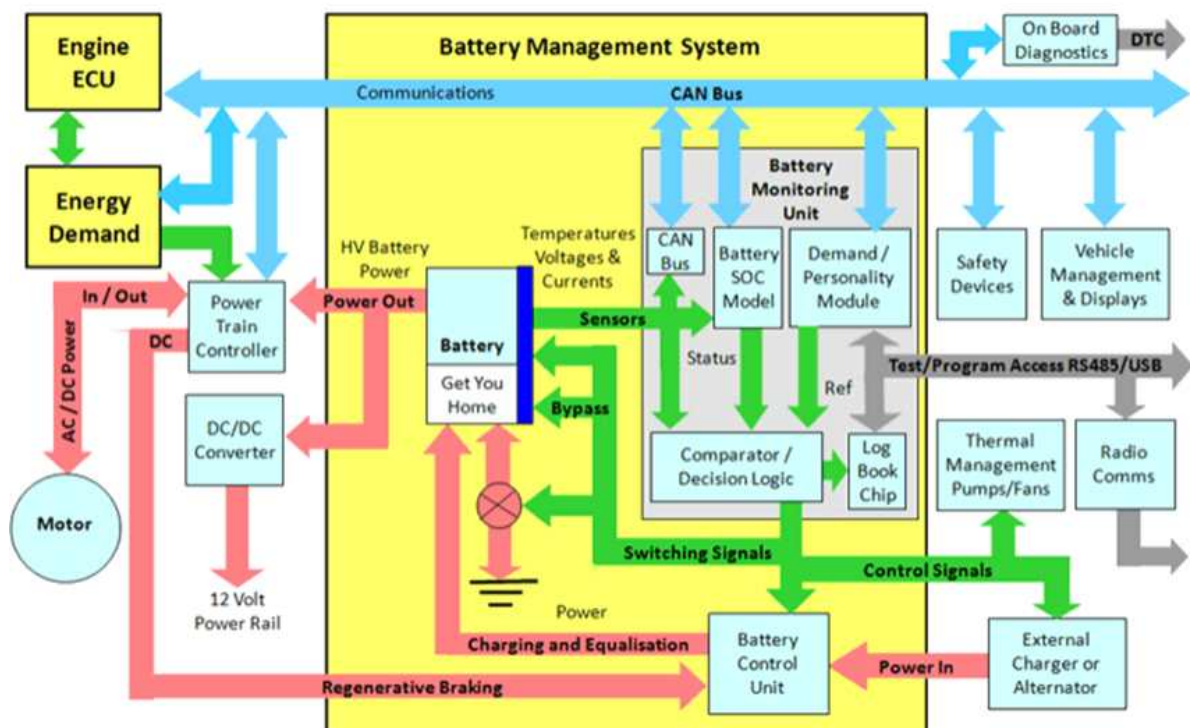
- 오스트리아에서는 태양광 충전방식 배터리 교환형 전기버스가 Vienna 주변 관광지 노선을 운행중임
- 전기버스에는 50kWh급 배터리가 2개 장착되며, 배터리 교체에는 약 2분 소요



< 오스트리아 배터리 교환형 전기버스 >

2. 배터리관리시스템(BMS) 관련 기술

- 한국 화이바에서 개발한 “e-Primus”는 저상 차량으로 개발된 전기버스로서 여러개의 배터리 팩이 버스의 차량 상부에 병렬로 탑재되어, 총 86kWh의 배터리 시스템을 구성함
- 배터리관리시스템(BMS)은 배터리 열관리 및 전압, 전류, 온도로부터 SOC와 SOH를 계산하고 충전기를 제어하는 장치로 정확한 SOC 계산, EMI/EMC 인증, 고 신뢰성, 모든 종류의 배터리에 사용가능하며, 다양한 사용자 인터페이스 제공 기능을 담당하는 기술임



< 일반적인 BMS 구성도 >

- BMS회로를 구현하기 위해서는 배터리 패키징과 내부 전자장치와 정보흐름 및 커넥터 접속과 배선 수 같은 기계적 세부사항까지 고려하여 제작이 필요함
- 배터리 셀과 BMS간 통신인터페이스는 노이즈에 강한 CAN통신을 사용함(ISO 11898, 11519표준규격)
- BMS는 배터리 사이즈에 의존적이기 때문에 주로 배터리 사용처의 요구사항에 맞추어 제작 중임
 - 일부 제작 업체에서 내부 규격을 정해 제작하는 경우도 있음

- o 국내 배터리 관리 시스템 분야는 케피코, 파워로직스, 넥스콘테크놀로지, 레오모터스 등이 생산 및 개발에 참여 중임

회사명	제품 형상	개발 현황
파워로직스		- 전기자전거용부터 시작하여, 전기자동차용 배터리 관리 시스템을 연간 60만 개 생산 중이며, 삼성 SDI에 제품을 공급 - 일본 Daimler 그룹 산하의 Mitsubishi Fuso에 2차 전지 공급계약을 체결한 SK이노베이션이 파워로직스의 친환경 배터리 관리 시스템을 결합 공급
레오모터스		- 리튬폴리머 배터리와 배터리 관리 시스템에서 월등한 기술력을 바탕으로 전기자동차 사업을 주도 - 일본 글로벌커머스와 협력하여 중고 버스를 전기 버스로 바꾸는 개조 키트를 수출 - 배터리 셀의 수를 1/10로 줄여 중량과 부피를 줄임 (100A짜리 80개 셀을 사용)
케피코		- 현대, 기아자동차의 자회사 - 하이브리드 배터리 및 연료전지 제어시스템을 중심으로 개발 - 배터리 고장진단 및 절연상태 측정 가능
넥스콘테크놀로지		소형 2차전지 배터리 보호회로 국산화를 시작으로 지속적인 연구개발을 통해 중대형 2차전지 배터리 보호회로, 전기자동차용 BMS까지 개발 중

- o 해외의 경우 유럽, 미국, 일본 등에서 활발하게 배터리 관리시스템 기술개발을 진행 중임

구분	개발내용
독일	dSPACE사는 BMS의 HIL(Hardware-In-the-Loop) 테스트에서는 셀 수준에서 고전압 배터리를 시뮬레이션하기 위해 실시간으로 계측할 수 있는 셀 모델과 셀 단자 전압을 출력할 수 있는 고정밀도의 에뮬레이션 유닛(Emulation unit)을 개발
	Continental는 세계 유수의 자동차 회사에 새시, 파워트레인, 타이어 등 자동차 부품을 공급하고 있는 글로벌 메이저 종합 자동차 부품회사로 특히 전기자동차용 배터리 분야에서는 배터리 팩 시스템 기술과 BMS기술에 세계적인 강점을 보유
미국	- EnerDel은 EV, HEV, PHEV용 리튬이온 배터리 기술개발을 위해 USABC 및 Ford, GM, Chrysler 등 자동차 조립업체와 협력 개발 - Delphi사는 320VDC Battery Pack System이라고 하는 BMS를 개발 - LGCPi(LG Chem. Power Inc.)는 LG화학의 미국 자회사로 북미 HEV, PHEV, EV용 리튬이온 폴리머 배터리를 GM에 공급하는 업체로 BMS를 개발 - Maxim Integrated의 배터리 모니터링 IC MAX11068은 통신 버스를 탑재하고 있어 값비싼 절연부품을 사용하지 않아도 여러 개의 MAX11068을 데이지 체인 방식으로 연결가능하며, 비용을 80%까지 줄여주고 설계 간소화가 가능
일본	- Toyota의 자회사인 Panasonic EV Energy는 Prius, Camry, Lexus 등에 적용된 니켈 수소전지 및 BMS를 적용한 경험을 보유하고 10년 이상 차량시스템 평가 및 필드 테스트를 통해 BMS의 최적화를 달성 - Keihin社は Honda에서 생산 판매중인 New Civic HEV용 니켈수소 2차 전지를 위한 BMS를 개발 생산하고 있으며 리튬계 배터리용 BMS에 대한 연구개발도 진행 중임 - Hitachi Vehicle Energy는 배터리 제어 시스템 개발을 위해 4채널의 셀 제어용 전용 칩을 개발, 이 전용 칩의 적용으로 인해 BMS의 크기는 1/10로, 제조비용은 1/8로 크게 줄였다고 2005년 Hawaii에서 개최된 AABC Conference에서 발표
중국	리셴 배터리(Lishen Battery)는 한국의 Nexcon Technology와 공동으로 대용량 전력 저장장치(ESS), EV, HEV용 BMS에 대한 전략적인 파트너쉽을 구축하기 위한 양해각서를 체결, 현재 중국내에서 개발 중인 전기자동차용 배터리를 개발 시험양산

3. 차량데이터 수집전송 관련 기술

- o 최근 차량 진단 및 관리, 차량 편의장치 제어 등을 위한 텔레매틱스 서비스에 대한 관심이 높아지면서 텔레매틱스 단말기용 서비스 플랫폼에 대한 연구 및 상용 서비스 개발을 진행함
- o 대략의 설계 방식은 차량의 OBD II 포트를 이용하여 차량 내부의 데이터를 외부 장치(스마트 폰, 텔레매틱스 단말기 등)에서 Bluetooth 통신방식을 통해 수집하여 기본적인 차량 데이터를 운전자에게 표출한 후, 데이터의 종류에 따라 CDMA, 블루투스, 무선랜 등의 무선통신을 이용하여 정보 센터 전송을 통한 정밀 분석이 이루어지도록 설계함
- o 미국의 DOT(Department of Transportation)는 VII(Vehicle Infrastructure Integration) 프로젝트와 자동차 회사를 중심으로 추진하는 VSCC(Vehicle Safety Communication Consortium) 프로젝트를 추진함
- o VII 프로젝트는 교통정보와 차량 안전 서비스를 제공하기 위한 국가 차원의 통신 인프라 구조 연구를 위해 BMW, 다임러 크라이슬러, 포드, 혼다, 닛산 등의 자동차 업체와 텔코디아의 참여로 주도함
- o 차량간 통신(V2V)과 차량과 노변 기지국간 통신(V2I)을 기반으로 통신 시스템 구조와 엔지니어링, 단말기 플랫폼, 위치 정보 서비스, 망 보안, 시스템 개발 및 시험, 현장 시험 등에 대해 시스템 전반적으로 기술 개발을 진행함
- o 텔파이사는 차량의 OBD장치에 연결하여 차량 데이터를 무선으로 전송하여 주는 장치를 개발함



< 텔파이 Liked Diagnostic System >

- o ETRI(한국전자통신연구원)에서는 2007년부터 (주)KT로지스, 네이버시스템(주), (주)케이티프리텔, (주)오투스와 2년간 차량정보를 실시간 모니터링 할 수 있는 차량 및 운전자 정보 관리 시스템(Vehicle & Driver Management System)을 공동으로 개발을 완료함



< VDMS 차량정보 수집장치 >

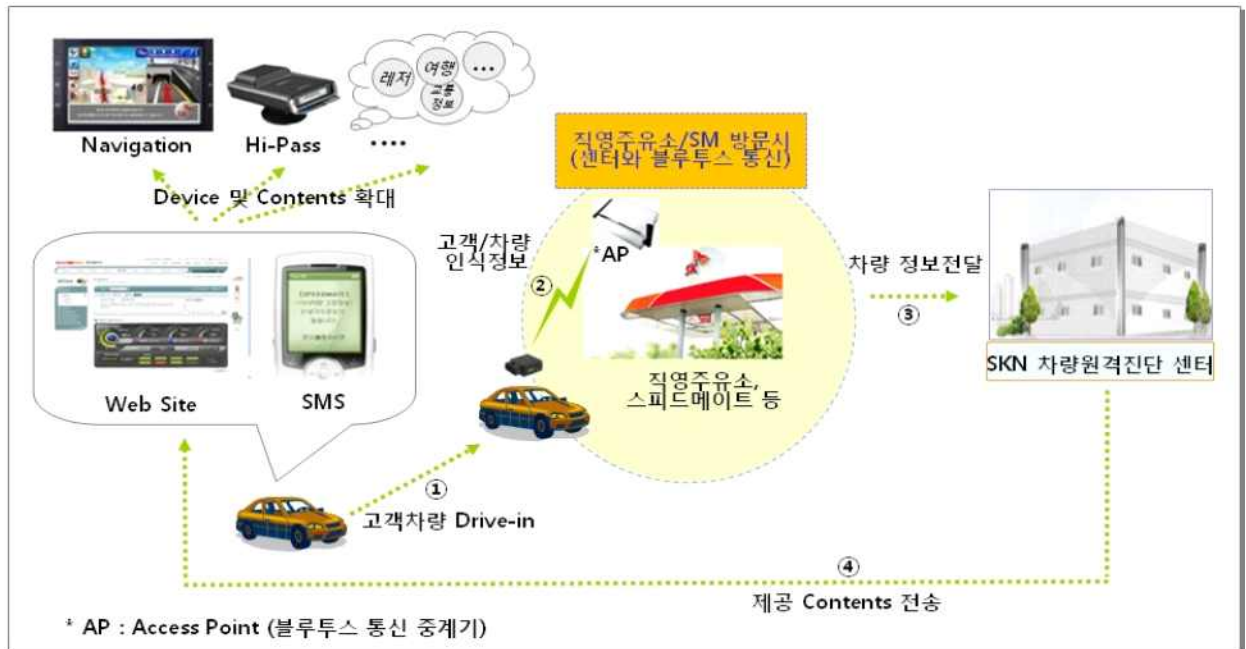
- o VDMS 운행정보 단말은 운전 중인 운전자의 안전운전, 경제운전, 친환경운전을 가이드하고 차량의 상태에 대한 정보를 효과적으로 제공하며, 차량이 운행되는 중에는 차량의 상태정보, 진단정보, 운행정보를 수집함



< VDMS 주요 서비스 화면 UI >

- o 한국전자통신연구원에서는 차량 내부의 OBD 포트에 수집장치를 연결하고 텔레메틱스 단말기와 유무선통신으로 연결하여 수집 가능한 실시간 차량운행 정보를 일정기간 누적시킨 후 데이터마이닝을 통해 운전습관, 운행 패턴, 연료절감, 공회전, CO2 배출가스등을 산출해낼 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어를 개발함
- o SK네트웍스는 ETRI와 자동차 원격진단 서비스를 비롯 'IT기반의 통합 텔레메틱스 서비스 인프라 구축 및 사업화'를 공동으로 추진함
- o 자동차 원격진단 서비스는 블루투스 무선교신을 이용해 차 상태, 고장정보, 급가속 및

급감속 등 주행정보, 연비 및 소모품 교환정보 등을 제공함



< SK 네트워크의 자동차 원격진단 서비스 개념 >

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

1. 연구개발 결과

가. 연구개발 결과 요약

연 차	연구목표	연구내용	
		계획	실적
1차년도	■ 배터리 원가 절감 개선	-부품 경량화 * 배터리 케이스 중량 최적화 * 부품 사용 항목 최적화 * 가공품 형상 최적화 -형상 단순화 * 케이스 구조 단순화 * 볼트/너트 사용 최적화 * 케이블링 최적화	- 배터리 무게 감량 * 670kg 이하 - 배터리 케이스 개선 * Con/Con Block/Clamp
	■ 배터리 구조 고도화	- 내구성 개선 * 인렛 커넥터 내구성 개선	- 배터리 셀 변경 - 배터리 모듈 구조 변경 - 배터리 냉각 시스템 개선
	■ 배터리 BMS 고도화 개발	- Pack 전류측정 정확도 개선 - 온도 신뢰성 개선 - 자기진단기능-자체온도측정 - Protection 기능 개선 - BDLS과의 통신 기능 - Monitoring 통신 기능 변경	- Pack 전류측정 정확도 개선 - 온도 신뢰성 개선 - 자기진단기능-자체온도측정 - Protection 기능 개선 - BDLS과의 통신 기능 - Monitoring 통신 기능 변경
	■ BDLS 개발	- BDLS 장치 설계 및 테스트 시작품 제작 · BDLS 시스템 요구사항 분석 · CMU 및 무선장치 간 인터페이스 정리 · BDLS 하드웨어 제작 · 상위 서버와 무선전송모듈 개발 · 무선성능을 최적화하기 위한 안테나 방사특성 분석	- BDLS용 장치 시작품 제작 · Embedded Linux OS 기반 · Main 프로세서- Samsung Exynos mobile CPU · Sub 프로세서 Infineon XC2238N CAN CPU 
		- BDLS 장치 프로그램 설계 및 제작 · 데이터 저장 알고리즘 설계 · 데이터 공유 및 전송 구조 개발 · 효율적인 데이터 전송을 위한 프레임 및 프로토콜에 대한 구조 개발 · BDLS 장치데이터 수집을 위한 테스트서버 구조 분석	- BDLS용 장치 설계서 작성 · 하드웨어 설계 · 소프트웨어 설계 · 테스트용 프로그램 설계 - BDLS용 장치 기능분석서 작성 · 무선환경 성능분석 · 배터리팩 셀정보 수집성능 · 배터리팩 셀정보 저장성능

연 차	연구목표	연구내용	
		계획	실적
2차년도	■ 배터리 구조 고도화	- 내구성 개선 * QTP 커넥터 내구성 개선 - 유지보수 구조 개선 * 배터리 점검시 기구 탈착 용이성 개선 - 방열구조 개선 * 배터리팩 유동구조 개선 * 모듈 방열구조 개선 - 방수구조 개선 * 침수시험 통과	- 내구성 개선 * QTP 적용 커넥터 변경 * 인렛장착 위치 변경 - 유지보수 구조 개선 * Master BMS 위치 변경 * 유지보수를 위한 개폐설계 - 방열구조 개선 * 배터리 모듈 구조 변경 * 배터리 방열시스템 개선 - 방수구조 개선 * 구동축전지 안정성시험 통과
	■ 배터리 BMS 고도화 개발	- SOC Logic 개선 - SOH Logic 개선 - Cell Balancing Logic 개선 - Firmware Update	- SOC Logic 개선 - SOH Logic 개선 - Cell Balancing Logic 개선 - Firmware Update
	■ BDLS 개발	- 무선연동 BDLS 장치 상용품 제작 - BDLS 장치와 배터리팩 연동 성능 최적화 - BDLS 테스트 서버 제작 - BDLS 관리 운영 프로그램 제작 - 차량운행환경 현장 테스트	- BDLS 장치 상용시제품 제작 * .안드로이드 OS 기반 * .Main 프로세서 - RK3188T Cortex-A9 Quad Core 1.6GHz * Sub 프로세서-Infineon XC2238N CAN CPU 적용 * 방송통신기자재등의 적합등록 - BDLS 설계서 작성 * 하드웨어 설계 * 데이터 수집용 서버 설계 * 서버 데이터베이스 접근 알고리즘 설계 * 모니터링 UI 설계 - BDLS 테스트 결과 보고서 작성 * 연동성능(주기) 안정성 테스트 * 장애 DB 검출 운용 성능

나. 사업화 수행 진도율

구 분 개발내용	연 구 개 발 기 간												진도(%)
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
배터리 구조 최적 화 개발 가. 배터리 원가 절감 개선 나. 배터리 구조 고도화	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	100%
배터리 관리 시스 템 고도화 개발 다. 배터리 BMS 고도화 개발	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	100%
배터리 정보 수집 시스템 개발 라. BDLS 개발	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	100%
총 진도율	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	 —	100%

..... 당초계획
_____ 실적

다. 연구개발 추진 상세 내용

1) 배터리 구조 최적화 개발

가) 배터리 셀 변경

- 고출 충/방전용 신규 배터리 셀 적용 (플러그인 하이브리드 전기차용)
- 기존 배터리 셀과 동일한 사이즈이면서도 출력 성능이 우수하여 충/방전 전류가 높은 배터리 자동교환형 전기버스용 시스템에 적합한 리튬폴리머 셀

Item		Specification
1.Capacity	Nominal	20.0 Ah
	Minimum	19.5 Ah
2.Energy Density	Volumetric	297 Wh/ℓ
	Gravimetric	158 Wh/kg
3.Weight of bare cell		≤475 g
4.Nominal Voltage		3.75 V
5.Operating Voltage Range	Charge	4.20 V
	Discharge	3.00 V
6.Standard Current	Charge	10.0 A
	Discharge	10.0 A
7.Maximum Current	Charge	100.0 A
	Discharge	140.0 A
	Peak Discharge(10sec.)	200.0 A
8.Initial Internal Resistance		<1.5mΩ
9.Operating Temperature	Charge	0℃ ~ 45℃
	Discharge	-20℃ ~ 45℃
	Recommend	25 ± 3℃
10.Storage Temperature	Range	-40℃ ~ 60℃
	Recommend	25 ± 3℃
11.Storage Humidity		Max. 85%RH
12.Cell Dimensions	Thickness(Initial full charge)	5.8mm + 0.2- 0.4
	Width	253mm ± 1
	Length(Excluding tab)	172mm ± 1
	Length(Including tab)	192mm ± 1

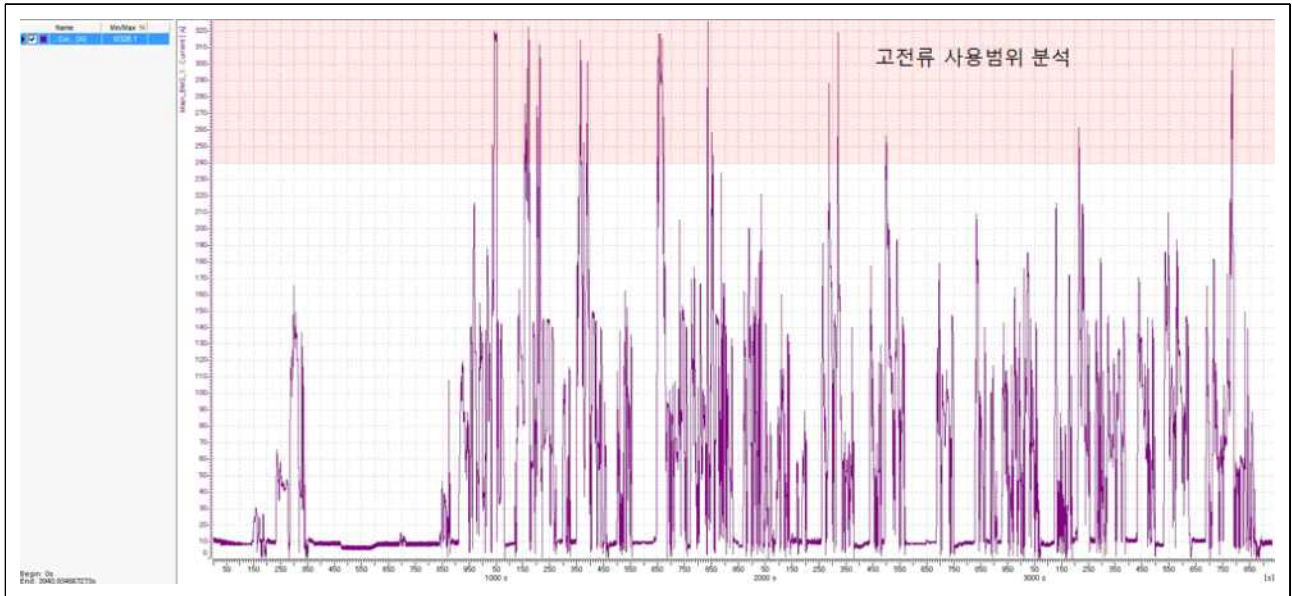


[그림. 배터리 셀 형상 및 사양]

Model		기존		개선	
Type		Lithium Polymer		Lithium Polymer	
Nominal Capacity		21.0Ah		20.0Ah	
Energy density	Volumetric	312 Wh/L		297 Wh/L	
	Gravimetric	164 Wh/Kg		158 Wh/Kg	
Nominal Voltage		3.75V		3.75V	
Operating Voltage Range		3.0V ~ 4.2V		3.0V ~ 4.2V	
Standard	Charge	0.5C	(10.5A)	0.5C	(10A)
	Discharge	0.5C	(10.5A)	0.5C	(10A)
Max. Charge Current		2.0C	(42A)	5.0C	(100A)
Max. Discharge Current	Continuous	3.0C(63A)		5.0C(100A)	
	Pulse @ ≤ 10sec	5.0C(105A)		7.0C(140A)	
Cell size	Thickness	5.8+0.1/-0.4mm		5.8+0.2/-0.4mm	
	Width	253 ± 1.0mm		253 ± 1.0mm	
	Length	172 ± 1.0mm		172 ± 1.0mm	
AC Impedance		Max. 2.0mΩ		Max. 1.5mΩ	

[표. 기존 VS 개선 배터리 셀 사양 비교]

- 포항시에서 시범 운영되고 있는 배터리 자동교환형 전기버스의 경우, 주행 시 배터리 팩 공칭전류 84A를 훨씬 뛰어넘는 240A 이상의 전류를 매우 빈번히 사용하고 있어 배터리 팩에 무리를 주는 가혹한 환경임
- 실제 주행 시 배터리 팩 방전 특성 분석 결과, 주행 시간 약 1시간 동안 3C 이상의 고전류 사용시간 이 총 73.19초로 나타남



[그림. 배터리 자동교환형 전기버스 배터리 팩 방전 특성]

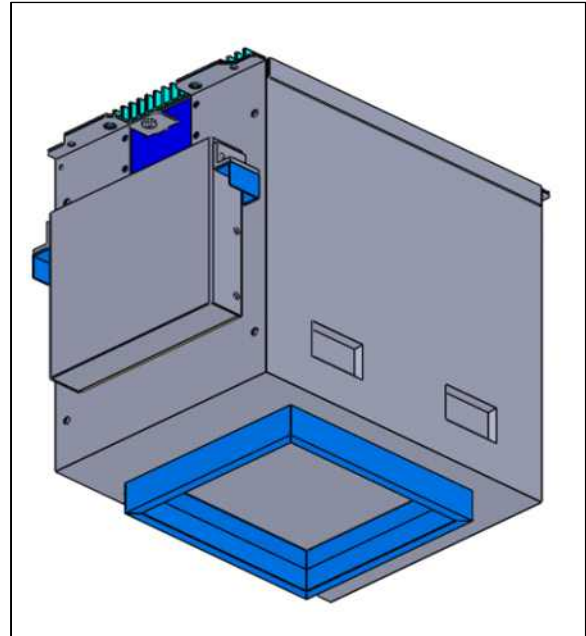
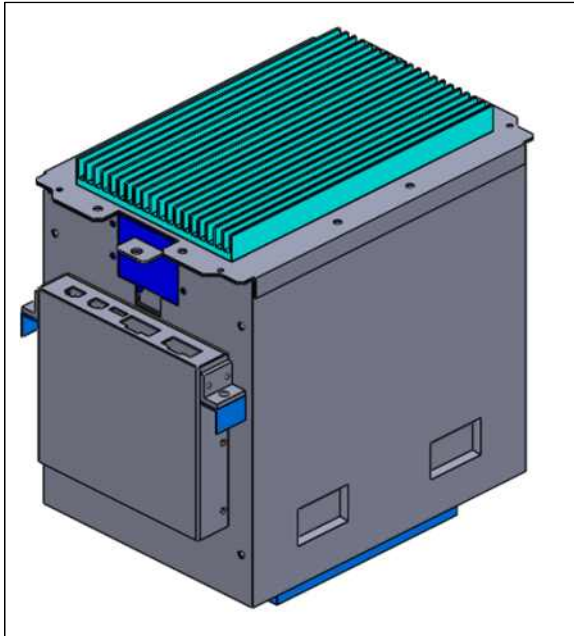
횟수(3C ↑)	Load Time (SEC)	횟수(3C ↑)	Load Time (SEC)
1	0.6	13	16.07
2	11.2	14	1.41
3	1.2	15	1.61
4	1	16	0.8
5	5.6	17	0.2
6	3.41	18	1.6
7	1.2	19	0.601
8	2.81	20	1.6
9	6.02	21	1.4
10	0.8	22	1.81
11	2.81	23	2.81
12	1.81	24	4.82

[표. 240A 이상 방전전류 사용시간 분포]

- 또한 배터리 자동교환소의 표준 충전 방식도 140A 이상의 전류로 충전하기 때문에 장기적인 관점에서 배터리의 수명에 좋지 않은 영향을 끼칠 것으로 예상되어 충전 및 방전 전류가 높은 고효율 셀로 변경 적용함

나) 배터리 모듈 개선

- o 기존 배터리 모듈은 21Ah셀 4개를 병렬 단위로 구성한 뒤 이를 다시 9개의 직렬로 구성하여 총 36개의 셀을 하나의 모듈 구조로 이룸
- o 기존 배터리 모듈은 약 2.8kWh급으로, 공칭전압과 전류는 각각 33.75V, 84Ah

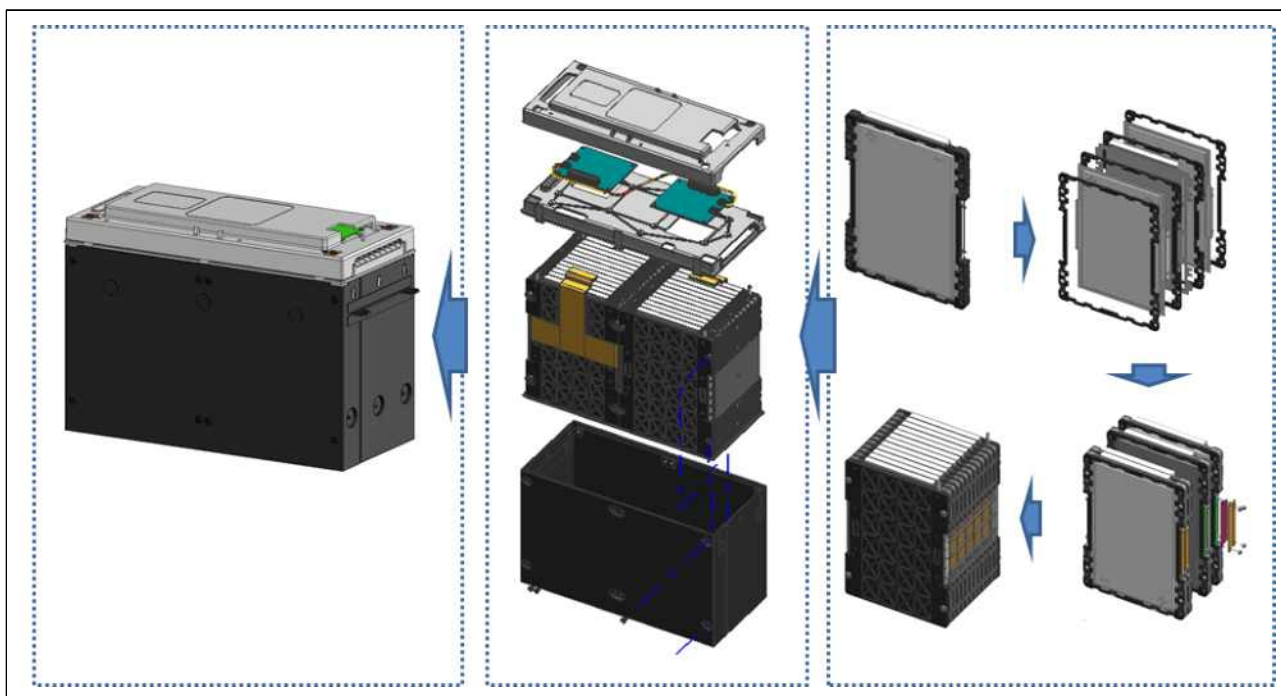


[그림. 기존 배터리 모듈 형상]

항목		내용	비고
Nominal Voltage		33.75 V	셀 당 3.75V 기준 (9S)
Operating Voltage Range		27.0 ~ 37.8 V	셀 당 (3.0V ~ 4.2V)
Nominal Capacity		84Ah	셀 당 21Ah (4P)
Rated Energy		2.835kWh / 2.268kWh	DOD 100% / 80%
Cell Type		SPB58253172V2	21Ah
Cell Configuration		9S4P	
Total Cell Quantity		36	
Charge Voltage		37.35 ± 0.2V	4.15V 기준
Charge Current	Max. Continuous	168A	MAX. 2C
	Standard	84A	
	Recommend (for Long Life Cycle)	42A	Recommend(0.5C)
Discharge Current	Max. Continuous	252A	3C
	Pulse Peak	420A(@10sec이하)	5C
Dimension		322(L)*211(W)*314(H)	

[표. 기존 배터리 모듈 사양]

- 새롭게 적용된 배터리 모듈(Sub Pack)은 에너지 용량 3.6kWh로써, 공칭전압은 90V이고 공칭전류는 40Ah로 구성됨
- 변경된 20Ah 셀 2개가 병렬로 구성된 단위가 총 12개의 직렬로 연결되어 배터리 모듈을 이루고 배터리 모듈 2개가 하나의 Sub Pack을 구성하는 구조이며, 세부 구조 형상은 아래 그림과 같음



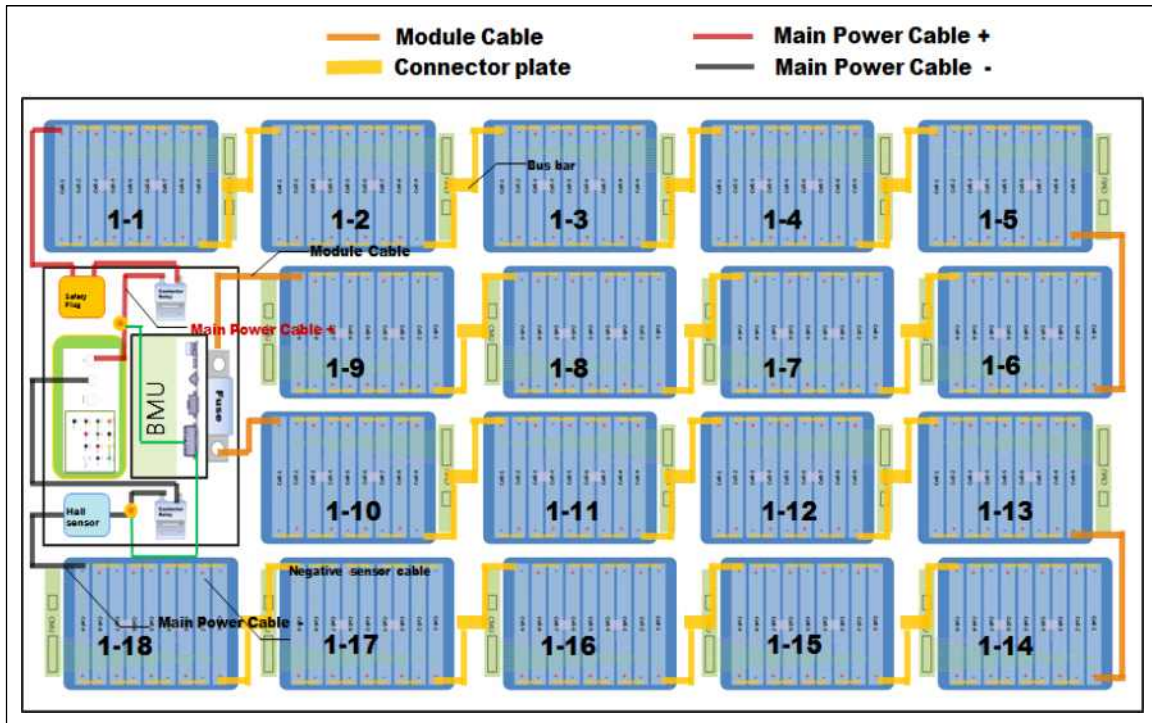
[그림. 개선 Sub Pack 구조 형상]

항목		내용	비고
Nominal Voltage		90 V	셀 당 3.75V 기준 (24S)
Operating Voltage Range		72.0 ~ 100.8 V	셀 당 (3.0V ~ 4.2V)
Nominal Capacity		40Ah	셀 당 20Ah (2P)
Rated Energy		3.6kWh / 2.88kWh	DOD 100% / 80%
Cell Type		SPB58253172P2	20Ah
Cell Configuration		12S2P*2S	
Total Cell Quantity		48	
Charge Voltage		99.6± 0.2V	4.15V 기준
Charge Current	Max. Continuous	80A	MAX. 2C
	Standard	40A	
	Recommend (for Long Life Cycle)	20A	Recommend(0.5C)
Discharge Current	Max. Continuous	200A	5C
	Pulse Peak	280A(@10sec이내)	7C
Dimension		433(L)x187(W)x295(H)	

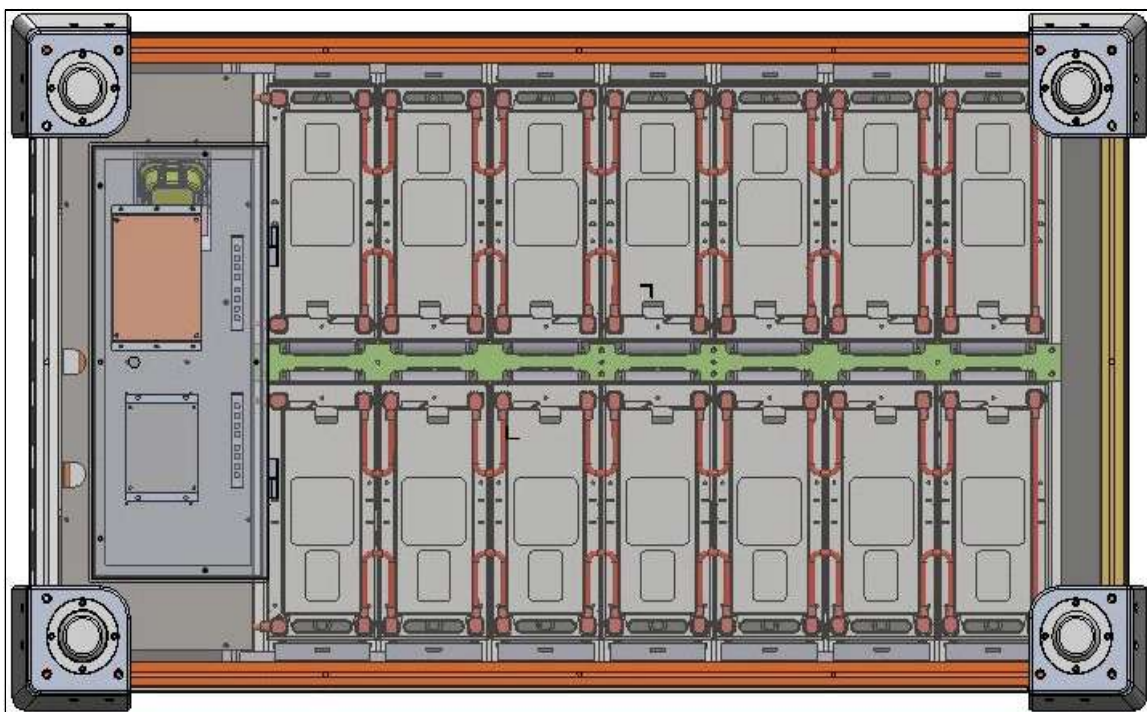
[표. 개선 Sub Pack 사양]

다) 배터리 팩 시스템 구성 변경

- 기존 배터리 팩은 총 18개의 모듈이 직렬로 구성되어 전체 팩의 구성하는 반면, 신규 배터리 팩은 총 14개의 모듈이 2그룹으로 나뉘어 각각 7모듈씩 직렬로 구성되고 각 그룹들이 병렬로 연결되어 전체 시스템을 구성함
- 기존 배터리 팩의 경우 18개 모듈 중 하나의 모듈에 문제가 발생할 경우 전체 팩의 동작이 불가하였으나, 신규 배터리의 경우 2그룹 중 하나의 그룹이 사용 불가하더라도 나머지 그룹이 동작 가능한 장점이 있음



[그림. 기존 배터리 팩 시스템 구성]



[그림. 개선 배터리 팩 시스템 구성]

- o 기존 배터리 팩은 21Ah셀 총 648개, 신규 배터리 팩의 경우 672개로 구성되며 변경 내용에 따른 배터리 셀, 모듈, 팩 시스템의 주요 사양은 아래와 같음

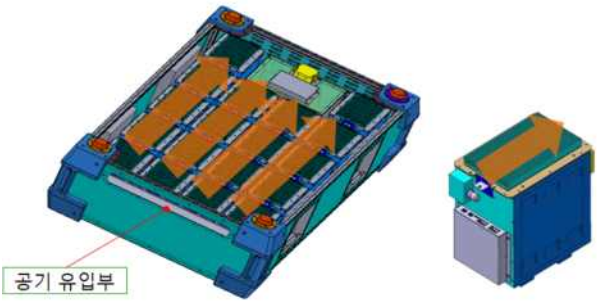
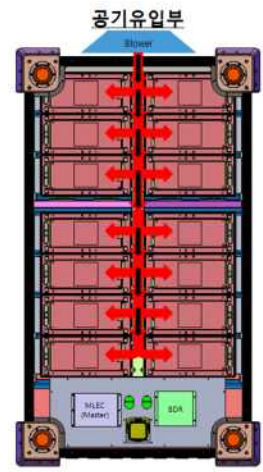
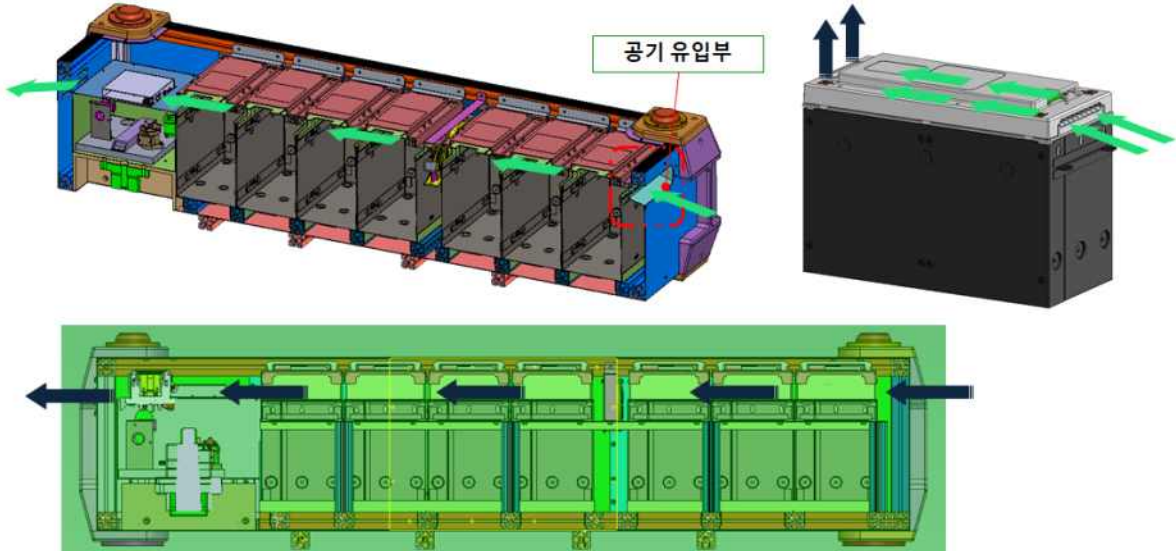
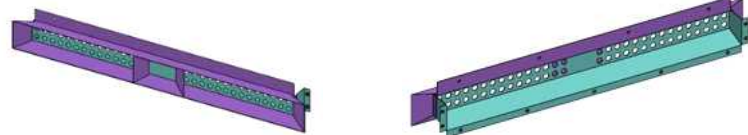
구분	사양			비고
	항목	기존	개선	
셀	용량	21Ah	20Ah	
	동작전압 범위	3.0V ~ 4.2V	3.0V ~ 4.2V	
	최대 방전 전류	105A (5C)	140A (7C)	
	사이즈	192(L)*172(W)*253(H)	192(L)*172(W)*253(H)	Including tab
	충전온도	0 ~ 55℃	0 ~ 55℃	
	방전온도	-20 ~ 55℃	-20 ~ 55℃	
모듈	전압	33.75V	90V	Sub Pack
	최대 방전 전류	240A (3C)	400A (5C)	연속 방전
	사이즈	322(L)*211(W)*314(H)	433(L)*187(W)*295(H)	
	모듈 구성	9S4P * 18개	24S2P * 14개	
팩 시스템	셀 조합 (수량)	162S 4P (648)	168S 4P (672)	
	공칭전압	607V	630V	
	사용전압	510V ~ 664V	530V ~ 689V	
	충전전류	160A (2C, 연속)	160A (2C, 연속)	
	최대 방전 전류	400A (5C, 연속)	400A (5C, 연속)	버스 360A 제한
	사이즈	1902(L)*1110(W)*477(H)	1902(L)*1110(W)*477(H)	
	BMS	1Master 18Slave	1Master 24Slave	
	무게	670kg 이상	670kg 이하	

[그림. 배터리 팩 시스템 사양 비교]

- o 기존 배터리 팩과 에너지 용량은 동일한 수준을 유지하되 전압을 높여 효율을 높이고, 시스템을 2팩 병렬로 구성하여 1팩 라인이 동작하지 않더라도 나머지 1팩으로 동작하도록 함

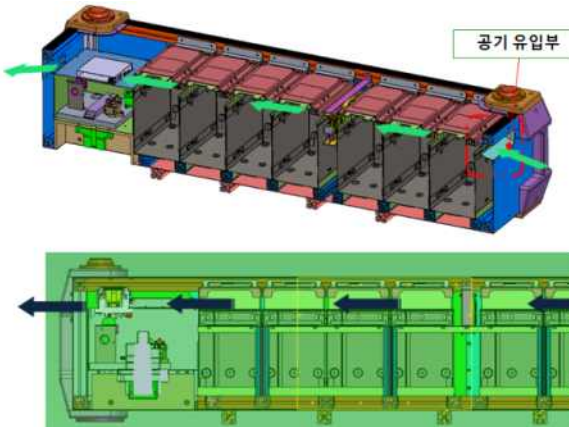
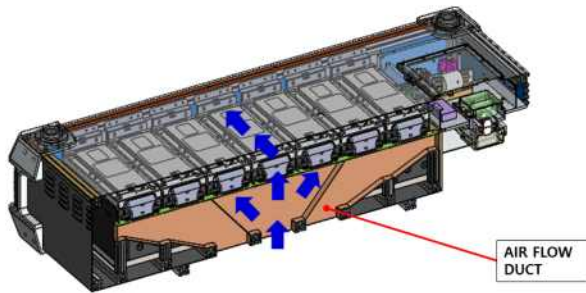
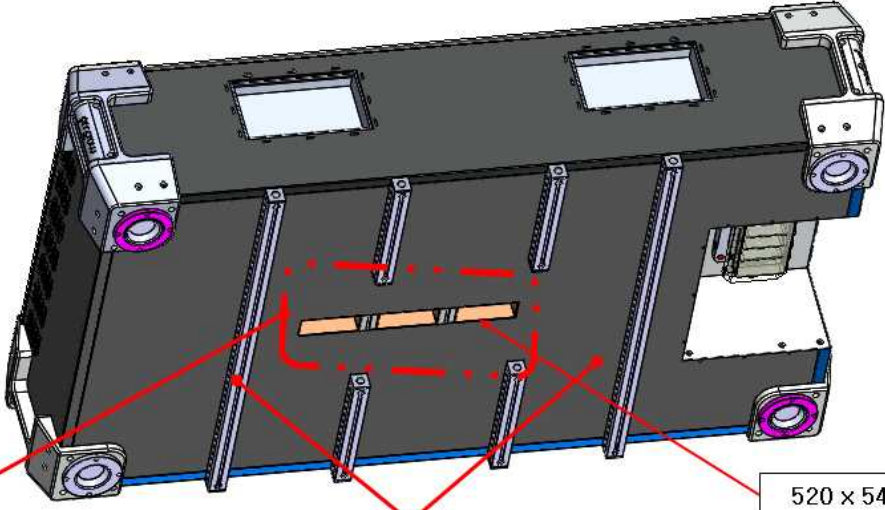
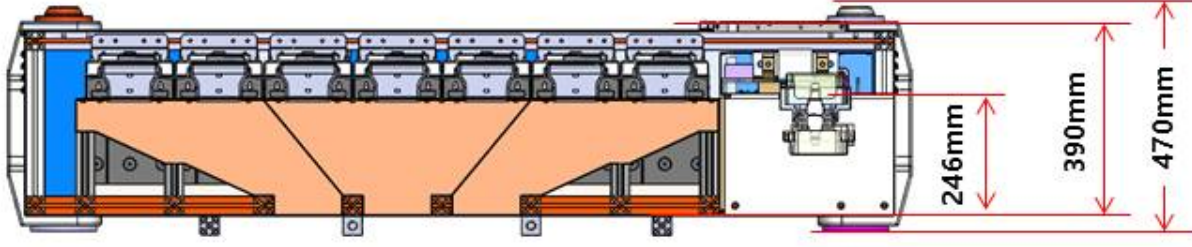
라) 배터리 팩 냉각 구조 변경

o 기존 배터리 팩 냉각 시스템 대비 냉각 효과가 우수한 방식으로 구조 변경

기존 냉각 구조	개선 냉각 구조
	
공기 유입부를 통해 들어온 공기가 배터리 모듈 상부에 장착된 방열핀을 냉각하고, 방열핀의 열 전도에 의해 배터리 셀과 연결된 Heat Sink를 냉각	공기 유입부를 통해 들어온 공기가 냉각 덕트를 따라 흐르면서 각 Sub Pack 내부로 직접 침투하여 Heat Sink를 직접 냉각
냉각구조 세부형상 및 내용	
	
- 배터리 셀과 연결된 알루미늄 재료의 Heat Sink를 직접 냉각하므로, 기존 냉각 방식과 비교하여 냉각 성능이 우수하여 배터리 셀의 열 관리가 용이함 - 공기유입부(아래)는 이물질 유입차단 및 방수효과를 위해 형상 변경	
	

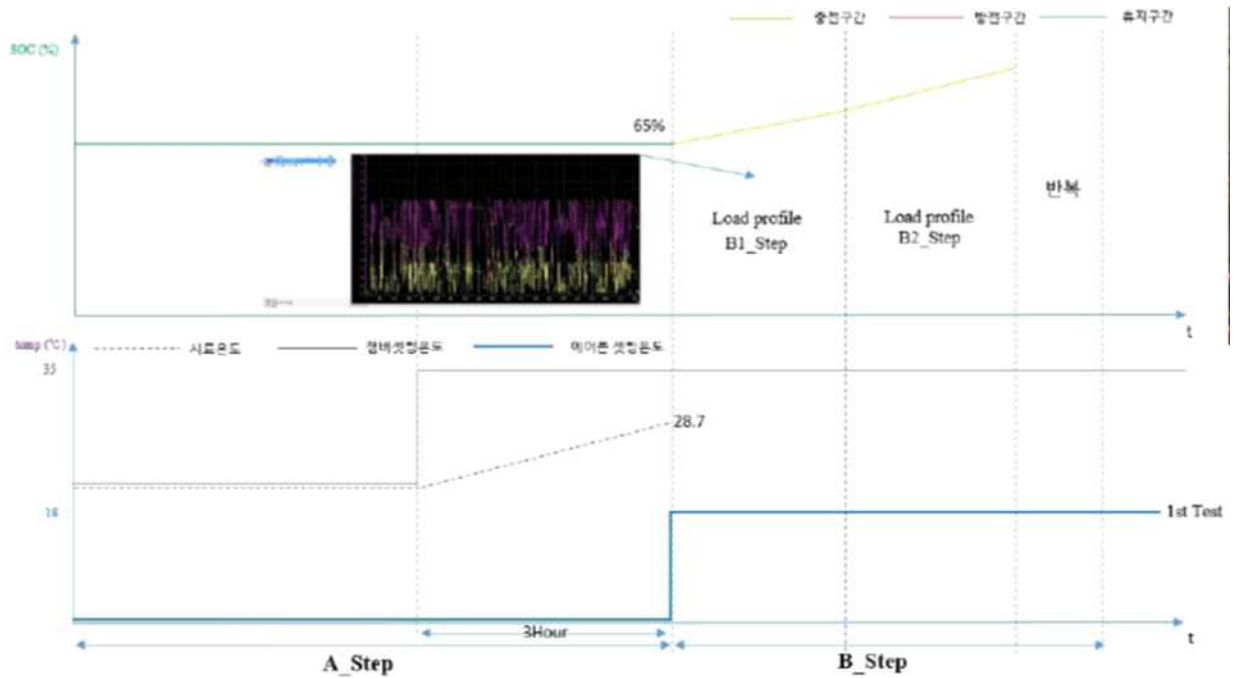
o 2차년도 과제수행을 통해 냉각구조 개선 고도화 추진

- 기존 배터리 팩의 형상 및 구조 개선
- 배터리 모듈 방열구조 개선을 통해 전체적인 배터리 팩 방열구조 개선

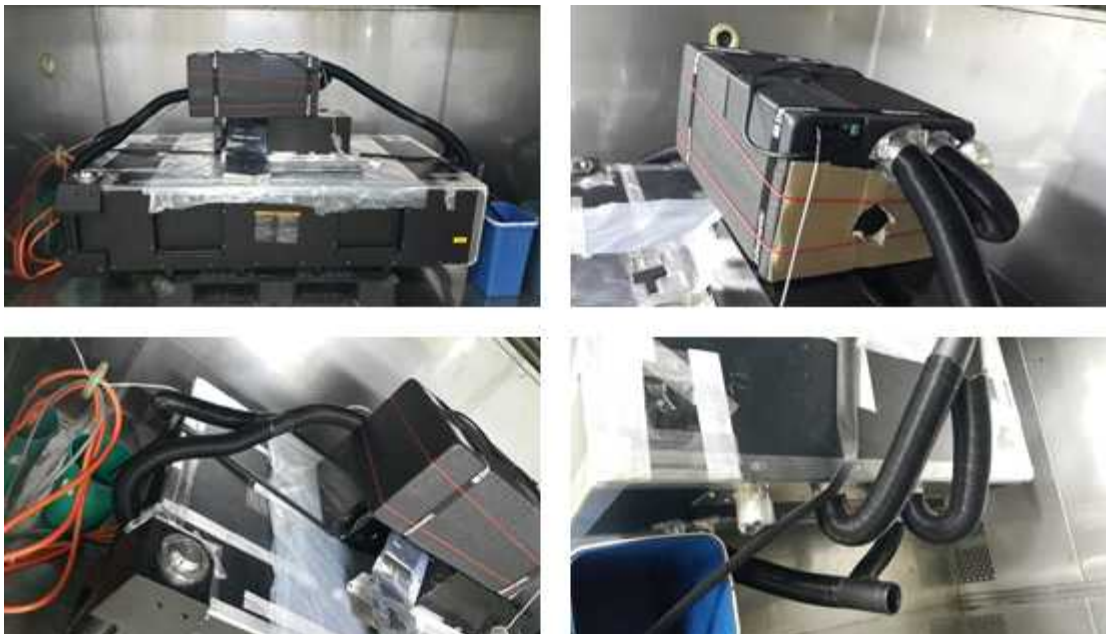
기존 냉각 구조	개선 냉각 구조
 공기 유입부	 AIR FLOW DUCT
공기 유입부를 통해 들어온 공기가 배터리 모듈 상부에 장착된 방열핀을 냉각하고, 방열핀의 열 전도에 의해 배터리 셀과 연결된 Heat Sink를 냉각	배터리 팩 하부에 공기 유입부를 만들어 차량 측 내부 공기를 내부 유동구조를 따라 흐르면서 각 Sub Pack 내부로 직접 침투하여 발열을 방지
냉각구조 세부형상 및 내용	
 BLOW 방향 변경. 520 x 54 하부 PROFILE 사이즈 및 위치 변경	
차량의 내부공기를 유입할 수 있는 Blow 방향을 배터리 하부쪽으로 위치 변경	
 246mm 390mm 470mm	

o 냉각구조 개선 고도화 성능테스트

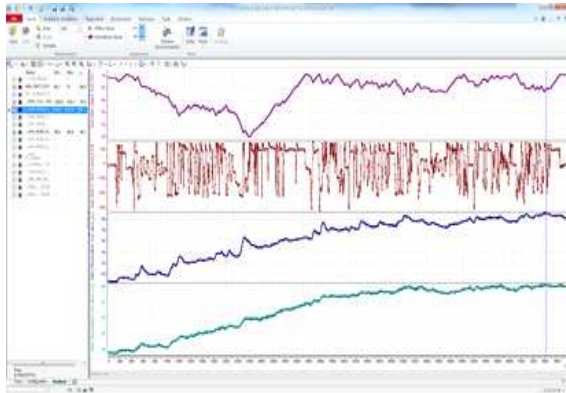
- 기존 배터리 팩의 단방향 송풍구조를 개선하여 아래에서 외부공기가 유입되는 상황을 설정하여 냉각구조 개선 테스트를 진행
- 기존 버스 운행 프로파일을 적용하여 충방전 사이클러 운영을 통해 온도변화를 관측
- 시험조건



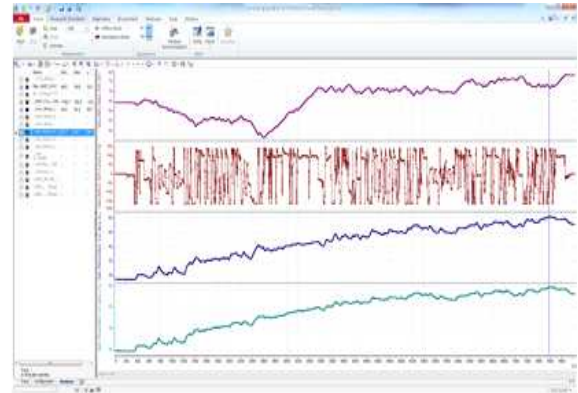
- 시험환경 구성



- 시험방법
 - 실제 로그 파형과 시험 로그 파형 비교



【실제 로그 파형】



【시험 로그 파형】

- 시험결과 (요약결과)
 - 에어컨 가동시 최고 온도 39.9℃ 까지 측정됨
 - 기존 운영 필드자료에서는 가장 높은 온도가 46.6℃ 측정되어 6℃ 이상의 냉각성능 개선 결과를 보임

● 2016-05-07_18-13-16

(필드 자료)

1000 sec					
37.4	39.3	38.3	38	36.9	
	38.4	39.4	38.5	38.7	
	38.3	39.4	39.2	38.1	
36.8	38.3	39.7	39.2	37.6	
max	min	diff			
39.7	36.8	2.9			

2000 sec					
40.6	43.1	41.1	41.2	39.9	
	40.9	42.7	41.6	43.4	
	40.6	42.4	42	40.7	
39.5	41.3	43.3	42.2	40.2	
max	min	diff			
43.4	39.5	3.9			

3000 sec					
43.3	46.1	43.5	43.9	42.6	
	43.2	45.2	44	46.6	
	42.8	45.1	44.5	43.2	
42.2	43.9	46.2	44.8	42.7	
max	min	diff			
46.6	42.2	4.4			

● 2016-05-08_09-59-21_EBUS_V15_AIRCON_TEST_SIMULATION_B1_Step_CH_A_4

(Chamber Aircon 가동)

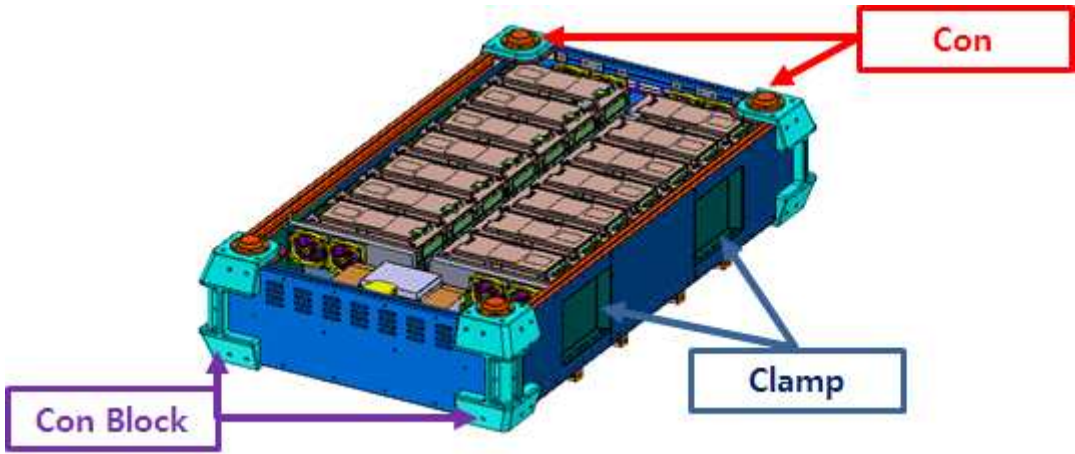
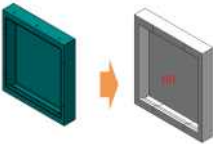
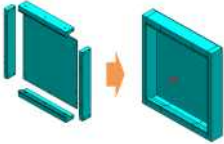
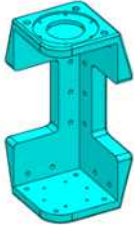
1000 sec					
27.7	29.2	30.5	30.8	29.5	
	29.3	30.2	28.6	27.5	
	29.6	30.1	29.4	28.6	
26.9	28.1	29.5	29.8	30.6	
max	min	diff			
30.8	26.9	3.9			

2000 sec					
31.5	33.2	34.6	35.8	33.7	
	32.4	34.2	31.7	30.6	
	33.4	33.7	33.4	32.3	
30.9	31.3	32.4	33.5	35.4	
max	min	diff			
35.8	30.6	5.2			

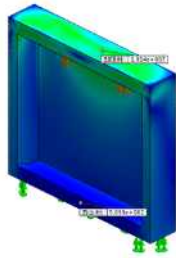
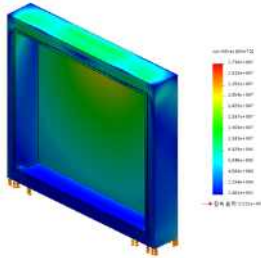
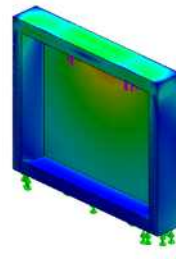
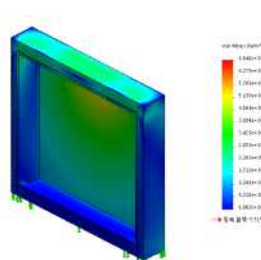
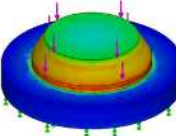
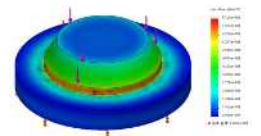
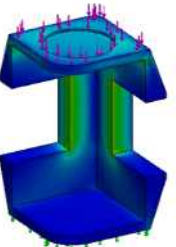
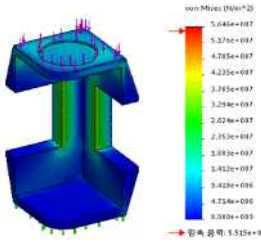
3000 sec					
35.2	37.1	38.8	39.3	37.5	
	35.7	38.2	34.8	33.6	
	37.4	37.5	37.2	35.7	
34.4	34.6	35.5	37.3	39.9	
max	min	diff			
40.3	33.6	6.7			

마) 배터리 케이스 구조 최적화

- 기존 배터리 팩의 형상 및 구조 개선을 통해 양산 작업성과 원가 절감을 추진
원가 절감 내역 별도 증빙자료 참고 (성과번호 A-1-①)

배터리 팩 케이스 주요 부품			
			
구분	기존 형상	변경 형상	내용
Clamp			- 기존 Clamp 후면부 두께가 10T로 과도하게 제작되어, 이를 2T로 최적화 제작 - 기존 일체형 구조에서 분할 구조로 제작하여 비용절감 및 가공성 개선
Con			- 배터리 케이스 무게 감량을 위해 Con 중앙 부분에 공간을 확보하여 무게 및 비용절감 - Con Block과의 체결 볼트 수량을 6개에서 4개로 조정하여 부품수량 및 비용절감
Con Block			- 기존 일체형 구조에서 분할 구조로 제작하여 가공성을 개선하고, 제작 과정에서 발생하는 불량품을 최소화 - 가공성 개선으로 인한 비용절감 효과
공통	- 기존 케이스의 과도한 볼트/너트 사용을 최소화하여 케이스 무게 감량 - 각 부품간 체결 방법 및 구조를 개선, 간편화하여 제작 공정 및 시간 단축 - 유지보수시 점검 및 작업 용이성을 위해 배터리 팩 전반에 걸쳐 구조 개선 추진 - 배터리 방수구조 강화를 위해 케이스 마감 작업시 실리콘 작업 보강		

o 배터리 팩 케이스 형상 개선에 따른 구조해석 결과 내구성에 문제가 없음

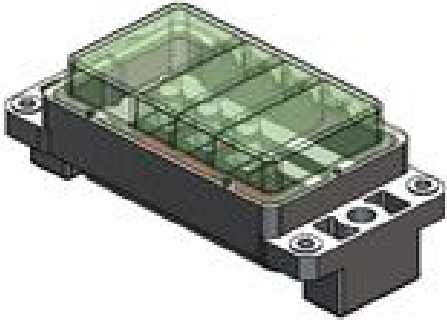
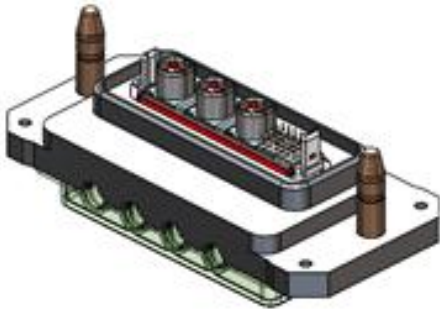
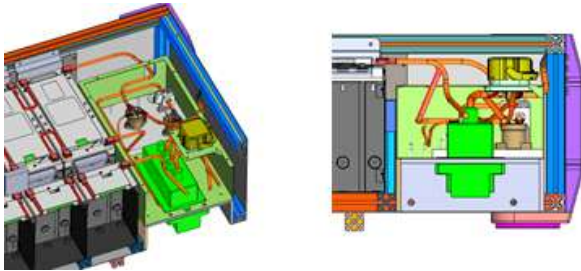
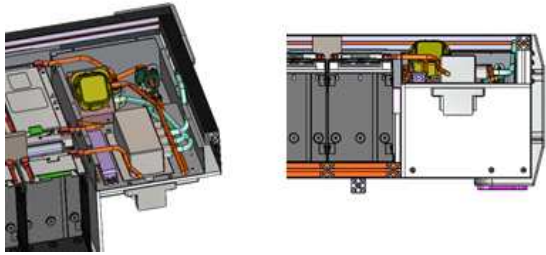
구분	내용	기존	변경	해석 결과
Clamp	외력 7,840N (하중 집중)			문제 없음 ▶ 최대치 응력 : $2.738 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ▶ 항복응력 : $5.515 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ▶ 최소안전계수 : 1.4 ▶ 최대 변위 : $1.285 \times 10^{-1} \text{ mm}$
	외력 1,960N (하중 균일)			문제 없음 ▶ 최대치 응력 : $6.846 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ▶ 항복응력 : $5.515 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ▶ 최소안전계수 : 5.7 ▶ 최대 변위 : $3.213 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Con	외력 7,840N 강도해석			문제 없음 ▶ 최대치 응력 : $8.313 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ ▶ 항복응력 : $6.204 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ▶ 최소안전계수 : 75 ▶ 최대 변위 : $6.906 \times 10^{-4} \text{ mm}$
Con Block	외력 7,840N 강도해석			문제 없음 ▶ 최대치 응력 : $5.646 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ▶ 항복응력 : $5.515 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ▶ 최소안전계수 : 0.97 ▶ 최대 변위 : 1.380mm

바) 내구성 구조 개선

o QTP 커넥터 교체를 통한 내구성 개선과 제조원가 절감 추진

- 기존 제작사양의 커넥터를 기성제품으로 교체함에 따라 제작단가 절감
- 커넥터 체결 부분의 이격을 보완하여 지속적인 탈부착에 따른 마모발생 최소화

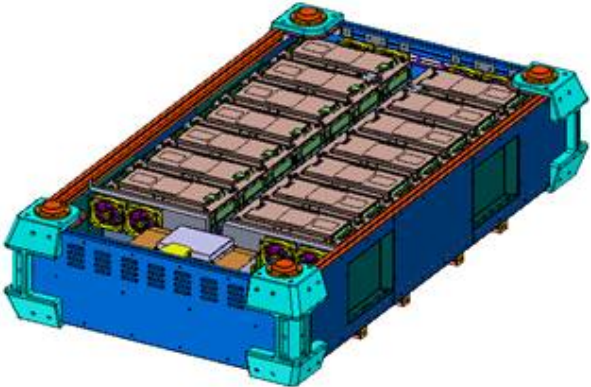
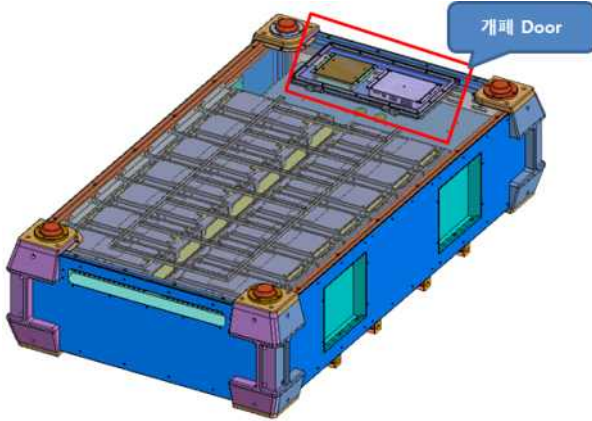
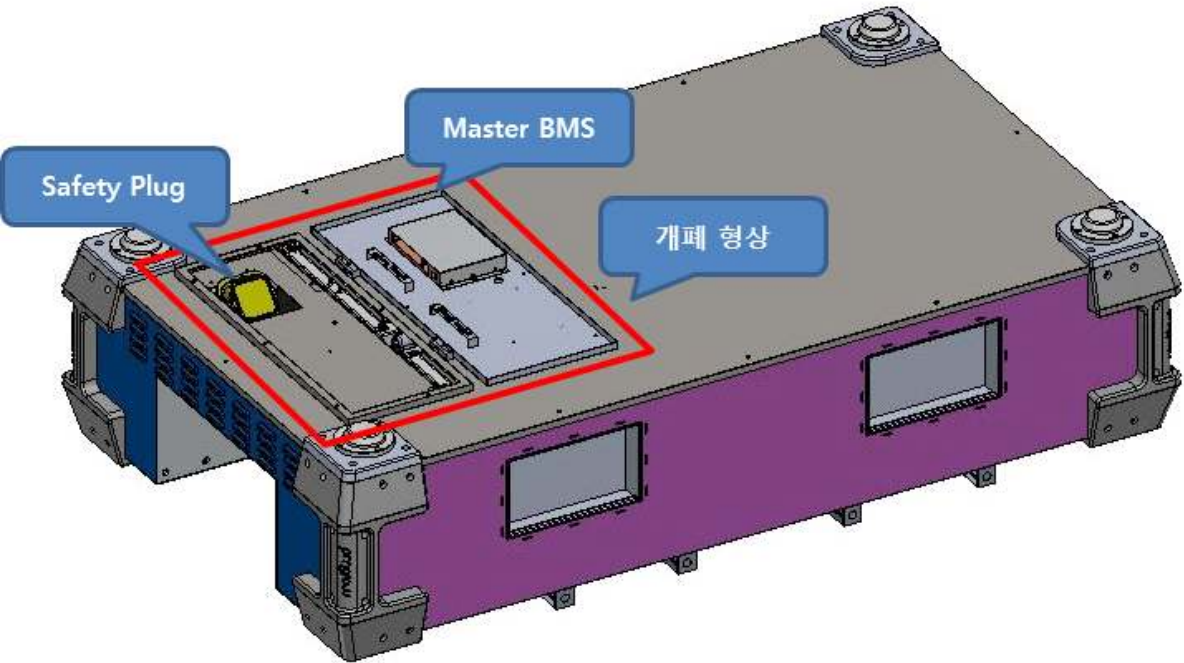
o 교환형 배터리의 고상형 버스 적용을 위해 인렛 장착위치 상향 조정

커넥터 형상변경	
Inlet	Outlet
	
- 기존의 커넥터의 경우 제작사양으로 단가가 비쌌 - 교체형 배터리 특징으로 지속적인 탈부착으로 인해 커넥터 연결부분의 마모 발생 - 커넥터 부분의 금형 변경과 탈부착 부분의 이격을 통해 마모발생 최소화 - 기성제품의 커넥터 구매 적용을 통해 제작 단가 절감	
커넥터 장착위치 변경	
기존 장착위치	변경 장착위치
	
- 교환형 배터리의 고상형 버스 적용을 위해 인렛 장착위치 변경 - 배터리 인렛 조정을 통해 높이를 낮추어 전기버스 상부 높이를 낮춤 (고상형 버스 고려)	

사) 배터리 유지보수 구조 개선

o 배터리 고장 발생시 효과적인 유지보수를 위한 구조 개선

- 배터리 고장시 진단을 위한 케이블 등 체결을 위한 Master BMS 보드를 개폐가 가능하게끔 위치 변경
- 배터리 상부 케이스의 일부분을 개폐가 가능하도록 구조 변경하여 배터리 진단시 배터리 케이스의 분해를 하지 않고 해당 Door부분을 열고 BMS와 케이블 체결 진행

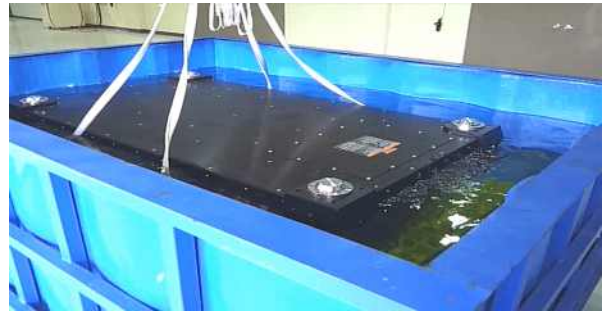
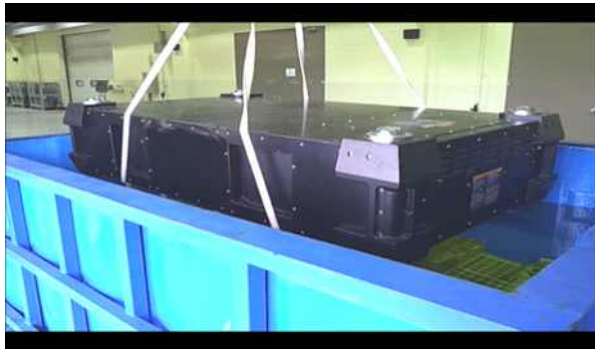
기존 구조	변경 구조
	
▪ 배터리 고장시 BMS나 배터리 모듈의 상태 진단을 하기 위해서는 배터리 케이스를 분해 ▪ 상부 케이스를 들어내서 내부에 있는 BMS나 모듈 진단이 가능	▪ BMS Master보드가 상기 개폐 Door에 위치하여 배터리 진단시 개폐 Door를 열어서 BMS Master에 진단 케이블을 연결하여 진단 가능
방열구조 세부형상 및 내용	
	
▪ 도어 개폐 후 배터리 진단시 안전사고를 대비하여 Safety Plug 위치	

아) 배터리 방수 구조 개선

0 배터리에 액체가 침투할 경우를 대비하여 방수구조 개선 수행

- KATRI(교통안전공단 자동차 안전연구원)에 구동축전지 안정성시험 의뢰
- 액중투입을 포함하여 7가지 시험항목 통과
 - 액중투입, 열노출, 과충방전, 단락, 연소, 낙하, 전자파 시험

액중투입 사진



- 구동축전지 안정성시험 의뢰 (KATRI_교통안전공단 자동차안전연구원)

구동축전지 시험평가 결과

TS 교통안전공단

용역 결과보고서

[피엠그로우 버스용 구동축전지 안전성평가]

2015. 10. 12.

TS

교통안전공단
자동차안전연구원

시험항목		배출투입안전시험		
제작사	피엠티로우	모델명	E-BUS	
형 식	원동이온전지	형 상	과우치	
모듈 수량	168S4P	정격모듈전압	45V	
정격용량	80 Ah	정격전압	630 V	
목표 SOC	80 %	정격전류	80 A	
BMS	有	안전장치	有	
비 고	안전장치(Service Disconnect Switch) 부속			

2. 시험조건 측정값

시험실 온도	25 ℃	SOC	80 %
--------	------	-----	------

3. 구동축전지 전압 측정값

시험 전 전압	673 V	시험 후 전압	- V
---------	-------	---------	-----

4. 시험조건에서 발화 또는 폭발이 발생하였는가?

발 화	☐ 예(불합격) ☒ 아니요	폭 · 발	☐ 예(불합격) ☒ 아니요
-----	--	-------	--

담당자 의견

발화나 폭발은 발생하지 않았으며 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제18조의3 기준에 적합함

담당자 신원연구원 문보현 시험일자 2015년 6월 23일
 확인자 백원연구원 정 희

2) 배터리 관리시스템 고도화 개발

가) 배터리 관리시스템 고도화

- 기존 BMS의 성능을 고도화 하여 배터리 팩 전체의 정확성, 안정성, 신뢰성, 편리성 등이 강화된 제품 개발을 진행함으로써 보다 안정되고 신뢰성 있는 차량 운행을 지원

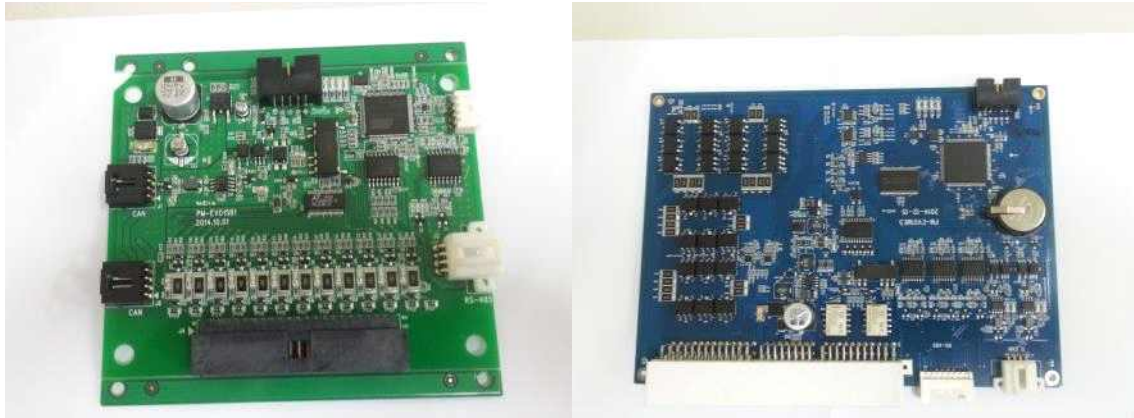
항목	고도화 전	고도화 후	비고
Monitoring IC	자동 Shutdown 회로 미적용	자동 Shutdown 회로 적용	Off 시 Battery 소비 전류 차단 기능
RTC	RTC 회로 미적용	RTC 회로 적용	OCV Time Check 기능
SDRAM	SDRAM 회로 미적용	SDRAM 회로 적용	Data 저장 보관 기능
Communication	RS232 및 CAN 회로 적용	RS485 및 CAN 회로 적용	Noise에 강한 통신 기능
Temperature	Master 1Point 회로 적용	Master 2Point 및 Slave 5Point 회로 적용	자기 진단 기능
Pack Voltage	Pack Voltage 1Ch Sensing 회로 적용	Pack Voltage 3Ch Sensing 회로 적용	Sub Pack 간의 Balancing 기능
Pack Current	12Bit ADC 회로 적용	16Bit ADC 회로 적용	측정 정밀도 향상
Isolation Resistor	Isolation Resistor 미적용	Isolation Resistor 적용	누설전류 측정
Relay Feed Back	Relay Feed Back 미적용	Relay Feed Back 적용	Main Relay 동작 Check 기능
Power Check	Power Check 미적용	Power Check 적용	Power Off시 Data 저장 기능

[그림. 배터리 관리 시스템 비교]

- Monitoring IC - Battery 전원을 사용 하여 BMS Off 시에도 항상 Battery 전원을 사용 하므로 자동 Shutdown 회로 구현
- RTC - 배터리 팩 충/방전 종료 후 OCV Time Check를 위한 회로 구현
- SDRAM - DATA 저장 보관하기 위하여 4Mbit SDRAM 회로 구현
- Communication - 전기적 Noise에 강한 RS485를 이용한 통신제어 회로 구현
- Temperature - 배터리 온도 및 BMS HW 주변 온도를 측정하기 위해 온도가 상승하면 저항값이 연속적으로 감소하는 NTC 센서를 적용하고 센서 수를 늘림
- Pack Voltage - 병렬 팩들의 전압을 맞추기 위해 병렬 팩 전압 측정 회로 구현
- Pack Current - 배터리 팩 충방전 전류범위 측정을 위해 저전류 구간과 고전류 구간 영역으로 나누어 회로를 개발하였으며, 16Bit ADC를 적용하여 정밀도 향상
- Isolation Resistor - 절연저항 및 누설전류를 측정할 수 있도록 회로 구현
- Relay Feed Back - Relay 동작 모니터링을 위한 Relay 접점 저항 측정회로 구현
- Power Check - 배터리 전원 OFF시 일정시간 동안 DATA 백업저장 기능 구현

o BMS 구성

- BMS는 Slave / Master BMS로 구성 (이하 Slave, Master)
- Slave: 셀 전압, 온도 모니터링, Master에 DATA 전송
- Master : 팩 전압, 전류, 온도 측정, 릴레이, FAN 제어, EVCU, Quick Charger와의 통신



[그림. SLAVE (좌) MASTER (우)]

o BMS 성능

- 셀 전압 측정 범위 : 0~5V $\pm 5\text{mV}$
- 온도 측정 범위 : $-30 \sim 100^{\circ}\text{C}$
- 전류 측정 범위 : $-500 \sim 500\text{A}$
- 팩 전압 측정 범위 : 0~750V $\pm 5\text{V}$
- 동작 전압 범위 : 24 $\pm 3\text{V}$
- 동작 온도 범위 : $-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$
- SOC : $\pm 5\%$ 이내

o BMS 통신

- 프로토콜 : CAN2.0B Extended Data
- 전송속도 : 250kbps
- ID타입 : 29bit Message ID
- 데이터 송수신 주기 : Min 200ms
- 메시지 프레임 : CAN 프로토콜 참조

o BMS Protection

- 배터리와 차량의 상태를 감지하여 자체 진단을 수행하며, 각 진단항목과 그에 따른 출력제어, Relay Off Request의 요청은 다음과 같음

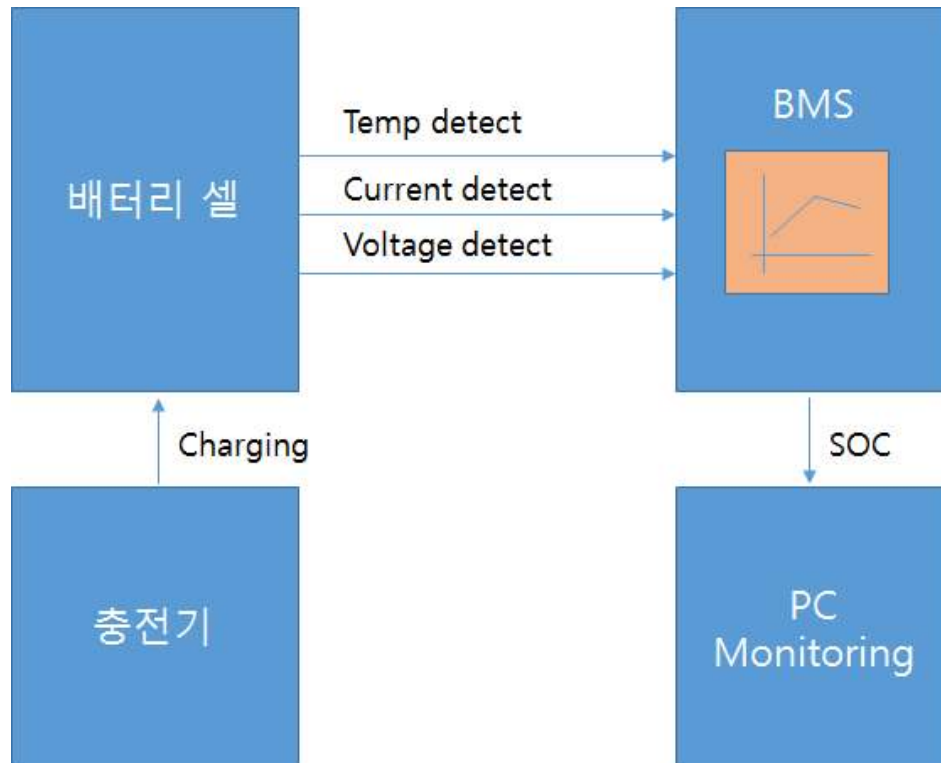
Protection Level		Warn1				Warn2			
Action		C-Rate Limit 제한				C-Rate Limit 감소 (0.1C per sec)			
	Acronym	Detect	Release	Delay (Sec)	Action	Detect	Release	Delay (Sec)	Action
Cell Voltage(CV)[Unit:V]	OCV	4.15	4.1	6		4.18		6	0C
	UCV	3.4	3.45	6		3.18		6	0C 10 초 후 차단
Pack Voltage(PV)[Unit:V]	OPV	697.2	688.8	6		702.24		6	0C
	UPV	571.2	579.6	6		534.24		6	0C 10 초 후 차단
Pack Current(PC)[Unit:A] {OnCharger//OnEBus}	OPC	160	158	0.5		180		5	0C
	UPC	-400	-390	0.5		-410		0.5	0C
Cell Temperature(CT)[Unit:°C] {OnCharger//OnEBus}	OCT	53	48	10	0.5C	59		10	0C
	UCT	0 // -17	5 // -12	10	N/A // 0.5C	-5 // -19		10	0C
State Of Charge(SOC)[Unit:%]	USOC	15	16	6	1C	-		-	
Can ErrorwithSlave-BMS(CES)[Unit:]	OCE S	2 (ReqMsg)	2	5		-		-	
Ground Fault(GF)[Unit:MΩ]	UGF	-	-	-		1		1	0C 10 초 후 차단

[표. BMS Protection]

나) SOC/SOH 산출 Logic

o 온도 정확도 보상 기능 구성

- 온도 변화에 따른 배터리 셀의 특성을 BMS에서 보상하여 보다 정확한 SOC를 표시하는 것이 목적
- 온도 변화에 따른 배터리 팩의 90% 이상 충전

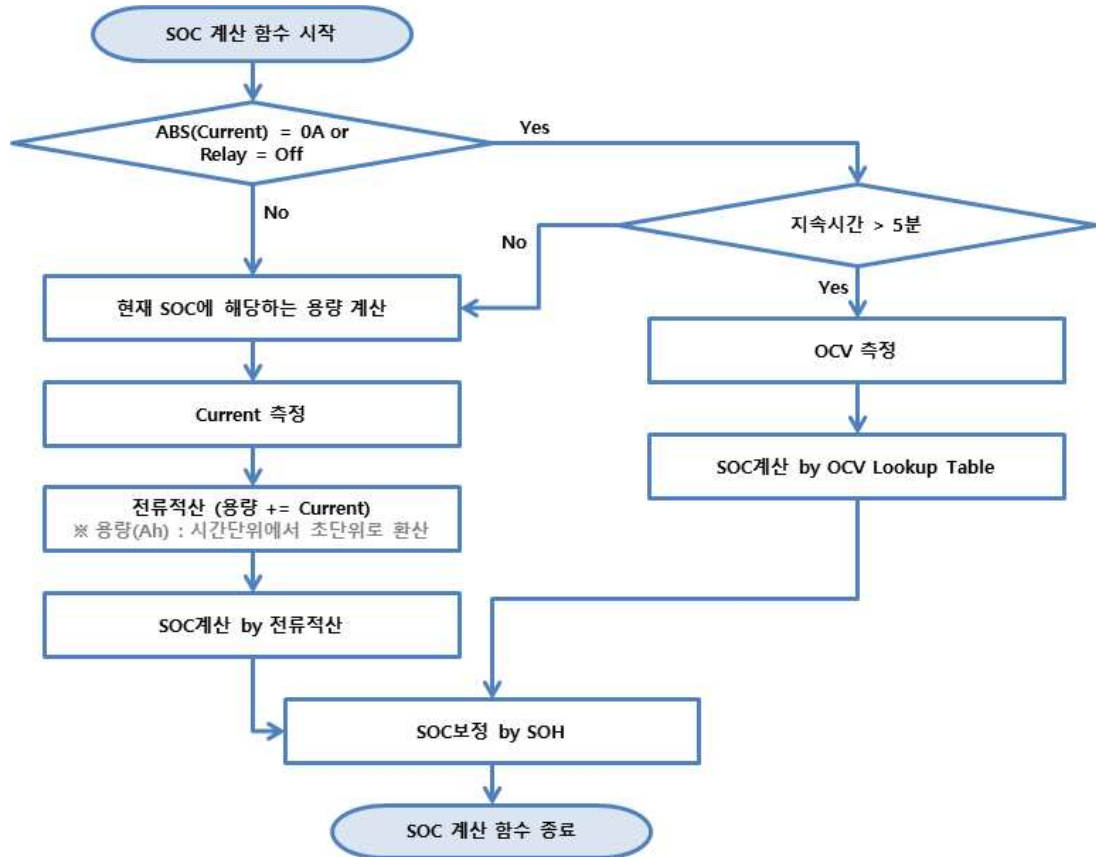


o 기능 개선 결과 비교

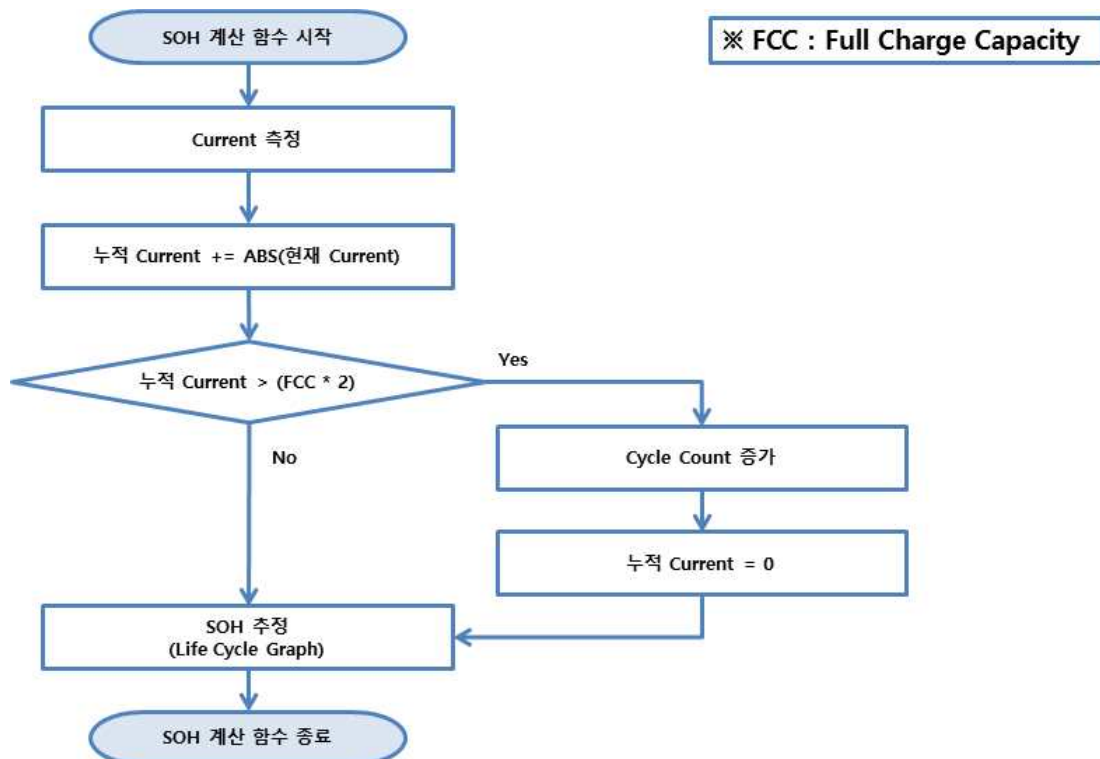
기존 방식 충전 시험	개선 방식 충전 시험
■ BMS 전원 인가 후 100A의 전류로 충전을 시작함 ■ 약 SOC 69%에서 셀 전압 초과로 충전이 중단됨.	■ BMS 전원 인가 후 100A의 전류로 충전 시작함 ■ 약 SOC 90%까지 충전 진행됨

o SOC / SOH 계산 정확도 개선

- SOC 계산 Logic

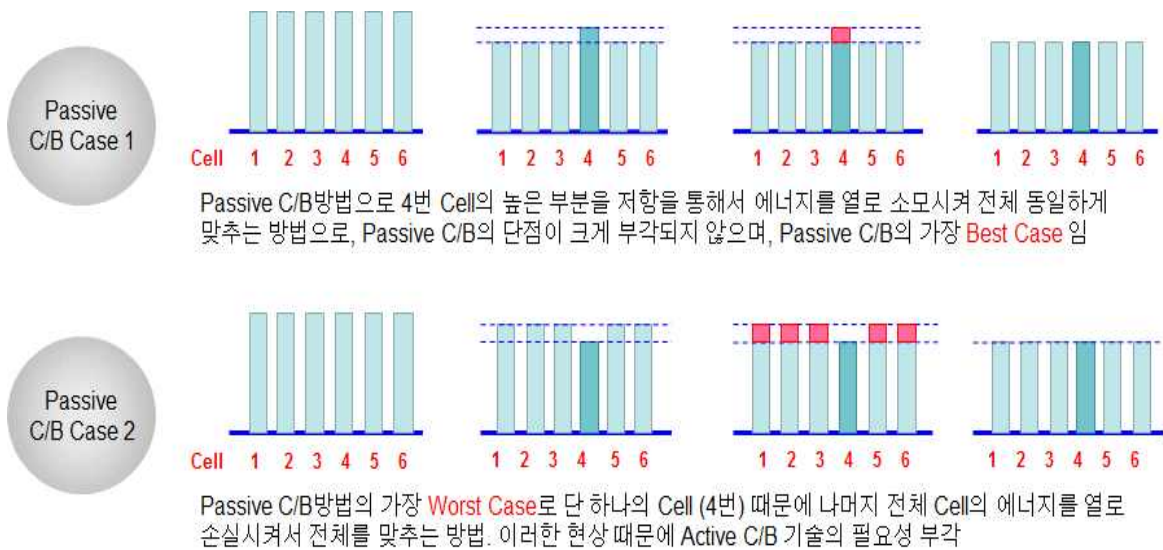


- SOH 계산 Logic



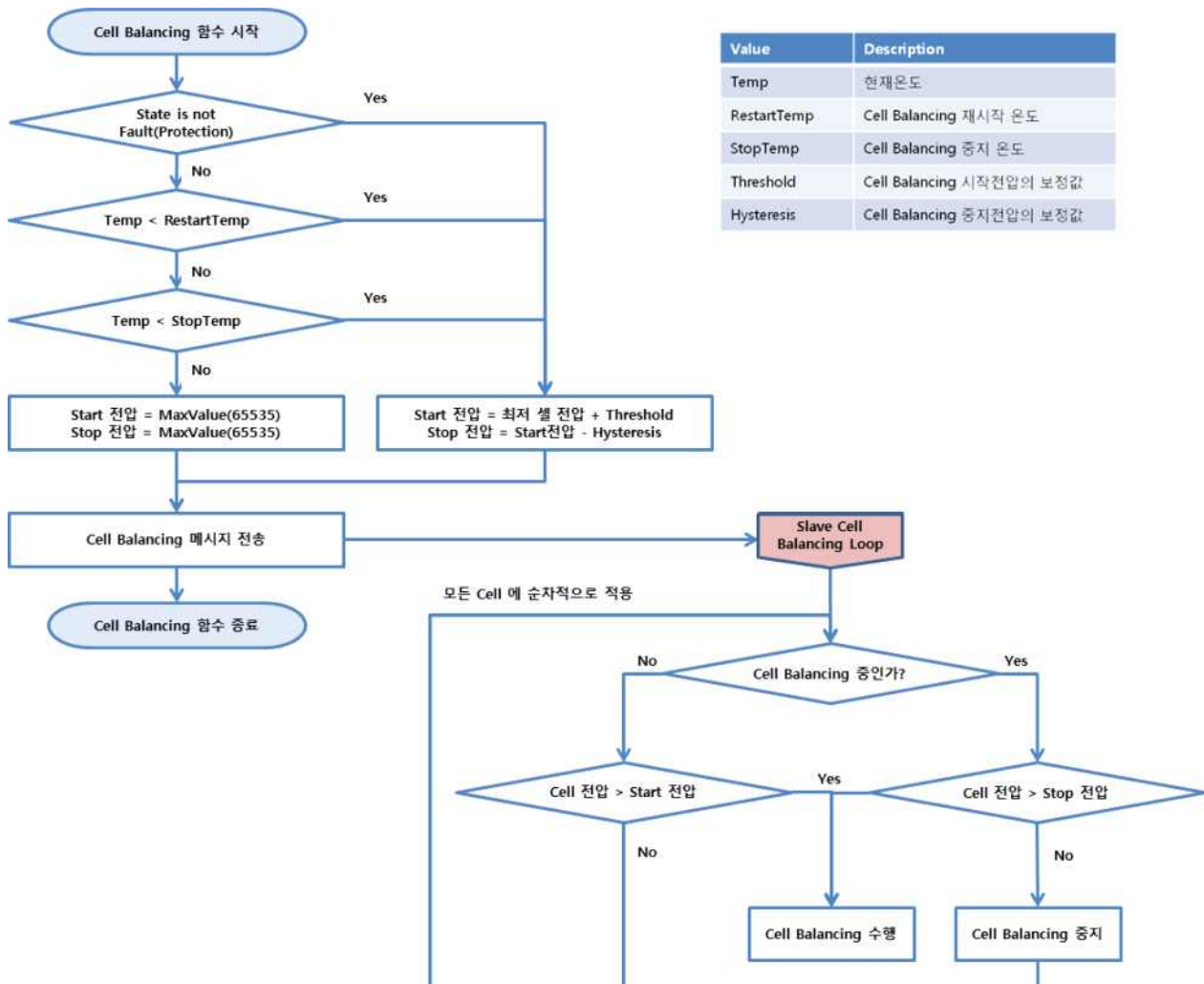
다) Cell Balancing Logic 개선

- Cell balancing 적용



< 그림. Passive Cell Balancing 방법 >

- Cell balancing Logic

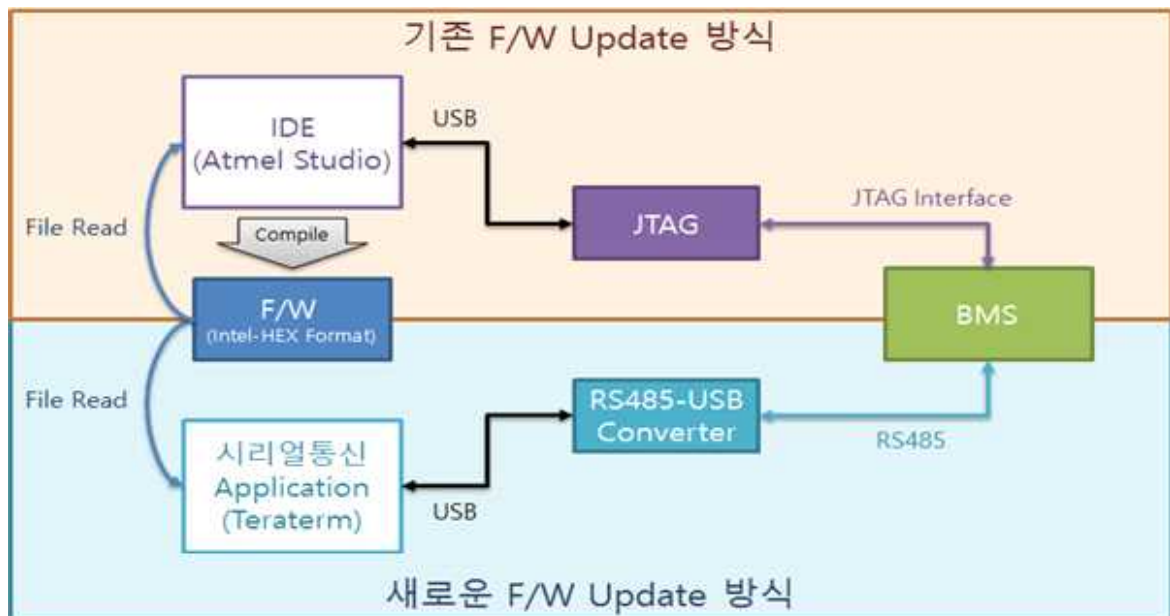


라) Firmware Update

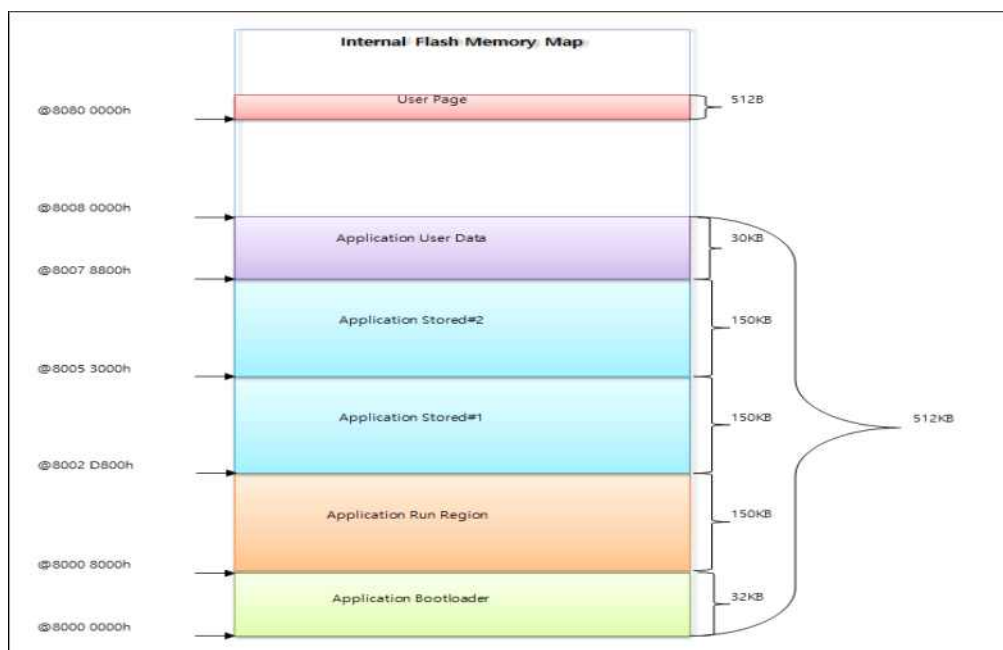
o 펌웨어 업데이트 기능 구현

- BMS의 프로그램을 원격으로 변경하여 BMS의 기능 보완 및 개선이 이루어질 수 있도록 하기 위한 기능 구현
- 배터리팩의 분해/분리 없이 PC Tool만을 사용하여 BMS 프로그램을 변경하는 것이 목적
- 별도의 상용 JTAG 장비를 사용하지 않고 PC Tool만을 사용하여 시리얼통신 인터페이스로 BMS 프로그램을 변경하는 것이 목적

o 펌웨어 업데이트 기능 구성

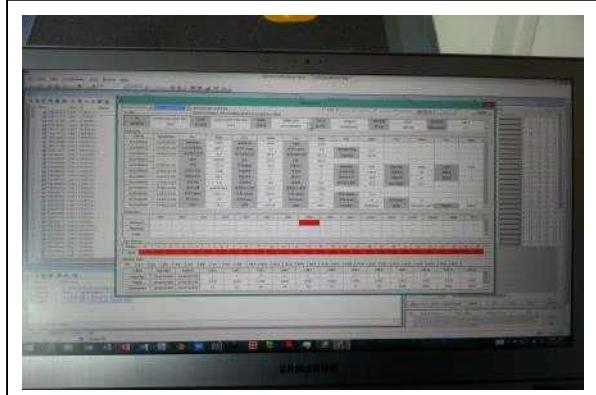
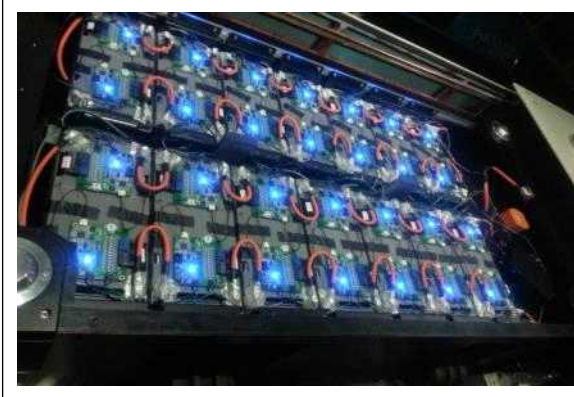


o 데이터 안정성을 위한 플래시 메모리 저장 영역의 이중화 구조 설계



마) 현장검증 및 동작 테스트

- 포항시 배터리 자동교환형 전기버스 시범사이트에 개발된 배터리 관리시스템을 적용한 배터리 팩을 적용하여 제품의 성능을 검증함
- 검증 결과 배터리 팩 및 배터리관리시스템은 원활히 동작하며, 질적 성과지표의 검증 내용은 성과점검 증빙자료 (B-1-①, ②, ③) 참조



[그림. 배터리 관리 시스템 현장검증 및 동작테스트]

바) 개발 BMS 보드 EMC 테스트 수행

- o 성능개선 개발 한 BMS 보드의 전기적 성능을 보장하기 위해 외부용역기관(자동차부품연구원)에 의뢰하여 EMC 테스트를 수행
- o 시험결과 EMC 테스트 통과

시 험 결 과		
시험항목	시험결과	시험방법(비고)
RADIATED IMMUNITY (RI) ? Absorber Chamber	규격 만족	4.1항 참조
RADIATED IMMUNITY (RI) – BCI	규격 만족	4.2항 참조
RADIATED IMMUNITY (RI) ? GSM	규격 만족	4.3항 참조
RADIATED IMMUNITY (RI) ? OBT	규격 만족	4.4항 참조
RADIATED EMISSION (RE)	규격 만족	4.5항 참조
CONDUCTED EMISSION(CE) ON POWER LINES	규격 만족	4.6항 참조
CONDUCTED EMISSION(CE) ON SIGNAL LINES	규격 만족	4.7항 참조
CONDUCTED IMMUNITY (CI) ON POWER LINES	규격 만족	4.8항 참조
CONDUCTED IMMUNITY (CI) ON SIGNAL LINES	규격 만족	4.9항 참조
VOLTAGE TRANSIENT EMISSION (VTE)	규격 만족	4.10항 참조
ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD)	규격 만족	4.11항 참조

o 시험결과서 및 테스트 전경

KATECH
자동차부품연구원

KOREA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY INSTITUTE

시험·분석 성적서

발주사명: KTS1507B4-1

총 50페이지 중 1 페이지

시험자
기 관: 한국철도기술연구원
과 목: 차량부품
주 소: 경기도 고양시 덕양구 세암로 44, 4층 (G4)
시 설: EMC LAB
시 설 규격: EMC STANDARD
시험일: 2015년 05월 13일

제 수: 2015년 05월 13일
시 설 시 작 일: 2015년 05월 23일
시 설 종 료 일: 2015년 05월 29일
발주사 담당: 2015년 05월 13일
발주사의 별도: 없음

시험항목	시험결과	시험방법(비고)
RADIATED IMMUNITY (RI) ? Absorber Chamber	규격 만족	4.1항 참조
RADIATED IMMUNITY (RI) – BCI	규격 만족	4.2항 참조
RADIATED IMMUNITY (RI) ? GSM	규격 만족	4.3항 참조
RADIATED IMMUNITY (RI) ? OBT	규격 만족	4.4항 참조
RADIATED EMISSION (RE)	규격 만족	4.5항 참조
CONDUCTED EMISSION(CE) ON POWER LINES	규격 만족	4.6항 참조
CONDUCTED EMISSION(CE) ON SIGNAL LINES	규격 만족	4.7항 참조

비고: 1. 이 성적서는 차량부품연구원 시험장 시험 결과에 대한 최종 결과로 인정받지 않습니다.
2. 이 성적서는 무선 전자기기 시험 결과에 대한, 선전, 선전 및 소음 등 다른 시험 결과에 대한 인정은 없습니다.

시험자	발주사(확인)자
명칭: 한국철도기술연구원	명칭: 한국철도기술연구원
Tel: 041-550-3362	Tel: 041-550-3313
e-mail: jeyoon20@katech.re.kr	e-mail: kycn@katech.re.kr

2015년 05월 13일

자동차부품연구원

KATECH

사서번호 909-024-01796(04)

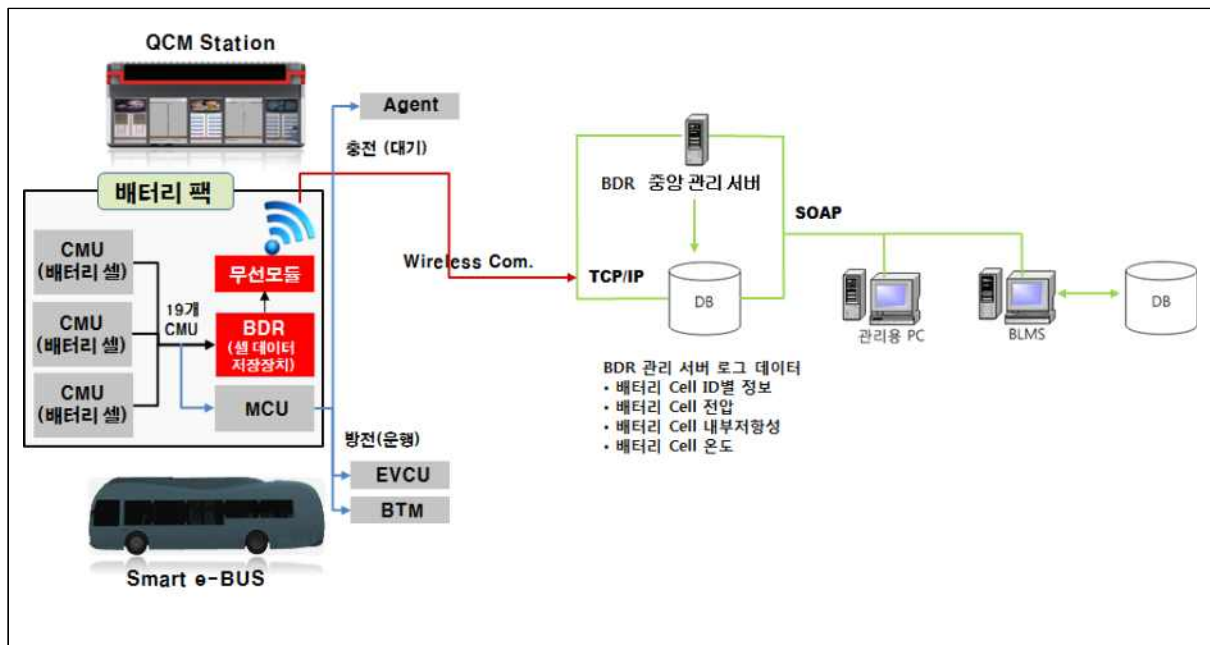
A4210-2971



1) 배터리 정보 수집 시스템(Battery Data Logging System : BDLS) 개발

가) 배터리 정보 수집 시스템 개발 목적

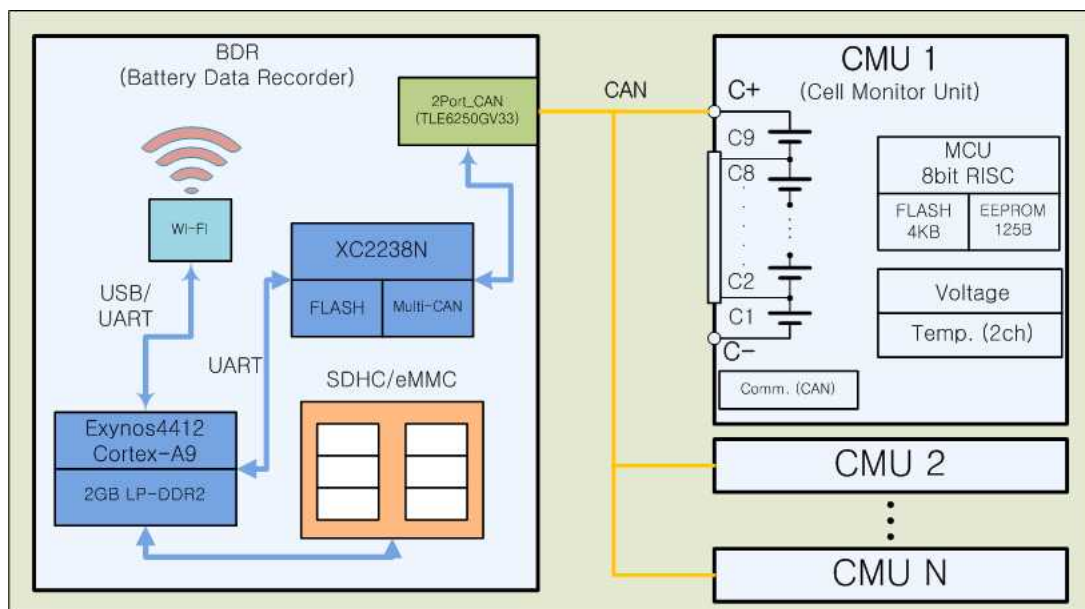
- 배터리 정보 수집 시스템은 전기 자동차의 운행에 대한 배터리 사용 데이터 수집을 통해 배터리의 유지, 보수, 관리, 운용을 지원하는 시스템
- 배터리 정보 수집 시스템을 활용하여 사업화 이후 다수의 전기버스가 전국 지자체로 확산될 경우 발생하는 유지보수 비용 및 시간을 단축할 수 있을 것으로 기대됨
- E-BUS용 배터리 팩 내부 셀의 데이터 수집을 위한 무선기반 배터리 데이터 저장장치를 제작하고 차량 주행 및 충전에 따른 내부 셀들의 정보를 상위서버로 실시간 개념으로 전송 하여, 셀 단위의 전기적, 물리적 특성 변화에 대한 데이터 관리를 함으로써 배터리 팩 수명 성능, 전기차량 운행 성능의 안정성을 확보할 수 있는 기술개발을 목표로 함
- 배터리 상세 데이터 수집을 위한 경로를 구현하기 위해서는 데이터를 수집할 수 있는 배터리 팩, 충전설비의 물리적인 설계 수정이 필요함. 이 부분을 최소화하고 기존의 배터리장치와 충전 설비를 활용하기 위한 목적으로 무선환경에서 정보를 수집할 수 있는 장치의 중요성이 요구됨
- 배터리 팩 내부회로 장치 중 CMU(Cell Monitoring Unit)들의 정보 취합 및 무선전송 기능을 갖는 하드웨어 장치 제작, 배터리 데이터 관리 서버를 제작하여 최종적으로 통합 운영관리센터에서 안정적으로 전기차량 배터리 팩(셀) 데이터 정보관리를 목적으로 함



< 그림. 배터리 정보 수집 시스템 구성도 >

나) 배터리 정보 수집 장치 하드웨어 개발

- o 본 과제에서 개발된 BDLS 시스템은 배터리 팩의 CMU의 CAN 통신을 여과 없이 데이터를 수집 CMU의 수에 관계없이 데이터를 수집 저장 가능하도록 설계 되었으며 수집과 저장 프로세서를 분리하여 높은 성능을 유지 할 수 있는 구조로 설계됨
- o 2 Port CAN을 구비하여 셀 정보와 차량으로 송수신되는 배터리팩의 데이터 정보를 동시에 수집하여 저장할 수 있는 구조로 설계됨
- o 구성은 크게 MAIN Processor (RK3188T) 블록, CAN Processor(XC2238N) 블록, 외부 인터페이스 블록과 같이 3개의 블록으로 나뉘짐
 - MAIN Processor (RK3188T) 블록 : 데이터 고속 저장 및 서버 전송 담당
 - CAN Processor(XC2238N) 블록 : CAN 통신 및 데이터 처리 담당
 - 외부 인터페이스 블록 : UART 통신 및 외부 신호(WIFI) 인터페이스 담당
- o MAIN Processor (RK3188T)는 CAN Processor(XC2238N)와 UART인터페이스로 연결되어 있으며 CAN Processor에서 CAN통신 모니터링으로 수집된 정보를 실시간으로 CAN ID 및 CAN DATA 정보를 전송하면 MAIN Processor (RK3188T)는 외부 저장장치에 수집된 시간 정보, CAN ID, CAN DATA를 순차적으로 파일에 저장하며 네트워크에 접속 시 저장 정보를 서버에 전송함



< 그림. 배터리 수집 정보 시스템 블록 다이어그램 >

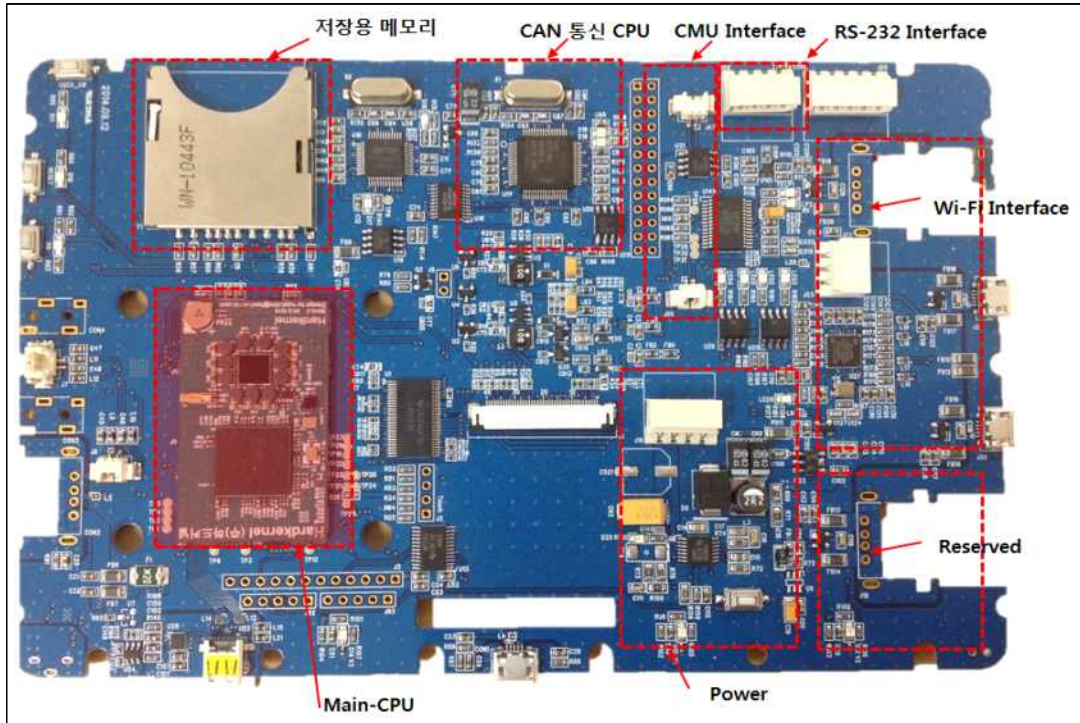
- o BDLS 시스템 모듈은 배터리 팩의 CAN 통신신호를 모니터링 하여 수집 하고 실시간 정보를 순차저장 하여 배터리 정보수집 네트워크(WIFI망)에 접속 시 서버에 접속하여 수집된 데이터를 전송하게 됨
- o BDLS 시스템은 CAN 정보를 수집하는 프로세서(infineon XC2238N)을 별도로 두어 배터리 셀 데이터 수집이 원활히 수행되며 Main 프로세서(RK3188T)에서는 수집된 정보를 저장, 네트워크 통신관리, 서버로 데이터 전송을 담당하도록 설계되었음

- o 배터리팩의 Maseter CAN(차량 과 통신) 과 Slave CAN(배터리 셀 통신)을 동시에 수집 할 수 있도록 CAN 2port(Multi CAN)로 설계되었음
- o 서버와의 통신의 위한 WIFI는 USB TYPE으로 위치 변경 및 통신 환경에 최적화 할 수 있도록 설계되었음

사 양		1차년도 규격	2차년도 규격
CPU		Samsung EXYNOS4412 Cortex-A9 Quad Core 1.7GHz	Rockchip RK3188T Cortex-A9 Quad Core 1.6GHz
Memory	Memory	2GB LP-DDR2 880MHz Data rate	1GB DDR3 800MHz Data rate
	Storage	Full Size SDHC Card Slot / eMMC Module Socket(8GByte/16GByte)	NAND Memory 8GByte / Micro SD/SDHC 1 Slot(Max. 32GByte)
CAN Processer	MCU	Infineon XC2238N	Infineon XC2238N
	CAN	CAN 2 Port (Multi Can)	CAN 2 Port (Multi Can)
	Serial	UART 2 Port	UART 2 Port
Ethernet		SMC 9220 10/100Mbps	RTL8201F
Serial		3 Ports : UART(TTL), 1port Debug	1 Ports : 1port Debug
USB Host		4 port: USB Host 1.1 Full Speed(12Mbps)	4 port: USB Host 2.0 Full Speed(480Mbps)
USB OTG & Device		1 port: USB Ver.2.0 High Speed(480Mbps)	1 port: USB Ver.2.0 High Speed(480Mbps)
Sound		MAX98090 headphone/Mic, SpeakerPort(Stereo)	ALC5631Q headphone/Mic, SpeakerPort(Stereo)
HDMI interface		1 Port (micro hdmi)	-
LCD Interface		40 pin external, user configurable	30 pin external, user configurable
GPIO Port		GPIO 14~20 Pin	GPIO 14~20 Pin
Board Dimension		171 x 111 mm	171 x 127 mm
Operating Condition		-40 ~ 85 ℃	-40 ~ 85 ℃
Power		24V/1A	24V/1A

〈표 1〉 BDLS 모듈 변동사항

o 1차년도 BDLS 산출물



< 그림. 통합 VCU 모듈의 외부 인터페이스 포트 위치 >

PCB 1-Layer	PCB 2-Layer
PCB 3-Layer	PCB 4-Layer

o 2차년도 BDLS 산출물

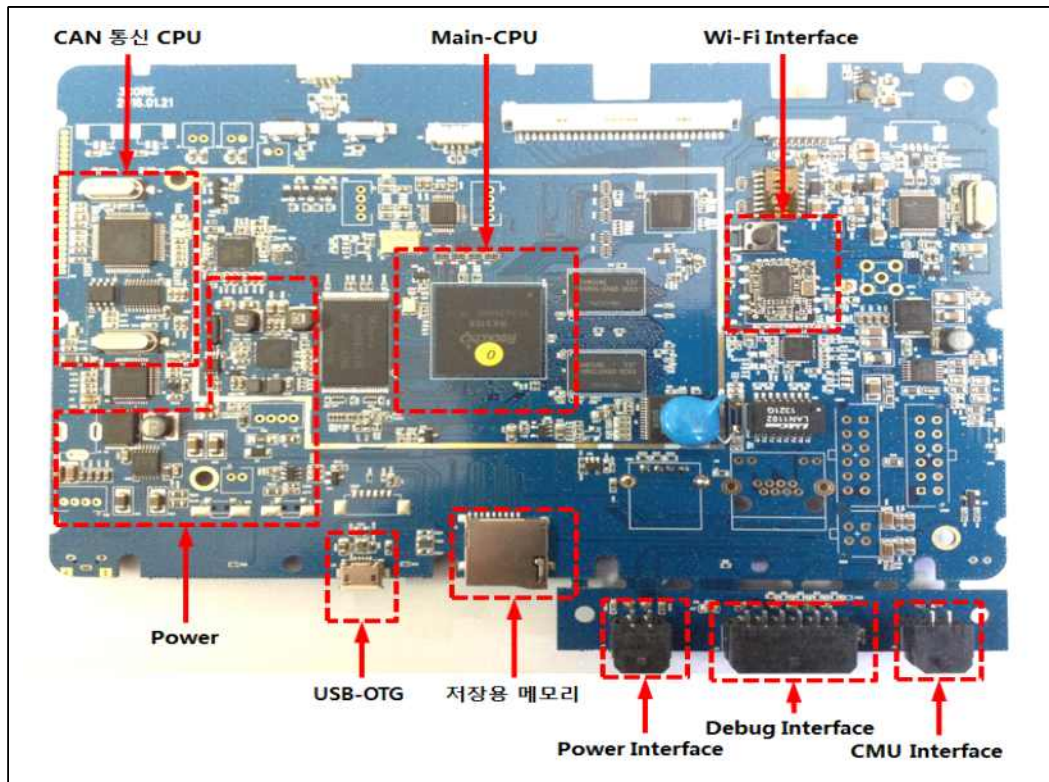
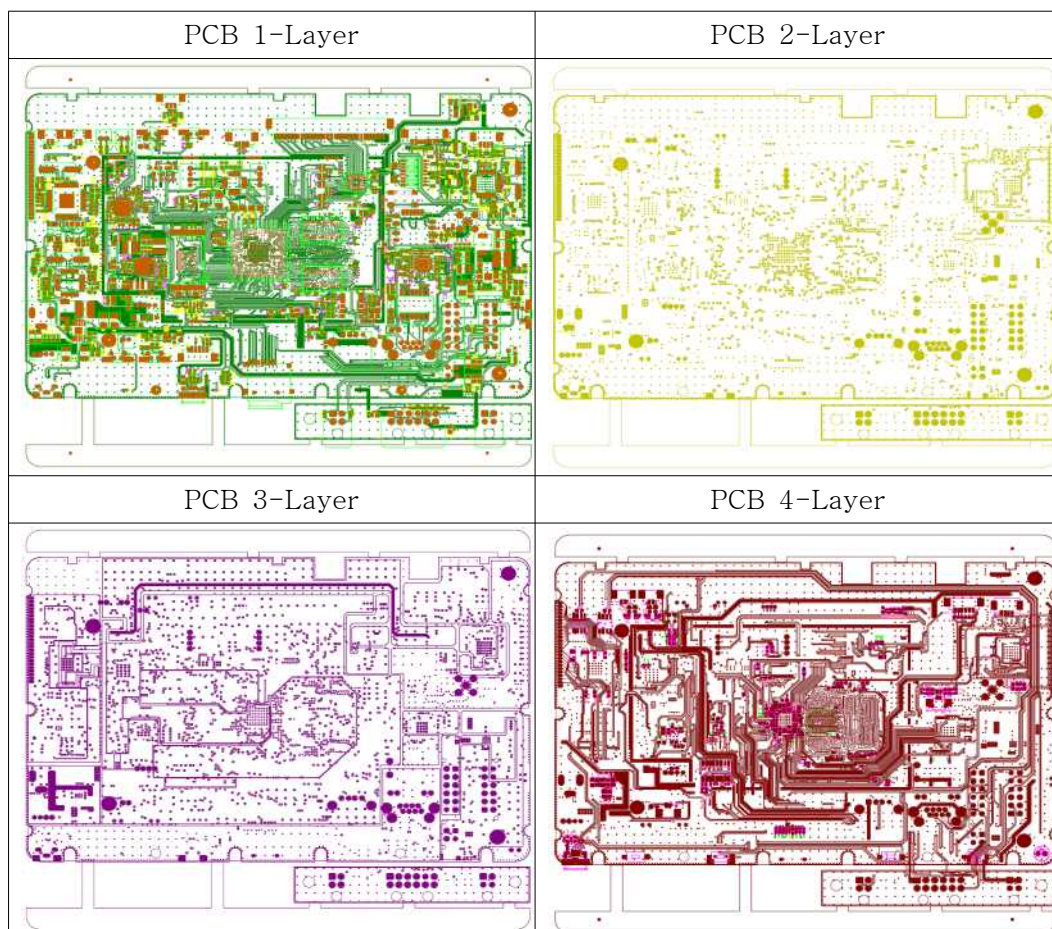


그림 . BDRS 장치 기판(PCB) 사진



o BDLS 기구 도면



그림. 기구 사진

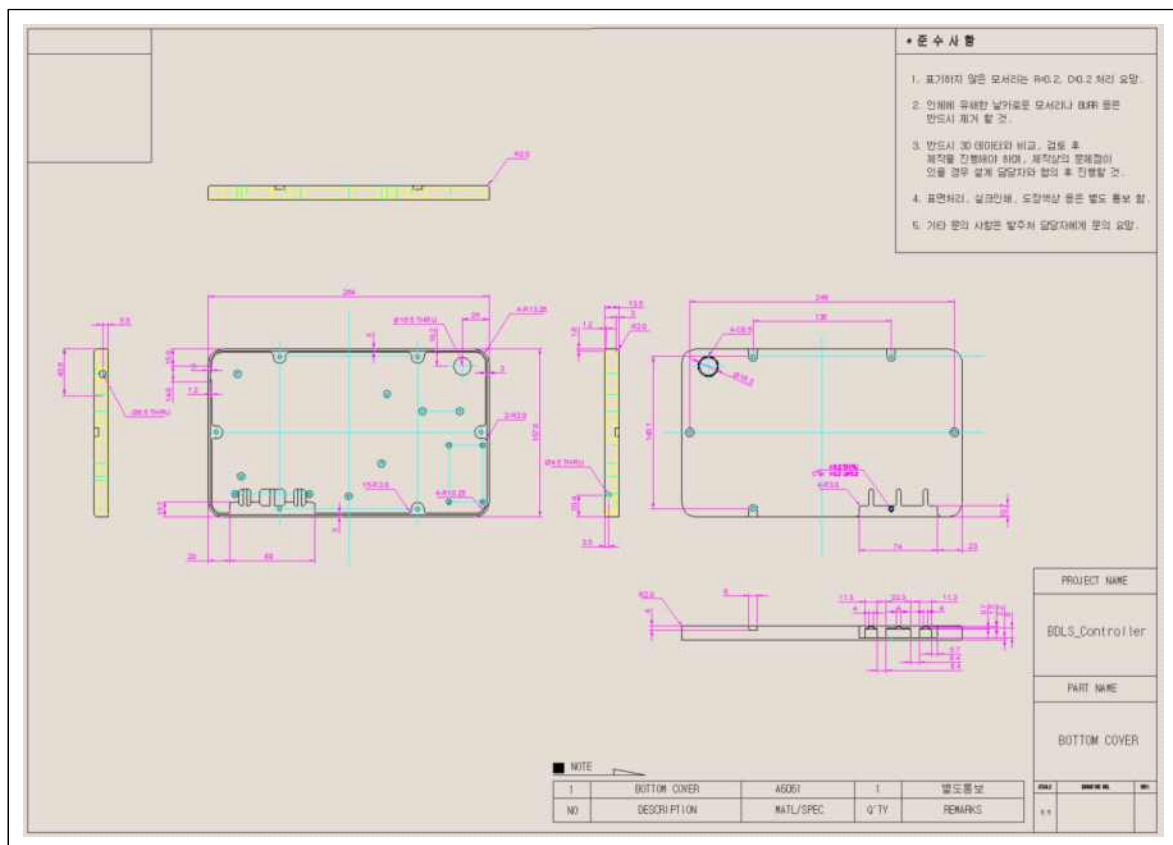


그림. 기구 도면

다) 배터리 정보 수집 장치 프로그램 개발 내용

o 배터리 정보 수집 장치 프로그램 설계

- 배터리팩 연동 데이터 수집 프로그램 설계
- 데이터 저장 알고리즘을 설계
- 데이터 공유 및 전송 구조 설계
- 통신 단절 등의 응급 상황 시 데이터 저장 기능 설계

o 배터리 정보 수집 장치 무선 통신 네트워크 설계

- 통신 모듈의 외부 연계를 위한 설치 및 통신 환경 분석
- 효율적인 데이터 전송을 위한 프레임 및 프로토콜 정의
- BDLS 장치와 서버 간 실시간 통신 체계 및 최적화 통신 프로토콜 설계

o 배터리 정보 수집 장치 테스트 서버 설계

- 장치 데이터 수집을 위한 테스트 서버 설계
- 배터리 데이터 수집을 위한 프로세스 및 데이터 처리 구조 설계
- 데이터 확인 및 검증용 데이터 저장 시스템 설계

o 데이터 수집용 테스트 서버 설계

- 배터리팩 연동 데이터 수집 프로그램 설계
- 데이터베이스 연동 설계
- 네트워크 구조 설계
- 데이터 저장 알고리즘 설계

o 서버 데이터베이스(DB) 접근 알고리즘 설계

- 데이터베이스 종류에 따른 성능 확인
- 효율적 구조의 데이터베이스 설계
- 수집된 데이터 저장 알고리즘 설계
- 저장된 데이터베이스의 빠른 검색을 위한 쿼리(Query) 설계

o 데이터 관리 운영 프로그램 설계

- 데이터베이스 접근 구조 설계
- 화면 구조 및 표출 설계
- 데이터 검색 조건 설계

o 모니터링용 UI 설계

- 네트워크 구조 설계
- 데이터베이스 접근 구조 설계
- 화면 구조 및 표출 설계

(1) 배터리 정보 수집 장치 프로그램 설계

o 개발 환경

- Infineon XC2238 환경

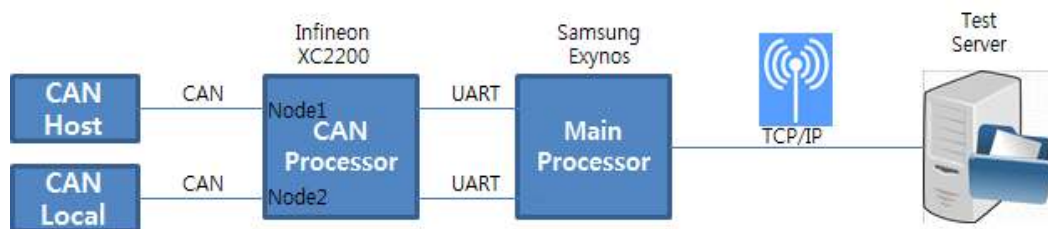
- Infineon XC2238 : 배터리 정보 수집을 위한 CAN 통신 수집 마이크로 프로세서
- DAVe : Infineon XC2238 주변장치 Configuration 프로그램
- Tasking : Infineon XC2238 firmware 통합 개발 환경(IDE : Integrated Development Environment)
- C 프로그래밍

- Embedded linux 환경

- Samsung EXYNOS 4412 ARM 프로세서 : 로그 저장 및 상위 네트워크 통신용 마이크로프로세서
 - Linux system programming 환경 : gcc 4.6.3
 - C 프로그래밍
- #### - 데이터 수집용 테스트 서버 개발 환경
- Window Visual Studio 2008
 - C# 프로그래밍

(2) 배터리 정보 수집 장치 무선 통신 네트워크 설계

o 배터리 정보 수집 시스템 블록도



- CAN Host

- 배터리팩에 관련한 외부 CAN 데이터 통신 선로
- BMS 데이터를 포함한 필요 CAN 데이터를 수집

- CAN Local

- 배터리팩에 관련한 내부 CAN 데이터 통신 선로
- 배터리팩 내부의 전체 CAN 데이터 수집

- CAN Processor

- CAN 통신 데이터 처리 프로세서
- 물리적으로 분리된 여러 개의 CAN 통신 노드(Node)를 가지고 있어 CAN Local과 CAN Host의 데이터를 수집하여 상위 Main 프로세서로 데이터를 전달하는 역할

- Main Processor

- Linux OS가 탑재된 ARM 프로세서
- CAN 프로세서로부터 CAN 데이터를 수집
- TCP/IP 네트워크를 이용하여 서버로 수집한 데이터 전달

o CAN Processor 설계

- 설계 요약

- BMS와 그 외 외부 CAN 데이터 수신
- Local(Slave) CAN 데이터 수신
- Host CAN 데이터 UART 통신 전송
- Local CAN 데이터 UART 통신 전송
- CAN ID filter 여부 고려(* Data 수신 양에 따라 ID 필터링 고려)
- CAN 데이터가 수신되면 Interrupt가 발생
- Interrupt routine에서 ID, DATA, DLC 확인 후 UART 통신을 이용해 상위 Main 프로세서로 데이터 전송

- CAN 통신 환경 설정(Host CAN)

- CAN : CAN 2.0 B
- Data rate : 250Kbps
- Message 주기 : 35ms 주기로 4개 메시지(DLC 8byte)

- CAN 통신 환경 설정 (Slave CAN)

- CAN : CAN 2.0 A
- Data rate : 250Kbps
- Message 주기 : 35ms 주기로 17개 메시지(DLC 8byte)

- UART 통신 환경 설정(Host CAN)

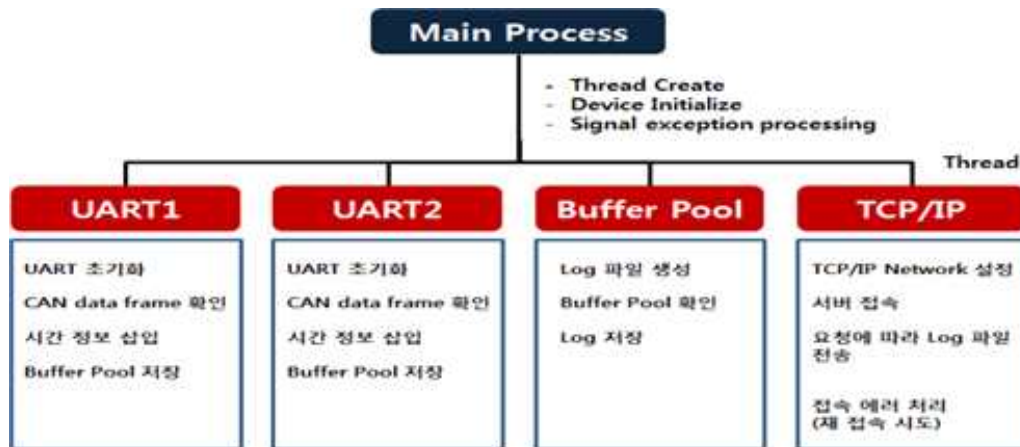
- Full duplex
- Baud rate : 500 Kbps
- Parity : No parity
- Stop bit : one stop bit

- UART 통신 환경 설정(Slave CAN)

- Full duplex
- Baud rate : 500 Kbps
- Parity : No parity
- Stop bit : one stop bit

o Main Processor 설계

- 블록도



모듈	내용
Main	- 메인 프로그램의 시작 모듈 - 각각의 필요 모듈 생성 => Thread 생성 모듈 => UART 통신 모듈1 : Local CAN data 수신 => UART 통신 모듈2 : Host CAN data 수신 => Buffering Pool 및 저장 모듈 => TCP/IP network 통신 모듈 - 프로그램의 예외상황 처리 모듈
UART 통신 1 (Local)	- CAN 프로세서로부터 Local CAN 데이터를 수신하기 위한 모듈 - UART 초기화 => Baud rate : 500Kbps => Parity : no parity => stop bit : 1 stop - 실시간으로 CAN 데이터 수신 - 수신된 데이터에 시간 정보 삽입 - CAN buffering Queue에 CAN 데이터 삽입
UART 통신 2 (Host)	- CAN 프로세서로부터 Host CAN 데이터를 수신하기 위한 모듈 - UART 초기화 => Baud rate : 500Kbps => Parity : no parity => stop bit : 1 stop - 실시간으로 CAN 데이터 수신 - 수신된 데이터에 시간 정보 삽입 - CAN buffering Queue에 CAN 데이터 삽입
Buffer Pool1	- UART 통신 모듈로부터 받은 CAN 데이터의 손실을 줄이기 위한 버퍼 Pool 생성 - 내부 Log 저장을 위한 파일 생성 및 저장
Buffer Pool2	- UART 통신 모듈로부터 받은 CAN 데이터의 손실을 줄이기 위한 버퍼 Pool 생성 - 내부 Log 저장을 위한 파일 생성 및 저장
TCP/IP network	- 저장 장치에 저장된 데이터를 서버로 보내기 위한 모듈 - TCP/IP network - 네트워크 접속 및 예외 상황 처리

< 표. 각 모듈 별 개발 내용 >

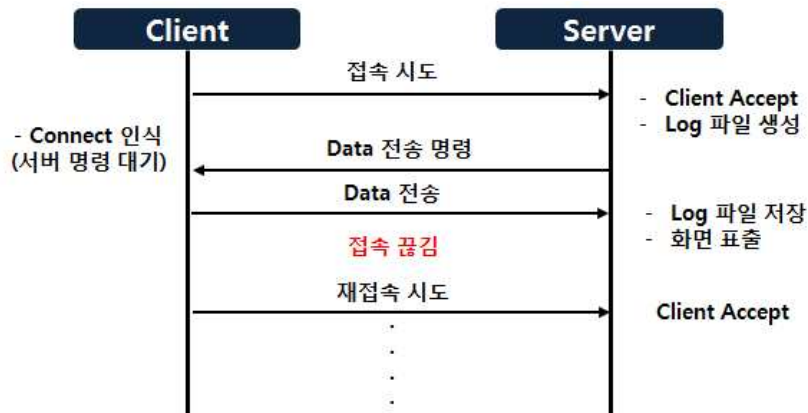
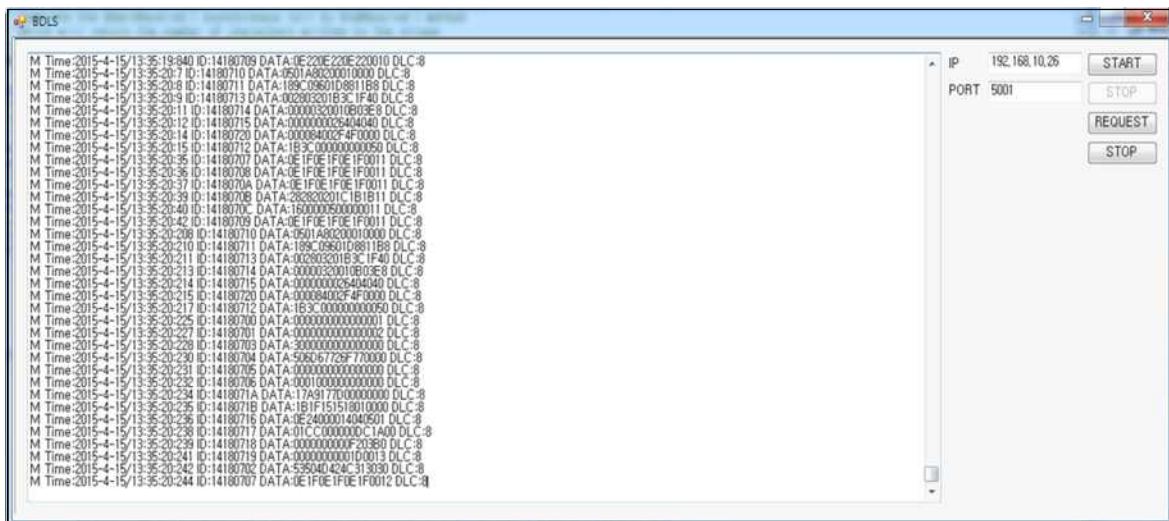
(3) 배터리 정보 수집 장치 테스트 서버 설계

o 주요 설계 요약

- Window Network Programming
- TCP / IP 네트워크 서버
- Log 파일 저장
- Log 화면 표출

o 테스트 프로그램 구성 화면

- log data 표출 화면
- 서버 IP / port
- START : 서버 시작 버튼
- STOP : 서버 종료 버튼
- REQUEST : 데이터 송신 명령
- STOP : 데이터 송신 중지 명령



(4) 데이터 수집용 테스트 서버 설계

o 개발 환경

- Apache Apollo Mqtt Server
 - 네트워크 연결을 위한 Apach apollo Mqtt Broker
- Windows Visual Studio 2012
 - WPF(Windows Presentation Foundation) 프로그래밍
 - C# Language
- Windows 환경
 - Windows 8.1
 - NET 4.5 Framework

o 서버 구조 블록도

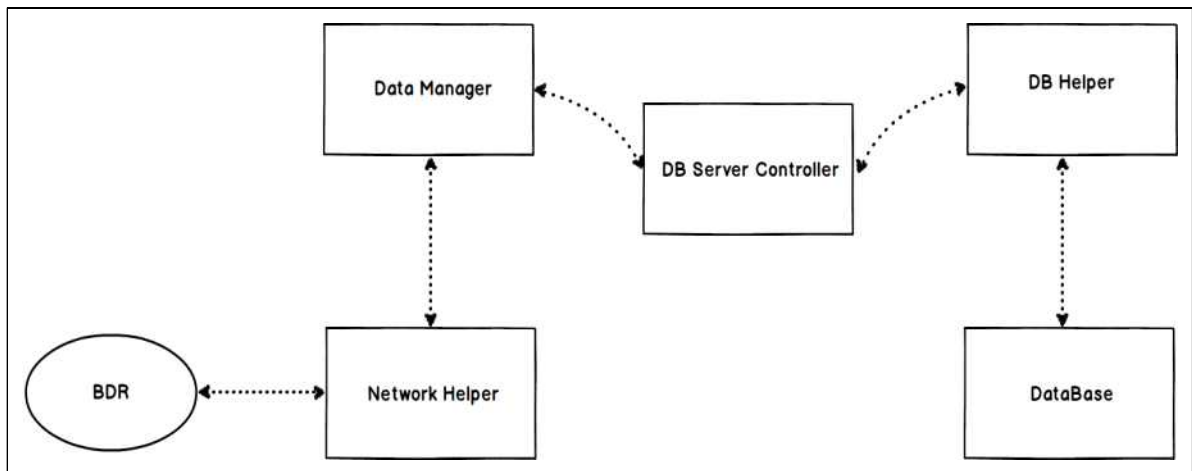


그림 123. 배터리 정보 수집용 서버 구조 블록도

- DB Server Controller
 - 서버 중앙처리 제어기
 - Network Helper, Data Manager, DB Helper, Database를 제어
 - Data Manager를 거쳐 가공되고 저장된 데이터들은 DB Server Controller에 의해 DB Helper로 전달되고 Database에 쌓이게 됨
- Network Helper
 - 네트워크 데이터 처리장치
 - 네트워크를 통하여 전송된 데이터들은 Network Helper를 통해 관리되어짐
 - BDLIS 단말장치의 다중 접속 처리 관리
- Data Manager
 - 데이터 관리 장치
 - Network Helper를 통해 전달된 데이터들은 Data Manager에 의해 각각의 데이터 버

퍼에 저장됨

- 큐(Queue) 구조의 Data 버퍼를 가지고 데이터를 저장함

- DB Helper

- 데이터를 데이터베이스에 저장하기 위한 장치

- Data Manager에 임시 저장되어 있는 데이터를 모니터링함

- 주기적으로 Data Manager의 큐에 임시 저장된 데이터를 데이터베이스에 저장함

- Database

- 수집된 정보를 저장하는 장치

- SQLite DB 사용

- 데이터 처리를 담당하는 transaction 속도가 다른 DB보다 빠른 처리

o DB Server Controller 설계

- 서버 메인 제어기

- 각 서버 인스턴스 생성

- 각 인스턴스 간 연결 관리

o Data Manager 설계

- 데이터 저장 및 관리

- Network Helper로부터 받은 데이터 저장

- Thread 구조로 설계

- 일반화된 큐(Queue) pool을 이용하여 데이터를 저장

- 큐에 일정 데이터가 쌓이면 DB에 저장토록 이벤트 발생

o Network Helper 설계

- 데이터 저장 및 관리

- Network 관리

- TCP/IP Socket & Mqtt Protocol

- Event Driven 방식으로 데이터 수신 및 관리

- Network를 통해 수신된 데이터는 Data Manager에 생성된 큐(Queue)에 삽입

- 단말 장치와 같이 규정된 메시지 프로토콜 해석

o DB Helper 설계

- DB와 연결

- DB 테이블 생성 / 삭제

- DataManager로부터 받은 Event 관리

- DB 접근 알고리즘에 따른 데이터 저장 / 삭제

- DB 접근 알고리즘에 따른 데이터 검색

- o DB 설계
 - SQLite DB
 - 데이터 검색이 용이하도록 DB 테이블 설계
 - 다중 access 가능
- o 네트워크 프로토콜
 - Packet Frame

순번	항 목	내 용	길 이 (Byte)	비고
1	MSG ID (opcode)	Packet frame의 시작 Pcaket Operation Code	2	
2	Parameter	각 MSG ID 에 대한 해당 파라미터	n	

· MSG ID(opcode)

: server

순번	항 목	내 용	값	비고
1	START	전송 시작 명령	0x0001	parameter 없음
2	STOP	전송 중지 명령	0x0002	parameter 없음
3	RESTART	재전송 명령, parameter 필요	0x0003	parameter(time)
4	ACK	Acknowledge	0x0004	parameter 없음

: client

순번	항 목	내 용	값	비고
1	DATA	BDLS 단말장치 저장 데이터 전송	0x0001	
2	ACK	Acknowledge	0x0004	

항목	길이 (BYTE)	내용	값
MSGID	2	message identification	0x0001
BDLS ID	2	BDLS 단말 장치 ID	0xFFFF
Time	23	데이터가 저장된 시간	text type
CanID	4	CAN Identification	0xFFFFFFFF
Data	8	CAN Data	0xFFFFFFFFFFFFFFFF

o 데이터 흐름도

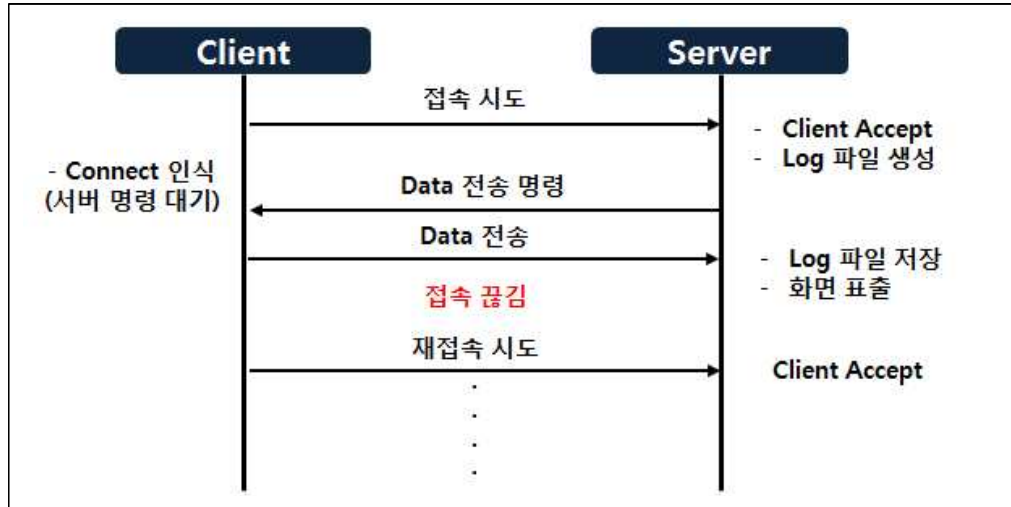


그림. BDLS 시스템 데이터 흐름도

(5) 서버 데이터베이스(DB) 접근 알고리즘 설계

o 테이블

- Clustered Index Table
- Primary Key 값과 인덱스 키 값의 순서로 데이터 저장
- 테이블 탐색 경로 단축

o 컬럼(Column)

- 데이터 타입과 길이로 컬럼 정의
- 고정길이 컬럼 정의
- Not Null 상태로 데이터 처리
- 데이터 비교 또는 검색 시 시간 단축
- 검색이 용이하도록 같은 데이터의 타입을 변경하여 컬럼 삽입
- 같은 데이터의 text Type과 integer Type 의 컬럼 생성
- Page Size 조정
- 데이터의 저장 속도를 빠르게 하기 위하여 page size 조정

o 일반화 큐

- 데이터 버퍼를 일반화 큐 구조로 설계
- 타입 변환 없이 전체 데이터를 큐에 저장
- 버퍼용량 자동 관리
- 빠른 Transaction
- 다수의 데이터 Insert 및 검색 시에 속도 향상

o 알고리즘 Pseudo-code

```
// 데이터 삽입
CheckGeneralizedQueue() ;

if( Queue.Count > 0 )
{
    // Queue에 담긴 데이터 개수 확인
    Data count = Queue.count ;

    // Insert Query 사전 작성
    Query(insert Table into ID, Time, CanId.... Value @id, @Time, @CanId...)

    // 파라미터 추가
    Object.parameter.add ;

    // 속도 향상을 위한 Transaction 설정
    DB.Transaction.Begin ;
    Object.Excute ;
    DB.Transaction.End ;
    DB.Transaction.Successful ;
    DB.Transaction.Commit ;
}

// 데이터 검색

// 검색 조건 확인
Check Condition(ID, Period, Parameters) ;

// 검색 조건에 따른 데이터 타입 선택
Select data & data type ;

Query(Select Table where ...) ;

// transaction 설정
DB.Transaction.Begin ;
Object.Excute ;
DB.Transaction.End ;
DB.Transaction.Successful ;
DB.Transaction.Commit ;
```

(6) 데이터 관리 운영 프로그램 개발

o 프로그램 구조 블록도

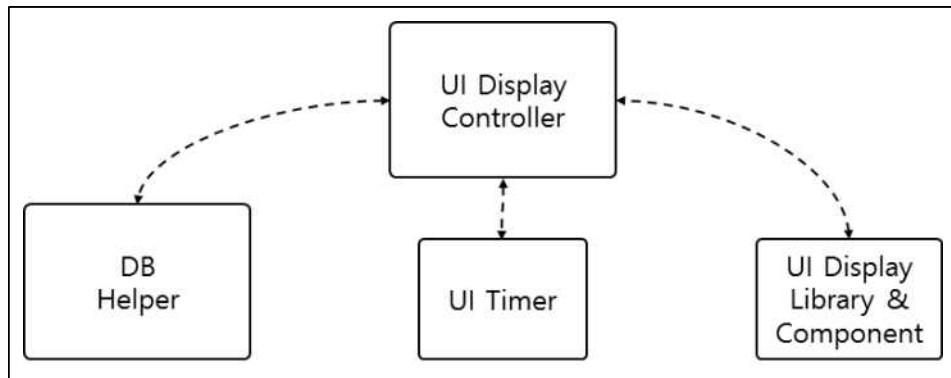


그림 125. 데이터 관리 운영 프로그램 구조 블록도

o UI Display Controller

- 프로그램 화면 표시 제어기
- 화면 표시에 관련한 모든 컴포넌트(Component) 관리

o UI Timer

- UI 표시를 위한 Timer

o UI Display Library

- DataGridView / Button / Chart / TextBox

o DB Helper

- 데이터 관리를 위한 DB 접근 모듈
- DB 접속 관리 / DB 검색

o 화면 구성

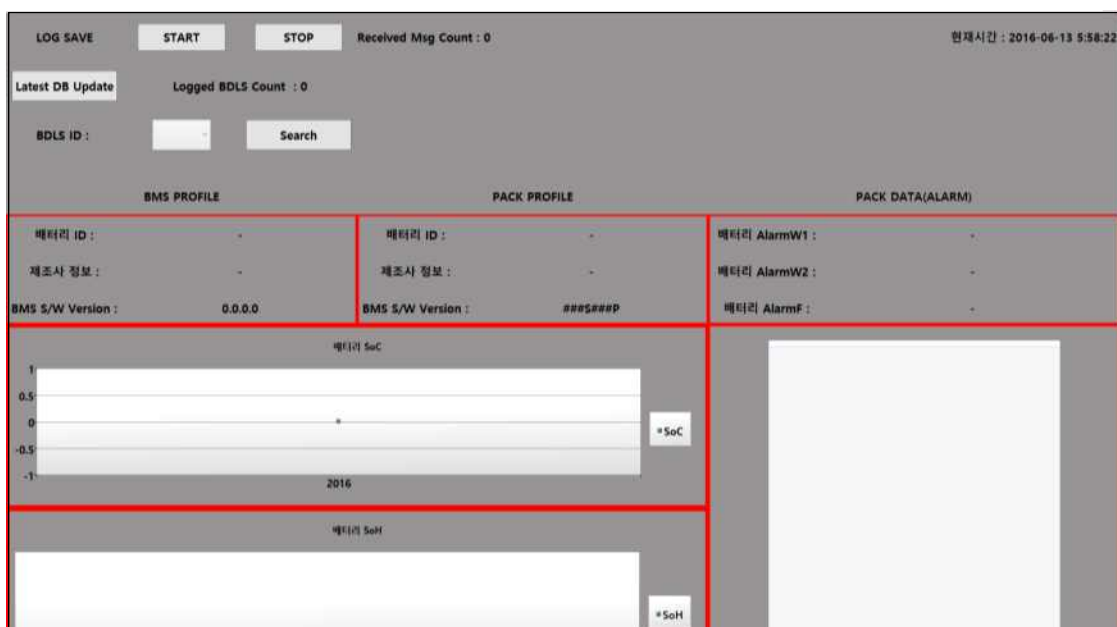


그림. 데이터 관리 운영 프로그램 구성

- 검색
 - 최신 DB 상태로 Update 및 Commit
 - BDLS ID 선택
 - 기간 선택
 - 필요 데이터 선택
- Data Grid
 - 검색된 데이터를 로우(Row) 포맷으로 화면 표출
- 차트
 - 각종 지표들을 차트 형태로 화면 표출
 - SoC / SoH / Voltage / Current / Temperature 등
- 에러 상태
 - 검색된 BDLS 단말장치의 에러 상태 확인

(7) 모니터링 UI 개발

o 개발 환경

- Apache Apollo Mqtt Server
 - 네트워크 연결을 위한 Apache Apollo Mqtt Broker
- Windows Visual Studio 2012
 - WPF(Windows Presentation Foundation) 프로그래밍
 - C# Language
- Windows 환경
 - Windows 8.1
 - NET 4.5 Framework

o 프로그램 구조 블록도

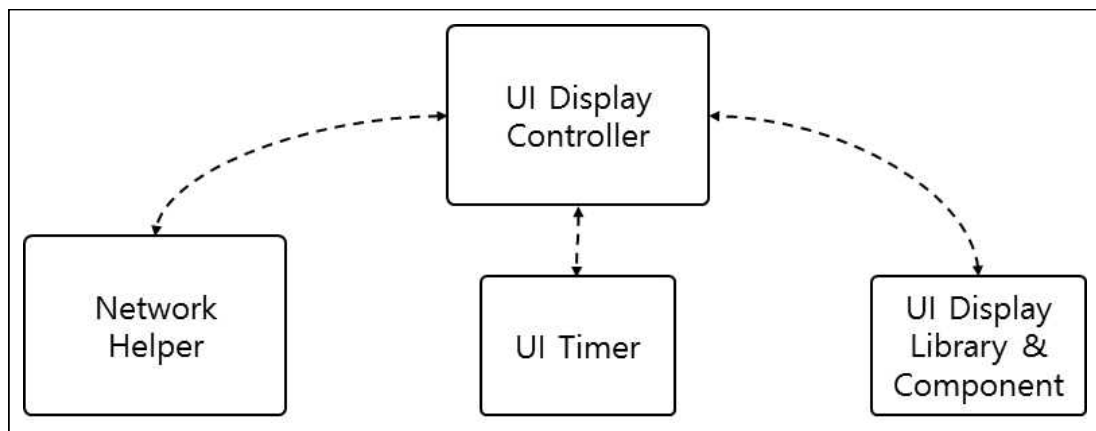


그림. BDLs 모니터링 UI 구조 블록도

- UI Display Controller
 - 프로그램 화면 표출 제어기
 - 화면 표출에 관련한 모든 컴포넌트(Component) 관리
- UI Timer
 - UI 표출을 위한 Timer
- UI Display Library
 - DataGrid / Button / Chart / TextBox
- Network Helper
 - TCP/IP Socket & Mqtt protocol
 - Event Driven 방식으로 데이터 수신 및 관리

o 화면 구성

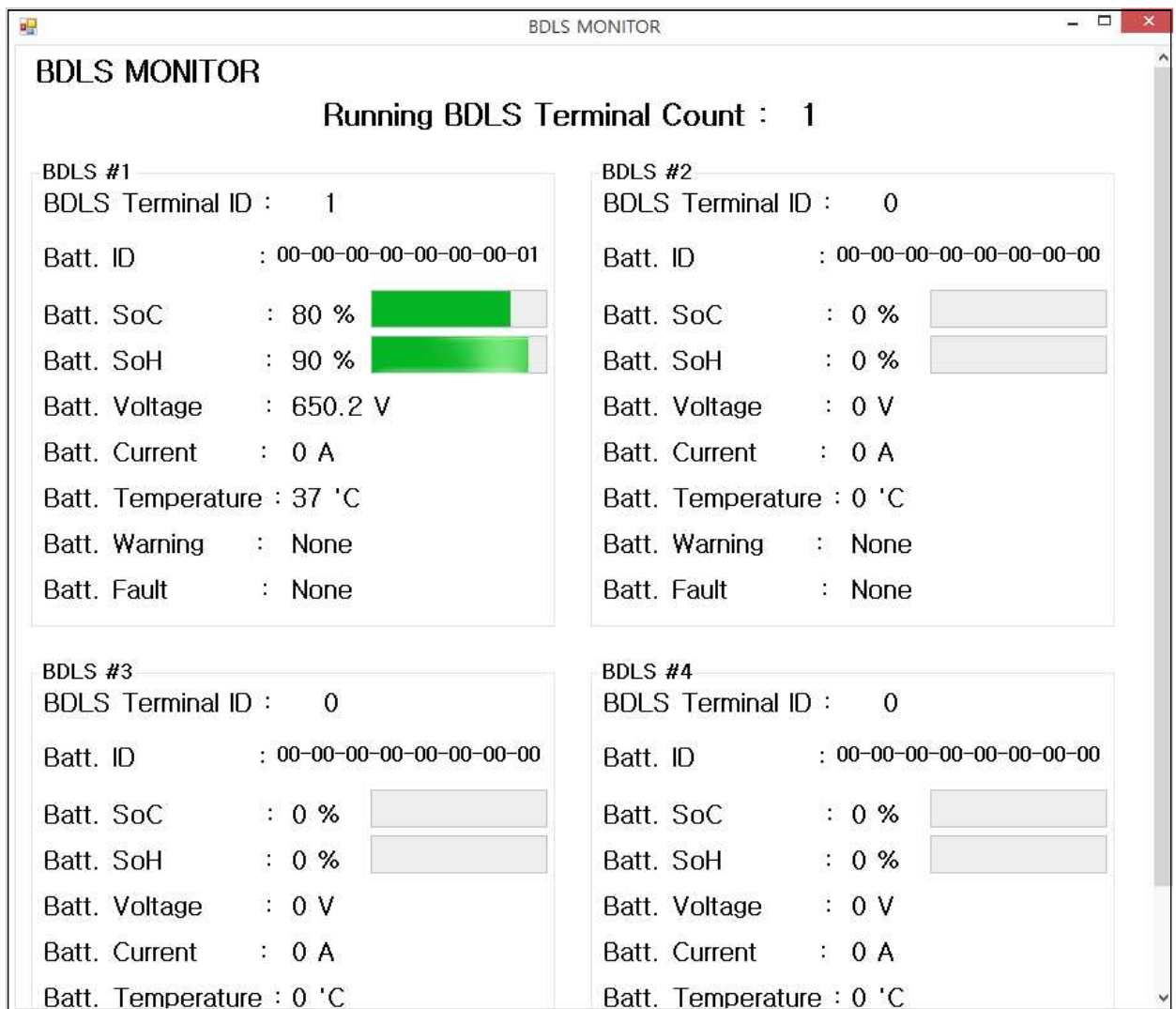
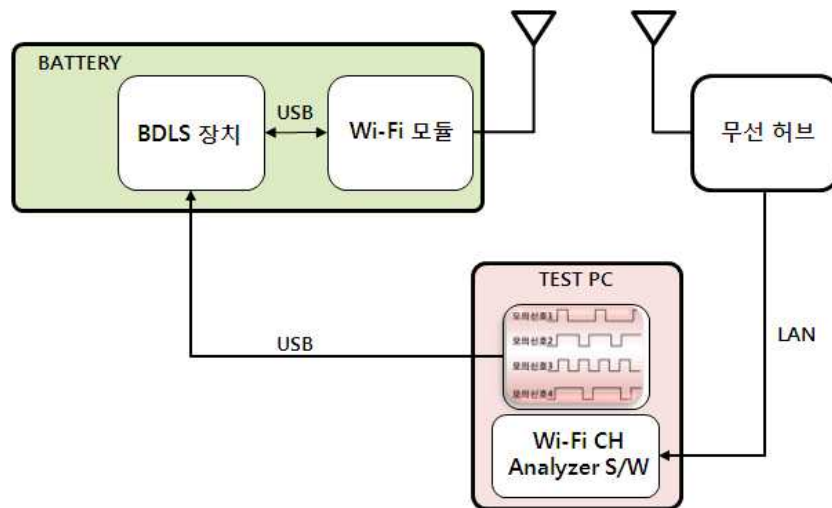


그림. BDLS Monitor UI

라) 배터리 정보 수집 시스템용 장치 성능 분석

(1) 무선 환경 신호감도 세기 테스트

- o BDLS 통신장치는 배터리팩 내에 장치되며 내부디바이스(BMS, SCU)와는 CAN 통신라인으로 유선 연결되나, 상위서버와는 무선으로 연동되어 장치의 안테나 특성이 배터리 데이터 안정적 수집에 주요한 요인 중 하나임
- o 이 실험은 배터리팩 기구의 내부에 장착될 무선장치에 사용될 안테나 위치를 최적화하기 위한 무선신호 감도세기 테스트를 목적으로 함
- o 무선(Wi-Fi) 모듈의 통신 환경성능은 실제 현장 환경에서 테스트를 해야 정확한 성능을 파악할 수 있으나, 사전에 실험실 상황에서 테스트 환경을 구현하여 모의신호를 주기적으로 발생시킨 후 무선링크를 통하여 귀환되어오는 신호의 세기를 확인하는 시험



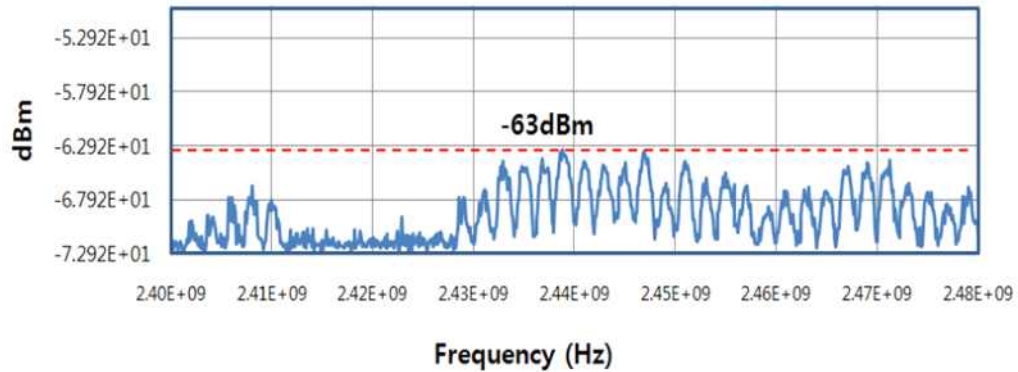
< 그림. 테스트 구성도 >



< 그림. 무선환경 테스트 Open 상태(좌), Close 상태(우) >

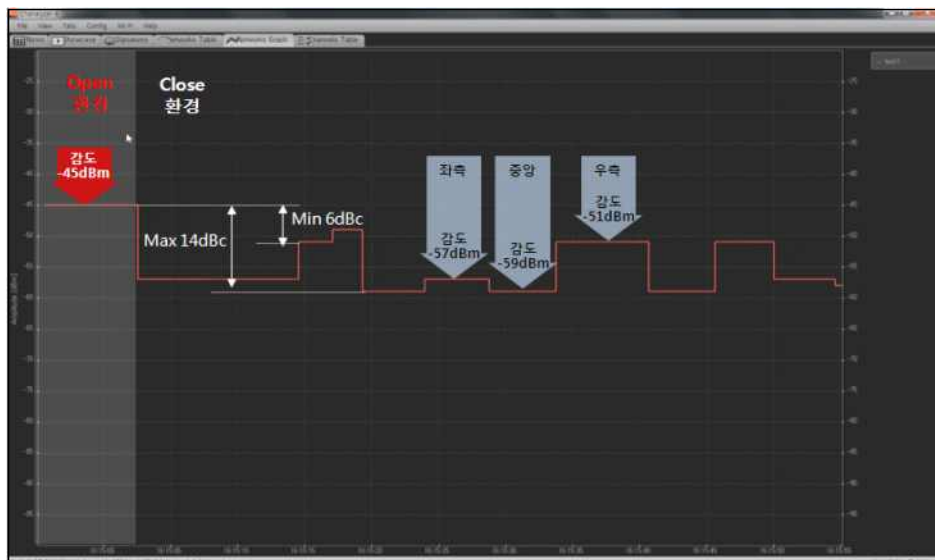
o 실험 결과

- 실험 환경의 주변 Wi-Fi 무선 환경 스펙트럼 측정된 결과 무선간섭 신호들이 약 -63dBm의 신호크기로 존재하며, 실재제 이런 간섭신호들보다 신호 레벨이 낮을 경우 통신성능에 영향을 줄 수 있음



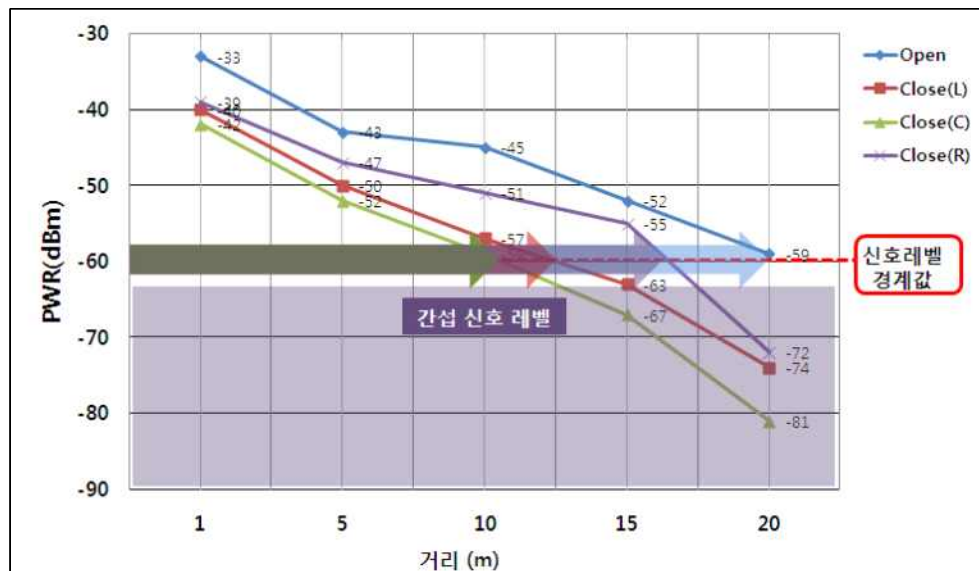
< 그림. Open 환경에서의 주변의 Wi-Fi 무선신호 >

- 배터리 함체의 커버를 개방한 형태로 feedback 되는 신호강도를 측정, 커버를 닫은 후 BDLS 장치의 안테나의 위치를 배터리함체안의 우측, 중앙, 좌측으로 이동한 후 feedback 되는 신호강도를 측정된 결과 개방상태에서의 신호감도는 -45dBm이며, 커버를 닫았을 경우 우측(-51dBm), 좌측(-57dBm), 센터(-59dBm) 순으로 감도가 차이를 보였음
- 이 실험은 이론을 목적으로 하는 실험이 아니라 금속기구 형태로 이루어진 배터리함체에 부착할 무선안테나의 성능을 최적화하기 위한 목적의 실험으로 우측에 부착하였을 경우 개방대비 87% 수준의 감도를 나타냄



< 그림. 배터리 커버 Close 상태에서의 내부안테나 감도 비교 측정 >

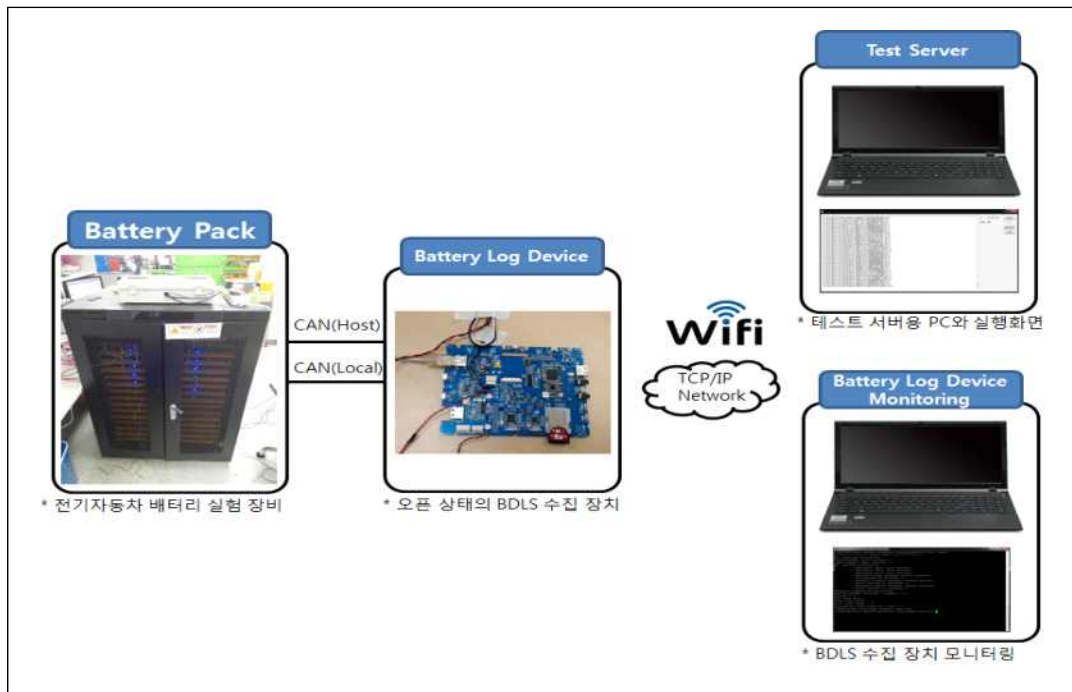
- 무선 링크된 안테나 사이의 거리를 5m 단위로 이격시키면서 수신되는 무선감도를 측정한 실험으로 10m 이내에 설치하면 외부간섭(주변 무선Wi-fi 환경)으로부터 영향을 최소화 할 것으로 판단됨



< 그림. 외부간섭에 영향을 최소화 하기 위한 거리특성 >

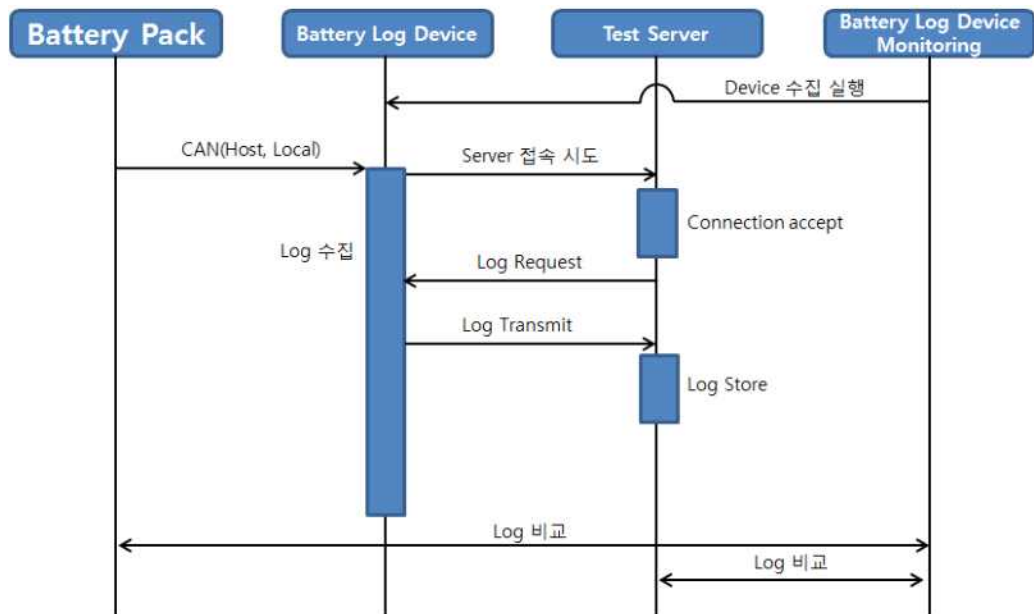
(2) 배터리팩 연동 셀 정보 수집성능 테스트

- o 배터리 정보 수집 장치는 배터리 log 정보를 배터리 팩 내부에 저장하는 기능과 저장된 정보를 배터리 교환 시와 운행 시에 실시간으로 외부 서버로 데이터를 전송하여 정보를 저장함
- o 장치 내 저장되어 있는 log 정보를 TCP/IP 네트워크(Wi-Fi)를 이용하여 외부 서버 장치로 데이터 전송
- o 배터리 팩 내부의 저장 정보를 외부 서버로 전송 시에 네트워크의 데이터 끊김 확인을 목적으로 함
- o 배터리 팩 연동 셀 정보 수집 성능은 실제 현장 환경에서 Wi-Fi를 이용하여 테스트를 해야 정확한 성능을 파악할 수 있으나, 사전에 실험실 상황에서 테스트 환경을 구현함
- o 배터리 정보 수집 장치와 테스트를 위한 서버PC를 무선 AP(Access Point)와 연결하여 연동시킨 후 데이터 전송과 네트워크의 상태를 모니터링하는 실험
- o 배터리 정보 수집 장치에서 데이터를 전송하고 서버의 재접속 시도 회수를 확인함



< 그림. 실험구성도 >

구성	내용	비고
Battery Pack	- 실험을 위해 실제 배터리 팩을 분리하여 렉 구조의 형태로 분리 - 18 개의 CMU 와 기타 장치로 구성 - CAN analyzer를 이용해 외부 BMS 데이터를 포함한 CAN 데이터 전송 (Host) - 18개의 CMU를 통한 내부 CAN 데이터 전송 (Local)	
Battery Log Device	- 오픈 상태의 로그 장치 - 두 개 (Host, Local)의 CAN 노드를 각각 입력받음 - CAN 데이터를 logging 하기 위한 별도의 프로세서가 존재 - TCP/IP network 통신 가능 (WiFi) - Host/Local 데이터 별도 저장	
Test Server	- 저장 장치에서 TCP/IP network를 이용해 전송하는 데이터를 저장하기 위한 서버 - 테스트용 UI 화면 - 네트워크 연결을 위한 IP와 port 설정 - 수신 데이터 화면 표출 - 전송 데이터 로그 파일 저장	
Battery Log Device 모니터링 장비	- 저장 장치 내부 데이터 확인 - 저장 장치 동작 상태 확인	



< 그림. 배터리 팩 연동 셀정보 및 저장 신뢰성 테스트 시퀀스 >

```

linaro@linaro-ubuntu-desktop: ~/proj/bdls/src/v4$ ./bdls
***** Start BDLS *****
@1. Devices initialize.
/dev/ttyUSB1 open success !!
/dev/ttySAC3 open success !!
@2. Thread Initialize.
- Thread[0] Attr init success.
- Thread[1] Attr init success.
- Thread[2] Attr init success.
- Thread[0](tcp thread) create success.
- TCP_thread is started !!
- Thread[1](uart0 thread) create success.
- Uart0 thread is started !!
- Thread[2](uart1 thread) create success.
- Uart1 thread is started !!
Network connection succeeded!
TCP/IP packet receive : length = 13
Opcode : 1
Log send start!
File line count : 0
File line count : 0
Tcp packet operating ok!: rtn = 1
^CnReceived interrupt signal. Exiting.
linaro@linaro-ubuntu-desktop:~/proj/bdls/src/v4$
  
```

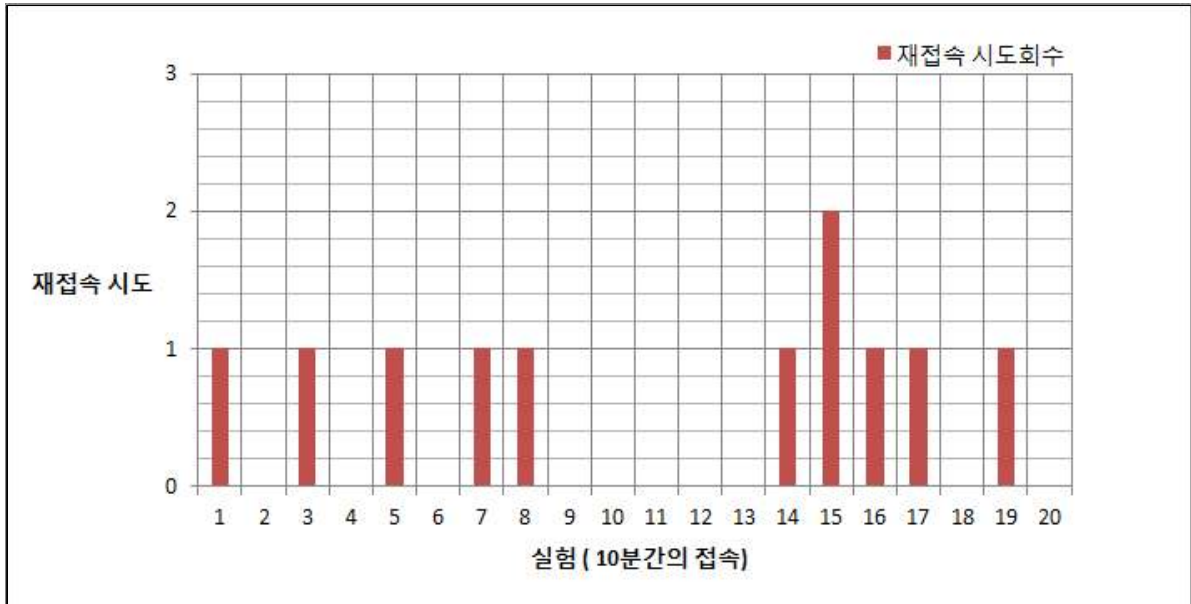
< 그림. 배터리 정보 수집 장치 모니터링 화면 >

o 실험 결과

- 20번에 걸친 시도 대비 배터리 수집 정보 장치 전송 패킷과 서버에서 받은 패킷의 수를 비교하여 오차율로 나타냄
- 밑의 그래프와 같이 10분 간 전송된 패킷은 약 8만3천 개 전후로 나타남
- 20번의 시도 중 재접속 없이 전달된 회수는 10번(100%)이며, 이 경우에는 데이터 패

킷의 개수가 동일함을 확인함

- 나머지 10번의 경우는 한 번의 재접속 시도가 9번, 2번의 재접속 시도가 1번 나타났으며 그 경우 2~7개 사이 0.003%의 패킷 손실이 나타남



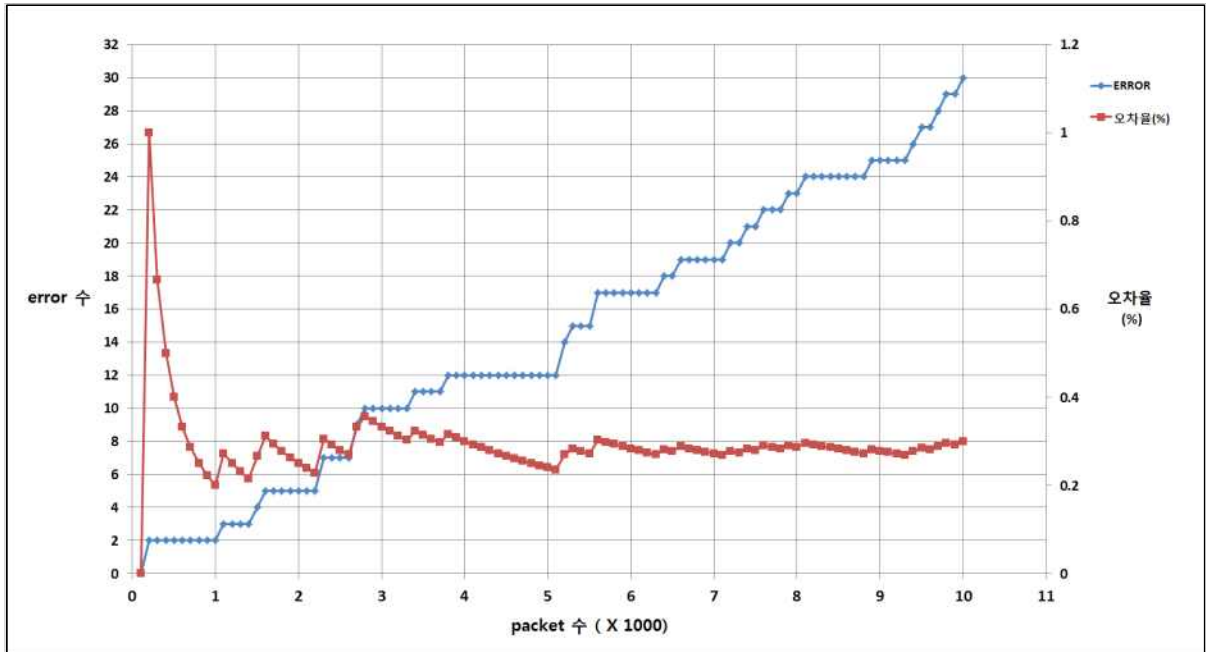
< 그림. 시도 대비 재접속 회수 >

(3) 장치 내 셀 정보 저장 신뢰성 테스트

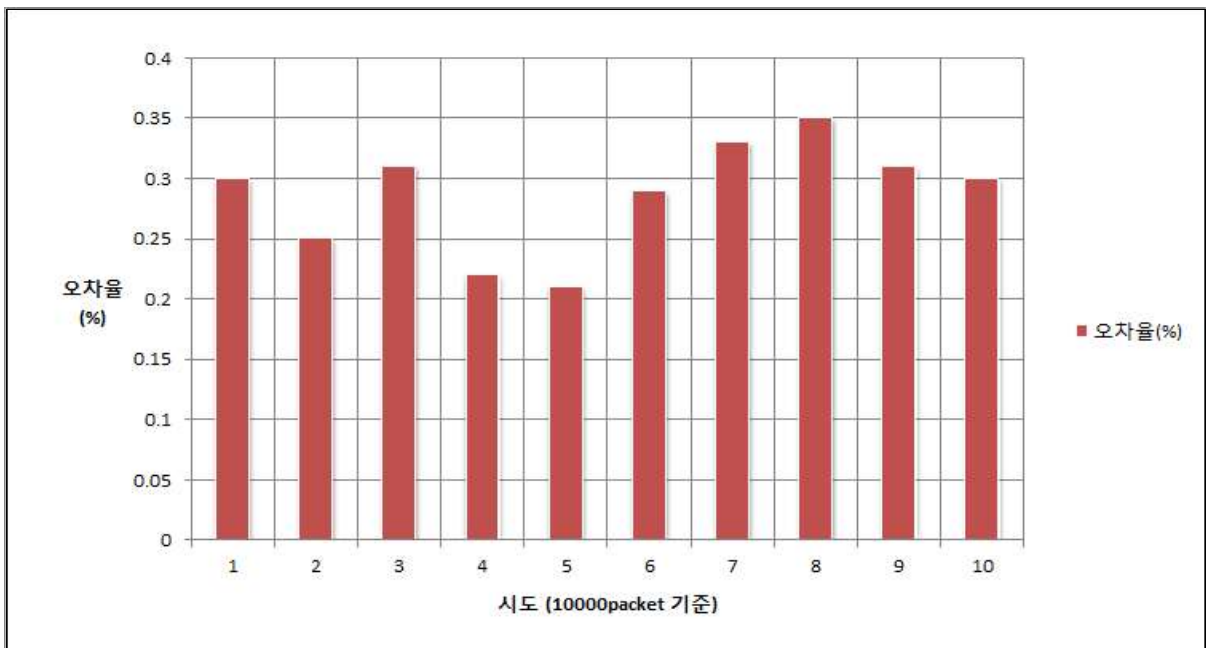
- o 배터리 정보 수집 장치는 내부 배터리 셀(SCU)의 데이터 정보와 배터리 외부 (BMS, EVCU)의 데이터를 저장함
- o 배터리 팩 내부(Local)에서 주고받는 데이터와 외부(Host)에서 주고받는 데이터를 배터리 정보 수집 장치가 정확히 모니터링하고 있는지에 대한 확인을 목적으로 함
- o 배터리 정보 수집 성능은 실제 현장 환경에서 주고 받는 데이터들을 배터리 팩 장치에서 전송하고 배터리 정보 수집 장치가 수신한 데이터를 비교하여 신뢰성을 확인함
- o 배터리 팩을 배터리 정보 수집 장치와 연결하여 내부 정보와 외부 정보를 분리하여 데이터를 전송하고 일정시간 수집된 정보를 보낸 정보와 수집된 정보를 비교 확인함
- o 비교는 배터리 팩에서 보낸 로그와 수집된 로그를 비교 프로그램을 이용하여 오차율을 확인함
- o 비교 로그 시료는 10000packet을 기준으로 하였으며 실험의 신뢰성을 높이기 위해 10번의 반복 실험을 통해 오차율을 확인함

o 실험 결과

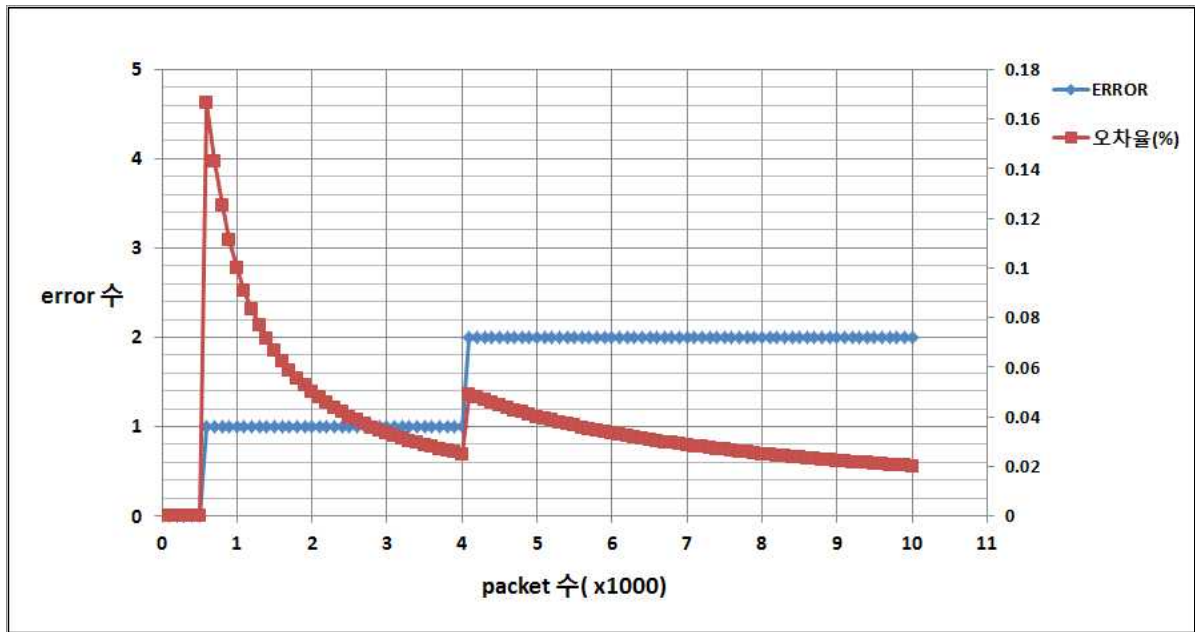
- 배터리 팩 로그 정보와 배터리 정보 수집 장치의 로그 정보를 10000 패킷 기준으로 오차율을 계산
- 10번의 시도 후 외부 데이터의 경우 평균 0.25 %의 오차율을 보이고 내부 데이터의 경우 0.01%의 오차율이 발생하는 것을 확인함



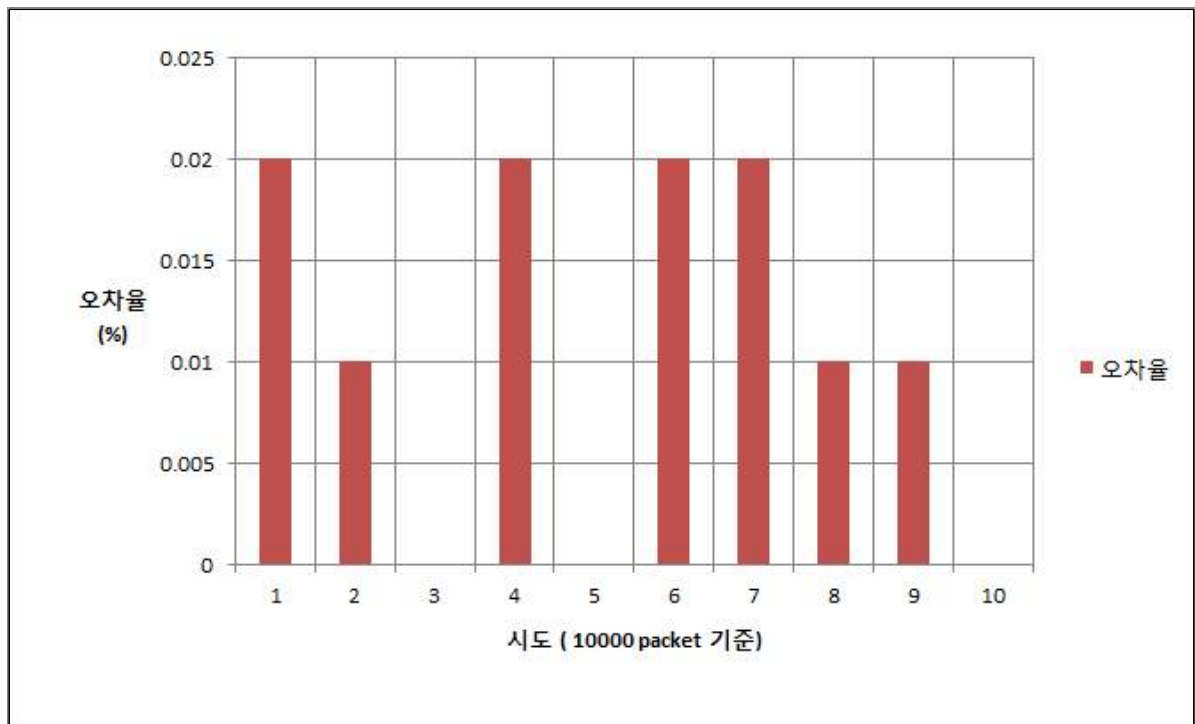
< 그림. 외부(Host) 로그 error 그래프 >



< 그림 15. 시도회수별 외부(Host) 로그 비교 오차율 >



< 그림. 내부(Local) 로그 error 그래프 >



< 그림. 시도회수별 내부(Host) 로그 비교 오차율 >

(4) 연동성능(주기) 안정성 테스트

- o 배터리 팩 내에 장착된 BDLS 단말 장치와 서버의 통신 안정성을 점검
- o 데이터베이스의 기본적인 성능을 측정하여 BDLS에 최적화된 데이터베이스를 찾기 위함
- o BDLS 단말 장치는 서버와 WiFi 로 연동되며 연동 성능을 최적화하기 위하여 다양한 실험을 통해 최적의 통신 연동 성능을 설정하기 위함
- o 배터리 팩 내의 BDLS 단말 장치와 데이터 수집을 위한 서버를 무선으로 연결하여 저장장치인 데이터베이스에 쌓음
- o 정해진 샘플 데이터를 이용하여 데이터베이스에 쌓이기 시작하는 전송시작 시간과 끝나는 시간을 측정하여 성능을 측정함
- o 여러 가지의 데이터베이스를 테스트
 - SQLite / PostgreSQL / MySQL
- o 연동 성능을 높이기 위한 알고리즘 테스트

구성	내용	비고
Battery Pack	- 테스트를 위한 실제 배터리팩 - 18 개의 CMU 와 기타 장치로 구성 - BMS 데이터를 포함한 CAN 데이터 전송 (Host) - 18개의 CMU를 통한 내부 CAN 데이터 전송 (Local)	
Battery Log Device	- BDLS 단말 장치 - 두 개(Host, Local)의 CAN 노드를 각각 입력받음 - CAN 데이터를 logging하기 위한 별도의 프로세서가 존재 - TCP/IP network 통신 가능 (WiFi)	
Server	- 저장 장치에서 TCP/IP network를 이용해 전송하는 데이터를 저장하기 위한 서버 - 테스트용 UI 화면 - 네트워크 연결을 위한 IP와 port 설정 - 데이터 화면 표출 - 전송 데이터 DB 저장	

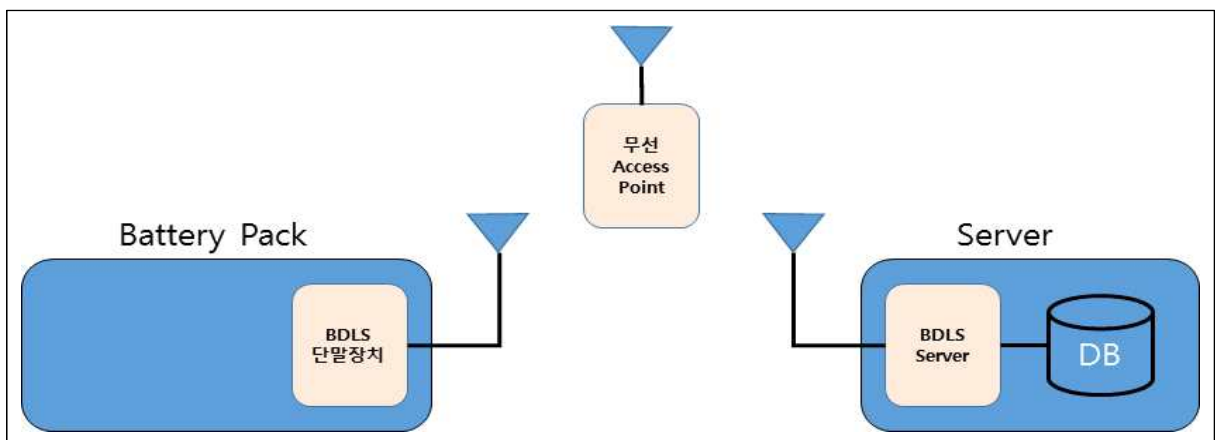


그림. 테스트 구성도

o 시험절차

- 배터리 팩과 배터리 정보 수집 장치 통신 라인 연결
- 배터리 정보 수집 장치의 모니터링 장치 연결
- 배터리 정보 수집 장치의 수집 프로세스 및 서버 실행
- 배터리 정보 수집 장치와 서버로부터 데이터 전송주기 확인
- 데이터베이스별 성능 확인
- 총 10번의 시도를 진행

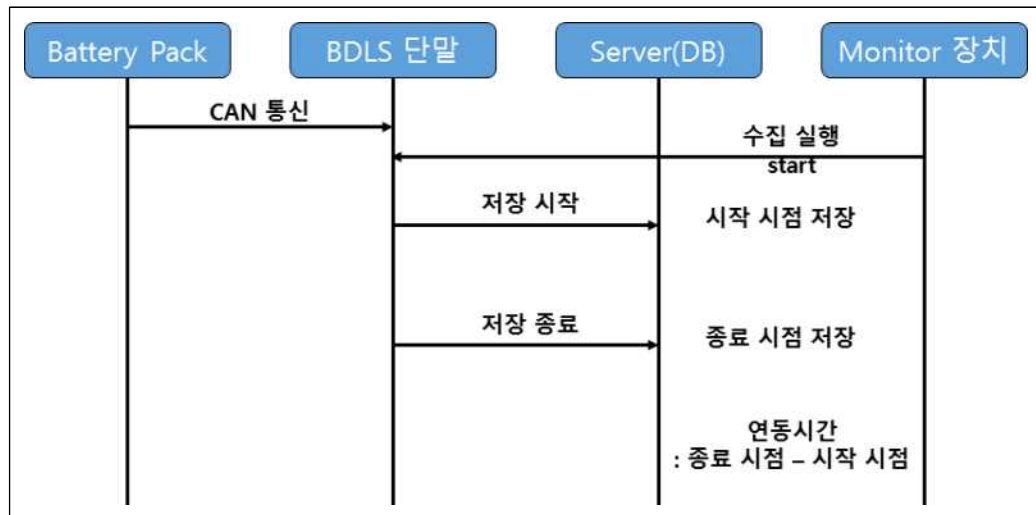


그림. 연동성능(주기) 안정성 테스트 시퀀스

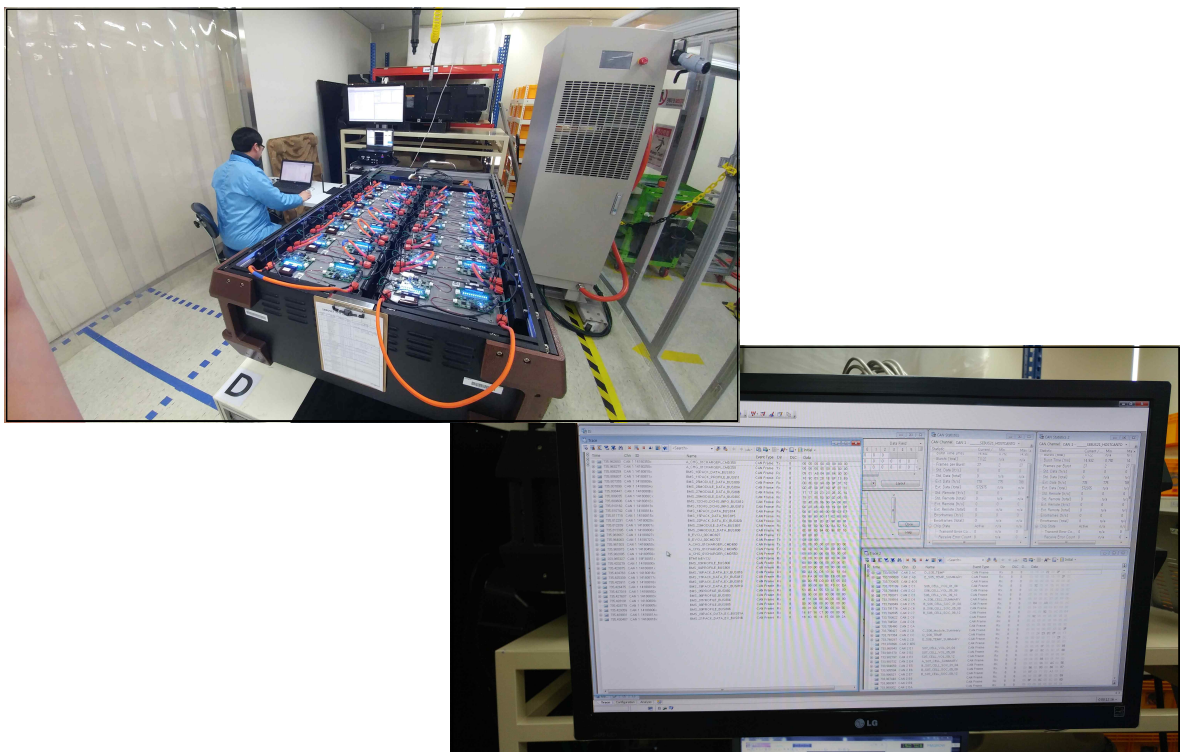


그림. 배터리 팩 연동 실험 사진

o 실험 결과

- 데이터베이스의 성능에 따라 데이터를 저장하는 시간이 차이가 많이 남
- 테스트한 3개의 데이터베이스 중에서 SQLite의 성능이 가장 뛰어남

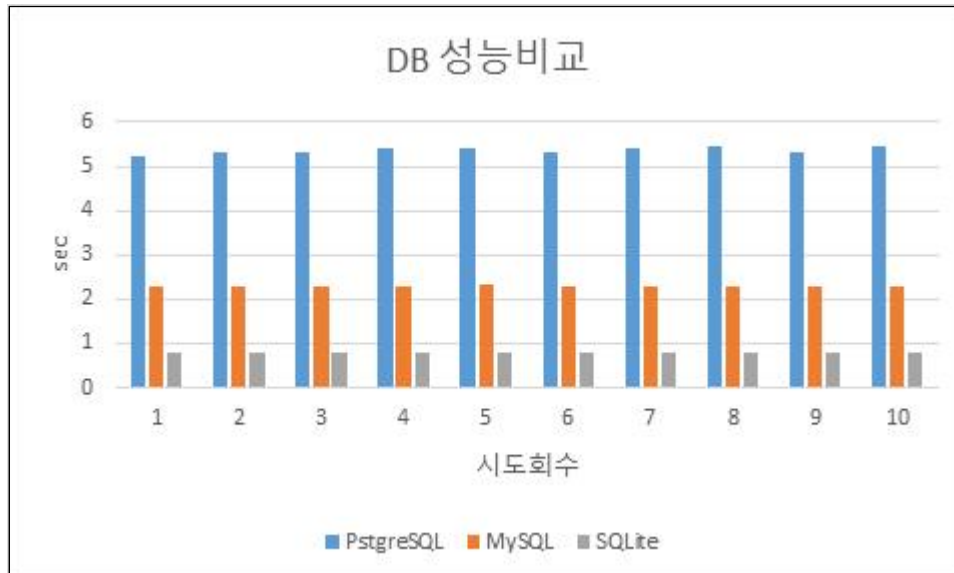


그림. 데이터베이스 성능 비교

- SQLite를 이용하여 통신을 포함한 시간 측정 테스트 결과, 통신 수신단에 일반화된 큐(Queue)를 이용하여 버퍼풀(Buffer Pool)을 만들고 데이터베이스에 저장하는 알고리즘을 추가시켜 최대한의 성능을 찾아냄
- 데이터베이스에 수집된 자료와 BDLS의 저장장치의 자료를 비교한 결과 모든 경우에 정상적으로 자료 수집됨
- 서버의 QoS 옵션을 이용하여 빠짐없이 데이터 수신
- 배터리팩의 데이터 자료와 BDLS의 저장장치 데이터 자료를 비교한 결과 약 1%의 데이터가 빠진 것으로 확인됨
- CAN 통신 프로세스에서 정보 수집 시 통신라인의 오차로 인해 자료가 빠진 것으로 보임

(5) 장애 DB 검출 운용 성능 테스트

o 시험목적

- BDLS 단말 장치는 배터리팩의 데이터를 저장하고 서버로 데이터를 전송하는 역할을 함
- 서버는 BDLS 단말 장치로부터 받은 데이터를 분석하여 배터리 팩에서 발생한 장애 데이터를 확인함
- 서버 관리 운용프로그램은 데이터를 분석하여 정상적으로 장애상태를 정확히 모니터링하고 있는지에 대한 확인을 목적으로 함

o 시험개요

- BDLS 단말 장치는 주기적으로 배터리 팩의 정보를 수집하여 서버로 전송한다.
- 서버 관리 운영 프로그램은 BDLS 단말 장치로부터 받은 데이터를 분석하여 장애상태를 확인한다.
- 서버 관리 운영 프로그램과 배터리팩의 장애 데이터를 비교하여 장애 데이터가 정상적으로 수신되었는지를 확인함
- 장애 상태를 인위적으로 만들 수 없기 때문에 CAN 어날라이저를 이용하여 배터리팩 대신 장애 데이터를 생성하고 이를 BDLS 단말장치로 전송
- CAN 어날라이저를 통해 보낸 데이터와 서버 관리 운영 프로그램의 데이터를 별도 프로그램을 이용하여 오차율을 확인함
- 비교 로그 시료는 10000packet을 기준으로 하였으며 실험의 신뢰성을 높이기 위해 10번의 반복 실험을 통해 오차율을 확인함

o 시험절차

- 배터리 팩 CAN 통신 라인과 배터리 정보 수집 장치의 통신 라인 연결
- 배터리 정보 수집 장치의 수신 정보와 서버 관리 운영 프로그램 비교를 위해 데이터를 별도 저장
- 비교를 위하여 시작 시점을 맞추고 동시에 시작하여 일정시간 동안 로그 수집
- 10번의 반복 실험 데이터 저장

o 실험 결과

- 배터리 정보 수집 장치의 수집 정보와 서버 관리 운영 프로그램의 수집 정보를 10000 패킷 기준으로 오차율을 계산함.
- 10번의 시도 후 약 0.19%의 오차율이 발생하는 것을 확인함
- BDLS 수집장치가 CAN analyzer를 통해 정보 수집 시 CAN 프로세서의 통신 오차율에 의해 데이터 오차가 발생하는 것으로 보임



그림. 장애 DB 테스트 에러 및 오차율 그래프

(6) 배터리 정보 수집 시스템 테스트 종합 결과

항목 (주요성능 Spec)	단위	개발 목표치	측정방법	실험결과
1. 무선환경 신호감도 세기	%	개방 대비 80% 이상	무선시험	87%
2. 배터리팩 연동 셀정보 수집성능	%	오차율 1% 이내	로그 분석	0.0037%
3. 장치 내 셀정보 저장 신뢰성	%	오차율 1% 이내	로그 분석	0.25%
4. 연동 성능(주기) 안정성 테스트	%	성공률 99%	로그 분석	100%
5. 장애 DB 검출 운용 성능 테스트	%	오차율 1% 이내	로그 분석	0.19%

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

가. 최종 성과별 점검기준(당초 계획)

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준						해당 기관	예산 (백만원)	양적 성과목표
					질적 성과지표		목표치	측정 방법	검증 방법	가 중 치			
주관	A	배터리 자동교환형 전기버스용양산형 배터리 팩	A-1	배터리 원가절감 및 구조형상 개선	①	생산비용 절감	10%절감	비교	증빙	10	피엠그로우	1,096	특허 : 출원 2 건 설계서 : 2 건 인증서 : 1 건 테스트결과 보고서 : 3 건 계약서 : 1 건 시제품 : 2 건
					②	유지보수비용 절감	20%절감	비교	증빙	10			
					③	배터리팩 중량감소	670KG 이하	중량측정	실측	10			
					④	방수구조 강화	IP22	시험	공인시험	5			
			A-2	BMS 성능 및 신뢰성 강화	①	온도신뢰성 확보	동작 온도 -30~85도	온도실측	시험보고서	5			
					②	Firmware Update 기능 구현	Serial, CAN	통신시험	시험보고서	5			
					③	Monitoring 통신 기능 구현	RS485, CAN	통신시험	시험보고서	5			
			A-3	배터리 냉각 시스템 개선	①	배터리 최대 운영 온도	40도 이하	시험	시험보고서	5			
			A-4	배터리 수명 개선	①	배터리 수명 개선	10%	시험	시험보고서	5			
			A-5	배터리 팩 인증 및 사업화	①	구동충전지 안전성 시험	시험 통과	시험	공인시험	10			
					②	테스트베드 적용	현장 적용	현장적용	동영상	5			
					③	사업화 계약	1건 이상	계약	계약서	5			
공동	B	배터리정보수집 시스템(BDLS) 제작	B-1	배터리정보수집 시스템(BDLS) 프로토타입 기능 검증	①	무선전송 신호강도 세기	개방 대비 80% 이상	무선시험	시험보고서	2	쓰리코아	200	특허 : 출원 2 건 설계서 : 2 건 인증서 : 1 건 테스트결과 보고서 : 2 건 시제품 : 1 건 시제품 : 1 건
					②	배터리팩 연동 셀정보 수집성능	오차율 1% 이내	로그분석	시험보고서	2			
					③	장치 내 셀정보 저장 신뢰성	오차율 1% 이내	로그분석	시험보고서	2			
			B-2	배터리정보수집 시스템(BDLS) 시제품 성능 검증	①	연동성능(주기) 안정성	성공률 99%	로그분석	시험보고서	2			
					②	장애DB 검출 운용 성능	오차율 1% 이내	로그분석	시험보고서	2			
					③	무선적합성시험	시험 통과	시험	공인시험	2			
					④	테스트베드 적용	현장 적용	현장적용	동영상	3			
위탁	C	컨설팅	C-1	배터리 팩 사업화 컨설팅	①	컨설팅 보고서	항목별 4건	보고서	보고서 작성 여부	5	웍스	40	컨설팅 보고서 1 건
계										100		1,336.320	특허 : 출원 4 건 설계서 : 6 건 인증서 : 2 건 테스트결과 보고서 : 5 건 계약서 : 1 건 시제품 : 1 건 시제품 : 3 건 컨설팅 보고서 1 건

나. 달성 실적

구분		핵심연구성과 (level1)	단위 성과 (level2)		성과점검기준						양적 성과 달성 건수
					질적성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	
주관	A	배터리 자동교환형 전기버스용양산형 배터리 팩	A-1	배터리 원가절감 및 구조형상 개선	①	생산비용 절감	10%절감	10.36% 절감	비교	증빙	특허 : 출원 6 건 설계서 : 3 건 시제품 : 1 건 공인시험성적서 1건 사업화 계약서 1건
					②	유지보수비용 절감	20%절감	39% 절감	비교	증빙	
					③	배터리 팩 중량 감소	670KG 이하	670KG	중량측정	실측	
					④	방수구조 강화	IP22	침수시험 통과	시험	공인시험	
			A-2	BMS 성능 및 신뢰성 강화	①	온도신뢰성 확보	동작온도 -30~85도	정상동작 확인	온도실측	시험보고서	
					②	Firmware Update 기능 구현	Serial, CAN	기능구현 확인	통신시험	시험보고서	
					③	Monitoring 통신 기능 구현	RS485, CAN	기능구현 확인	통신시험	시험보고서	
			A-3	배터리 냉각 시스템 개선	①	배터리 최대 운영 온도	40도 이하	39.5도	시험	시험보고서	
			A-4	배터리 수명 개선	②	배터리 수명 개선	10%	24.3%	시험	시험보고서	
			A-5	배터리 팩 인증 및 사업화	①	구동축전지 안전성 시험	시험 통과	시험통과	시험	공인시험	
					②	테스트베드 적용	현장적용	현장적용	현장적용	동영상	
					③	사업화 계약	1건 이상	우선협상대상자 선정	계약서 유무	선정공문	
공동	B	배터리정보수집 시스템(BDLS) 제작	B-1	배터리정보수집 시스템(BDLS) 프로토타입 기능 검증	①	무선전송 신호감도 세기	개방 대비 80% 이상	개방 대비 89%	무선시험	시험 보고서	시제품 : 2 건 인증서 : 1 건 설계서 : 2 건 테스트결과 보고서: 2 건
					②	배터리팩 연동 셀정보 수집성능	오차율 1% 이내	오차율 0.0037%	로그 분석	시험 보고서	
					③	장치 내 셀정보 저장 신뢰성	오차율 1% 이내	오차율 0.25%	로그 분석	시험 보고서	
			B-2	배터리정보수집 시스템(BDLS) 시제품 성능 검증	①	연동성능(주기) 안정성	성공률 99%	성공률 99%	로그 분석	시험 보고서	
					②	장애DB 검출 운용 성능	오차율 1% 이내	오차율 1% 이내	로그 분석	시험 보고서	
					③	무선적합성시험	시험 통과	시험 통과	시험	공인시험	
					④	테스트베드 적용	현장적용	현장적용	현장 적용	동영상	
			위탁	C	컨설팅	D-1	배터리팩 개발방향 및 경제성 컨설팅	①	컨설팅 보고서	항목별 4건	
계											

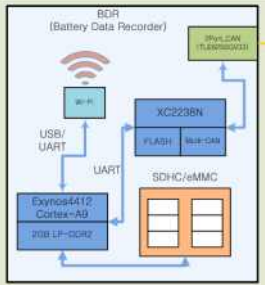
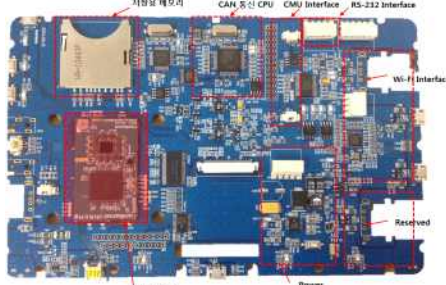
[별도 증빙자료] 달성실적 순서에 따라 증빙자료 각 1부

2. 핵심 개발성과

가. 배터리 자동교환형 전기버스용 양산형 배터리 팩 (시스템)

관련 그림 / 사진						
정의(설명)		* 배터리 자동교환형 전기버스용 50kWh급 리튬폴리머 배터리 팩 시스템				
설정사유		* 전기버스의 핵심 부품으로써, 해당 성과는 본 과제의 최종개발 목표임				
목 적		* 향후 전기버스 보급 확대 및 배터리 팩 사업화를 위해 양산에 적합한 배터리 팩을 개발하여 생산원가와 유지보수 비용을 절감하고자 함				
성능목표		(기존 기술 수준) ■ 구동축전지 안전성 시험 미인증 ■ 배터리 셀 최고온도 55도 이상 (혹서기) (개발 기술 수준) ■ 구동축전지 안전성 시험 인증 ■ 배터리 셀 최고온도 40도 이하 (혹서기) (설정근거) ■ 전기자동차 배터리 팩은 자동차안전규칙에 따라 국토교통부에서 지정한 기관에서 구동축전지 안전성 시험인증을 득해야 함 ■ 배터리 셀 온도는 배터리의 수명에 영향을 미치는 요인으로, 운영온도를 상시 40도 이하로 유지해 주어야 함				
성과달성 책임자 (소속기관)		정 해 문 (피엠그로우)				
소요기간		'14.06 ~ '16.06 (2년)				
핵심성과	양적성과	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		출원 6건				계약서 1건, 공인시험성적서 1건 시험보고서3건, 인증서 1건, 설계서 3건, 시제품 1건
	질적성과	배터리 셀 운영온도 40도 이하 구동축전지 안전성 시험인증 1건 테스트베드 적용 1건 사업화 계약 1건				
	달성 확인방법	배터리 셀 운영온도 40도 이하 - 시험결과 보고서 제출 구동축전지 안전성 시험인증 1건 - 인증서 제출 테스트베드 적용 1건 - 동영상 촬영 증빙 사업화 계약 1건 - 매출 계약서 제출				

나. 배터리정보수집시스템(BDLS)용 장치 시제품 (장비·장치)

관련 그림 / 사진		 The diagram shows a Battery Data Recorder (BDR) connected to a CAN bus. The BDR includes a Wi-Fi module, USB/UART, and storage (Flash, SDHC/eMMC). It is connected to multiple Cell Monitor Units (CMU 1, CMU 2, ..., CMU N). Each CMU contains an MCU 8bit RISC, FLASH 4KB, EEPROM 128B, Voltage, Temp. (2ch), and a Comm. IC200. The CAN bus connects the BDR to the CMUs.  The photo shows the physical hardware board. Labels include: Main-CPU, Power, Wi-Fi Interface, RS-232 Interface, CAN, 통신 CPU, CMU Interface, and RS-232 Interface. The board is populated with various components like capacitors, resistors, and integrated circuits.				
정의(설명)		BDLS(Battery Data Logging System)용 수집장치 - 수집장치 : 배터리내의 BMS, CMU장치와 CAN통신하여 배터리셀 단위의 상태정보 (셀별 온도, 전압, 저항 등)를 취합할 수 있으며, 배터리 충전 시 근거리(Wi-Fi), 차량 운행 시 원거리(CDMA) 통신을 통한 데이터 전송 기능을 구비하여 실시간 또는 저장 후 데이터 전송을 수행하기 위한 임베디드 장치				
설정사유		기존의 BMS(Battery Management System)용 장치는 배터리 전체의 상태 값만을 모니터링 하는 장치로써 배터리 팩 수명 성능, 전기차 운행 성능의 안정성을 확보를 위하여 셀 단위의 전기적, 물리적 특성 변화에 대한 데이터 관리에 필요한 기술				
목 적		BDLS는 배터리 운용 중의 내부의 셀 상태정보를 DB화하여 데이터를 관리함으로써 배터리의 수명 및 교체 주기, 불량 셀 교체대응 등 배터리팩의 상태 정보를 정밀관리 하여 배터리의 안정 성능 확보 가능 - 배터리 공용화를 통해 불량이거나 사용수명이 다한 배터리를 재가공하여 재사용/재활용이 가능하도록 할 수 있는 기반기술 - 배터리는 사용처별로 상이한 사용특성을 가지므로 배터리의 공용화를 진행할 경우 효율적인 배터리의 재사용/재활용이 가능				
성능목표		(기존기술 수준) -배터리 팩 전체 SOC, SOH, 전류값 수집 -배터리 데이터 외부전송 : 통신단말기(3G)를 이용하여 배터리 단위의 정보 전송 (개발기술 수준) -배터리 팩 내의 개별 Cell의 SOC, SOH, 전류값 수집 -배터리 데이터 외부전송 : 통신장치(WiFi, 3G) 단독운영으로 배터리셀 단위의 정보 전송 (개발기술 수준 설정근거) -기존 배터리 정보 수집장치(BMS)는 배터리 정보 수집보다는 제어 목적이므로 데이터를 가공하여 배터리 전체 상태값만 보고하는 수준으로 내부 셀정보를 제공하지 않음				
성과달성 책임자 (소속기관)		정 명 섭 (쓰리코아)				
소요기간		'14.06 ~ '16.05 (2년0개월)				
핵심성과	양적성과	특허	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		-	-	-	-	설계서 2, 인증서 1, 시험결과보고서 2, 시제품 1, 시작품 1
	질적성과	- 무선정손 신호감도 세기 : 개방대비 89% - 배터리 팩 연동 셀정보 수집성능 : 오차율 0.0037% - 장치 내 셀정보 저장 신뢰성 : 오차율 0.25% - 연동성능(주기) 안정성 : 성공률 99% - 장애DB 검출 운용 성능 : 오차율 1% - 무선적합성시험 : 인증 시험통과				
달성 확인방법		시험보고서 및 무선시험 인증서 등				

3. 관련 분야 기여도

가. 기대성과

1) 기술적 측면

- 배터리 자동교환 전기버스의 핵심부품인 교환형 배터리에 대한 기술경쟁력 확보를 통해 각 부품이 사용되는 산업 분야에 대한 생산성 향상은 물론이고 교환형 배터리 보급에 따라 전후방으로 관련된 다양한 사업들의 활성화를 통해 국가적 차원의 경쟁력 제고가 가능
- 교환형 배터리의 보급을 통해 전기차의 원가 절감이 가능하며, 차량 제조사 의존적인 전기차 개발에서 벗어나 다양한 형태의 전기차 보급 활성화 및 다양한 용도의 상용차량 개발 보급 기대
- 전기구동시스템 핵심 부품에 대한 독자기술 개발 기반 구축: 구동시스템을 구성하는 고전압 케이블, 커넥터, 전력용 반도체 등에 대한 기술 경쟁력이 높아져 국내 기업들의 독자적 기술 개발이 가능
- 전기자동차 충전장치 안전성 확보를 통한 화재·감전 등의 사고 예방 및 충전장치로 부터 발생하는 전자파저감에 의한 충전중 전기자동차 오동작 방지 기술 개발을 통한 전기자동차 신뢰성 향상
- BDLS는 전기차 배터리를 지속적으로 모니터링하고 데이터를 수집하는 장치로 향후 배터리 셀의 이상상태 발생 시 셀 혹은 모듈 단위의 처리/교환을 가능하게 하여 배터리의 생산, 운행, 교환, 재사용, 폐기에 이르는 배터리 생애주기 관리까지 가능
- 충전장치의 신뢰성 제고에 따른 제품수명 연장 및 기술력 향상과 자동차 제조사 및 부품회사에 대한 기술지원 및 애로사항 해결을 통한 경쟁력 강화
- EV확산에 있어 가장 큰 문제로 대두되고 있는 1회 충전거리의 제한이나 고가의 배터리 등 다양한 문제들에 대한 대안 제시

구 분	EV현재 단계의 문제점	파급효과
배터리팩의 성능	1회 충전 주행 거리 제한 충전에 장시간 소요	1회 충전 주행거리 제한 문제나 충전 소요시간 등에 대한 문제 해결 가능
배터리의 수명	자동차의 수명은 10년 이상 배터리는 3년 미만	배터리팩과 전기차량의 별도 관리로 개별적인 수명관리 가능
충전 인프라	충전기 인프라 부족 충전기 표준화 지연	급속 충전표준 일원화 문제 해소 대중교통부터 보급시 사회간접 자본으로 인프라 확충 가능
높은 가격	고가의 배터리 가격 부담	배터리 공유, 배터리 임차/리스를 통한 전기차 단가 하락 가능

2) 사회·경제적 측면

- 교환형 배터리 및 이에 부착되는 배터리 관리 시스템(BMS, Battery Management System)은 전기차와 하이브리드 차량의 핵심 부품으로 현재는 전기차 모델별로 배터리 사이즈와 형식에 따라 별도로 개발해야 하기 때문에 비용이 증가하지만 교환형 배터리 팩과 BMS의 개발 보급으로 전기차의 가격 하락을 유도 가능
- 전기버스 보급에 따른 환경적 편익으로 연료비 및 온실가스 절감효과를 보임
 - CNG 버스 대비 연료비 연간 36% 절감, 온실가스 배출량 연간 50톤(36%) 절감
 - 디젤 버스 대비 연료비 연간 59% 절감, 온실가스량 연간 64톤(42%) 절감
 - 연료비 및 온실가스 절감 효과

차 종	필드 연비	1대당 연간 연료소모량	연간 연료비 (원/대)	연간 온실 가스량 (tCO2/대)
저상 CNG버스	1.6km/Nm ³	62,500Nm ³	45,960,000	138
CNG 하이브리드	2.3km/Nm ³	43,480Nm ³	31,973,453	97
디젤 버스	1.7km/L	58,824L	71,989,988	151.8
배터리 교환형 전기버스	0.5km/kWh	200,000kWh	29,460,000	88
CNG버스 대비	-	-	약 36% 절감	약 36% 절감
디젤버스 대비	-	-	약 59% 절감	약 42% 절감

* CNG 연비 : 현대자동차 자체조사에 의한 필드연비 (2011. 1. 26, 환경부 보도자료)

* CNG 하이브리드 연비 : CNG 하이브리드 운행 시범사업 효과분석 및 실증연구 (2012. 12, 환경부)

* CNG 단가: 735.36원/Nm³, 디젤 단가: 1,223.8원/L (2016.08.02. 한국석유공사 홈페이지)

/ 전기차충전요금 : 147.3원/KWh (2016.08.02. 한국전력공사 전기자동차 충전전력요금 선택3 고압 최대부하)

* CNG 탄소배출량 0.0022 tCO2/Nm³, 전기연료 탄소배출량 0.00044 tCO2/KWh (에너지관리공단)

나. 기술의 파급효과

- 배터리 자동교환 전기버스의 핵심부품인 교환형 배터리에 대한 기술경쟁력 확보를 통해 각 부품이 사용되는 산업 분야에 대한 생산성 향상은 물론이고 교환형 배터리 보급에 따라 전후방으로 관련된 다양한 사업들의 활성화를 통해 국가적 차원의 경쟁력 제고 가능
- 교환형 배터리의 보급을 통해 전기차의 원가 절감이 가능하며, 차량 제조사 의존적인 전기차 개발에서 벗어나 다양한 형태의 전기차 보급 활성화 및 다양한 용도의 상용차량 개발 보급 기대
- 교환형 배터리 및 BMS의 표준화 제작으로 교체형 전기차 시장 활성화를 유도하고 이에 따라, 전기차와 배터리를 구분하여 인식하는 시장을 형성하여 나아가 전기차 구매비용 감소 효과를 기대
 - 차량은 구매하고, 배터리는 임대하는 방식의 사업 방향 예상
 - 통상 전기차 배터리는 전기차 가격의 30%~40%를 차지(2013-09-30, 한국경제TV)

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 사업화 추진

가. 사업화 전략

1) 개발기술의 생산특성

- 본 과제의 개발 기술은 교환형 전기버스 배터리 (Smart e-Bus Exchangeable Battery : SBEB)를 개량 개발하는 것으로, 개발을 통해 배터리 완제품 및 배터리 관리 시스템 (Battery Management system : BMS), 배터리 정보 수집 시스템(Battery Data Logging System : BDLS) 반제품이 산출됨
- SBEB는 배터리 교환형 전기버스의 고정형, 교환형 배터리로 사용되며, 유사 특수목적 EV(Electric Vehicle)에 적격화를 통한 적용 가능
- SBEB용 BMS는 상용이 아닌, 다양한 특수 목적 EV에 적격화를 통한 적용이 가능
- BDLS는 특별한 적격화 과정 없이 다양한 EV용 배터리에 적용 가능

제품명	제품 형태	COST	조달 용이성	생산 규모	생산 기간
Smart e-Bus Exchangeable Battery	완제품	기존품 대비 90%	주문 생산	소규모	10ea / 30일 (내부 검증 포함, 공인 시험 별도)
Battery Management System	반제품	기존품 대비 90%	주문 생산	소규모	300Set / 15일 (내부 검증 포함, 공인 시험 별도)
Battery Logging System	반제품	경쟁품 대비 70%	생산 판매	소규모	100Set / 15일 (내부 검증 포함, 공인 시험 별도)

2) 기존 자원 활용정도

- SBEB와 BMS는 기 개발된 제품으로, 기반이 되는 기술은 기 확보되어 있으며, 추가 기능 개발 및 개선을 진행
- BDLS는 BMS에서 나오는 데이터를 수집, 관리하는 것으로 기본적인 데이터 처리 및 인터페이스에 관한 기술은 확보하고 있으며, HW로 구성하는 기술의 개발 필요.
- SBEB, BMS, BDLS는 기존 제품과 동일한 생산 프로세스를 통해 생산 가능하여, 기존 생산라인(설비포함)을 100% 활용 가능
- EV용 배터리는 전반적으로 동일한 프로세스 및 구조를 기반으로 각 수단의 특성별로 적격화하는 과정을 거치게 되므로, 대부분의 프로젝트를 동일한 플랫폼으로 추진 가능하므로 원재료 및 개발설비를 95%이상 공용화 가능

3) 최종제품의 제품경쟁력 수준

제품명	경쟁 유사품	경쟁력
Smart e-Bus Exchangeable Battery	경쟁 현황	경쟁 제품 없음
	경쟁력	Quick Top Pick-up 방식의 배터리 교환형 전기버스는 세계 최초로 구현된 독창적 방식으로, 대체 가능한 경쟁 유사 배터리는 존재하지 않음
Battery Management System	경쟁 현황	- 시장도입 단계인 현재는 완성차업체와 배터리업체 주도로 90%내외의 개발, 생산 진행 - 국내외를 비롯하여 BMS 전문업체의 등장이 활발하며, 국내는 파워로직스, 넥스콘테크놀로지 등 10여개 업체가 경쟁하고 있음
	경쟁력	- 경쟁사의 경우 BMS의 기본적인 관리, 제어 기능은 유사하나, 배터리 교환형 EV에 특화된 기술 적용은 되지 않았음 - 배터리 유지보수를 위한 자가진단 및 배터리 정보 수집 시스템 연동 체계 없음
Battery Logging System	경쟁 현황	- EV Battery의 경우, 운영 데이터를 수집하거나 전송할 수 있는 방법이 없어 별도의 로깅 시스템을 구성하지 않았음 - 국내에는 유사 경쟁제품이 거의 없으며, 해외의 경우 VECTOR(독일), National Instrument(미국)등의 글로벌 업체에서 CAN 통신 기반의 데이터 수집 및 분석 솔루션을 보유
	경쟁력	- 기 제품은 배터리 데이터 전용 로깅 시스템이 아니므로, 배터리 특성 분석을 위한 전문적인 솔루션을 제공하지 않음 - 또한 수집 이외의 전송에 대한 방안이 없음.

4) 판매계획 및 전략

(단위 : 백만원)

연 도 별		종료후 1차년도 (2017년)	2차년도 (2018년)	3차년도 (2019년)	4차년도 (2020년)	5차년도 (2021년)
SBEB	국내	2,550	3,400	4,500	7,800	8,250
	해외	-	-	1,700	3,000	5,200
BMS	국내	200	300	800	1,600	2,100
	해외	-	-	250	1,000	1,600
BDLS	국내	-	-	400	600	900
	해외	-	-	150	500	800
합계		2,750	3,700	7,800	14,500	18,850

5) 연도별 판매계획

(단위 : 백만원)

연 도 별			종료후 1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
			(2017년)	(2018년)	(2019년)	(2020년)	(2021년)
SBEB	국내	수량	30	40	60	120	150
		단가	85	85	75	65	55
		금액	2,550	3,400	4,500	7,800	8,250
	해외	수량	－	－	20	40	80
		단가	－	－	85	75	65
		금액	－	－	1,700	3,000	5,200
BMS	국내	수량	40	60	200	400	600
		단가	5	5	4	4	3.5
		금액	200	300	800	1,600	2,100
	해외	수량	－	－	50	200	400
		단가	－	－	5	5	4
		금액	－	－	250	1,000	1,600
BDLS	국내	수량	－	－	200	400	600
		단가	－	－	2.0	1.5	1.5
		금액	－	－	400	600	900
	해외	수량	－	－	50	200	400
		단가	－	－	3.0	2.5	2.0
		금액	－	－	150	500	800
합계			2,750	3,700	7,800	14,500	18,850

* 해당 시장 및 규모에 대한 구체적 분석자료가 없어 회사내부 사업계획을 중심으로 작성

* SBEB에 BMS와 BDLS는 기본적으로 포함되므로 개별 수치에서는 추가 수량계획만 명기

○ SBEB는 기본적으로 배터리 교환형 전기버스의 보급을 통해 판매되며, 초기에는 공공(지자체), 민간의 특수목적 셔틀 버스용으로 판매하며, 중·장기적으로는 공공 대중 버스의 수요를 대체함으로써 확산 계획

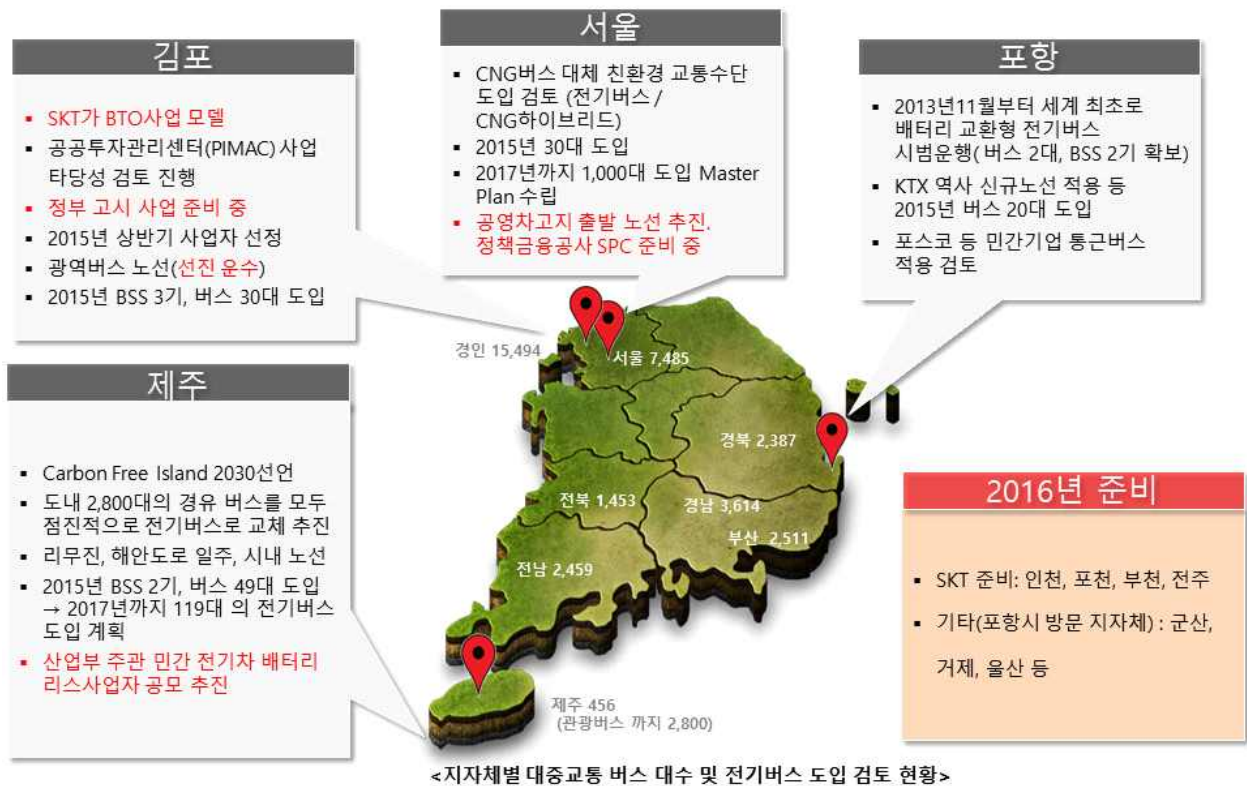
○ BMS, BDLS는 Vehicle 특성에 따라 용도와 기능이 달라지므로 개발단계에서부터 사용업체와 협의하여 적용차량의 특성과 배터리의 특성을 조화시켜 제품개발을 완료하며 제품판매는 업체의 주문량에 의한 생산과 직접 판매형태로 이루어짐

6) 판매전략

○ SBEB는 기본적으로 배터리 교환형 전기버스의 보급을 통해 판매되므로 지자체별 전기버스 도입 계획을 파악하여 공공교통 수단전기버스 전환을 유도

○ 단일 교통축을 중심으로 도입하여 Reference Site 구축을 통해 배터리 교환형 전기버스를 대외 홍보하고 실 운영을 통해 개발 결과물의 우수성을 입증

○ 지자체별 전기버스 도입계획에 따른 전기버스 보급계획



○ 본 과제를 통해 개발한 BMS 및 BDLS는 대용량 에너지 저장시스템인 ESS에도 적용가능한 모델로 위 표에서 SBEB(전기버스)에 포함되어 있지 않은 별도의 판매수량은 ESS 제작업체에 판매하거나 당사의 ESS 제작시 활용하는 방안으로 판매계획을 수립

나. 시장성

- 본 과제에서 사업화 하고자하는 연구목표 대상의 주 타겟이 배터리 교환형 전기버스의 배터리이므로 전기버스의 시장성을 중심으로 기술
- 국내 전기버스 판매 및 보유 목표
 - 환경부에 따르면 향후 전기차 구입 인센티브의 시행에 따라 다음과 같은 시나리오로 2015년까지의 국내 전기버스 보급이 전망됨
 - ‘20년까지 현행 지원금액 유지(대당 1억원)
 - 고가의 전기버스 가격(4~6억원), 대중교통 수단 등을 고려하여 지원 금액 유지
 - 대중교통인 점을 감안, 운행 안전성이 확보시까지 시범보급 후 전국 확대보급 추진
 - ‘15년 시범보급 계획(약 64대): (서울) 28대 (김포) 30대 (구미) 4대 (부산) 2대
 - ‘16년 시범보급 계획(약 75대): (포항) 15대 (김포) 30대 (부산) 30대 등
 - 국내 버스 운행현황
 - 국내 시내버스를 전기버스로 100% 교체시 배터리 팩 잠재시장 규모 총 5조 7천억원

국내 버스 운행 현황 - 전국 526개 업체 44,040대 운행

[단위: 대, 억원]

업종별	업체수	노선수	운행대수	배터리 소요량	배터리 단가	잠재 시장 규모
시내버스	347	7,663	32,632	81,580	0.7	57,106
농어촌버스	88	3,764	1,874	4,685	0.7	3,280
시외버스	83	4,834	7,625	19,063	0.7	13,344
고속버스	8	170	1,909	4,773	0.7	3,341
합 계	526	16,431	44,040	110,100	0.7	77,070

타겟 시장(시내버스)

74%

4%

17%

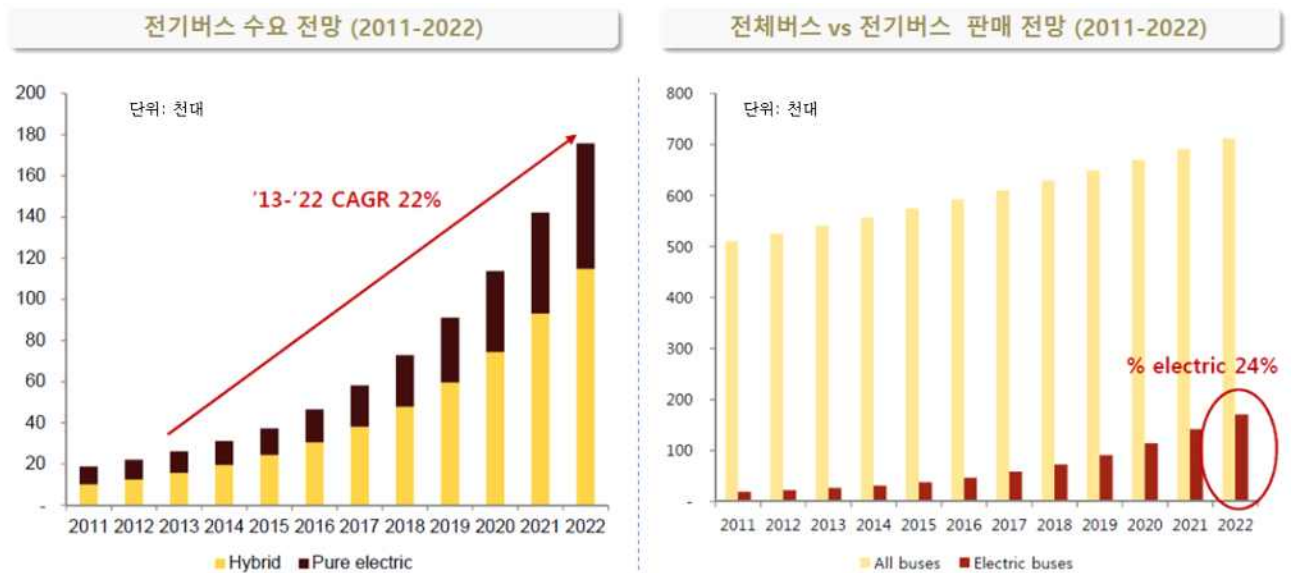
4%

※ 출처: 전국 버스운송사업조합연합회 (2012. 07. 11 새누리당과 버스·화물업계 정책간담회 자료)

※ 배터리 소요량: 버스 1대당 배터리 2.5개 적용

※ 배터리 단가: 제안사 목표 판매단가 적용

- 해외 전기버스 시장 전망
- 2013년부터 2022년까지 연평균 22% 성장할 것으로 전망되며, 전체 전기버스 판매비중의 24%까지 차지할 것



Source: IDTechEx “Electric Buses and Taxis 2012-2022”

- CNG버스의 보급사례를 통한 전기버스 확산 전망
 - 디젤버스에서 CNG버스의 보급 단계



연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
대수	43	367	929	1,247	1,998	2,384	3,334	4,850	5,414	6,759	7,419	7,464
구성비	0.5%	4.5%	11.4%	15.4%	24.1%	30.6%	42.9%	62.6%	69.9%	89.0%	98.3%	99.1%

< 서울시, 친환경교통과 발표 통계자료 >

- 배터리 가격 상각 비용과 전기요금을 합하여도 탄소계열 연료비보다 적게 소요되므로 환경적인 측면뿐만 아니라 경제적 측면에서도 현실적인 대안임
 - 기 운행 버스 대비 연간 운영비용 비교

구 분	버스 및 인프라 비용	유지비	연료비	탄소배출 비용	총 계 (10년)
저상CNG버스	3,119,000,000	1,224,724	45,960,000	170,775	3,592,554,990
CNG 하이브리드	3,275,000,000	1,224,724	31,973,453	118,805	3,608,169,816
배터리 교환형 전기버스	2,350,000,000	139,538	29,460,000	109,296	2,647,088,340

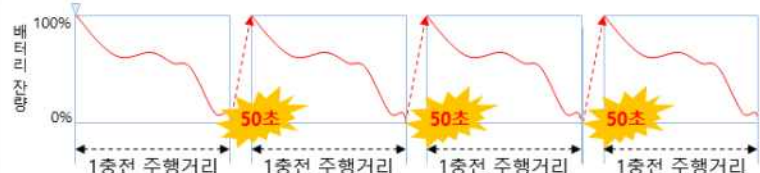
- 버스 및 인프라 비용 : 차량 및 충전인프라 감가상각 적용
 - 전기버스 수명 10년, 배터리 수명 : 4년, 충전기 수명 : 9년, QCM 수명 : 20년 적용
- CNG 버스 인프라 비용 : 강원도민일보 2016.06.20. 참조
- CNG 단가: 735.36원/Nm³, 디젤 단가: 1,223.8원/L (2016.08.02. 한국석유공사 홈페이지)
/ 전기차충전요금 : 147.3원/KWh (2016.08.02. 한국전력공사 전기자동차 충전전력요금 선택3 고압 최대부하)
- 탄소배출권 가격 : 4.62유로 (유럽연합 배출권 거래제(EU-ETS, EUA). 2013.10)
- 유로화 환율 적용 : 1,242원/EU화 (2016.08.02.일자 하나은행 조회 기준)
- 유지비:고정비(인건비+차량 보험료+차고지비+배터리교체비(전기버스)+기타 관리비)와 변동비(타이어비+정비비)로 구성 (2014년 서울시 표준운송원가)
- 배터리 자동교환 전기버스 1회 충전 시 주행거리 : 20Km로 가정

미리 충전된 배터리를 50초 이내에 신속히 교체함에 따라 끊임 없는 연속 주행 가능

플러그인 전기버스



배터리 자동교환형 전기버스



0 실제 운영노선 적용시 사업성 분석

- 공항 리무진 버스노선 적용방안

제주공항과 서귀포 칼호텔을 연결하는 57.9km의 노선

500kWh급 배터리무인 교체소(4개소), 전기버스(6대), 교체형 배터리 24기, MCS 1 규모

추정소요예산 113.6억

온실가스 및 대기오염 절감 편익과 소음발생절감 편익은 24.7억원/년 추정

구분	운행현황
운행시간	06:20 ~ 21:50
운행간격	15분
운행횟수	54회/일
운행대수	공영버스 18대
운행거리	57.9km
노선허성	제주 중부 산간지역을 관통하며, 제주국제공항, 중문관광단지 등 주요 숙박시설 연계노선



- 일주도로 순환노선 적용방안

제주도 외곽 순환노선으로 동회선(97.6km), 서회선(79.5km)으로 구분

500kWh급 배터리무인 교체소(10개소), 전기버스(4대), 교체형 배터리 18기, MCS 2대 규모

추정소요예산 153.2억

온실가스 및 대기오염 절감 편익과 소음발생절감 편익은 10.3억원/년 추정

구분	운행현황
운행시간	05:40 ~ 21:00
운행간격	20분
운행횟수	각 46회/일
운행대수	공영버스 4대
운행거리	서회선 (79.5km) 동회선 (97.6km)
노선특성	일주도로를 순환하는 노선으로 서비스 성공 시, 세계 최초 180km 노선운행 전기버스



- 시내버스 노선 적용방안

제주시내를 운행하는 공영버스 노선 중 제주대를 경유하는 6개 노선 대상
500kWh급 배터리무인 교체소(3개소), 전기버스(10대), 교체형 배터리 29기, MCS 1 규모
추정소요예산 145.5억
온실가스 및 대기오염 절감 편익과 소음발생절감 편익은 28.7억원/년 추정

구 분	운행현황
운영주체	제주시 공영버스
운행간격	10~25분
운행횟수	6~17회/일
운행대수	공영버스 10대
운행거리	15.3 ~ 27.1km
노선특성	-



- 시티투어 노선 적용방안

A, B 구간 총 49.8km의 노선
500kWh급 배터리무인 교체소(3개소), 전기버스(2대), 교체형 배터리 7기, MCS 1 규모
시티투어 버스는 현재 일 이용객수가 3,000여명/일 이하로 이용률이 저조함 - 노선개편 및 타 노선과의 연계성 강화 등에 대한 검토 필요
추정소요예산 118.1억
온실가스 및 대기오염 절감 편익과 소음발생절감 편익은 2.1억원/년 추정

구 분	운행현황
운행시간	A코스 09:00/11:00/13:00/17:00 B코스 08:00/10:00/12:00/15:00
운행간격	2 시간
운행횟수	4회/일
운행대수	공영버스 2대
운행거리	49.8km
노선특성	A코스(제주시외버스터미널-봉개-용두암-제주시외버스터미널) B코스(제주시외버스터미널-용두암-봉개-제주시외버스터미널)



o 수익성 분석결과

- 교체 시스템 가동률 기준 운영수익성 분석 -민간투자 100%
- 전기버스 60대가 운영될 경우 교환소에서는 시간당 6대가 교체되며 이 경우 -IRR 7.2%가 산출되므로 사업성이 있을 것으로 판단됨

KRW in millions	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	2031E	IRR	QCM 가동률(%)
Free Cash Flow 변동																	
회사 제시 사업계획 기준	(9,690)	85	(387)	498	(1,716)	242	(198)	559	(1,494)	277	(123)	561	(1,011)	(380)	373	na	
전기버스 10대 추가	(9,113)	641	228	1,166	(1,027)	951	530	1,306	(729)	1,060	678	1,378	(176)	471	1,239	(12.2%)	4.7%
전기버스 20대 추가	(8,537)	1,197	842	1,834	(338)	1,659	1,258	2,053	36	1,843	1,478	2,196	658	1,321	2,105	(4.9%)	8.2%
전기버스 30대 추가	(7,961)	1,753	1,456	2,503	351	2,368	1,986	2,799	801	2,626	2,279	3,013	1,492	2,172	2,972	0.0%	11.6%
전기버스 40대 추가	(7,385)	2,309	2,070	3,171	1,039	3,076	2,714	3,546	1,566	3,409	3,079	3,831	2,326	3,022	3,838	3.9%	15.1%
전기버스 50대 추가	(6,808)	2,866	2,684	3,840	1,728	3,785	3,442	4,293	2,331	4,192	3,880	4,649	3,161	3,873	4,704	7.2%	18.6%
전기버스 60대 추가	(6,232)	3,422	3,298	4,508	2,417	4,493	4,170	5,040	3,097	4,975	4,680	5,466	3,995	4,773	5,571	10.1%	22.0%
전기버스 70대 추가	(5,656)	3,978	3,912	5,177	3,106	5,202	4,898	5,786	3,862	5,758	5,481	6,284	4,829	5,574	6,437	12.8%	25.5%
전기버스 80대 추가	(5,080)	4,534	4,526	5,845	3,794	5,910	5,625	6,533	4,627	6,541	6,281	7,101	5,663	6,424	7,303	15.4%	28.8%
전기버스 90대 추가	(4,503)	5,090	5,140	6,513	4,483	6,619	6,353	7,280	5,392	7,324	7,082	7,919	6,498	7,275	8,170	17.8%	32.4%
전기버스 100대 추가	(3,927)	5,646	5,754	7,182	5,172	7,327	7,081	8,026	6,157	8,107	7,883	8,737	7,332	8,125	9,036	20.1%	35.9%
																	39.4%

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

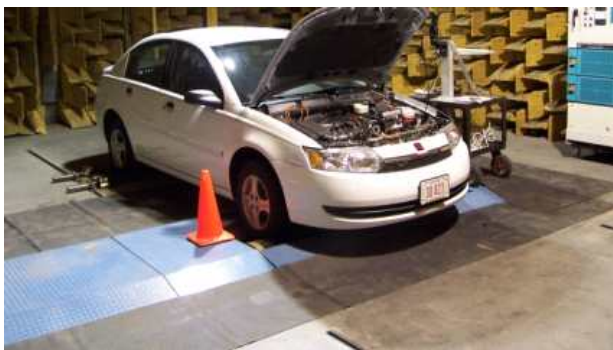
가. U.S Hybrid Corp.

- o 전기자동차 개조 전문 회사로, HMC와 장 기간 동안 연료전지자동차와 전기자동차 시험 개발에 협력한 경험이 있음
- o 축적된 배터리 연구 경험을 통하여 배터리 관련 많은 정보를 보유하고 있음
 - 경험과 자동차 산업의 안전성 책임 문제 관점에서, 좌/우의 구동 바퀴를 복수의 독립된 모터로 구동하는 문제는 기술적인 관점이 아닌 Fail Mode 에서의 안전 유지 관점에서 거의 사용 희박하다는 의견을 제시
 - In-Wheel Motor System의 경우, 차량의 직접적인 진동이 Motor/Cooling Circuit에 전달되는 형태에 좌/우 구동 바퀴가 독립적으로 구동되는 형태 이므로, 채용 가능성은 극도로 낮음
 - EV-1 차량 개발 프로젝트는 자동차 시장에서 쉽게 받아들일 수 없는 스포츠카 타입으로 개발되었기 때문에, 당시 CEO였던 Jack Smith씨가 기술력의 높은 성장 가능성에도 불구하고 EV-1 프로젝트를 전체로 폐기하게 됨
 - 이러한 경험을 토대로 Don Kang 부사장의 의견은 시장에 최대한 접근할 수 있는 차량 형태 선정에 심혈을 기울여야 한다고 제시
 - 이후, Hughes Electronics 출신 연구원 중심으로 차세대 Dolphin Powertrain System을 개발하면서 (EV-1 당시 Inverter 개발에 사용한 Power IC는 MOSFET을 직·병렬로 사용하여 전력 요구량에 대응) Hitachi 에서 개발하여 공급한 IGBT (6개 사용)를 처음 사용하여 Power Inverter를 생산
 - EV-1에서도 사용되었던 Inductive Charging System은 Dolphin System에도 사용 되었는데, 안전한 Inductive Charging 방식이 Plug-In Charging 방식 보다 훨씬 뛰어나다는 견해
 - 특히, 안전성 문제에 대해서는 탁월하기 때문에 가격 부담은 충분히 흡수 가능하다는 의견을 가지고 있음
 - 현재 Chevy S-10 Electric Vehicle Conversion Kit는 이 때 개발한 Dolphin Powertrain System을 기반으로 함
 - U.S Hybrid Corp. CEO인 Dr.Abas Goodarzi씨는 모터 분야에 상당한 실력자이며, Univ. of Wisconsin 출신의 엔지니어와 함께 SRM 개발을 주도하는 등 많은 경험의 소유자
 - 모터의 성능이 원하는 상태로 설계·제작되었다 하더라도, 실차 시험을 하게 되면 모터 성능 곡선과는 다르게 차량의 진동, 운전 성능, 기타 여러 가지 차량 특성들이 만족스러운 결과 값을 나타나지 않은 것이 대부분임
 - 모터의 회전축을 거쳐 구동력이 Drive Shaft를 지나 감속 기어 또는 차동 기어 등에 의해 바퀴에 전달되면서 발생하는 고유 진동 모드 변화와 운전자가 느끼는 감각이 모터 자체 시험으로 전혀 Tuning을 할 수 없기 때문에, 실차 상에서 모터의 성능 곡선 보정을 거쳐야 함

- 모터 제작도 중요하지만, 가장 중요한 핵심 문제는 모터의 제어 알고리즘을 효율적으로 확보하는 것
- 모터와 인버터를 일체화 시키는 개발은 최근에 각광 받는 연구 분야로써 Packaging 문제가 걸림돌 일 뿐, 냉각 문제 해결에 주목한다면 전혀 큰 문제가 되지 않음
- 4-Wheel Drive 혹은 In-Wheel Motor는 경험을 통해 부정적 입장을 취함

나. Center for Automotive Research at The Ohio State Univ.

- o 전기자동차 연구가 활발한 오하이오 주립대 내 자동차 연구 센터
- o 통상적인 형태의 Inverter에 사용되는 Boost DC/DC Converter를 사용하지 않는 신개념의 Inverter 설계와 시제품 제작 경험 보유
- o 또한, 1개의 고정자와 2개의 독립된 회전자가 존재하는 신개념의 모터 (Dual Mechanical Ports Motor, DMP Motor)를 설계하였고, DMP 모터를 사용하게 되면 현재 Toyota 방식의 Hybrid 시스템에서 사용되는 ECVT와 구동 모터를 일체형으로 구현 가능하게 되어 가격 절감 효과를 가져옴
- o ECVT는 매우 고가이며, 경우에 따라 공급이 제한적으로 이루어지는 경우가 있어, DMP모터의 상용화 가능성이 높음. 단, DMP모터 개발은 아직 초기 단계이지만 시제품을 제작하여 설계 개념이 정확하게 실현되는 것을 확인한 상황이므로 DMP모터 개발 성공에 확신을 가지고 있음
- o PHEV/EV Charger에 대한 Standard Charging System Interface는 SAE 규격집 J-1772에 상세히 기술되어 있고, 북미, 유럽, 아시아 지역 등에서 범용으로 사용 가능한 충전기를 제작하는 것이 바람직하다고 의견을 제시
- o 충전 시간에 따라 충전기의 용량이 정해지며 그에 따른 적절한 충전기 설계가 필요함
- o 목적에 따른 충전기가 Isolated 또는 Non-isolated Type 인지, 그리고 Power Factor Compensation(역률 보상 회로)이 구현되어 있는지 중요
- o 다양한 모터에 적용 가능한 범용성 Inverter는 원칙적으로 최적화가 불가



<그림> The Ohio State Univ. Dynamometer 실험

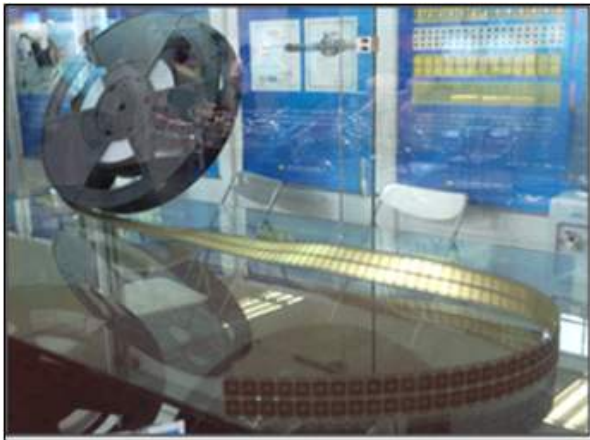


<그림> The Ohio State Univ. 실차 주행 시험

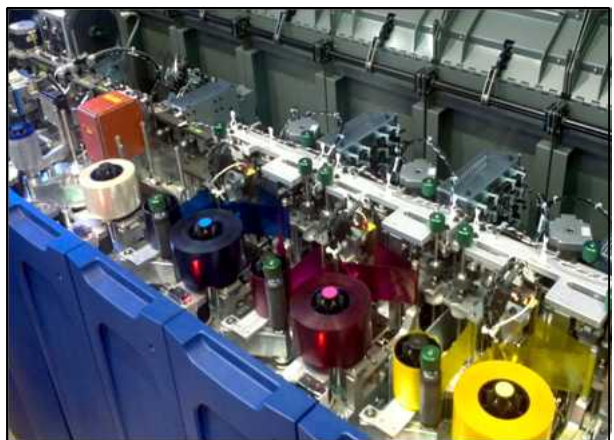
다. BDL5 통신 관련 기술동향 정보 (RFID)

o 수집내용 및 적용 방안

- RFID Tag 및 통신을 이용한 IC Chip 카드의 규격 및 제조방법에 대해 파악하였음
- 본 과제에서는 배터리 인식지점과 더불어 모든 Action에 따른 담당자의 ID를 수집하여 Database를 통해 관리하고 있음
- 담당자의 ID식별 및 권한 부여를 위해 IC Chip을 이용한 출입증, 사원증 등을 제작하여 널리 사용하고 있음. 특히, 아랍에미레이트(UAE)의 두바이에서는 자국민의 신분증(국내의 주민등록증 개념)에 IC Chip을 내장하여 개인정보 등을 Chip에 입력하여 사용하고 있음
- 국내에서도 신용카드와 체크카드 등에 IC Chip을 내장하여 저장 기능 외에 간단한 연산 등을 수행할 수 있으며 보안성을 확보할 수 있어 널리 사용되고 있음



<그림> Smart 카드에 사용되는 IC Chip



<그림> Smart Card 제조기계



<그림> 완성된 Smart Card



<그림 7.166> RFID Reader

- 위의 그림과 같은 제조기계의 인쇄과정을 통해 1분당 800여개의 Smart Card 생산이 가능하며, 낮은 불량률을 나타냄
- 기존의 RFID Reader들은 연결 가능한 안테나가 3~4개에 불과한 반면, 위 그림의 RFID Reader는 16개의 Input을 장착하여 기존의 Reader에 비해 더 많은 안테나를 연

결할 수 있으며, 이에 따라 RFID 시설구축에 따르는 구매 및 설치비용의 절감을 기대할 수 있음

- 또한, 안테나들이 하나의 Reader를 통해 연결되어 있어 뛰어난 호환성을 기대할 수 있음
- 다음은 저주파 대역용 RFID 스캐너 및 안테나로 기존의 Reader에 비해 크기를 작게 하고 회로를 단순화 시킨 점이 차별화 된 제품임
- 보다 작은 공간이나 제품에 사용이 가능하다는 장점이 있음



<그림> 저주파대역용 Reader

- o RFID용 모바일 Reader는 국내에서도 널리 사용되고 있으며, 최근에는 다양한 OS를 기반으로 한 모바일 Reader가 생산되고 있음. 다음 제품은 최근 스마트폰에 널리 사용되고 있는 Android OS기반의 Mobile RFID Reader로 뛰어난 호환성이 장점이며, RFID Reading이 필요한 어플리케이션 개발이 가능함. RFID외에 내장된 카메라를 통해 1D, 2D 바코드의 인식도 가능함

o 시사점

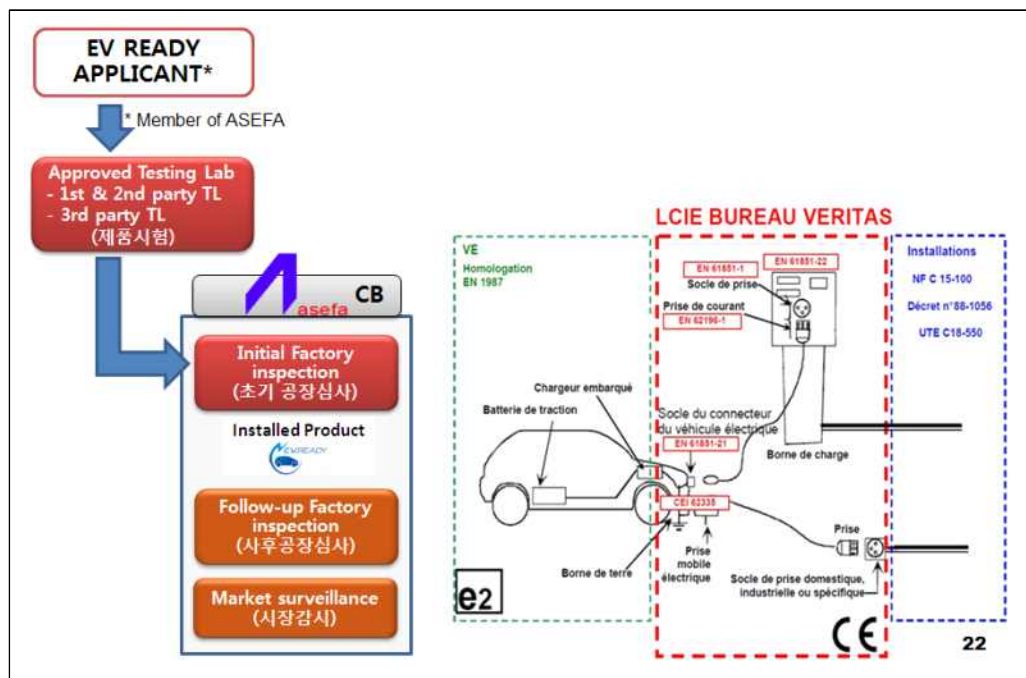
- Smart card 및 RFID의 장비 등을 실질적으로 견학함으로써 RFID사용범위를 확인하였으며, 본 과제에 대한 적용 방안 가능성에 대해 분석함.
 - 기존의 사용범위보다 보다 확장된 RFID의 사용
 - Smart card 및 RFID의 실질적인 응용에 대한 고찰
- Mobile Application을 통한 앞으로의 기술 동향 파악 및 본 과제의 향후 개발 시스템에 대해 연구하였음.
 - 간소화된 장비를 통해 보다 쉬운 접근성 제공

- Application 개발을 통해 Hardware의 보편적 활용 활성화
- 누구나 개발 가능한 Application Tool제공으로 다양한 분야에서 응용 가능
- 보편적인 OS를 제공하는 Mobile Reader의 이용을 통해 모바일 작업환경 구축 가능
- RFID의 제조 공정 및 기타 부품들의 사용 용도에 대한 이해 및 EV배터리에 사용하게 될 RFID의 종류, 주파수, 관리 방법 등에 대해 비교하였음.
- RFID 모듈의 발전 방향에 대한 고찰
- 기존에 개발된 RFID 모듈에 대한 이해 및 적용 방안
 - 기존의 제품에 비해 기능이 개선된 새로운 모델의 확인을 통한 Process 보완 수행 및 가능한 데이터 수집 범위에 대한 연구

라. 전기자동차 충전관련 표준

o 유럽의 EV Ready

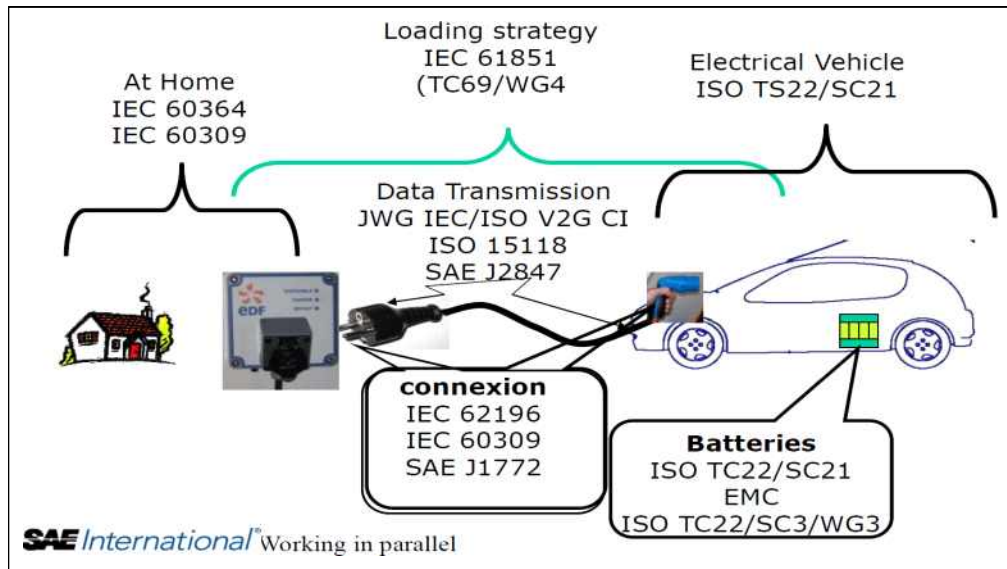
- 운용취지: One Certification Body and Homologated Test lab.
- 인증목적: Satety, Performance, Durability, Interoperability
- 인증구분: 가정용 및 공공용 구분(충전모드 3, 3.5kVA~22kVA)
- 인증규격: IEC 61851, SAE J 1772, 르노삼성 자체 규격



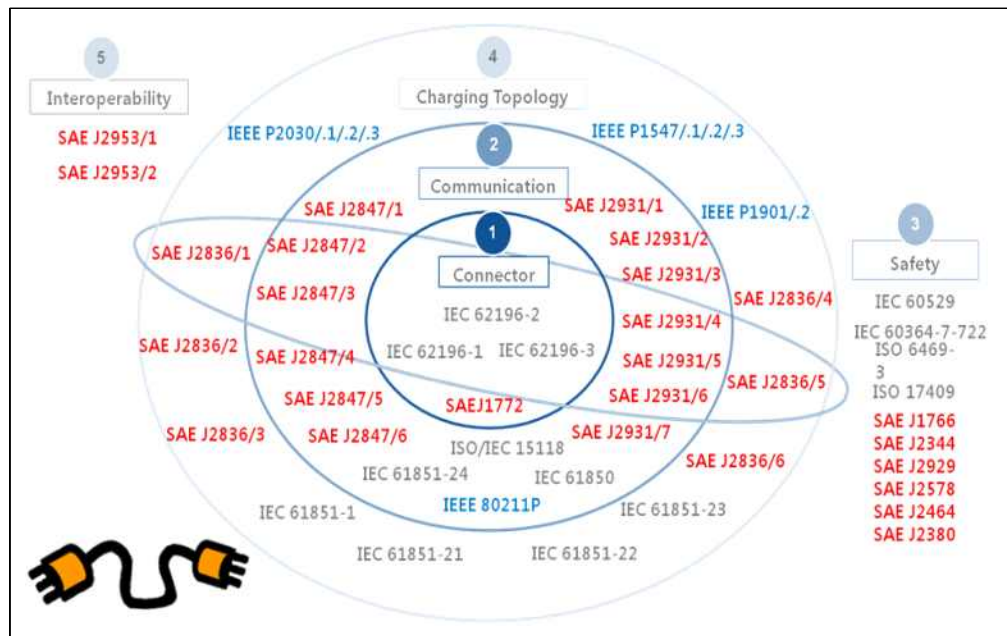
<그림> ZER 인증 제도

- o 전기자동차 관련 국제표준은 크게 IEC, ISO에서 추진하고 있으며, IEC에서는 TC 69 및 TC 21, SC 21A, SC 23H에서 전기자동차 표준을 다루고 있음
 - TC 69는 전기자동차 및 전기 산업용트럭을 다루는 위원회로 구성되어 있음
 - TC 21은 이차전지 및 배터리를 다루는 위원회로 구성되어 있음
 - SC 23H는 산업용플러그 및 소켓-아웃렛을 다루는 위원회로 구성되어 있음.

- ISO TC 22/SC 21은 전기자동차의 구조적 특성 및 안전, 배터리를 다루는 위원회로 구성되어 있으며, 또한 IEC TC 69와 공동으로 ISO/IEC 15118이라는 통신 인터페이스 표준화를 진행중임

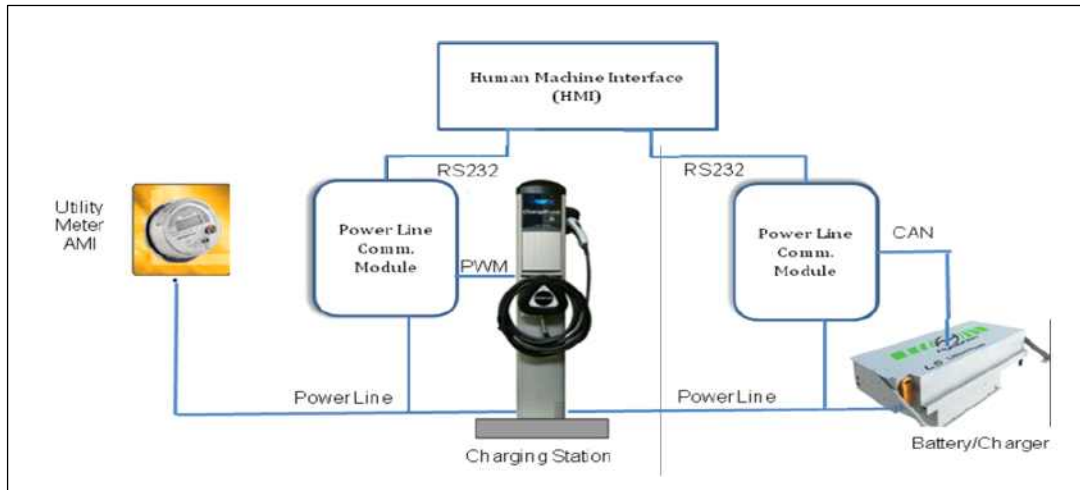


<그림> 충전인프라 표준화 개요



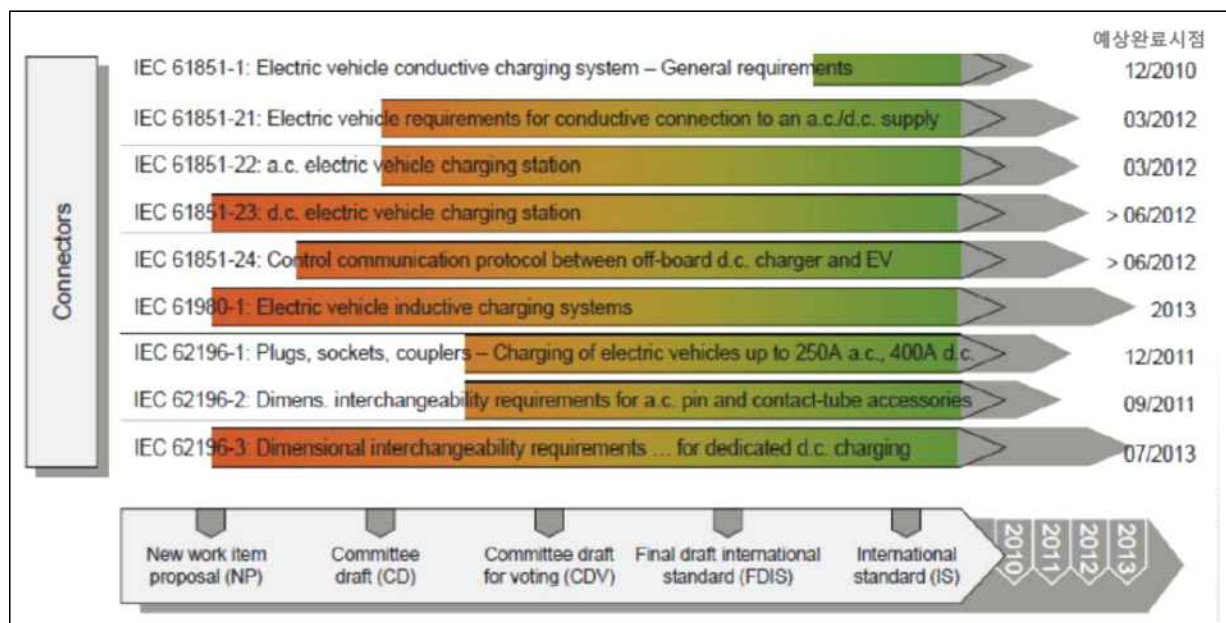
<그림> IEC의 표준화 체계도

- 전기자동차 충전기와 전기자동차 차량 간 물리적인 결합은 SAE J 1772, 충전을 위한 통신프로토콜은 SAE J2836과 SAE J2847이 적용되며, 전력망과 전기자동차 차량간 통신은 SAE J2931과 SAE J2953이 적용됨

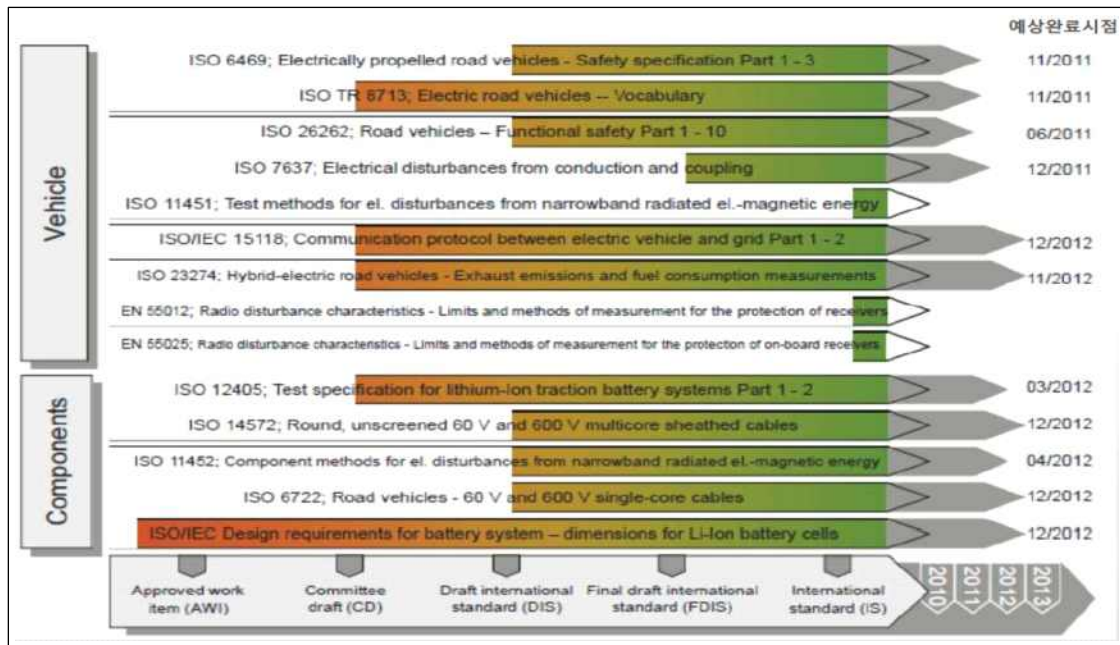


<그림> PNNL의 V2G Communication Test Bench

- 현재 전기차 및 충전기 시스템의 표준화 작업은 ISO(International Standard Organization)와 IEC(International Electrical Committee)의 협력을 통해 주도되고 있음
- 전기차 전장품 및 충전 인프라의 경우 IEC에 의해 표준화가 진행되고 있다. 충전기의 경우 IEC에 의해 주도되고 있으며 표준화 진행 현황은 아래와 같음



<그림> 충전장치 관련 국제표준(ISO,IEC) 제정 진행상황

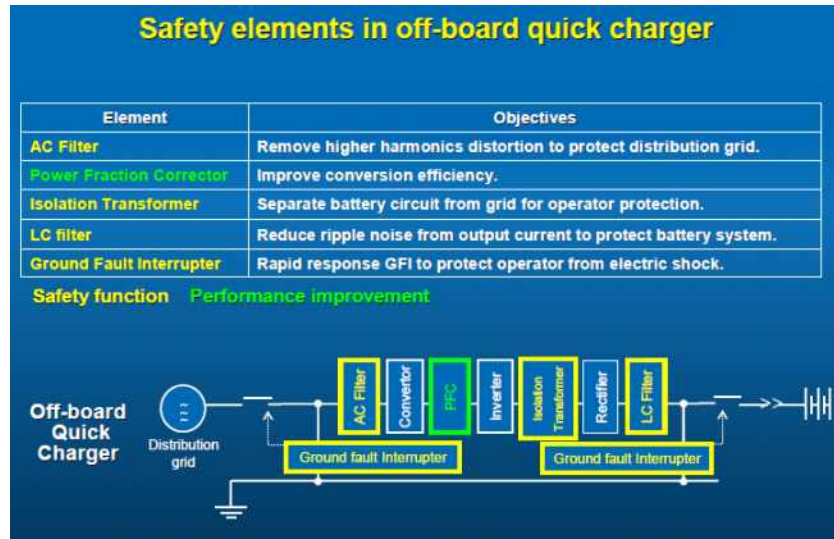


<그림 > 차량시스템 관련 국제표준(ISO,IEC) 제정 진행상황

표준 번호	표준명	단계
IEC 61851-1	Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements	2010 개정
IEC 61851-22	Electric vehicle conductive charging system - Part 22: AC electric vehicle charging station	위원회 초안
IEC 61851-23	Electric vehicle conductive charging system - Part 2-3: D.C electric vehicle charging station	위원회 초안
IEC 61851-24	Electric vehicle conductive charging system - Part 24: Communication protocol between off-board charger and electric vehicle	예비 단계
IEC 62196-1	Plugs, socket-outlets, vehicle couplers and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: Charging of electric vehicles up to 250 A a.c. and 400 A d.c.	초안 투표
IEC 62196-2	Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories	초안 투표

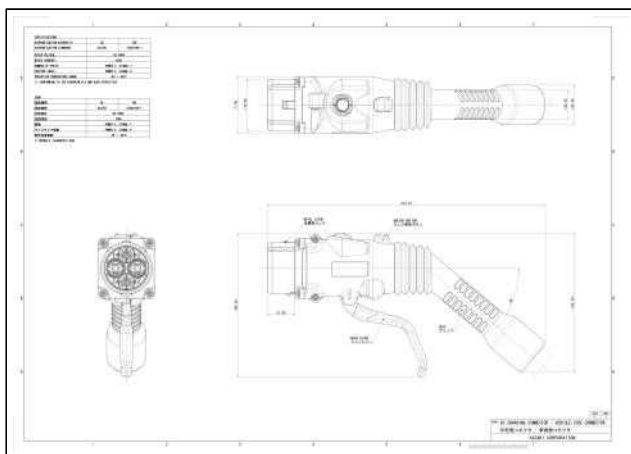
<표> 전기자동차 전장품 및 충전 인프라 관련 표준안

- o 일본은 CHAdeMO를 중심으로 일본의 충전인프라 표준안을 완성하고, 회원사인 Hasetec, Takaoka, Takasago, Nittetsu Elex사 등에서 급속충전기를 개발하여 충전인프라 사업을 활발히 진행하고 있음

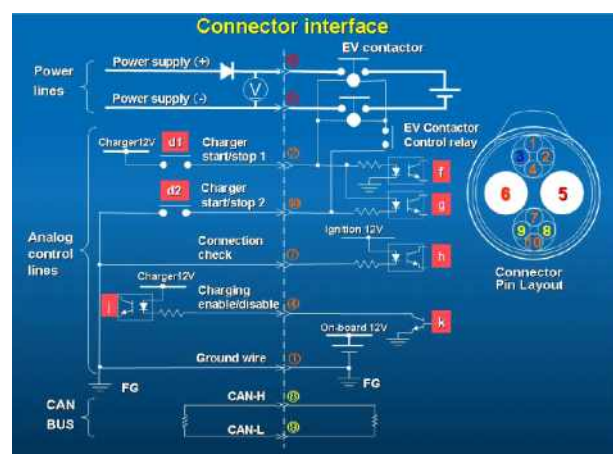


<그림> 일본 CHAdeMO 충전기 전기안전 기준안

- o 급속/완속 충전인터페이스의 경우 일본은 Yazaki사 및 스미토모사를 중심으로 기술 개발이 진행 되고 있으며 야자키 사의 경우 Level 1&2, Level3의 제품이 개발되어 일부 Toyota RAV4, Prius PHEV 데모 차량 및 Mitubishi I-MiEV 차량 등에 적용됨



<그림> JEVs규격 충전커넥터(아우렛)



<그림> 일본 CHAdeMO 충전인터페이스 구성안

제7장. 연구개발성과의 보안등급

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

◦ 연구실 안전조치 이행계획

- 연구소 비치 및 준수

- 연구소에 안전관리 규정을 비치하고 과제참여자들에게 규정 숙지를 위한 교육을 정기적으로 실시

- 연구소 안전점검 체계

- 안전관리담당자를 지정하여 매일 실험 시작 전 일일안전점검을 실시하며, 전담부서에서 정기적으로 시행하는 각종 안전점검에 성실하게 임하여 안전 확보를 도모

일상 점검	정기 점검	정밀 안전 진단
주관 : 개발팀장	주관 : 전담 부서	주관 : 전담 부서
주기 : 매일 1회	주기 : 연 1회	주기 : 2년 1회

- 교육 훈련

- 신규 연구 활동 종사자 : 전문기관에 의뢰하여 위탁교육 실시 (교육이수증 확보, 신규 교육 - 8시간 이상)
- 기존 연구 활동 종사자 : 자체 안전교육 및 온라인교육 활용

- 보험가입

보험명	보 상 내 용	대 상	주관부서
4대 보험	4대보험 보상 기준	전직원	경영관리팀

-

- 산업안전보건법상 특수건강검진대상 유해인자를 취급하는 과제참여자에 대하여 일반건강검진과 특수건강검진으로 구분하여 건강검진 실시

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	특허	배터리관리시스 템(BMS) 및 인증 서버에서 배터리 인증을 위한 방법 및 장치	피엠그 로우		대한민국		2014.12.16. (출원)		출원
2	특허	배터리 관리 시스템 및 이를 탑재한 전기자동차	피엠그 로우		대한민국		2014.12.16. (출원)		출원
3	특허	전기 자동차의 배터리 팩	피엠그 로우		대한민국		2015.01.28. (출원)		출원
4	특허	배터리 팩 지지 블록 및 이를 포함하는 배터리 팩	피엠그 로우		대한민국		2015.01.28. (출원)		출원
5	특허	전기 자동차 배터리 팩 커넥터	피엠그 로우		대한민국		2015.12.18. (출원)		출원
6	특허	배터리 팩 온도 관리 방법 및 장치	피엠그 로우		대한민국		2016.05.30. (출원)		출원

제11장. 기타 사항

제12장. 참고 문헌

기술소개자료(SMK : Sales Material Kit)

배터리 자동교환형 전기버스용 배터리 팩

□ 기술개요

기존의 전기자동차 충전에 소요되는 충전 대기시간과 전기자동차 확산에 가장 큰 걸림돌인 1회 충전 운행거리의 제약문제를 기술적으로 극복한 배터리 교환형 전기버스에 적용되는 배터리 팩 제조/제작 기술

□ 기존 기술의 문제점

- ① 급속충전이라 하더라도 최소 20~30분이 소요되는 충전대기시간
- ② 완전충전 후 1회 충전 운행거리가 아직 200Km 이내로 내연기관 대비 짧음
- ③ 배터리 과사양 설계로 인한 제조원가 상승 및 제작공정이 복잡함
- ④ 배터리 관리 시스템 자체의 추가적인 안전기능 보강 및 원격 관리기능 부재

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

- 충전대기 시간 없음 - 40초 이내 배터리 교환 완료
- 운행거리 제약 없음 - 전기버스 운행 코스에 따라 교환소 설치
- 50kW급 대형 배터리 최초 구동축전지 안전성 시험 통과

기술적효과

전기자동차 보급 확산
교환형 배터리 기술 선도
전기자동차와 배터리를 구분하는 인식의 변화

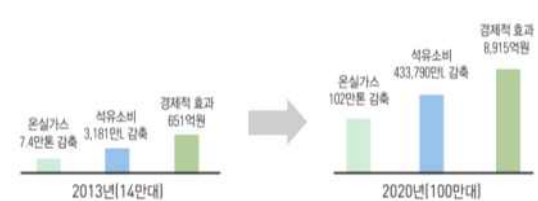
- 당사가 개발 보급중인 교환형 배터리 기술이 확산될 경우 보급 확산에 가장 큰 걸림돌로 작용중인 충전소요시간과 짧은 운행거리 이슈의 해소가 가능
- 교환형 배터리에 대한 기술경쟁력 확보를 통해 각 부품이 사용되는 산업 분야에 대한 생산성 향상은 물론이고 교환형 배터리 보급에 따라 전후방으로 관련된 다양한 사업들의 활성화를 통해 국가적 차원의 경쟁력 제고 가능
- 전기차와 배터리를 구분하여 인식하는 시장을 형성하여 나아가 전기차 구매비용 감소시키는 것이 가능



경제적 효과

전세계 에너지소비의 20%를 차지하는 수송분야의 온실가스를 감축에 일조
환경개선의 이점과 경제 부가가치 창출
전기자동차 폐배터리 처리 문제 해결

- 2022년 전기자동차 보급률이 44%에 달하면 석유에너지 사용량은 약 200천 toe 만큼 감소될 것으로 전망
- 2020년까지 친환경차 100만대 보급 목표 달성시 온실가스를 연간 102만톤 감축하는 환경개선 효과와 함께 석유소비 절감 등을 통해 연간 9천억원의 경제적 효과를 보게 될 것으로 전망
- 전기자동차 시장 확대에 따라 2020년 이후 폐배터리가 급격하게 증가할 것이며, 이에 대한 재사용 및 재활용 기술에 대한 관심 증대되고 있음



<친환경 자동차 시대의 기대효과, 2014.11(환경부)>

□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

- 포항시 배터리 교환형 전기버스 시범사업 MOU체결(2013. 11월)
- 포항시 전기버스 배터리 리스사업 우선협상대상자 선정(2015. 09월)

기술내용

미리 충전된 배터리를 80초 이내에 신속히 교체 함에 따라 끊김 없는 연속 주행 가능



□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
■ 피엠그로우	■ 포항시, 김포시 등 지자체
■	■ 시내버스 운수업체 ■ 신안여객

권리현황

지식재산권 기재

- 국내 특허출원 6건

특허명	특허번호	비고
■ 배터리 팩 온도관리 방법 및 장치	10-2016-0066116	출원
■ 전기자동차 배터리 팩 커넥터	10-2015-0181697	출원
■ 전기 자동차의 배터리 팩	10-2015-0013567	출원
■ 배터리 팩지지 블록 및 이를 포함하는 배터리 팩	10-2015-0013576	출원
■ 배터리 관리 시스템 및 이를 탑재한 전기자동차	10-2014-0181500	출원
■ 배터리 관리시스템(BMS) 및 인증 서버에서 배터리 인증을 위한 방법 및 장치	10-2014-0181449	출원

□ 추가기술정보

기술분류

- ☐ 기술개념확립
- ☐ 연구실환경검증
- ☐ 시제품제작
- ☐ 실제환경검증
- ☐ 신뢰성평가
- ☒ 상용품제작
- ☐ 사업화

기술수준

시장전망

국내 운행버스 대수는 약 44천여대
국내 시내버스를 전기버스로 100
교체시 배터리 팩 잠재시장 규모
5조 7천억원

□ 문의

관리자
- 국토교통과학기술진흥원
성과활용실(031-389-6000)
- techbiz@kaia.re.kr

연구자

피엠그로우
김광섭 과장
010-3202-9629
ks.kim@pmgrow.co.kr

홍보 브로슈어

Battery Swapping e-Bus System

배터리 자동교환형 전기버스 시스템



S.E.BUS는 Smart Electric Bus 의 약자로 세계최초 배터리 자동교환형 전기버스의 운영과 관리를 서비스하는 피엠티오의 대표 브랜드 입니다. 국내·외 시장 발굴 및 마케팅·홍보 / 지방자치단체 영업 및 사업 제안 / 배터리 자동교환형 전기버스 관련 서비스 개발·수급·공급 등 전기버스 사업 관련 부대사업 일체를 서비스하고 있습니다.

개요

Overview

버스 운행 중 배터리가 방전되면 정류소에 진입하여
배터리를 자동으로 교환하고 운행을 계속하는 전기버스 시스템으로
기존 플러그인 충전식 전기버스의 1회 충전 운행거리 한계를
기술적으로 극복



특장점

Features

3無 System

1無

충전 대기 시간 無

사전에 미리 충전된 배터리로 승객의 승·하차 시간을 이용하여 교체함에 따라 충전 대기시간이 필요 없음

2無

운행 거리 제약 無

신속하게 배터리를 교환하여 운행하므로 운행 거리의 제약이 없음

3無

충전 인프라 제약 無

기존 노선 위의 버스 경류장에 무인 자동 교체로 인건비 절감 효과 및 별도의 충전인프라 구축이 필요 없음



선진성

세계 최초 배터리 교환형 전기버스 시스템 개발 및 실증



다양성

공공, 민간 등 수익성을 담보하는 다양한 비즈니스 지원 서비스



통합성

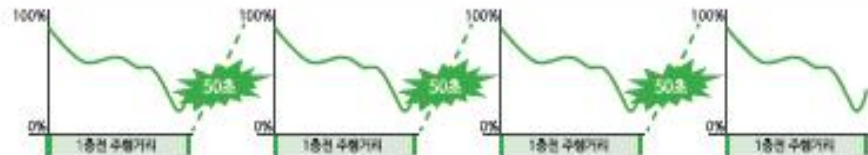
버스, 배터리, 교환소, 관제센터 토탈 솔루션 기반 서비스 제공



확산성

지자체별 대중교통 및 서를을 중점으로 확산 사업화

배터리 자동교환형 전기버스 VS 플러그인 전기버스

교환형
전기버스플러그인
전기버스

구성 Configuration



자동 배터리 교환/충전시설

- 배터리 탈착과 장착을 각각의 로봇이 전담하여 수행
- 교환소내 2대의 로봇 설치
- 최대 50초 이내 배터리 교환
- 비전카메라시스템을 이용해 3초 이내 교환 위치 확인
- 견인가이드 시스템, 와이어로프 파단감지 시스템 등으로 교환시 안전성 보장



배터리 자동교환 전기버스

- 2세대 배터리 교환형 전기버스
- 복합소재차체 사용으로 중량감소 및 내부식성 향상
- 동결방지를 위한 실린더 구동식 Wing-type 상부 개폐도어
- 비상시 충전구를 통한 충전가능



교환형 배터리 팩

- 51kWh급 교환형 배터리
- KATRI 7개 항목 안정성 통과
- 배터리 관리 시스템을 통한 충방전 제어 및 예러방지로 사용수명 연장
- 배터리 운영관리시스템을 통해 균등한 성능 관리 가능
- 노후 배터리 ESS 활용 가능



통합 관계 운영 시스템

- e-Bus Server : 버스 운행, 배터리 사용 관리
- BSS Station Server : 버스 진출입 배터리 교환 진행 및 이력 관리
- BSS Agent : 배터리, 교환 로봇, 충전기, 버스 도어 등 교환 프로세스 제어
- Total Monitoring System : 버스 운행 및 교환 실시간 관제

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 2014년도 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.