

스마트단지 전기차 무선 충전 솔루션

2019. 08. 19.

KAIST (주) 와이파워원



목 차

1. 기업소개	-2-
2. 배 경	-6-
3. 문제점	-9-
4. 솔루션	-16-
5. 핵 심 기 술	-22-
6. 기술개발 현황	-26-
7. 기술의 우수성	-29-
8. 도입 및 운행 사례	-32-
9. 기술 적용 추진 전략	-34-
10. 미래 교통의 모습	-36-
11. 사업추진 현황	-37-
12. 해외 스마트 시티 추진 현황	-45-
13. 국내 스마트 시티 추진현황	-47-
14. 제주 스마트 단지 적용	-51-
부록 A. 무선충전의 장점	-60-
부록 B. 회사 주요 제품	-66-
부록 C. 경쟁사 기술 분석	-76-

1. 기업 소개 - 현황

기업명	• 주식회사 와이파워원 (http://www.wipoerone.com)		
대표자	• 김제우	설립일	• 2018.02.12.
CTO	• 조동호 교수(KAIST 전기 및 전자공학부)		
주요제품 /주력사업	<div> <ul style="list-style-type: none"> • 승용차용 무선충전 시스템 • 버스용 무선충전 시스템 • SI 및 유지보수  </div>		
소재지	<ul style="list-style-type: none"> • (본 사) 대전 유성구 문지로 193 진리관 106호 • (연구소) 대전 유성구 문지로 193 진리관 301호, 302호 • (Tel) 042-350-6683 (Fax) 042-350-6689 		
직원수	• 총 12명(기술직 9명, 경영직 3명)		
지식재산권	• KAIST와 기술실시 계약(전용실시권 19건, 통산실시권 35건) 체결: 2018.03.26.		
기타사항	<ul style="list-style-type: none"> • 기업부설연구소 인증(한국산업기술진흥협회장) : 2018.12.27. • 벤처기업 인증(기술보증기금) : 2019.02.14. 		

1. 기업 소개 : 사업방향

➤ 사업목적

- KAIST에서 개발한 무선충전 기술을 사업화하여 무선충전시스템 및 제품 생산을 통해 미래 친환경 전기차 선도
- 자율 주행, 무인셔틀 등 미래 신교통분야에 무선충전기술 확대
- 통신, 토목 및 신소재 분야 등 다양한 산업군과의 융합하여 사업 범위 확장 및 일자리 창출

➤ 사업추진 방향



- 버스, 트럭, 택시 등 대중 교통 시스템의 무선충전 사업

- 항만물류, 공항물류, 철도, 트램, 1인 수송 시스템의 무선충전 사업

- 로봇, 가전기기, 정보기기, 휴대기기의 4차 산업의 무선충전 사업

- 스마트 도로 및 신교통 플랫폼 등 첨단 교통 시스템 사업

1. 기업 소개 : 수익모델

➤ 수익모델

인프라 구축 및 유지관리

- 충전기 설치 공사 수행
- 충전인프라 설치
- 시스템 엔지니어링



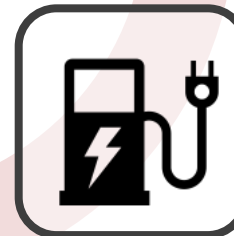
충전 인프라 판매

- 유무선 겸용 충전기 판매
- 무선충전 모듈 판매
- 무선충전 전기버스 Integration



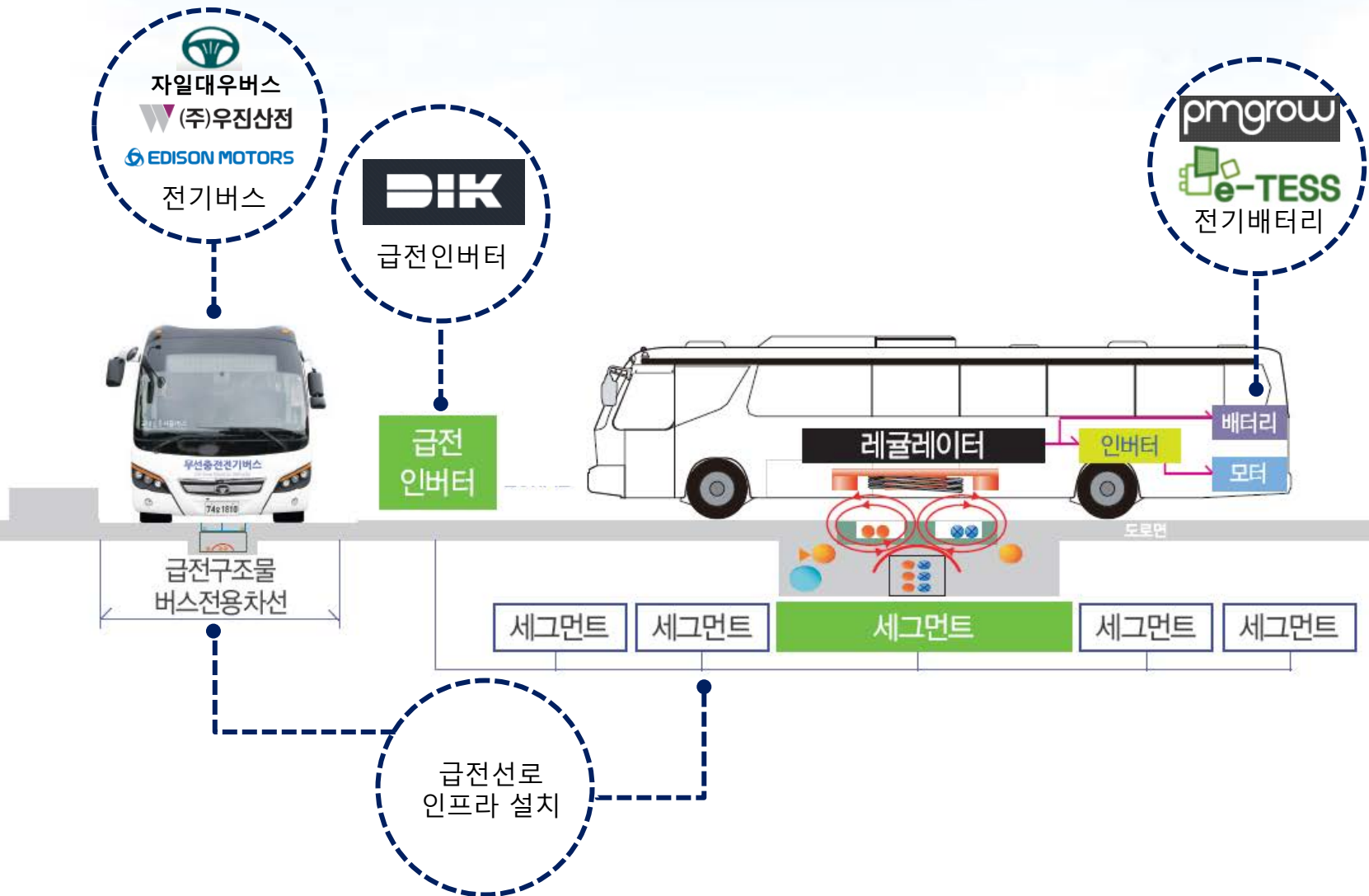
충전 부가서비스

- 운영 시스템 구축
- 전기충전 과금 및 모니터링 등 운영 서비스 제공



1. 기업 소개 : 사업개발 파트너 현황

➤ 사업개발 파트너십 현황



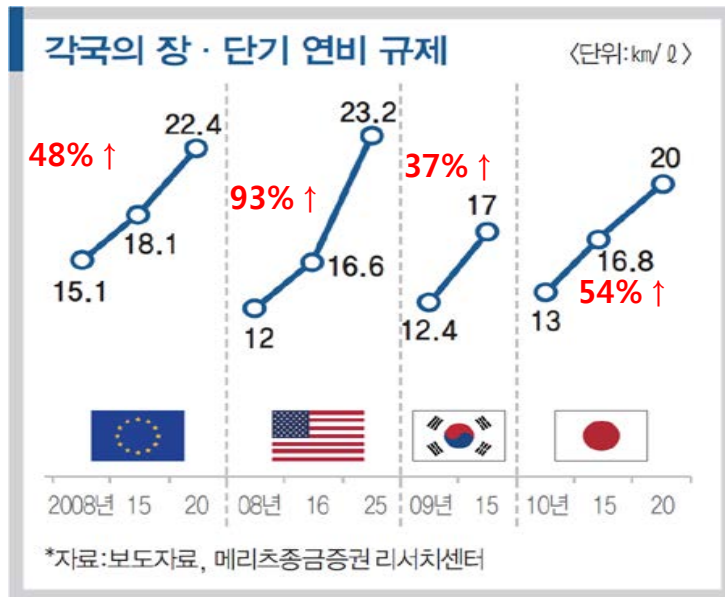
2. 배경 : 사업 추진 배경



2. 배경 : 전기자동차 시장 동향

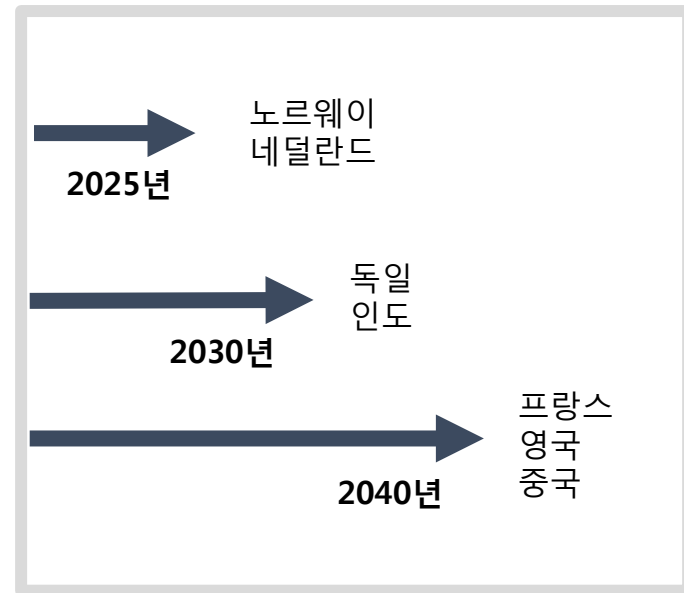
➤ 친환경 기조에 따라 전세계 정부는 친환경 자동차의 생산을 장려

각국의 연비 규제



지난 12년간 연비 규제를 통해 50% 이상의 연비개선 요구

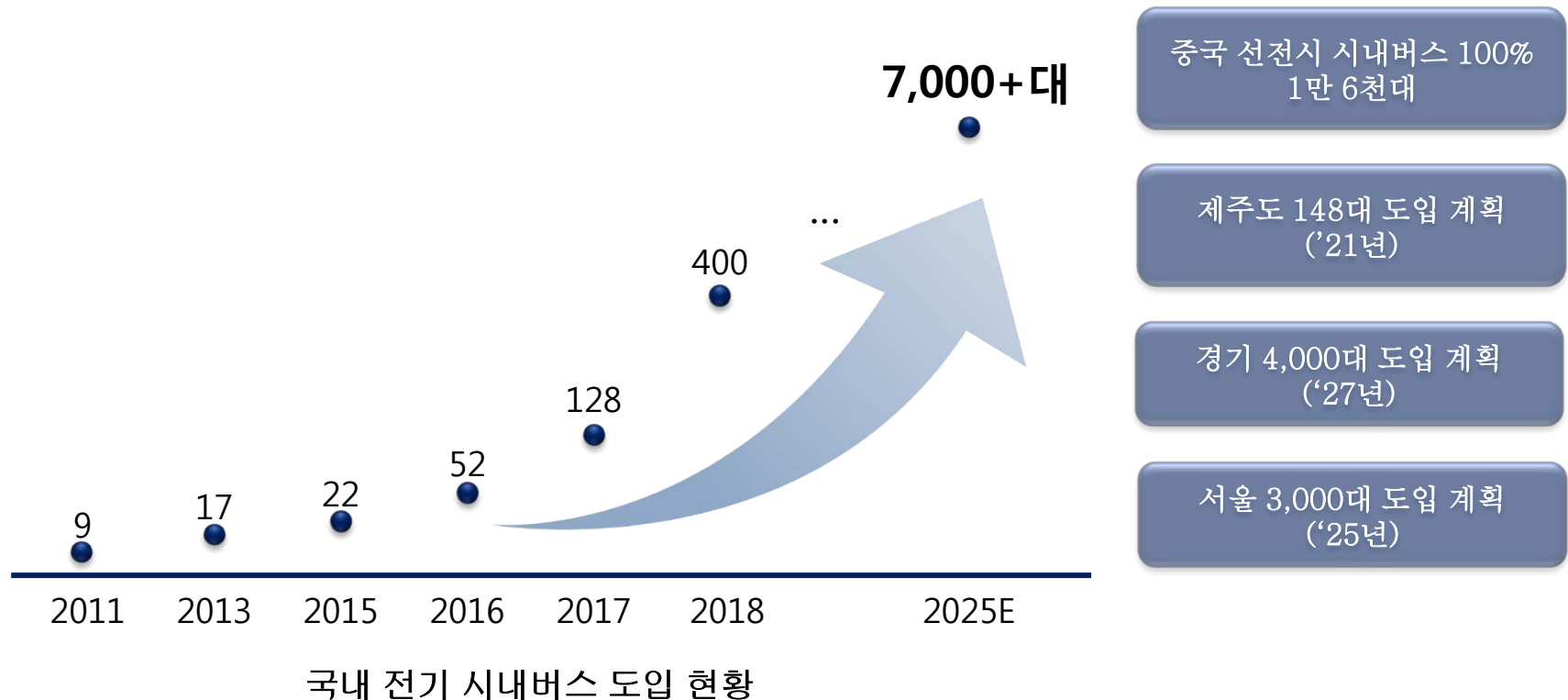
내연기관 차량 판매 금지



내연기관 승용차 판매 금지 조항으로 친환경자동차 생산 촉진

2. 배경 : 전기자동차 시장 규모

- 현재 계획에 따르면 앞으로 4년 후('23년), 전세계 전기버스는 연 100만대로 성장
- 국내의 경우, 2025년까지 7,000대 이상의 시내버스를 전기버스로 전환



3. 문제점 : 유선충전의 안전문제와 불편함

➤ 전기차 유선충전기의 안전사고 문제 발생

- 기존 유선충전시 외부환경 더위, 추위, 강우 등에 영향을 받음
- 특히 플러그가 외부에 노출되어 있어 접촉부분의 마모, 이물질 발생으로 폭발 · 감전 위험

외부환경에 노출된 유선충전기



외부환경에 노출된 유선충전기

전기차 충전 중 감전사고...안전장치도 대책도 없었다

SBS 뉴스, 2018.04.17



충전 도중 '깡' ... 대구서 전기차 충전기 부품 폭발

국민일보, 2018.07.05



3. 문제점 : 유선충전으로 시내버스 운영효율 감소

➤ 기존 유선충전 방식으로는 시내버스를 하루 종일 운행할 수 없음

300km

시내버스 일평균
주행거리



280km

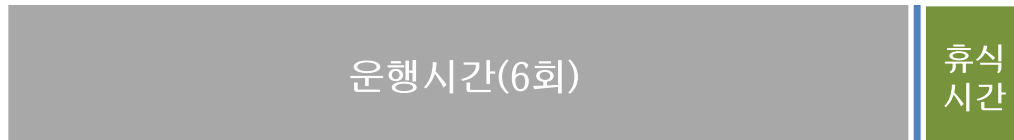
국산 전기버스
완충시 주행거리



170km

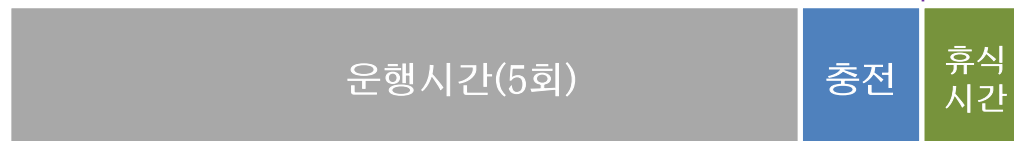
실질 주행거리
에어컨, 히터 가동시
주행거리 60% 감소

디젤버스



3분 → 72분
(약 24배)

전기버스



추가 전기버스 구비 필요

20%

더 많은 버스

1,400대

2025년까지
7,000대 기준

6,300억

추가 버스구매
비용

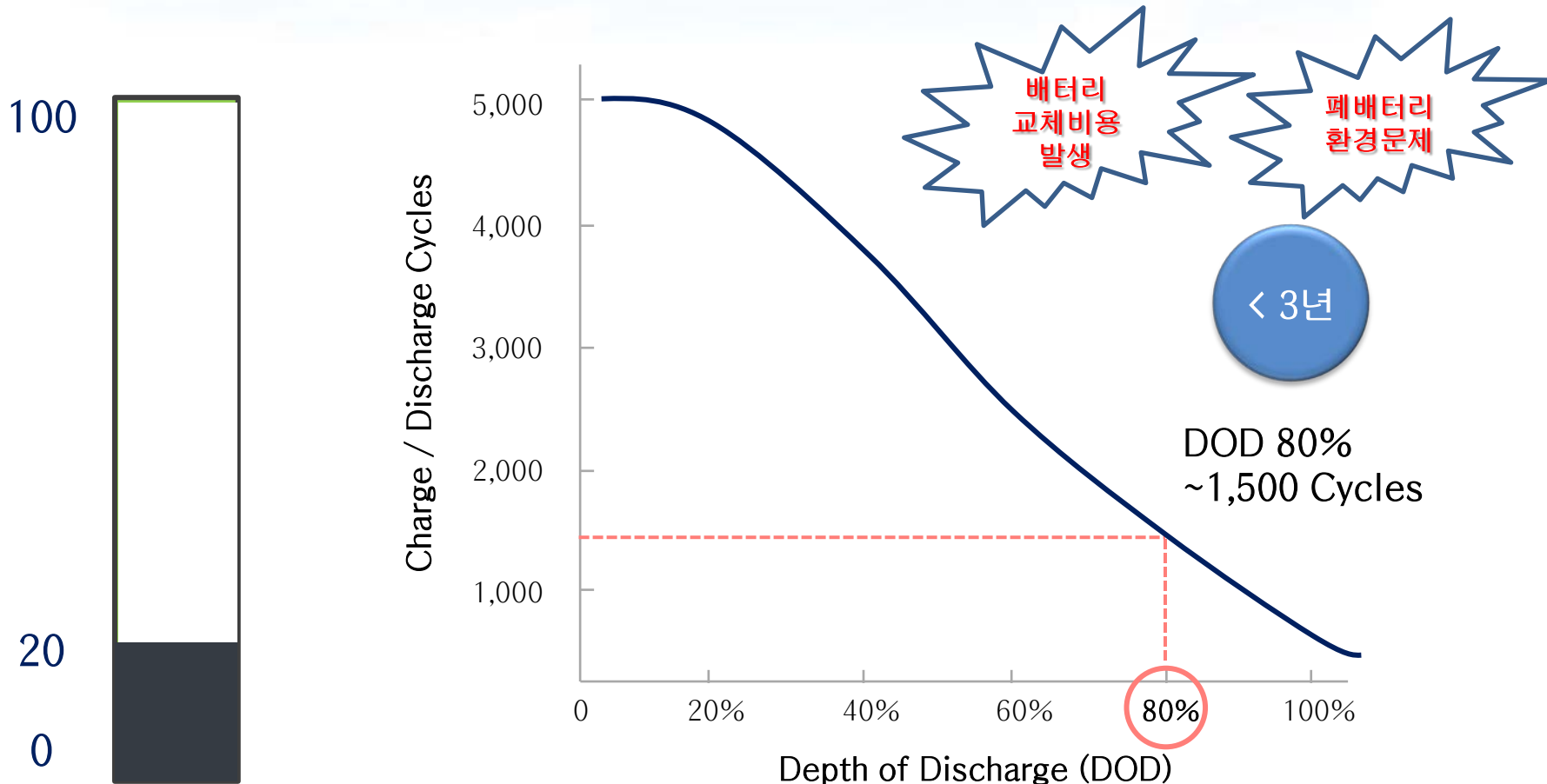
*국산 전기버스 중 최장거리. 현대 일렉시티 기준

** 외부 온도가 낮을 때와 HVAC 을 가동할 때 전기차의 주행거리는 60%로 감소함

3. 문제점 : 간헐적 충전시 배터리 효율 감소

➤ 리튬이온 배터리의 특성상 완충과 방전을 반복할 수록 배터리 효율이 낮아짐

- 배터리 잔량이 20%일 때 충전 사용시, 배터리의 수명은 3년에 불과함



리튬폴리머배터리, 1C 충전 기준

3. 문제점 : 미래 자동차 기술 적용시 유선충전의 한계(1/2)

➤ 전기차 증가와 자율 주행과 무인 주행이 도입될 수록 충전 자동화 추진 필요

- 4차 산업혁명 기술이 인프라에 도입되면서 교통과 물류 분야에 새로운 패러다임 제공

미래자동차 2030년 생산/판매 전망

	2017년	2020년	2030년	비 고
세계 자동차 생산*	9,446만대	9,877만대	11,460만대	매년 1.5% 증가
전기차	122만대 [1.5만대]	345만대(약 3.5%) [14만대]	2,100만대(약 18%) [84만대]	예측기관 중간값 [생산량의 4%]
수소자동차	3,652대(2016년) [1,387대]	16,602대(2022년) [1,509대]	73,441대 [3,300대]	- [생산량의 4%]
자율주행자동차	운전자보조	특정상황 운전자 개입	완전자율주행	자율주행 수준
	-	5.1만대 (약 0.5%)	450만대(약 4%)	-

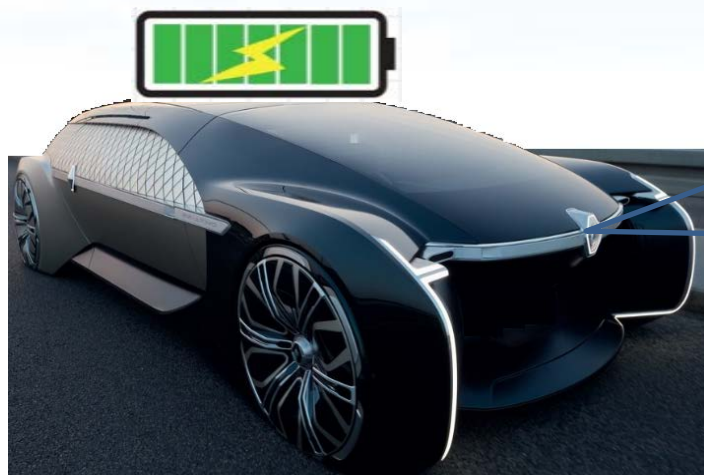
주 : * 상용차 제외, ()전체생산 대비 비중, [] 한국계 생산/판매 대수
자료 : IHS, 블룸버그, Continental Automotive, 환경부



< 자율주행 미래 수송 이미지 >

3. 문제점 : 미래 자동차 기술 적용시 유선충전의 한계(2/2)

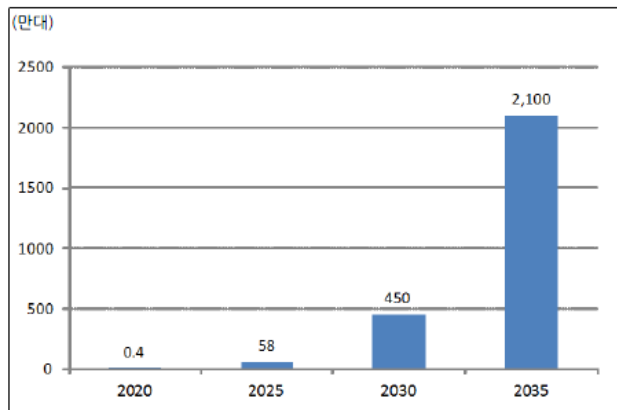
- 친환경 전기차의 보급 및 차량의 공유와 함께 자율/무인 기술 도입으로 기존 사람이 직접 충전하는 유선충전 방식으로는 기술 적용 한계 발생



주행은 무인, 충전은 유인?



L4-5 자율주행차 생산 전망



자료 : IHS(2016)

자율주행차 기술발전 전망



자료 : PwC(2016)

3. 문제점 : 유선 충전의 대안

➤ 배터리 교환 방식 및 상부가선 방식

배터리 교환



- 스테이션 기계가 자동으로 배터리 교환
- 충전 과정 생략, 4분만에 교환 가능

상부 가선 방식



- 트롤리와 같은 급전 케이블 접촉 방식
- 슈퍼캐패시터 사용으로 초급속 충전 (1분)

* 다른 전기 수송수단(승용차, 트럭, Tram등)과 충전 인프라의 공유가 안됨

* 배터리팩 구비 비용 부담, 엔지니어링 정합성 부족

4. 솔루션 : 무선충전 시스템 도입

- ◆ 도로에 급전선로를 설치하고 전기버스에는 집전장치를 장착하여 자기공진 방식으로 대용량의 에너지를 무선으로 고효율 전송



안전성

접촉부분
외부 미노출

자율충전

자율주행 기술
적용에 적합

운영
효율성

별도의 긴 충전
시간 생략

배터리
수명

도로 위에서
언제 어디서나 충전

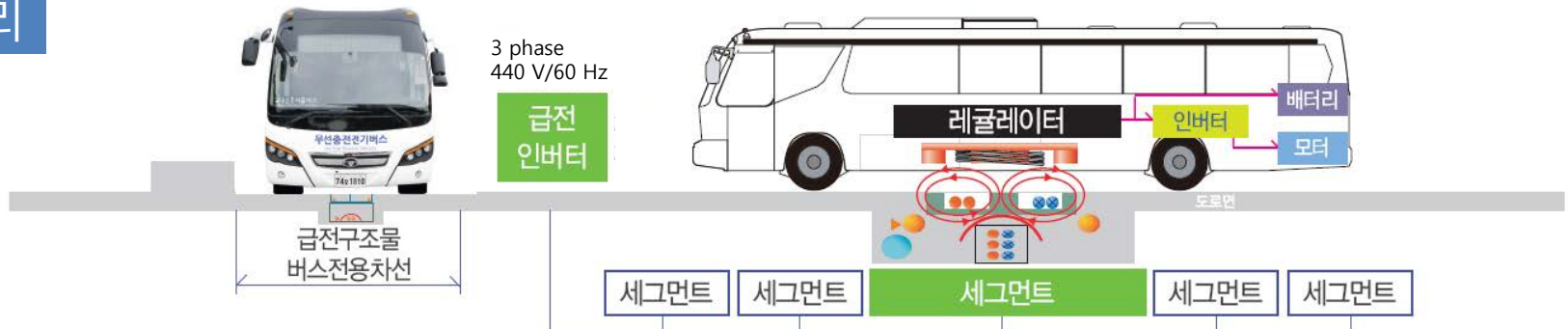
4. 솔루션 : 무선충전 시스템 운행 개념

◆ 주차장 또는 도로에 설치된 충전장치로부터 무선으로 전력을 공급 받아 운행

개념




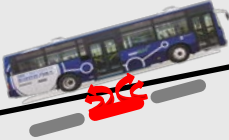

원리



4. 솔루션 : 무선충전 시스템 운행 패턴

◆ 무선전력전송 전기버스의 운행 패턴은 크게 급전구간 운행과 비급전 구간 운행으로 구분

- 급전구간에서는 정차 중 및 주행 중 충전을 통해 차량을 구동하며, 비급전 구간에서는 배터리를 통해 차량 구동

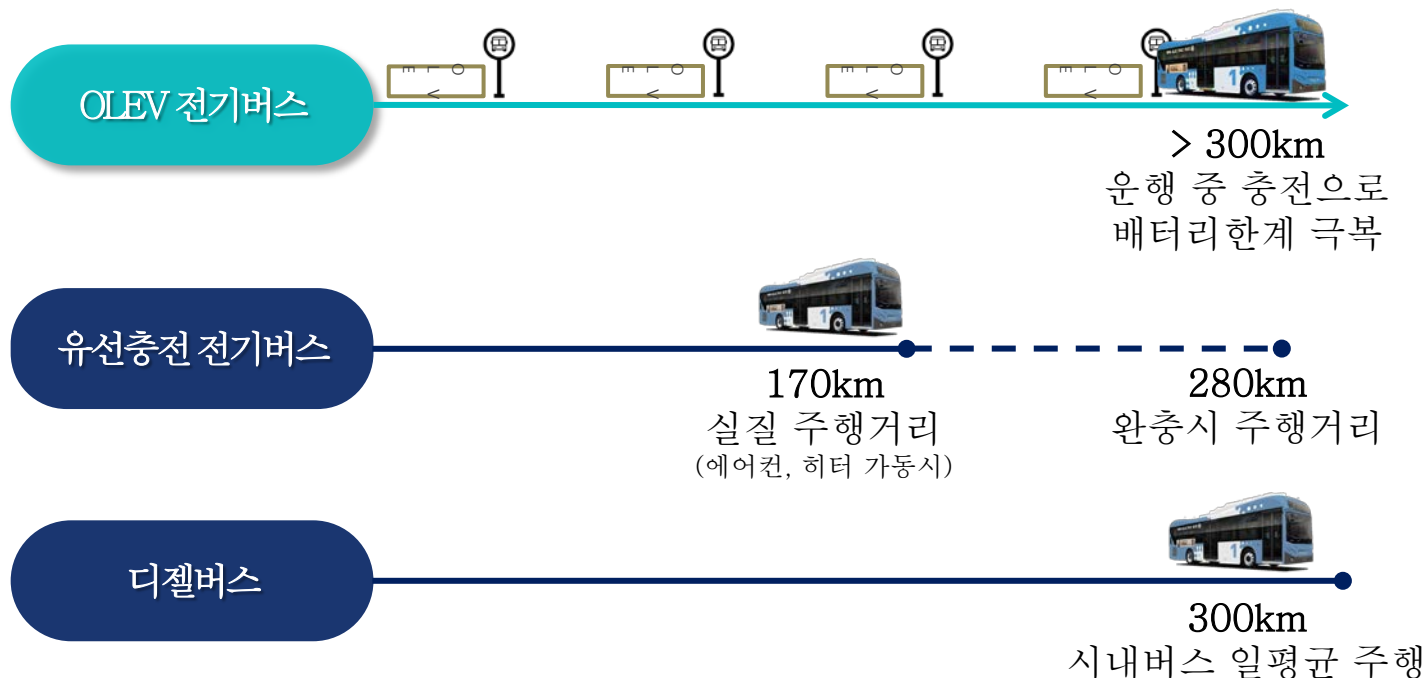
구분	정차	가속/등판	정속	감속	정차
주행 모드					
	정차중 충전	주행중 충전	배터리 구동	회생제동	정차중 충전
특징	- 시점, 종점, 교차로, 정류장, 주차장 등 버스 노선 구간에 약 1~16% 정도 인프라 구축				
	- 실시간 차량 위치 인식을 통한 전자식 급전 세그먼트 제어 기술로 대기전력 손실 감소				

구분	사양	비고
이격거리	20cm	도로와 집전 픽업 간의 거리(코일간의 간격 35cm)
AC	480Vac \pm 10%	
스위칭 주파수	85 kHz	
레귤레이터 용량	100 kW 이상	
효율	최대 85%	인버터 3상 입력부터 레귤레이터 DC 출력까지

4. 솔루션 : 무선충전 시스템의 운영 효율성 증대

➤ 중간 충전 없이 하루 운행거리 충족으로 운영 효율성 증대 가능

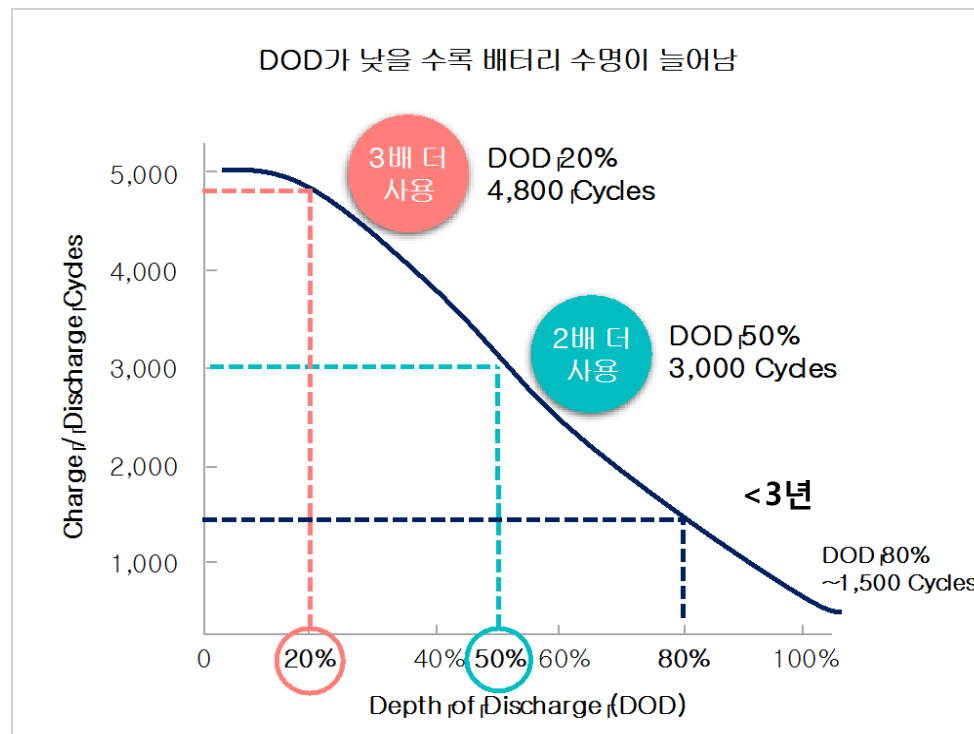
- 유선 충전 방식의 전기버스는 기존 시내버스의 일 평균 운행거리를 만족하지 못함
- OLEV 무선충전 버스는 정류장에 정차하는 30초 충전만으로 1.5km 주행이 가능함
※ 200kW 인버터 기준



4. 솔루션 : 무선충전 시스템의 배터리 수명 증대

➤ 배터리 충전량을 일정 수준으로 유지하여 배터리 효율 및 수명 증대

- 배터리 충전량을 일정 수준으로 유지하면서 사용 할 수 있어, 필요 배터리 용량을 줄일 수 있으며, 수명을 늘릴 수 있음
- 배터리 잔량이 50%일 때 충전 사용시, 20% 충전 사용시보다 배터리의 수명이 2배 증가하고 배터리 잔량이 80%일 때 충전 사용시보다 3배까지 더 사용 가능



* 리튬폴리머배터리, 1C충전 기준

4. 솔루션 : 전기차 보급에 무선충전 방식의 중요성

➤ 전기차 기술 개발에 대한 중요성 증대



정부혁신
보다 나은 정부

www.kipo.go.kr

보도자료



특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

문 의	특허심사 1국 전력기술심사과	과 장 전기억 서기관 오제욱	042-481-5683 042-481-5657
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>2019년 6월 17일(월) 배포(09:00) 즉시 보도해 주시기 바랍니다.</p> </div> </div>			

“전기자동차, 무선충전방식이 해법이다”

- 전기차 무선충전기술의 특허출원 활발 -

전기차 증가¹⁾와 함께 기술적 과제가 되고 있는 배터리의 긴 충전시간과 짧은 주행거리, 충전의 불편함 등을 해결할 수 있는 해법으로 무선충전 기술이 떠오르고 있다. 무선충전 기술은 크게 자기공진방식, 자기유도방식, 전자기파 방식 등 3가지 방식으로 나눌 수 있으나, 전기자동차에 주로 적용되는 방식 중 자기공진방식은 자기유도방식에 비해 10m 이내의 비교적 먼 거리에서도 충전이 가능하고 효율도 떨어지지 않아서 큰 주목받고 있다.[붙임 1] 무선충전 기술은 크게 자기공진방식, 자기유도방식, 전자기파 방식 등 3가지 방식으로 나눌 수 있으나, 전기자동차에 주로 적용되는 방식 중 자기공진방식은 자기유도방식에 비해 10m이내의 비교적 먼 거리에서도 충전이 가능하고 효율도 떨어지지 않아서 큰 주목받고 있다.

4. 솔루션 : 무선충전 기술 가치 평가

➤ 무선충전 기술 가치 평가

- 한국 발명진흥회에서 주요 특허를 중심으로 평가한 기술 가치 평가 결과 (2017년 4월 평가)

- 전기 자동차의 확대와 전기버스의 출현을 예상한다면,

본 기술(SMFIR 기술)이 활용될

가능성은 높음

- 대부분 주차 중에 무선충전하는

기술을 개발한 것에 비해 전기버스의

용량 및 배터리의 무게를 줄이기 위해

정차 혹은 주행 중에 무선충전이

가능하도록 한 급집전 코일 및

회로 기술은 기존 기술에 비해

혁신성, 개척성, 차별성 등이

우수하다고 판단됨

시장 SWOT 분석

SWOT	Analysis
Strengths	<ul style="list-style-type: none"> • 제조사의 효율성 및 생산성과 기능개선을 부여할 수 있는 자체기술 보유 <ul style="list-style-type: none"> - 세그멘테이션 기술 적용으로 안전성 확보 - 무인 무선충전 시스템 자체 구축으로 무선전력전송 시스템 설계 가능 • 충전까지 자동으로 진행되어 사용자의 편리성 확보 • 대형마트, 공공기관 등의 주차장에 급전 인프라 구축 가능으로 사용자의 편리성 향상 • 기존의 철도용 충전 인프라를 트램, 지하철 스마트 무선충전 등으로 활용 가능하여 인프라 구축 비용절감 • 주변 환경 개선가능 • 세계수준의 무선 IT 정보통신 서비스 인프라 보유 • 수요기업의 다양한 요구(생산, 개발)의 신속반영 가능 • 원천기술 확보와 자체제작이 가능하여 가격경쟁력 확보계획
Weaknesses	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 상용화를 위한 국제규격과 표준지정, 정부의 인증규정에 대한 마련이 필요 • 전자파의 인체 유해성에 대한 신중한 검증이 필요
Opportunities	<ul style="list-style-type: none"> • 무선전력전송기술은 모바일 기기, 전기차, 트램, 가전기기 등 다양한 분야에 적용 가능하여 시장의 범위가 꾸준히 확대 • 친환경 전기자동차 및 하이브리드 자동차 보급이 증대하면서 무선충전 기술에 대한 사용자의 요구 증대에 따른 수요 증가 • 그린에너지 산업의 관심이 증가하여 국내외 기업들의 시장진입의 가속화에 따른 생산 및 판매 확대 가능 • 소형가전기기, 웨어러블 기기이외에도 차세대 의료기기 등 신규수요처 확대 • 무선충전 시장의 지속적인 고성장 • 원천기술 확보로 대기업중소기업 상생협력 분위기 확산
Threats	<ul style="list-style-type: none"> • 공공장소에서의 충전 인프라 부족 • 인프라 구축시 정부나 지자체의 지원이 절대적임 • 전자파에 대한 안전성 문제를 위한 기기 및 인체에 대한 보호기준과 측정기술 부족

5. 핵심기술 : 기존 무선충전 기술의 한계점

➤ 기존 무선충전 기술은 낮은 효율과 이격거리 등으로 인하여 상업화 문제발생

- 원거리(최소 12cm 이상)에 고효율로 전력 전달이 어려움
- 구조의 한계로 급전패드와 집전픽업 모듈의 위치가 어긋나면 효율이 급격히 감소되고 타 구조와의 호환성도 낮아 상용 적용에 한계 발생

기존 무선충전 방식의 효율 확보를 위한 대안



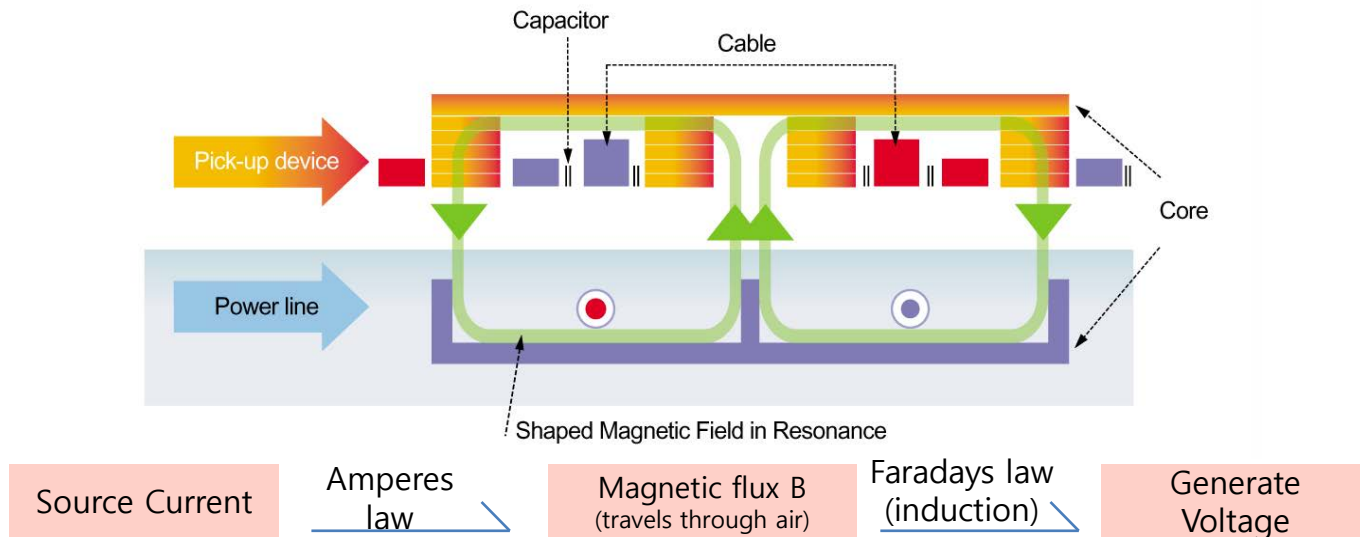
큰 급전 패드 설치방식과 운전자 위치 안내 시스템



5. 핵심기술 : 자기공진형상화 기술(1/2)

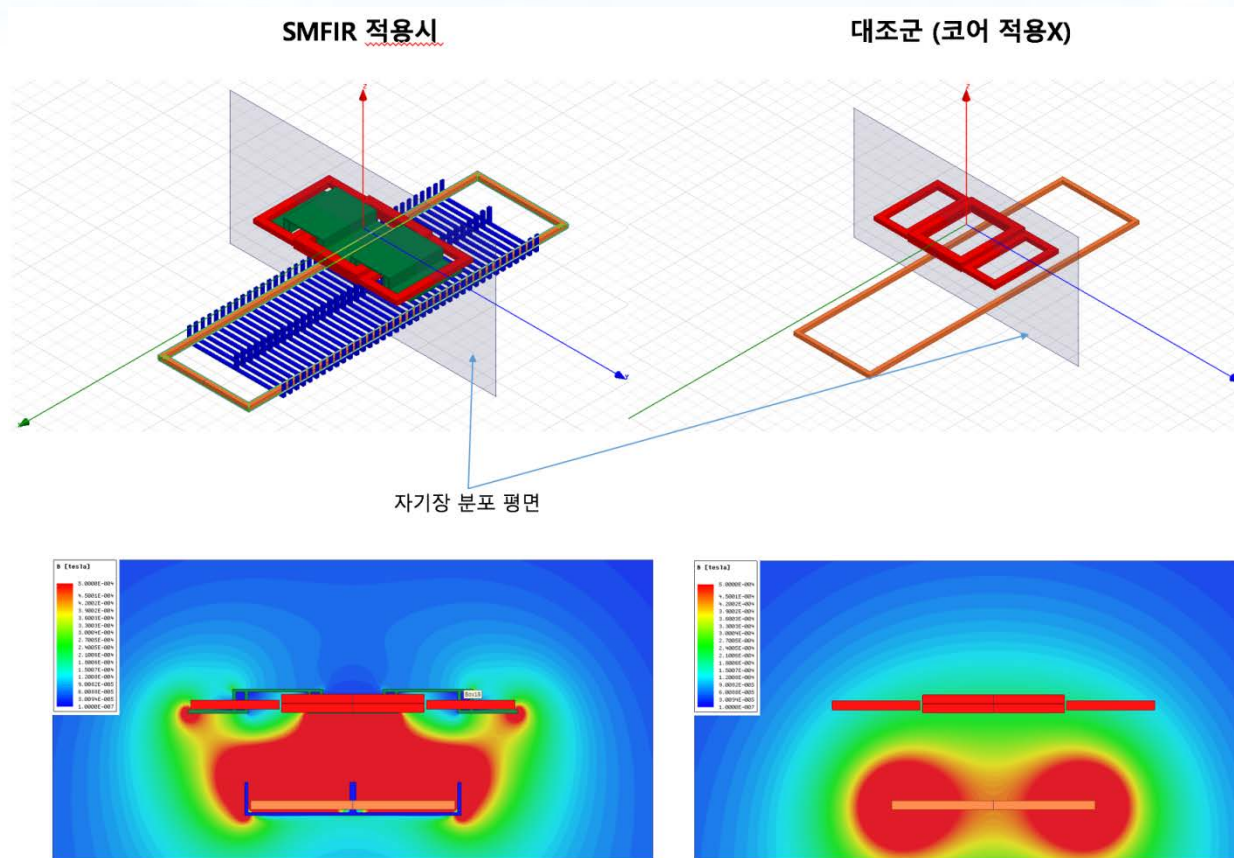
➤ 자기공진형상화(Shaped Magnetic Field In Resonance, SMFIR) 기술

- 2009년 기존의 무선충전 한계를 극복하여 세계 최초로 대용량의 전기에너지를 무선으로 안전하게 전달할 수 있는 핵심 기반기술 개발 완료
- 일반적으로 전선(코일)을 중심으로 자기장이 형성(암페어 법칙)될 때 둥글게 퍼지므로 자기장의 손실이 발생
- SMFIR 기술은 급집전 전선의 아래쪽 혹은 위쪽에 투자율(permeability)이 높은 페라이트(Ferrite) 코어를 설치하여 자기장을 정해진 공간에서만 형성하는 기술



5. 핵심기술 : 자기공진형상화 기술(2/2)

- SMFIR 기술 적용으로, 하부 급전선로에서 만들어진 자기장이 높은 효율로 위쪽의 집전 패드에 전달됨



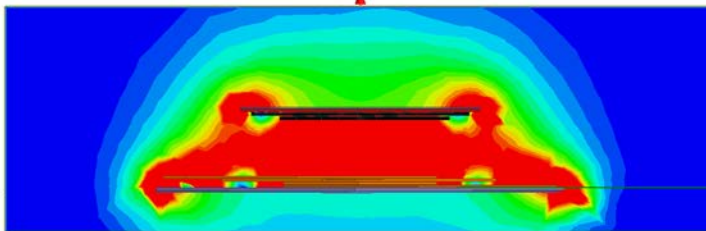
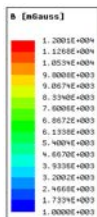
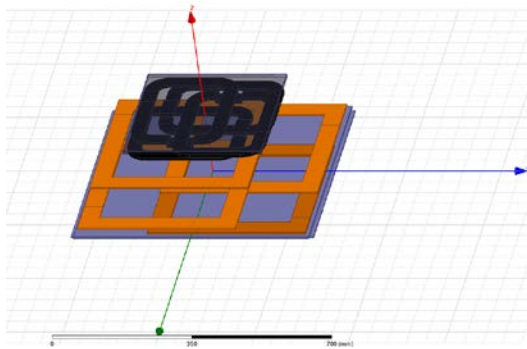
< 자기장 형성 모습 >

5. 핵심기술 : 자기장 빔형성 기술

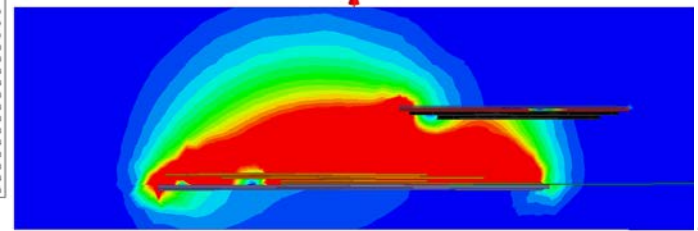
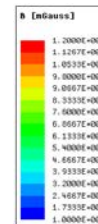
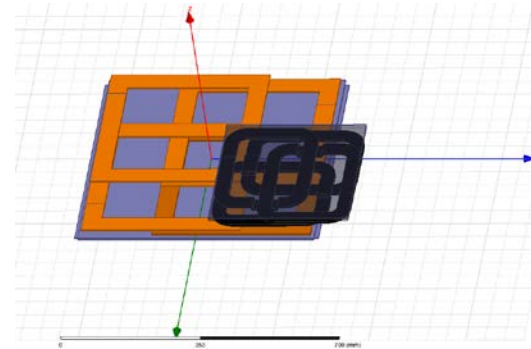
➤ 자기장 빔형성 기술(Magnetic Beam Shaping Technology)

- 작은 4개 사각코일이 겹쳐진 구조로 필요에 따라 전류의 위상을 다르게 하여 원하는 방향으로 자기장 빔을 형성하여 전력을 전달하는 기술
- 자기장 빔형성 기술을 통해 기존 충전가능 허용오차의 2배(좌우 $\pm 20\sim 25\text{cm}$, 상하 $\pm 15\sim 20\text{cm}$) 이상 제공

충전장치가 정중앙에 위치한 경우



충전장치가 정중앙으로 부터 2배거리에 위치한 경우



6. 기술개발 현황 : 무선충전 전기버스 및 승용차

➤ 전기버스 및 전기 승용차용 무선충전 상용 솔루션 확보 완료

전기버스용 85kHz 급집전 상용제품개발

- Air gap : 20cm (coil to coil: 35cm)
- Power transfer efficiency: 90 % 이상
- Capacity(집전용량) : 100 kW
- EMF : Max. 62.5 mG (규제 허용치 270mG의 1/4)

* 전자파 인체 안전성



전기버스 20kHz 적용 사례 - 구미 버스

전기승용차용 85kHz 급집전 상용제품개발

- Air gap : 12cm (coil to coil: 14cm)
- Power transfer efficiency: 91.85 % @56% SOC
- Capacity(집전용량) : 22 kW
- EMF : 5.7 mG (규제 허용치 270mG의 1/47)

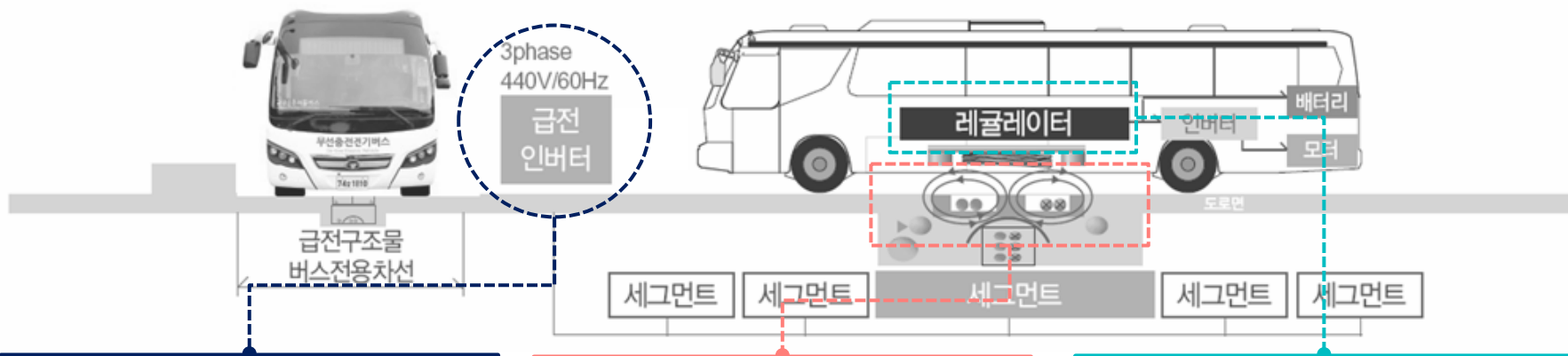


전기승용차 85kHz 테스트

6. 기술개발 현황 : 주요 제품 분야

➤ 무선충전 시스템 주요 제품군

- SMFIR 기술을 기반으로 전력손실이 적은 무선충전 솔루션으로 급전인버터, 전력 전송 및 수신장치, 관리 시스템을 제작



Inverter 급전인버터

입력 전압을 공급받아 무선충전 시스템에 적합한 고주파로 변환하여 급전선로에 전력을 공급하는 장치



Power Feeder 전력 송신 / 자기장 형성 장치

인버터로부터 인가된 전류를 받아 집전장치에 전달될 수 있도록 자기장을 형성시키는 장치



Pickup Device 자기장 수신 / 전력 생성 장치

차량 하부에 장착되어 도로에 매설된 급전선로 및 급전패드에서 발생하는 자기장을 집중하여 전기에너지를 생성하는 장치



6. 기술개발 현황 : 무선충전 운영 시스템

➤ 무선충전 운영 시스템 확보

- Web server 기반 운영시스템 구축으로 언제 어디서든 모니터링 가능
- 제공정보 : 충전내역(충전량, 충전 금액 조회 등), 충전소 위치 검색, 네트워크 연동현황 등 충전에 필요한 사항 정보 제공



<스마트패드 : 인트로>



<스마트패드 : 메인 화면>



<스마트패드 : Alignment진행>



<스마트패드 : Alignment완료>



<스마트패드 : 위치조회>



<스마트패드 : 충전내역>



<스마트패드 : 충전진행>



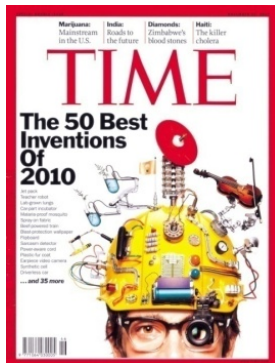
<스마트패드 : 충전완료>

7. 기술의 우수성 : 세계적 기술의 우수성 확보

- 세계 10대 유망기술 선정 ('13.02.15.)
 - 세계경제 포럼(WEF : 다보스 포럼)에서 2013년 세계 10대 유망기술로 선정



- 세계 50대 발명품 선정 ('10.11.22.)
 - 美 시사주간지 타임지에서 2010년을 빛낸 세계 50대 발명품으로 선정



7. 기술의 우수성 : 세계적 경쟁 우위

➤ 영국 교통연구소(Transport Research Laboratory) 보고서(2018년)

- 경쟁사 대비 급전선로와 집전장치 사이 거리가 멀어도 높은 효율로 충전 가능한 기술을 보유함
- 영국 교통연구원 조사에서 전세계 무선충전 기술 중 가장 높은 기술성숙도인 TRL Level 9로 평가 받음

구 분	이격거리	충전효율	출력용량
OLEV	35cm	90% ~	50~250kW
PRIMOVE	2cm	69~90%	50~200kW
HALO	17cm	80%	20kW
WPT	16cm	88~95%	2.5~20kW
Electron	24~27cm	88~90%	5~20kW
Momentum dynamics	30cm	88~90%	50~200kW
Victoria	15cm	60~92%	50~200kW

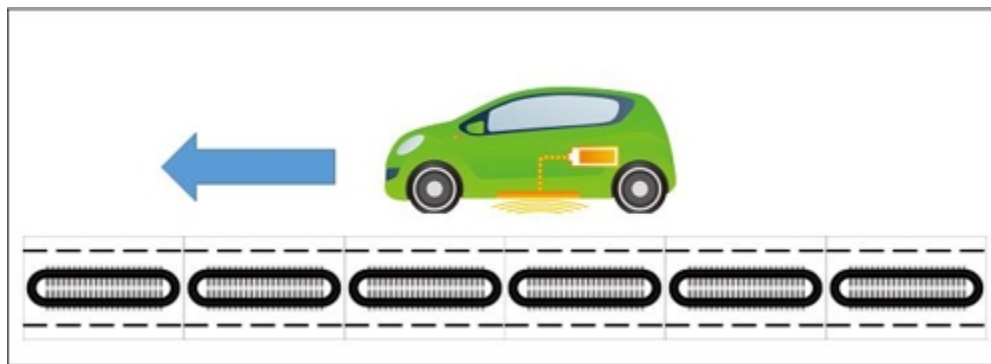
Name	Organisations (Country)	Concept	Type Proven	TRL (1-9)	Cost	Vehicle Application
OLEV	Dongwon Inc. / KAIST (South Korea)	Inductive	Dynamic	9	€500,000/lkm ¹⁹⁷	Buses, LVs, LDVs, Tram/Rail
CWD	Politecnico di Torino / CRF (Italy)	Inductive	Dynamic	3-4	N/A - Research Project	LVs, LDVs
IPV	Seat Group (Italy)	Inductive	Dynamic	3-4	N/A - Research Project	LVs, LDVs, HGVs, Buses & Shuttles
PRIMOVE	Bombardier / Scania (Germany/Sweden)	Inductive	Dynamic (under testing)	5-6	€3.25m-6.15m/lkm ⁴⁵ (€1.7m/lkm final expectation) ⁵	LVs, LDVs, Buses
HALO	Vedecom / Qualcomm (France/Germany)	Inductive	Dynamic	3-4	N/A	LVs, LDVs
WPT	Oak Ridge National Laboratories / OEM's (USA)	Inductive	Dynamic	3-4	€1.32m/lkm ⁵⁰	LVs
INTIS	Integrated Infrastructure Solutions (Sweden)	Inductive	Dynamic (under testing)	3-4	N/A	Small Plant, LVs
Momentum Dynamics	Momentum Dynamics (USA)	Inductive	Dynamic (under testing)	3-4	N/A	Buses and Shuttles
Electreon	Electreon Inc. (Israel)	Inductive	Dynamic	5-6	>€1m/lkm	LVs & Buses
Victoria	CIRCE (Centre of Research for Energy Resource and Consumption) (Spain)	Inductive	Dynamic	7-8	N/A - Research Project	Buses & Shuttles
WPT	University of California, Berkeley, (USA)	Inductive	Dynamic	3-4	€1.05m/lkm ⁵	LVs, LDVs, HGVs

7. 기술의 우수성 : 주행 중 충전 세계 표준 주도

➤ 주행 중 무선충전 세계 표준 주도

< '전기차 주행중 무선충전' 한국이 표준화 주도한다. >

연합뉴스, 2019-06-23



전기자동차 주행중 무선충전 방식[산업부 제공]

- 이번 회의에서는 우리나라가 제안한 '전기차 주행중 무선충전시스템의 상호호환성과 안전성' 국제표준안에 대한 첫 논의를 시작했다.
- 이번에 논의된 국제표준안은 KAIST 윤우열 교수가 작년 11월 국제전기기술위원회(IEC)에 제안, 올해 3월 국제표준 제정을 위한 신규 작업 과제로 채택된 것이다.
- 한국은 타원형코일방식, 미국은 원형코일방식, 프랑스는 더블디코일방식 등을 국제표준안에 반영했다.
- 국표원은 향후 한국이 제안한 코일방식으로 무선충전 인프라를 구축할 경우 미국 등의 방식보다 50% 정도 저렴하게 구축할 수 있을 것으로 기대했다.

8. 운행개념 및 도입사례 : 도입사례

◆ 2012 여수엑스포 시범운행

- 운영 기간 : 2012. 5. ~ 2012. 8.



◆ 2012 KAIST 교내 셔틀버스 2대 운행

- 2012년 10월부터 운행



◆ 구미시 노선버스 운행

- 2014년 3월부터 2대 운행, 2016년 추가 2대 도입운행



8. 운행개념 및 도입사례 : 기술 검증

➤ 인증 및 신뢰성

- 전세계에서 가장 오래된 무선충전 전기버스 실운영 레퍼런스를 보유하고 있으며, 이미 4대의 OLEV 버스가 실제 노선에 투입되어 운행 중
- 인체 유해성 검증을 위해 전자파 안전, 전기안전 공인인증 등을 확보함

안전성 인증

전자파 안전 인증

* 국내기준 62.4mG

Test Item	Test Standard		Test Result
EMF	ICNIRP	270mG	56.5mG

- 충전중 픽업/레굴레이터 전자파 공인인증서
- 차량 전자파 공인인증서
- 전자파 인체 보호기준에 대한 공인 인증서 (한국표준과학연구원 전자기 센터)

전기안전 공인인증

- 급전인버터 (전기안전공사 안전인증센터)
- 급전케이블, 접전코일용 케이블 (한국기계전기전자 시험연구원)

도로 안전 인증

- 압축강도 및 휨강도 (한국건설생활환경시험연구원)

전기버스 법규적합성 시험 (자동차안전연구원)

신뢰성 확보

150만 km

세계에서 가장 긴 무선충전 실운
행 기록 보유

*2018년 12월 기준

실제 도로에서 OLEV 전기버스가 운행되고 있으며,
차고지와 중간 버스정류장에서 무선충전 수행

- 2012년~ KAIST 셔틀 2대 운행중
- 2014년~ 구미시 시내전기버스 2대 운행
- 2016년~ 구미시 2대 증차 운행 (총 4대)

지난 6년간의 실증 운행으로 기술을 검증 받았으며,
상용화를 위한 데이터를 확보함

시장 초기에 선도적인 제품 출시로 버스의
잔고장이 발생하였고, 전기버스 제조 업체의
매각으로 부품 조달에 어려움이 있었음

→ 전기버스 회사와의 제조 및 수리 파트너쉽 체결 33

9. 기술 적용 추진 전략

➤ 기술의 시장 진입 전략

- 국가 주도 하에 전기자동차로의 전환이 빠르게 이루어지고 있는 상용차 시장에 먼저 진입하기 위하여 일정 노선을 운행하는 노선버스를 시작으로 승용차까지 확장 예정

구분	상용차		승용차	
	시내버스	트럭	택시	개인 승용차
진입 전략	지자체 주도의 인프라 설치 논의	자율주행트럭 트렌드에 맞춘 전기트럭 POC 수행	정부 지원 하에 법인택시회사와 협력	카셰어링 업체와 협력
일평균 운행 거리	약 300km	200~400km	약 270km	약 30km
충전 빈도	1일 1회	1일 1회	1일 1회	1주일 1회
운행 도로	도심내 일정한 버스노선	고속도로 위주	도심 위주	도심 위주
구매 주체	버스회사 (지자체 보조금)	물류회사	개인 / 법인	개인
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 주행거리 증대 필요 ▪ 일정 노선 운행으로 정류장 정차 충전 모델 도입 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 주행거리 증대 필요 ▪ 환경문제로 디젤 트럭 운행중단 압박 ▪ 고속도로 운행 위주로 다이내믹 충전 인프라 설치 용이 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해외 도심지 내연기관 차량진입 금지에 따라 전기택시 수요 증가 ▪ 국내에서는 전기택시 보조금 지급 등의 정부의 지원 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 이해관계자가 많음 ▪ 정부의 강력한 유도정책 필요 ▪ 충전기 설치 장소 및 주체의 모호성 존재

9. 기술 적용 추진 전략 : 대중교통 적용

➤ 무선충전의 대중교통 도입 단계별 발전 과정

- 무선충전 방식 도입을 3단계로 구별하여 확대 적용 추진

1 단계

- 도입 차량 규모
: 소규모(회사별 10대 미만)
- 충전장소 : 차고지
- 공유효과 : 보통



2 단계

- 도입 차량 규모
: 중간규모(회사별 50대 이상)
- 충전장소 : 차고지, 버스 정류장
- 공유효과 : 다소 높음



3 단계

- 도입 차량 규모
: 대규모(회사별 100대 이상)
- 충전장소 : 차고지, 버스 정류장, 주행 중 충전
- 공유효과 : 매우 높음



10. 미래 교통의 모습



11. 사업 추진 현황 : 국내사업

2019년 현재 와이파워원은 여러 지자체에 무선충전 전기차 적용을 위한
프로젝트 협의중

KAIST-김천시 스마트교통 사업
전기버스 4대 규모



제주 에코랜드 전기관광열차 도입
사업, 전기열차 8대 규모



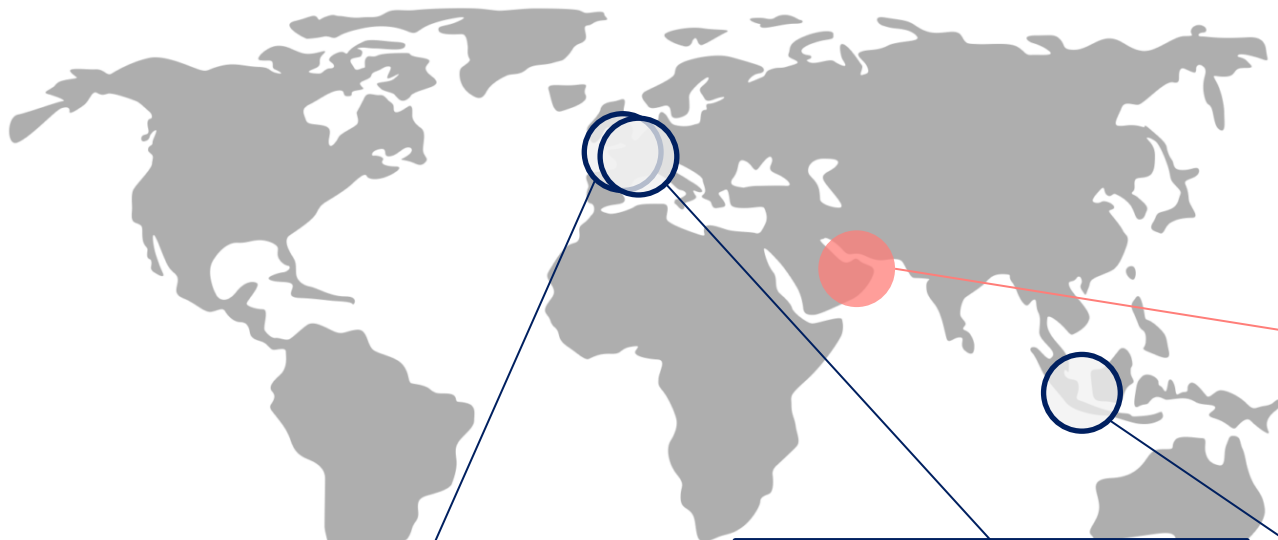
제주 무선충전 실증사업 JDC
입주, 전기승용차 4대 규모



11. 사업 추진 현황 : 해외사업

해외에서도 주식회사 와이파워원의 기술력을 인정받아
두바이, 영국 등에서 도입 협의 중

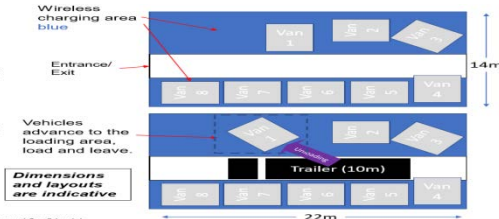
● 확정 ○ 논의중



두바이 Silicon Oasis PJT 선정
Phase1 US\$ 30만, Phase2 US\$270만



영국 FlexPowerLTD NDA체결
‘19.09 Pilot test 진행 예정

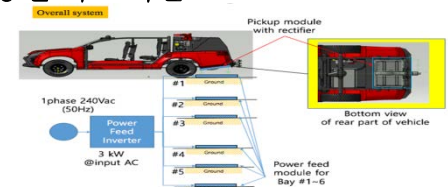


프랑스 E-Way Corridor **PORT OF LE HAVRE <-> PARIS WITH FULL ELECTRIC 40t SEMI-**

Conductive charging by catenary (eg, Siemens) Ground conductive charging (eg, Alstom, Elways) Contactless inductive charging (eg : Primove/Bombardier, Kaist-OLEV)



싱가포르 STE Land NDA 체결
HopeTechk 소방청 응급차량 무선 충전 데모 시연



11. 사업 추진 현황 : 사업 추진 계획

➤ 사업 추진 계획

- 정류장 무선충전형 전기버스 사업을 시작으로 2023년에는 주행중 충전 가능한 전기도로 인프라 구축을 추진 예정

	2019	2020	2021	2022	2023
	시범사업	정류장 충전형 전기버스 운행	주행중 무선충전 시범 운영	무선충전 전기버스 도입 확대	전기도로 인프라 구축 개시
두바이 DSO	<ul style="list-style-type: none"> 전기버스/택시 시범 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 정류장 충전형 전기버스 운행 개시 	<ul style="list-style-type: none"> 전기택시 상용운영 전기버스 도입 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 전기택시 상용 도입 전기버스 도입 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 전기택시 3천여대로 전면 확대
김천 스마트시티	<ul style="list-style-type: none"> 무선충전 전기버스 도입 계획안 기 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 계약 체결 정류장 충전형 전기버스 시범운영 	<ul style="list-style-type: none"> 전기버스 도입 확대 		
프랑스 E-Way	<ul style="list-style-type: none"> E-Way 프로젝트 개발 사양서 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 전기트레일러 무선충전 솔루션 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 전기 트레일러 주행중 무선충전 시범 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 다이내믹 충전형 전기도로 구축 	
논의중인 프로젝트		<ul style="list-style-type: none"> 부산 전기버스 영국 FlexPower 전기트럭 무선충전 	<ul style="list-style-type: none"> 제주 카셰어링 광주 전기버스 		

11. 사업 추진 현황 : 영국

➤ 영국 Flexible Power Systems사 무선충전 시스템 시범사업

- 영국 물류기업인 Flexpower. Ltd와 도심 신물류센터인 MFC에 적용하는 무선충전시스템 시범사업 추진

친환경 도심 물류 시스템 구축 사업

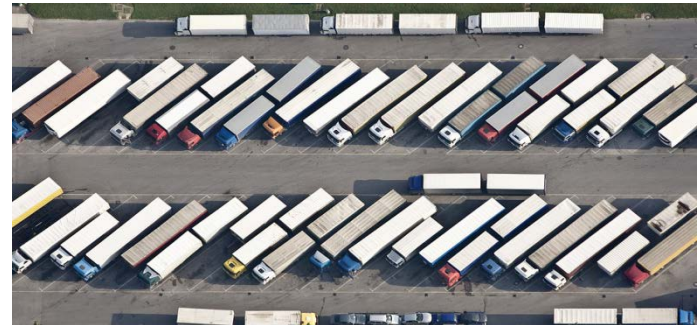
MFCs “Multiple micro-Fulfilment Centres”

2019년 9월 POC 예정

- MFCs를 1,2개 선정하여 3.5T 물류차량
5~10대를 동시충전
- 12개월간 운영 후 관련 데이터 확보 및 분석

2021년 이후

- 데이터 분석 결과를 바탕으로 사업 확장
예정



Source: LDV/SAIC,
Nissan and Fiat
(BDAuto)



11. 사업 추진 현황 : 두바이

➤ 두바이 도로교통청 무선충전 시스템 시범사업

- Dubai Future Accelerators 프로젝트에 선정되어 두바이 도로교통청과 MOU를 체결하여 Dubai Silicon Oasis에서 전기버스 시범사업 추진 중

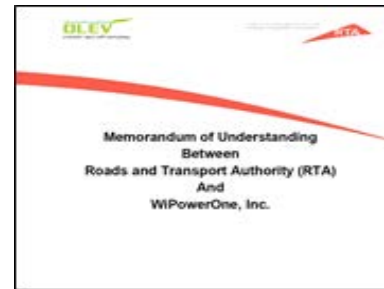
친환경 Dynamic charging 시범사업

1단계 2019년 10월 예정

- Dubai Silicon Oasis 지역의 일부 구간을 대상으로 전기 버스 및 전기승용차 Dynamic charging 인프라 구축 및 시범 운행 사업

2단계 2020년 예정

- 시범 운행의 결과를 바탕으로 전체 10km 노선을 대상으로 Dynamic charging 인프라 구축 및 셔틀버스 운행 사업 추진 예정

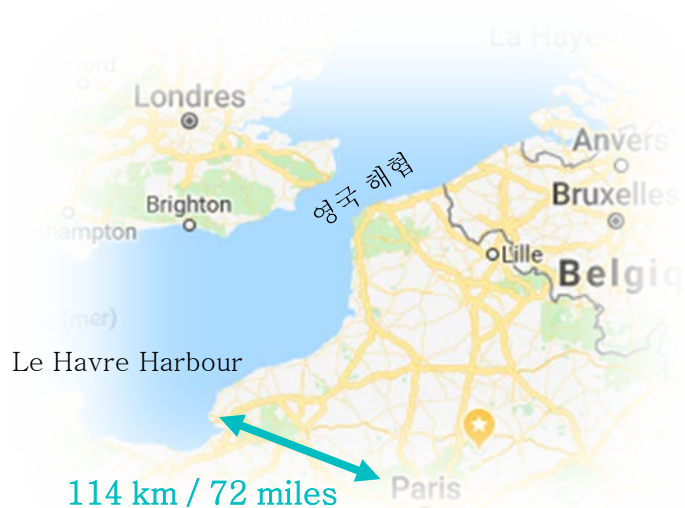


<Dubai Silicon Oasis>

11. 사업 추진 현황 : 프랑스

➤ 프랑스 E-Way Corridor 구축 프로젝트

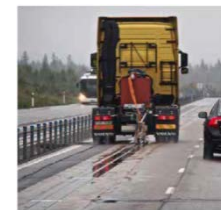
- 프랑스 Le Havre 항구와 Paris 간(114km) 40t 급 전기 세미트레일러의 주행 중 충전을 위한 인프라 구축 프로젝트로 2020년에 demo 운영한 이 후에 2022년부터 실제 운영 예정
- 주최측에서 (주)와이파워원의 프로젝트를 참여를 요청하여 Alstom, Elways, Siemens, Bombardier 등과 함께 참여 중으로 5개 업체 중 Bombardier와 와이파워원만 무선충전 방식으로 제안
- 5개 업체와 비교 평가 중에 있으며 현재까지 우수한 평가를 받은 상태임



Conductive charging
by catenary (eg. Siemens)



Ground conductive charging
(eg. Alstom, Elways)



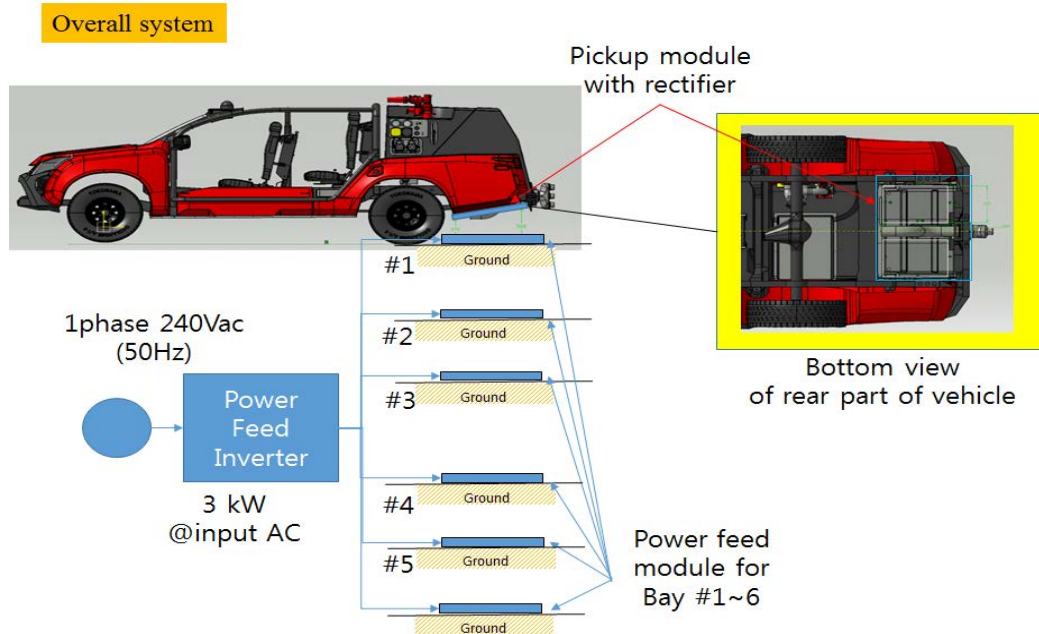
Contactless inductive charging
(eg : Primove/Bombardier, KAIST-OLEV)



11. 사업 추진 현황 : 싱가포르

➤ 싱가포르 무선충전 시스템 도입 추진

- 싱가포르의 대중교통 노선 버스를 대상으로 무선충전 전기버스 도입 사업 추진을 위하여 STELand와 NDA를 체결하였으며, 사업 추진 관련 협의 중
- 대중교통 이외에도 소방서, 공항 등의 긴급출동 차량을 대상으로 무선충전 시스템 적용 사업 추진 협의 중에 있으며, 18년 7월에 창이 공항의 긴급차량을 대상으로 무선충전 시스템 적용 시험 성공



<긴급 차량 무선 충전 테스트 >

11. 사업 추진 현황 : 김천시

➤ 김천시 혁신도시 무선충전 전기버스 도입

- 김천시 혁신도시의 스마트 교통 구축을 위한 무선충전 전기버스 도입 사업
- 김천구미KTX역을 기점으로 혁신도시를 순환하는 노선을 대상으로 약 20억원 규모로 주행 중 충전 인프라와 정차 중 충전 인프라 구축 및 무선충전 전기버스 운행 예정
- 향후 자율주행 셔틀버스 및 스마트 도로 구축 사업 등을 통하여 무선충전 인프라 확대 적용 예상
- 2020년 1월 추진 예정



< 예상 적용 노선 >



12. 해외 스마트 시티 추진현황 : 미국

➤ 미국 콜럼버스 스마트 시티

- 미국이 추진하는 미래 교통을 위한 'Smart City Challenge'에 최종 선정되어 정부의 투자를 받아 스마트 시티 진행
- 교통분야 4대 전략(커넥티드, 교통네트워크, 데이터 통합 공유, 이용자 서비스 개선, 전기차 인프라 확대)

추진내용

커넥티드 교통네트워크

- Wi-Fi 스마트 신호등 및 버스정류장 보행자 경고 시스템
- 교통신호제어기 및 주차검지시스템
- 충돌감지 및 안전장치 버스 등 도입

데이터 통합 공유

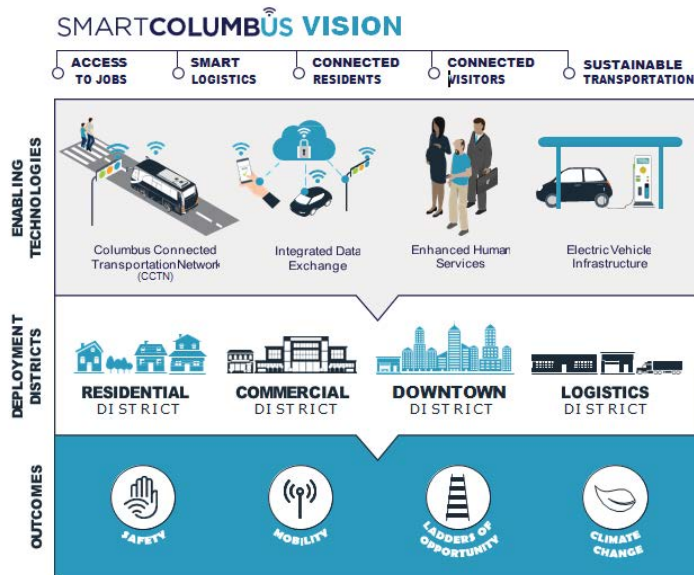
- 수집 데이터 및 교통 데이터 통합제공

이용자 서비스

- 다중 수단통행 스케줄 앱, 지불수단통합시스템 구축, 이동 서비스 통합

전기차 인프라

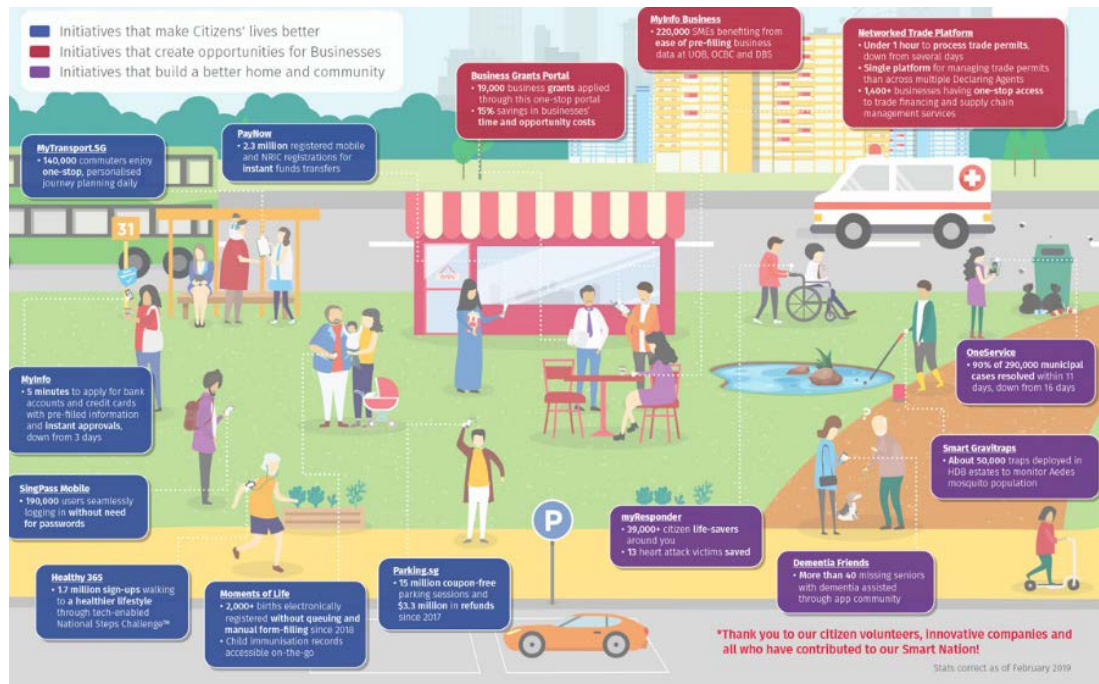
- 대중교통수단, 차량공유수단, 민간차량 등에 전기/저탄소차 공급
- EAVs(Electronic Autonomous Vehicles), EV(Electronic Vehicle) Pedal Assist Bicycles 공급
- 충전인프라 구축



12. 해외 스마트 시티 추진현황 : 싱가포르

➤ 싱가포르 스마트 네이션

- 글로벌 시장조사 업체 주니퍼 리서치가 발표한 2017년 세계 20대 스마트 시티 보고서에 따르면 싱가포르는 스마트 도시 1위 차지
- 여섯 가지 추진전략(National Digital Identity system, Electronic Payments, Smart Nation Sensor Platform, Smart Urban Mobility, Moments of Life)을 가지고 진행



13. 국내 스마트 시티 추진현황 : 개요

➤ 스마트 시티 추진의 필요성

- 기후 변화와 도시화로 교통, 에너지, 사회안전, 환경오염, 수자원 등 도시 전반에 걸쳐 심각한 문제 발생으로 삶의 질 저하 발생
- 이러한 도시문제 해결에 공간적, 시간적 제약이 존재하여 문제 해결에 한계 발생
- 4차 산업을 통한 발전되는 기술을 활용하여 서비스 중심과 사용자(시민) 중심으로 패러다임을 변화시키는 스마트 시티 조성 추진



<도시 전반에 발생되고 있는 문제점들>



<국토부 스마트 시티 구축을 통한 추진 목표>

13. 국내 스마트 시티 추진현황 : 부산 스마트시티

➤ 부산 스마트시티(에코델타 시티)

- 국가 시범도시로 지정되어 자연, 사람, 기술이 만나 미래 생활을 앞당기는 글로벌 혁신성장 도시 목표로 사업 추진
- 3대 특화 전략으로 혁신 산업생태계도시(스마트 Tech 시티), 친환경 물 특화 도시(스마트 Water 시티), 상상이 현실이 되는 도시(스마트 Digital 시티)를 제시하고 4차 산업 혁명 기술을 직접 체감할 수 있는 서비스 제공 예정
- 2022년 부터 입주를 목표로 도시 구축 추진 중



혁신요소	내용
스마트 물·환경	스마트 정수장/상수도, 에코필터링/하천수질 개선 및 정비, 물 재이용, 미세먼지 관리, 저영양개발
스마트 에너지	수열에너지, 빌딩에너지관리시스템, VPP 서비스 연료전지, 에너지 크레딧 존, 제로 에너지 주택
스마트 교통	C-ITS, 자율주행 무인셔틀, 스마트 파킹, 스마트 교통체계, 스마트 카셰어링
스마트 안전	홍수재해 통합관리, 스마트 방범, 지진예경보시스템, 스마트 방음, 홍수통합관리시스템
생활·문화	헬스케어, 스마트 쓰레기수거, 스마트 교육, 스마트 쇼핑, 스마트 키오스크, 스마트 가든 스마트 R&D 밸리조성 및 산업생태계 지원센터 운영

13. 국내 스마트 시티 추진현황 : 세종 스마트시티

➤ 세종 스마트 시티

- 시민 행복을 높이고 창조적 기회를 제공하는 지속 가능한 플랫폼으로서의 도시 제공 목표로 사업 추진
- 주변 충청권역의 산업단지별 특화산업과의 연계를 통한 혁신경제 생태시스템 실현과 도시 서비스의 스마트 운영을 위하여 인공지능 도시 데이터 분석센터의 분석을 통한 데이터 기반의 도시 운영 추진 예정
- 2021년 말부터 입주를 목표로 도심 구축 추진 중



<세종스마트시티 미래상>

혁신요소	내용
모빌리티	이동시간 및 비용 절감, 안전하고 편리한 이동, 빠른 물류 이동, 미래형 이동수단 도입
헬스케어	건강한 삶, 걷고 싶은 도시, 안정적인 응급대응, 안전한 환경
교육	비판적 사고 함양, 다양성 존중, 창의성 증진
에너지와 환경	에너지 자립, 친환경
거버넌스	대의 민주주의, 도시문제 해결 최적화, 효율적인 행정, 안전한 정보 관리
문화와 쇼핑	다양한 문화 충족, 일과 삶의 균형, 라이프 스타일 중시
일자리	다양한 일자리 창조, 혁신을 유도하는 업무환경, 퍼블릭-프라이빗 파트너십, 스타트업-대기업 공생, 투자하기 좋은 환경 마련

<세종 스마트시티 혁신요소>

13. 국내 스마트 시티 추진현황 : 김천시 혁신도시

➤ 김천 스마트 교통 혁신 도시

- 스마트 교통 시티 구축을 통한 도시 교통 문제 해결 + 연관 지역 산업 발전 · 육성을 목표로 스마트 교통차량, 스마트 교통서비스, 스마트 교통 인프라 구축 추진
- 주요 전략
 - 도시 교통 문제를 스마트 기술 적용을 통한 도시 내 교통환경 및 시민들의 삶의 질 개선
 - 지역에 특화된 스마트교통 연관산업을 육성할 수 있는 도시환경 조성
 - 스마트 교통 시티 조성과 지역 특화 산업 발전 및 육성을 통한 혁신도시 경쟁력 강화
- 김천시 스마트 교통시티와 지역산업이 상생할 수 있는 선순환 구조 구축

1. 지역맞춤:

주요 거점 연결 도시 내부 교통망 계획

2. 생활편의:

이용자 중심의 교통수단 도입

3. 도시 관리:

교통환경 개선, 친환경자동차로의 전환

4. 첨단기술 적용 및 융복합:

미래교통시스템 선도적 도입, 효율적 교통 및 에너지 관리

5. 시민 참여:

이용자 중심의 리빙랩을 이용한 평가 및 실증

6. 지역산업육성:

자율주행 및 친환경 자동차 튜닝 및 개조 산업 육성



< 스마트 교통시티 구축 방향 및 차별성 >

< 김천 스마트 교통시티 전략 >

14. 제주 스마트 단지 적용 : 무선충전 전기 셔틀버스(1/2)

➤ 무선충전 전기 셔틀버스

- 개인별 차량이 없어도 단지 내에 운행하는 무선충전 전기셔틀버스를 통하여 원하는 곳으로 언제든지 편안하게 이동
- 3개 노선으로 구축하여 주요 정거장에서 환승을 통하여 목적지까지 편안하게 이동
- 향후 2단지 구축이 완료된 이후에는 1단지와 2단지 연계노선에 활용



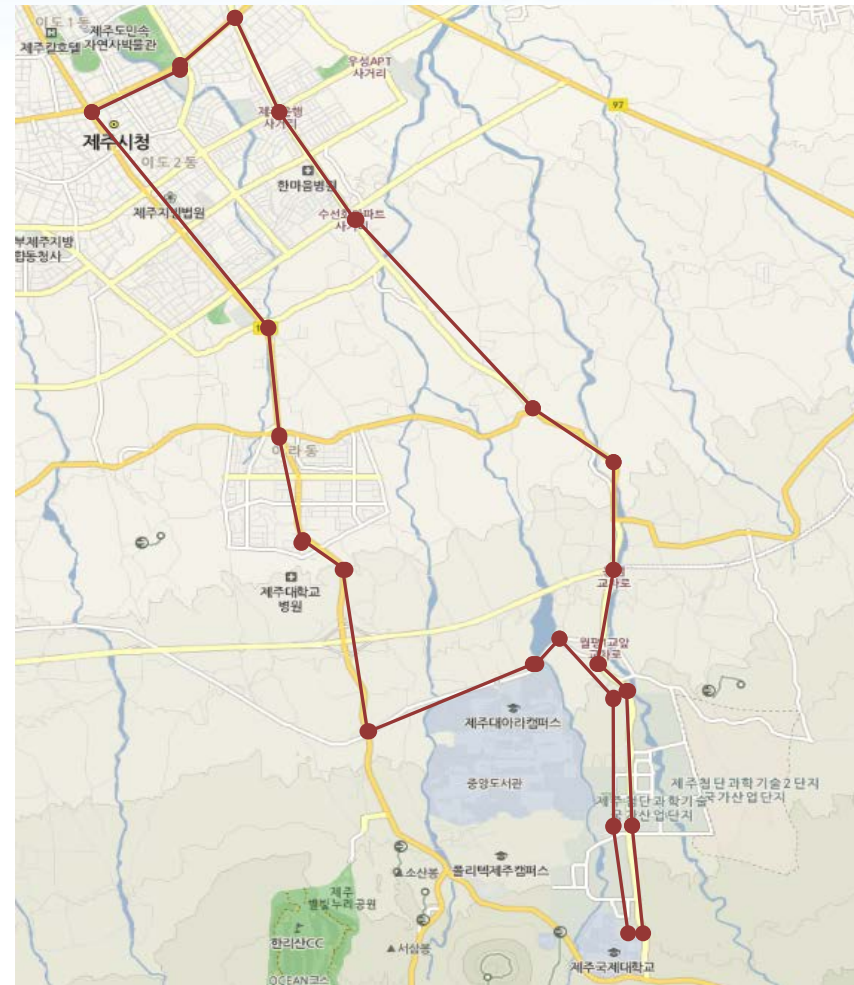
14. 제주 스마트 단지 적용 : 무선충전 전기 셔틀버스(2/2)

- 첨단과학기술단지와 주변 주요 지역을 연계 운행하여 무선충전 전기셔틀버스를 첨단단지 뿐만 아니라 원하는 주변지역까지 언제든지 편안하게 사용
- 향후 무선충전 인프라를 다양한 무선충전 수송시스템이 공유하여 활용성 증대

<운행 노선>

- 주거지역 순환 노선과 산업지역 순환 운행 노선
- 노선 길이 : 약 20km
- 세미양 빌딩 => 수선화아파트 사거리
=> 제주은행 사거리 => 인제사거리 => 문예회관 앞
=> 제주시청 => 아라초등학교 => 제주대학 사거리
=> 제주대학교 앞 => 세미양 빌딩

※ 운행효과에 따라서 서귀포와 공항까지 노선 확대



14. 제주 스마트 단지 적용 : 무선충전 자율주행 셔틀

➤ 무선충전 자율주행 셔틀

- 2단지 구축 이후, 단지 내 무선충전 자율주행 셔틀을 도입하여 정차장 및 주행 중 충전 인프라를 활용하여 충전 걱정없이 24시간 운행
- 1단지는 기존에 구축한 무선충전 인프라를 활용하고 2단지에 한하여 추가 도입하므로 적은 비용으로 운행이 가능
- 향후 전기승용차, 전기트럭 등도 무선 충전 인프라를 공유할 수 있어 활용성 증대

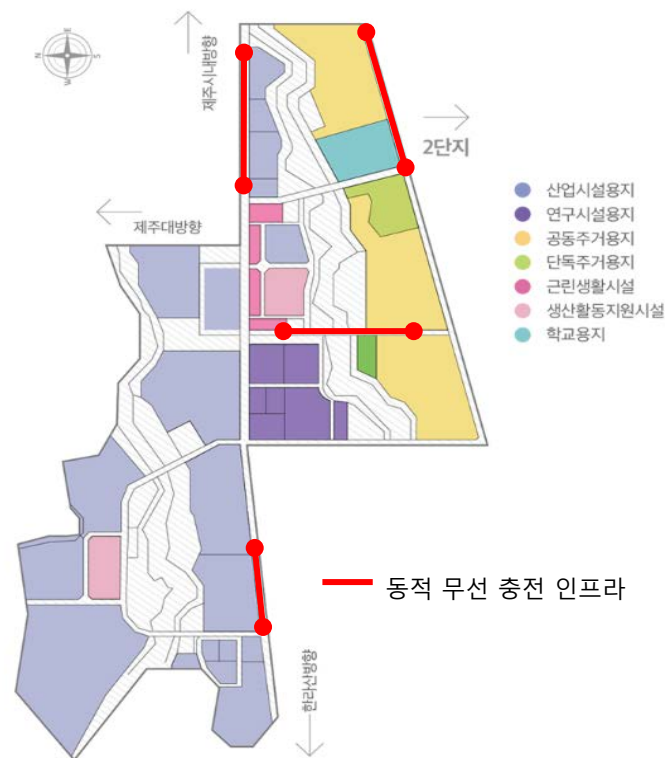
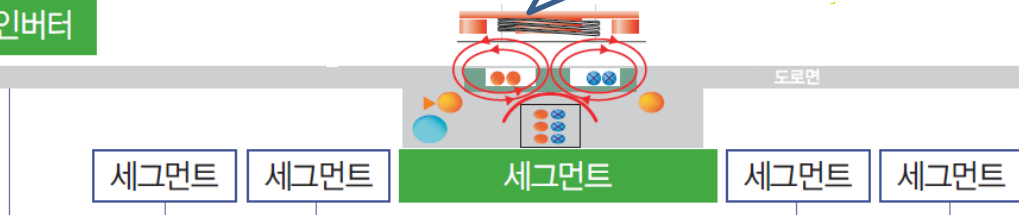


정차장 충전

주행 중 충전

3phase
440V/60Hz

급전
인버터



14. 제주 스마트 단지 적용 : 카셰어링 전기차 주차장 무선충전

➤ 스마트 무선충전 카셰어링 전기차 주차장 충전

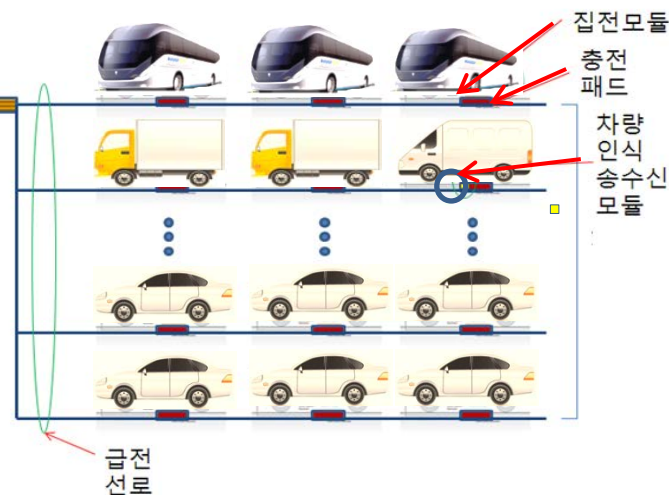
- 차량을 공유하는 카셰어링 시스템에 무선충전 시스템을 적용하여 사용자가 운행 후, 별도의 충전 케이블 연결 없이 주차만으로 자동 충전하여 언제든지 충전 걱정 없이 활용
- 스마트 단지 내에서 전기차 운행시, 무선충전 자율 셔틀 충전 인프라를 공유할 수 있어 사용자 편의성 증대
- 스마트 단지 내 주요 주차장을 대상으로 무선충전 시스템이 확장될 경우, 스마트 파킹 시스템과 연계하여 주차공간 확인은 물론 충전 가능여부까지 확인할 수 있도록 정보제공



한 대의 자동차를 여러 사람이 나눠 쓰는 서비스



가까운 주차장 및 주차공간을 실시간으로 알려주는 서비스



< 무선충전 인프라 공유 시스템 >

14. 제주 스마트 단지 적용 : 스마트 무선충전 로봇 시스템(1/2)

➤ 스마트 무선충전 로봇 시스템

- 스마트 단지 내의 깨끗한 환경 유지, 도심 안내 및 치안 감시 등의 역할을 하는 로봇이 원활하게 운영될 수 있도록 무선충전 로봇 시스템 도입
- 실외에서 운영되는 로봇의 경우, 기존에는 충전 문제로 인하여 활용 범위가 한정되었으나, 무선충전 시스템을 적용할 경우, 자율셔틀 무선충전 인프라 및 무선충전 주차장 인프라를 공유할 수 있어 운영 범위 확대
- 스마트 무선충전 로봇 시스템 운영으로 깨끗하고 안전한 도심 환경 구축 및 거주민들에게 쾌적한 주거 환경 제공



청소로봇



치안로봇



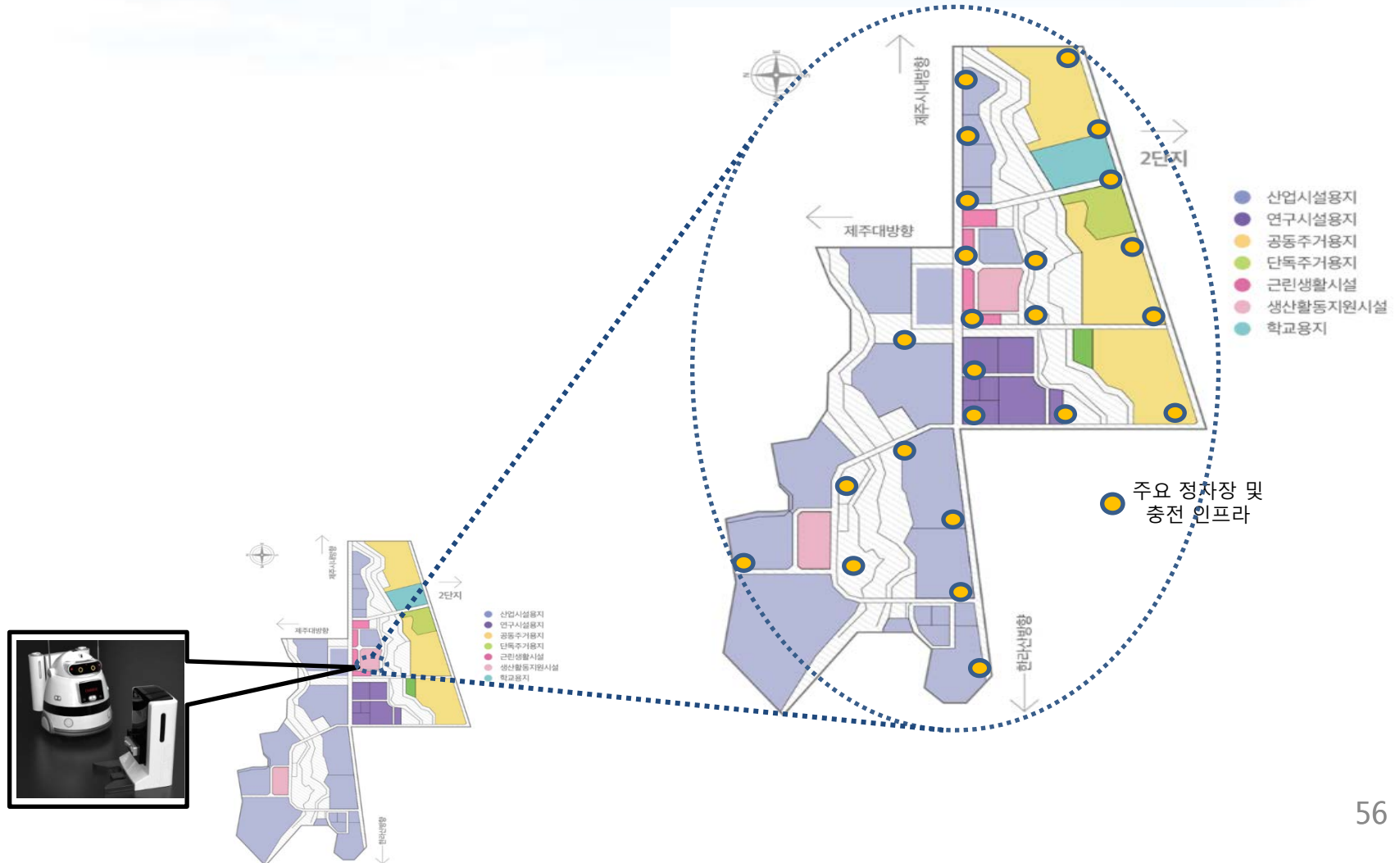
안내로봇



무선충전 시스템

14. 제주 스마트 단지 적용 : 스마트 무선충전 로봇 시스템(2/2)

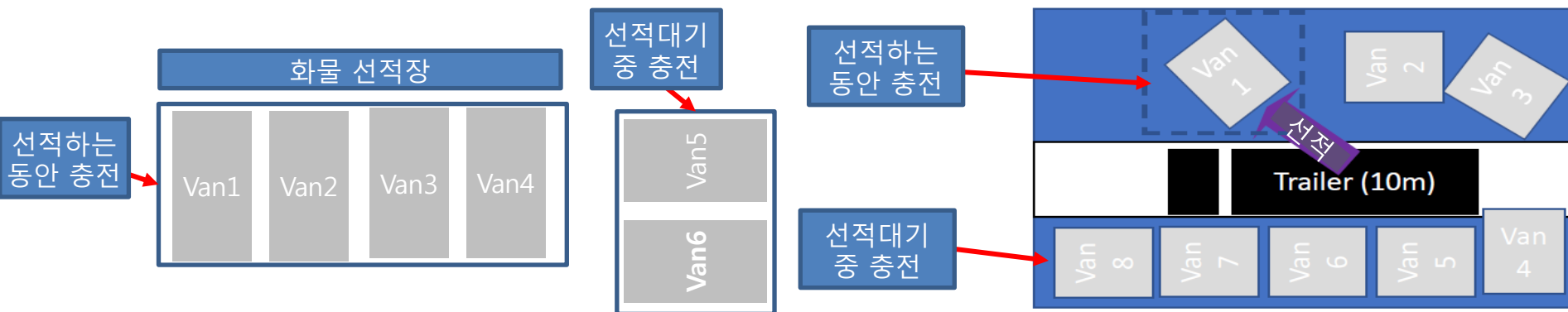
- 이전에는 충전기 주변으로 로봇시스템의 운영 범위가 한정되었으나, 무선충전 시스템을 적용할 경우, 기존에 구축한 충전 인프라의 공유가 가능하여 운영 범위를 전 지역으로 확대 가능



14. 제주 스마트 단지 적용 : 스마트 무선충전 물류 차량 시스템

➤ 스마트 무선충전 물류 차량 시스템

- 스마트 단지 내의 산업지역에서 물류 운송시 깨끗한 대기 환경을 유지 할 수 있도록 전기 트럭을 도입
- 차량이 물류 선적 중에 무선 충전이 가능하여 별도의 충전을 위한 대기 시간이 필요 없어 물류 시간 단축 및 활용성 증대



<적용 방안>

14. 제주 스마트 단지 적용 : 스마트 무선충전 자전거 및 전동킥보드

➤ 스마트 무선충전 자전거 및 전동킥보드

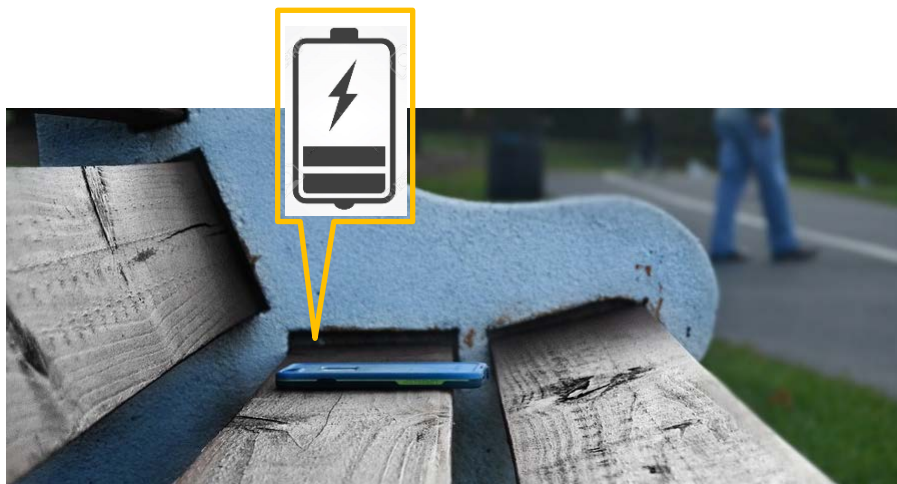
- 스마트 단지 내를 편리하게 이동할 수 있도록 친환경 개인 교통 수단인 전기자전거 및 전동 킥보드를 도입
- 현재의 대여 자전거와 같이 거치대에 장착하는 것으로도 무선 충전이 가능하여 별도의 충전을 위한 대기 시간이 필요 없이 편리하게 근거리 이용시 활용



14. 제주 스마트 단지 적용 : 스마트 공원 휴대 정보기기 충전 시스템

➤ 스마트 공원 휴대정보기기 충전 시스템

- 충전 걱정 없이 편리하게 이용할 수 있는 휴대 및 정보 기기 무선충전 시스템을 스마트 단지내 공원에 설치
- 공원에서 산책하면서 벤치에서 휴식을 취하거나, 운동기구를 이용하여 운동하는 중간에도 무선 방식으로 휴대 및 정보 기기가 자동으로 충전되어 휴식이나 운동 중에도 휴대 및 정보 기기를 원활하게 이용 가능



부록 A. 무선충전의 장점 : 안전성

➤ 안전성

- 유선충전 방식은 직접 케이블을 연결하기 때문에 접촉부분의 마모나 이물질로 인하여 파손 및 케이블 열화 등으로 인한 폭발 위험과 감전의 위험 존재
- 장마나 태풍시에 감전의 위험으로 운전자 충전시 안전문제 증대
- 무선충전 방식은 별도의 충전기 접촉 없이 급전라인에 주차하는 것으로만 충전이 가능
- 차량에 전력을 공급하는 케이블이 매설되기 때문에 감전의 위험이 없고, 사용자와 일정한 거리가 유지되기 때문에 열악한 환경에서도 안전



유선충전



무선충전

부록 A. 무선충전의 장점 : 편의성

➤ 편의성

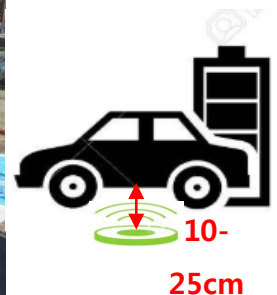
- 유선충전 방식은 사람이 직접 차량에 맞는 플러그를 선택하여 차량의 충전구에 꽂아 충전하고, 충전이 완료되면 다시 플러그를 제거한 후에 운행
- 무선충전 방식은 차량을 무선충전 라인에 맞추어 주차하면 자동으로 충전이 되고, 완충되면 별도의 작업 없이 운행 가능
- 무선 충전방식의 편의성이 매우 높음



(유선충전)



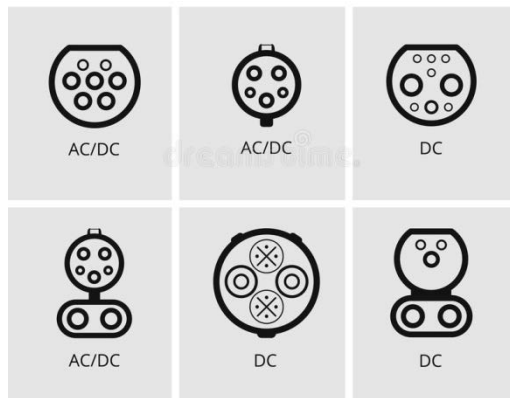
(무선충전)



부록 A. 무선충전의 장점 : 호환성

➤ 호환성

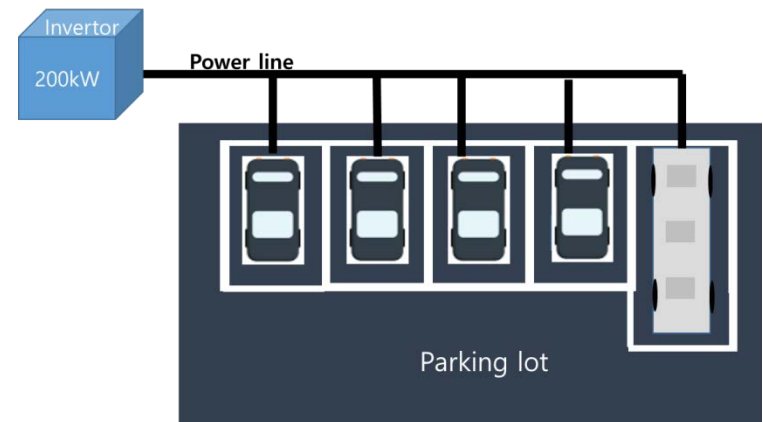
- 유선충전 방식은 차량 업체 또는 차량 종류에 따라서 개별 타입의 충전 플러그를 사용하고 있어, 국제표준이 확립된 현재에도 다른 타 방식의 충전기는 사용 못함
- 무선충전 방식은 집전 픽업을 통하여 충전을 하므로 차량의 종류와 충전 용량에 따라서 무선충전 픽업의 크기가 다를 뿐, 모든 무선충전 급전 인프라의 활용 가능



유선충전



k16954004 www.fotoresearch.com



무선충전

부록 A. 무선충전의 장점 : 확장성

➤ 확장성

- 유선충전 방식은 지정된 플러그를 갖고 있는 전기차만 충전할 수 있고, 차량이 무인이나 자율로 운행되어도 충전시에는 충전 인력이 필요하여 타 분야 적용시 한계 존재
- 무선충전방식은 정차중 충전 뿐만 아니라 주행 중 충전도 가능하여 무인 및 자율차 충전 적용이 원활하며, 자동차 뿐만 아니라 철도, 공항, 항만 등 의 타 분야에서 적용이 가능하여 기술적 확장성이 매우 높음

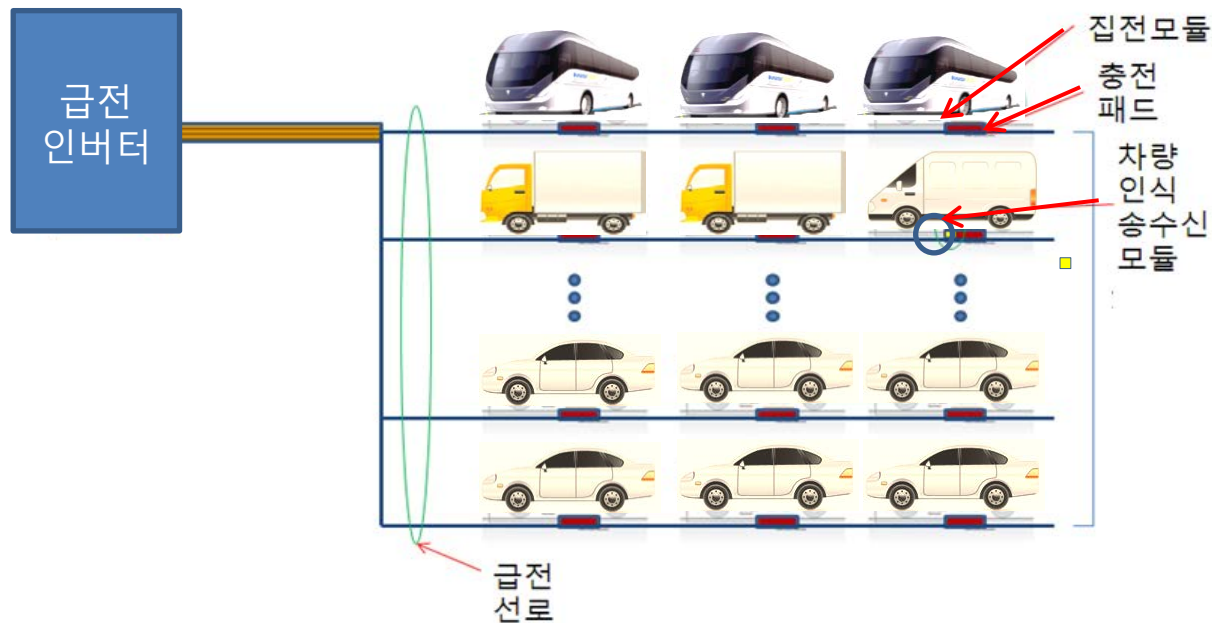


무선충전 시스템

부록 A. 무선충전의 장점 : 경제성

➤ 경제성

- 무선충전방식은 호환성이 높으며, 인버터 1대 당 다수의 전기차를 충전할 수 있기 때문에 별도의 충전기 설치나 추가 커넥터 설치가 필요 없어 경제적
- 자주 충방전이 이루어져 배터리 수명이 증가되어 배터리 교환 횟수 감소
- 안전용 캐노피 설치가 필요 없어서 유선충전 대비 비용 저렴



무선충전 1:N 충전

부록 A. 무선충전의 장점 : 경제성

- 각 차량 1대 기준 9년간 운행시 소요되는 총 소요비용(구축비, 연료비, 배터리 교체비용 포함)

	디젤버스 1대	유선충전 전기버스 1대	무선충전 전기버스 1대
<i>Lifetime Cost</i> (9년간 총 소요비용) - 보조금적용시	11.9억	12.7억 6.5억	<u>11.7억</u> <u>5.5억</u>
버스가격	1억	4.5억 보조금적용시 1.5억	4.8억 보조금적용시 1.8억
연료비	1,010만원/월	480만원/월 보조금적용시 185만원	480만원/월 보조금적용시 185만원
충전인프라		1억/대	2.8억/4대 인버터공유효과
배터리교체		2번	1번 대당 1억 절감
	+ 환경비용 배기가스 대기오염	+ 안전비용 불편함, 위험함	<u>편리하고 안전하면서도 경제적</u>

- 구미시 운행 실제데이터 (' 17년, 20kHz 100kW 무선전력전송) 기준
- 전기버스 1대, 충전인프라 1대 기준
- 배터리 100kW(교환비용 1회당 1억원), 무선충전 전기버스 픽업 시스템(3천만원) 기준

부록 B. 회사 주요 제품 : 급전 인버터(1/2)

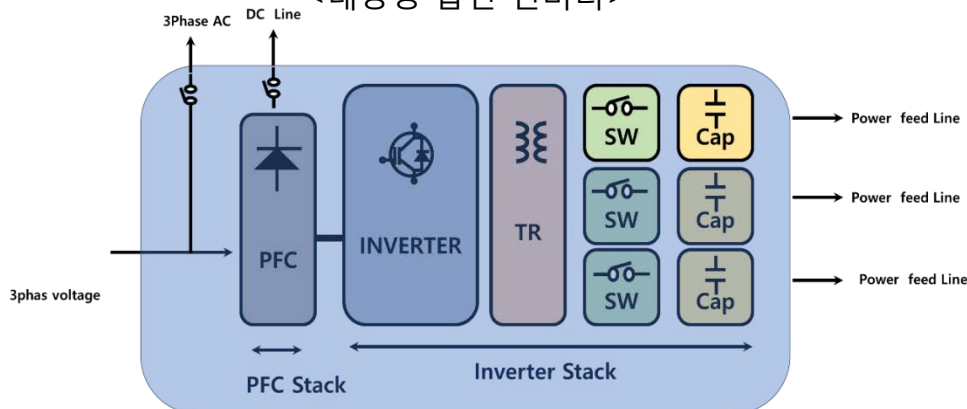
< 급전인버터 >

입력 AC 380 or 480V 전압을 공급받아 무선충전 시스템에 적합한 고주파로 변환하여 급전선로에 전력을 공급하는 장치

• PFC 통합형 급전 인버터



<대용량 급전 인버터>



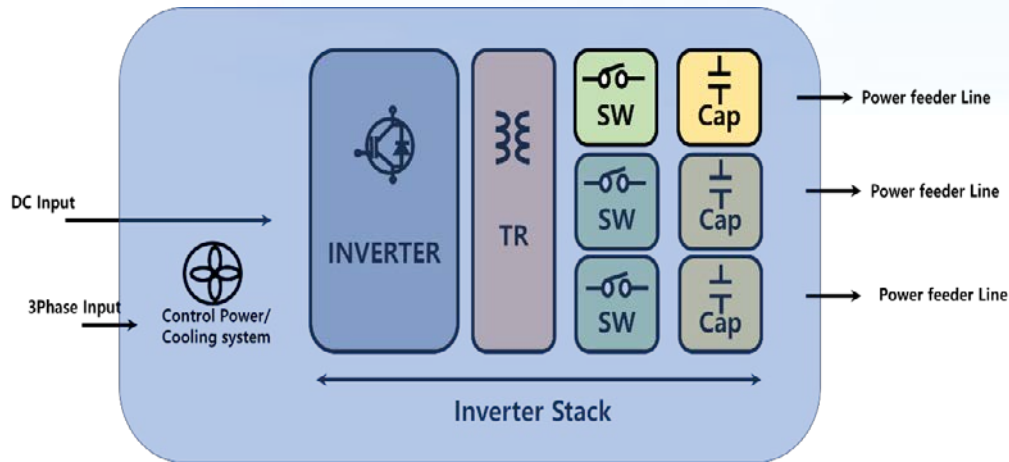
<대용량 급전 인버터 시스템 구성도(PFC 통합형)>

사양

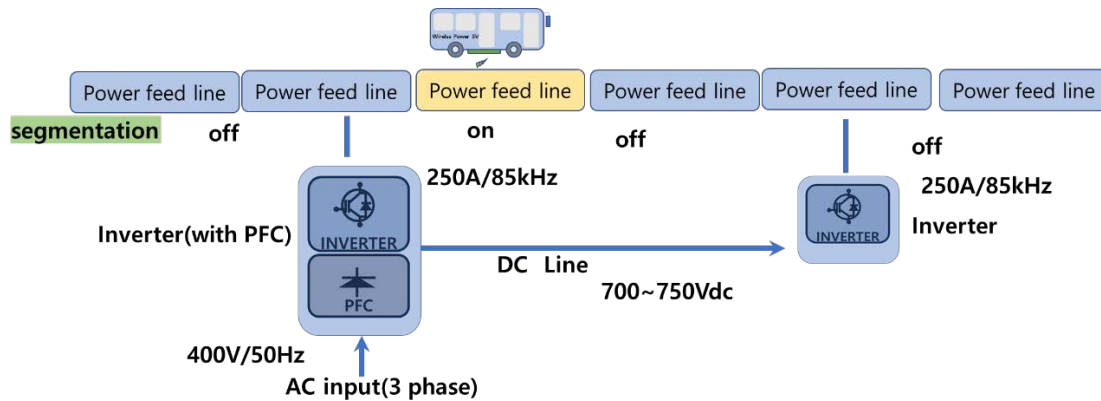
Items	Specification
입력 전압	3상 400 Vac \pm 10%, 50Hz \pm 5%
입력 전력	250kW@ Full Load
Power factor	>0.99
효율	>93% @ 250kW
정격 전류	250Arms
주파수	85kHz \pm 0.1%
정격 출력	175kVA
과부하 전류	\pm 20% @ 250Arms
세그먼트 수	3ch
동작 온도	-20 $^{\circ}$ C to 50 $^{\circ}$ C
IP 등급	IP 54
크기	W1,500 / H3,000 / D1,500
무게	1,700kg
냉각 방식	수냉

부록 B. 회사 주요 제품 : 급전 인버터(2/2)

• PFC 분리형 급전 인버터



<대용량 급전 인버터 시스템 구성도(PFC 분리형)>



< PFC 통합형 급전인버터와 분리형 인버터 적용 개념도 >

사양

Items	Specification
입력 전압	700~750Vdc \pm 10%, 400Vac/3kVA
입력 전력	~ 150kW
효율	>95% @ 100kW
정격 전류	250Arms
주파수	85kHz \pm 0.1%
정격 출력	175kVA
과부하 전류	20% @ 250Arms
세그먼트 수	3ch
기능	입력 저전압/저전류 오류 보호, 출력 전류 오류 보호, 히트싱크 온도과부하 보호
동작 온도	-20 $^{\circ}$ C to 50 $^{\circ}$ C
IP 등급	IP 54
크기	W1,500 / H2,000 / D1,100
무게	1,000kg
냉각 방식	수냉

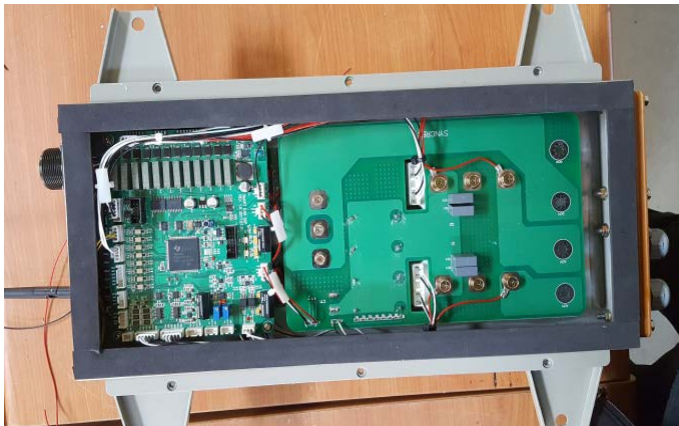
부록 B. 회사 주요 제품 : 버스용 레귤레이터

< 레귤레이터 >

픽업으로부터 AC전압을 공급받아 정류기를 거쳐 변환된 DC전압을 승압하여 배터리에 전력을 공급하는 장치



<100kW 대용량(버스용) 레귤레이터>



<22kW 소용량(승용차용) 레귤레이터>

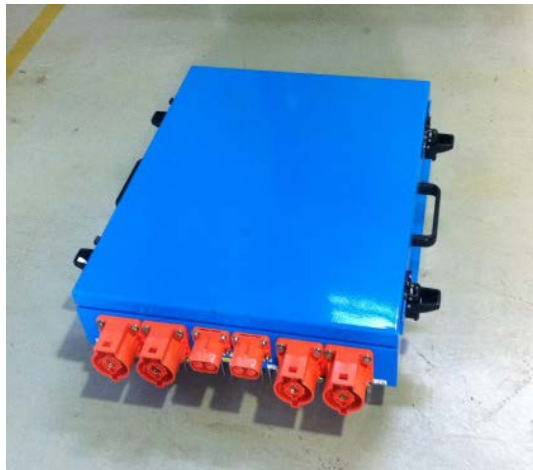
사양

Items	Specification	
	대용량 레귤레이터	소용량 레귤레이터
입력 전압	400~600 Vac(Peak)	300~450 Vrms
입력 전류	~220Aac	~75 Arms
컨트롤 보드 전압	24Vdc	-
출력 전압	600 ~ 700 Vdc(정격 660Vdc)	400 Vdc
정격 출력 전력	100kW @ 685Vdc	22kW @ 55Adc
스위칭 주파수	85kHz	85kHz
효율	> 97%	-
동작 온도	-25 °C to 85 °C	-25 °C to 85 °C
IP 등급	IP55	-
크기	W 640 / H 330 / D 1,060	W 600 / H 100 / D 400
무게	300kg	<40kg
냉각 방식	수냉	공냉

부록 B. 회사 주요 제품 : 정류기

< 레귤레이터 >

급전 선로의 자기장을 통하여 공급받은 픽업 AC전력을 DC전력으로 변환하는 장치로 고주파 특성을 고려하여 설계



< 정류기 >

사양

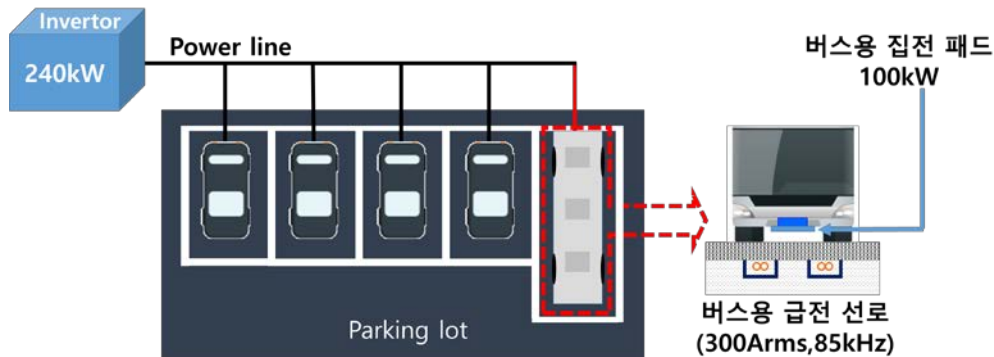
Item	Specification
입력 전압	400 ~ 600Vac
입력 모듈	1
입력 전류	~220Aac
출력 전압	400 ~ 600Vdc
출력 전류	~220Adc
출력 전력	100kW
입력 모듈(ea)	1
Cooling	공랭식
크기	W 600 / D 500 / H 250
무게(kg)	40 kg

부록 B. 회사 주요 제품 : 버스용 급전선로

< 정차중 무선충전 급전선로 >

인버터로부터 인가된 전류를 받아 집전장치에 전달될 수 있도록 자기장을 형성시키는 장치

• 버스용 급전선로

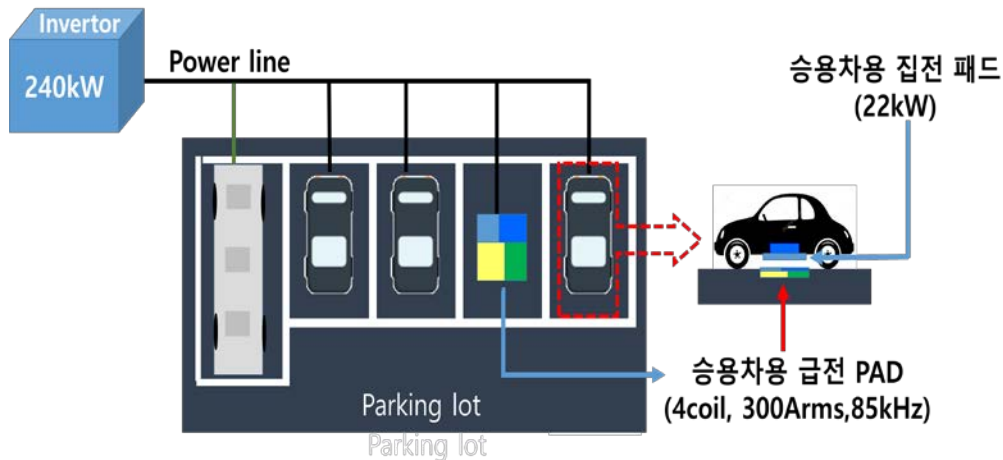


사양

Items	Specification
입력 전압 (최소/정격/최대) V	최대 436V
입력 전류 (최소/정격/최대) A	최대 500A
입력 전력 (최소/정격/최대) W	최대 218kW
주파수(최소/정격/최대)	85kHz
Efficiency	
정격 효율	90%
Environmental limits	
동작 온도	-20 °C to 50 °C
냉각 방식	공랭

부록 B. 회사 주요 제품 : 승용차용 급전선로

• 승용차용 급전선로



<소용량(승용차용) 급전선로>

사양

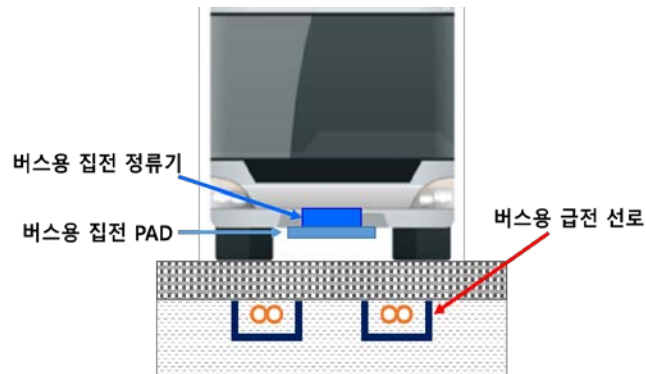
Items	Specification
입력 전압 (최소/정격/최대) V	최대 800V
입력 전류 (최소/정격/최대) A	최대 300A
입력 전력 (최소/정격/최대) W	최대 24kW
주파수(최소/정격/최대)	85kHz
Efficiency	
최대효율	98%
평균효율	97%
Environmental limits	
환경 등급	IP65
동작 온도	-40 °C to 60 °C
최적 온도	30 °C
동작 온도	45°C

부록 B. 회사 주요 제품 : 버스용 집전 PAD

< 정차중 무선충전 집전 PAD >

차량 하부에 장착되어 도로에 매설된 급전선로 및 급전 PAD에서 발생하는 자기장을 집속하여 전기에너지를 생성하는 장치

• 버스용 집전PAD



<대용량(버스용) 집전PAD>

사양

Items	Specification
입력 전류	600Vrms
전력	100kW
주파수	85 ± 1[kHz]
냉각 방식	공랭식
크기	W 1,500 / H 150 / D 1,500

부록 B. 회사 주요 제품 : 승용차용 집전 PAD

• 승용차용 집전PAD



<소용량(승용차용) 집전PAD>

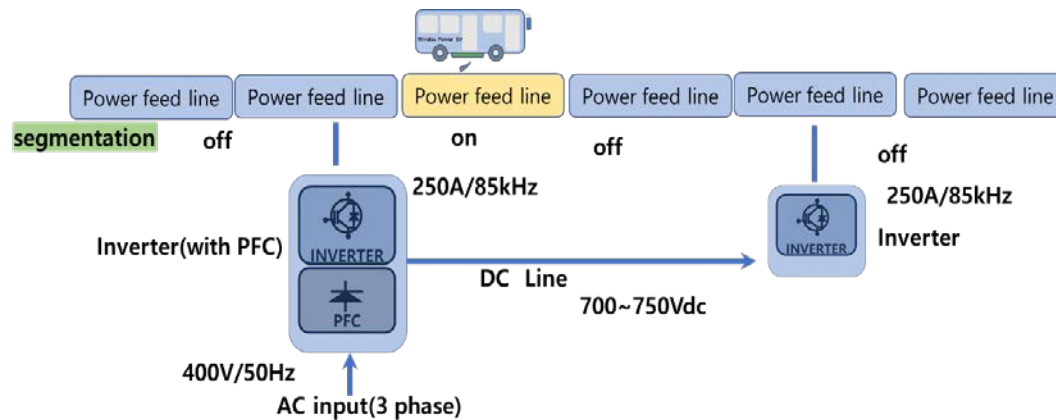
사양

Items	Specification
정격 출력 전압	400Vrms
정격 출력 전류	55Arms
정격 출력 전력	22kW
주파수(최소/정격/최대)	85kHz
개수	1ea
무게	40kg
크기	W 650 / H 30 / D 750
냉각 방식	공랭

부록 B. 회사 주요 제품 : 버스 및 승용차용 동적 충전 급전선로

< 주행중 무선충전 급전선로 >

인버터로부터 인가된 전류를 받아 전기자동차가 주행 중에도 집전장치에 전달될 수 있도록 자기장을 형성시키는 장치



<주행 중 급전선로>

사양

Items	Specification
전압	250A nuder
충전 타입	정차 중, 주행 중 충전
선로 길이	>= 10m
주파수(최소/정격/최대)	85kHz
세그먼트 수	6ea(>=60m)

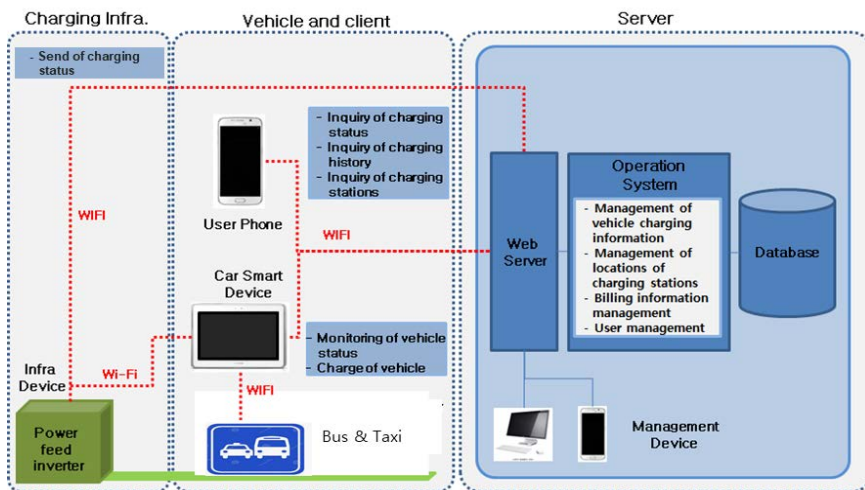
부록 B. 회사 주요 제품 : 운영 및 모니터링 시스템

< 운영 및 모니터링 시스템 >

무선충전 전기차의 충전 상태, 운행 가능거리, 충전 장소 등을 안내하여 사용자가 편리하게 관리 및 모니터링 할 수 있도록 지원하는 시스템



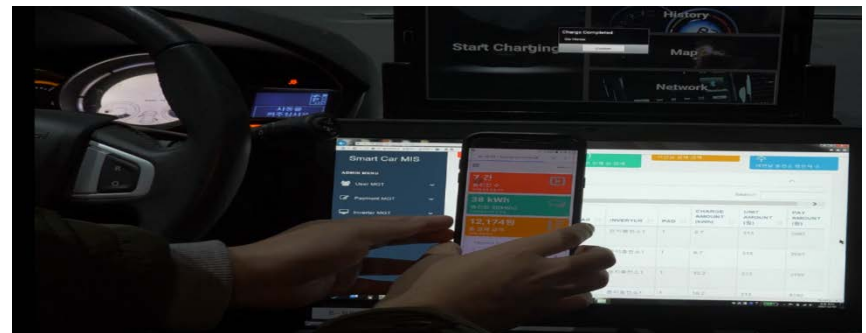
< 승용차용 UI >



< 시스템 구조도 >

사양




Item		Specification	기능
스마트 폰 /스마트 패드	통신	WIFI	<ul style="list-style-type: none"> 전기자동차의 배터리 충전을 위하여 WIFI를 통해 차량과 서버의 충전 인프라, 정류기 간 통신 웹 홈페이지를 이용한 데이터베이스 관리(충전소, 차량)
	SW	<ul style="list-style-type: none"> 충전상태 조회 청구 내역 조회 충전소 위치 조회 	
서비스	통신	WIFI를 통한 충전 인프라와 통신	
	SW	<ul style="list-style-type: none"> 차량 충전 관리 충전소 위치 관리 결제 정보 관리 사용자 관리 	



< 스마트 기기 UI >





부록 C. 경쟁사 기술분석 : 버스 충전(1/2)

- 와이파워원은 경쟁사 대비 높은 이격거리와 전력전달 효율을 보유하고 있음


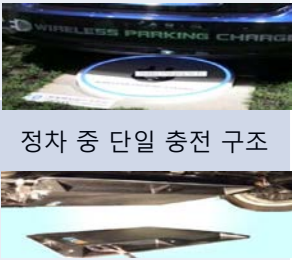
분류	이격 거리	출력 용량	효율	인버터 스위칭 주파수	표준	호환성	EMI 안전	EMF 안전	대전류 전기 안전	비고
< WipowerOne >  주행 중/정차 중 충전 구조 	20cm (코일 간격 35cm)	100kW	85% (AC-DC) (1)	20kHz	IEC 61980 Annex	SAE J2954 Heavy duty 기준 제안	IEC 61980 EMI 기준 만족	ICNIRP 2010 Level 만족	IEC 60479 Level 만족	좌우편차 에 강함
			89.5% (DC-DC)							
			=>90% (AC-DC)	85kHz						
< WAVE Technology >  정차 중 중앙 충전 구조 	16.5 ~ 19cm	50kW	89~ 92% (DC-DC)	23.4kHz	-	-	-	ICNIRP 2010 Level 만족	-	좌우편차 에 민감함

(1) 공극간격이 동일한 경우, OLEV와 WAVE의 전력 전달 효율은 유사할 것으로 예상됨

부록 C. 경쟁사 기술분석 : 버스 충전(2/2)

분류	이격 거리	출력 용량	효율	인버터 스위칭 주파수	표준	호환성	EMI 안전	EMF 안전	대전류 전기 안전	비고
< Momentum Dynamics >  주행 중/정차 중 충전 구조 	30cm	50 ~ 200kW	88% ~ 90% (DC-DC)	85kHz	-	-	-	-	-	주행 중 충전은 개 발 중
< 봄바디아 >  주행 중/정차 중 충전 구조 	2cm	50 ~ 200 kW	69 ~ 90% (DC-DC)	20kHz	-	-	-	-	-	좌우편차 에 민감, 주행 중 충전은 개 발 중

부록 C. 경쟁사 기술분석 : 승용차 충전

분류	이격 거리	출력 용량	효율	인버터 스위칭 주파수	충전 시간	표준	호환성	EMI 안전	EMF 안전	대전류 전기 안전	비고
< WipowerOne >  <p>정차 중 다중 충전 구조</p>	12cm	23.3kW	92.2% ⁽¹⁾ (정위치), 91.5% (좌우편차시) (레귤레이터 포함)	85kHz	47min (30kWh Battery)	SAE J2954 /IEC61980 제안 예정	SAE J2954 /IEC61980 제안 예정	SAE J2954 제안 예정	SAE J2954 제안 예정	-	상하, 전후, 좌우편차에 매우 강함
< WiTricity >  <p>정차 중 단일 충전 구조</p>	12cm	7.2kW	93.2% (정위치), 92.5% (좌우편차시) (레귤레이터 미포함)	85kHz	150min (30kWh)	SAE J2954	SAE J2954	SAE J2954	SAE J2954	-	상하, 전후, 좌우편차에 민감함

(1) 92.2 %의 효율은 자기장을 최적화 시키면 95% 효율 증대 가능

(2) 전기 승용차의 경우, 85 kHz의 공진주파수를 사용하기 때문에 20 kHz 공진주파수를 사용하는 중전력 전기버스보다 효율이 높음



감사합니다.