

잡지 : 전파진흥지 (발행인 한국전파진흥협회)

원고제목 : 전기화(전동화) 시대의 무선 전력 기술

저자 : 장원호 연구위원, 한국전파진흥협회 산업육성팀

1. 서론

스마트 모바일 시대에서 스마트 전기차 시대가 왔다. 스티브 잡스에서 일론 머스크로 주인공의 모습도 바뀌었다. 이제 막 시작한 전동화 시대의 주역인 전기차는 자율주행기술과 함께 하루가 다르게 변신하고 있다[1]. 택시와 마을버스가 자율주행 전동화 시대의 주요 타깃으로 전망된다. 현대차가 미국에서 자율주행 로보택시 사업을 시작할 예정이며[2], 도요타가 주력하고 있는 이팔레트는 마을 버스를 교체할 것이다[4]. 자율주행 전기차 서비스는 대부분 무선 충전 기능을 도입할 것으로 전망되며, 자율주행 전기차와 4차 산업혁명 기술들이 융합된 진정한 스마트시티가 우리의 미래도시 형태가 될 것으로 보인다[5]. 이러한 스마트시티의 첫 삽을 일본이 먼저 후지산 아래 우븐시티에 건설을 시작하였다[6]. 스마트시티에 들어가는 요소기술은, 로봇, AI, 의료, IoT 등 4차 산업혁명의 10대 기술이 있으며, 무선 전력은 이 10대 기술 대부분을 견인하는 기반 기술이라 할 수 있다. 전기차 또한 무선 전력을 이용하여 시장 확산의 견인차로 이용하려 하고 있다[7].

무선충전기는 2007년 MIT 공대에서 100년 전 테슬라가 개발한 무선 전력전송 기술을 선보이며, ICT 기기로서 우리 생활에 들어오게 되었다. 켈컴은 재빨리 원천특허를 1,500개 확보하고 와이트리시티라는 스타트업과 우위적으로 합병하였다. 이로써 미국에서부터 무선 전력전송 기술의 산업화가 시작된 것이다. 우리나라는 2010년부터 KEIT에서 처음으로 과제를 기획하고, KETI에서 연구개발을 시작하였다. 그 당시 LG전자가 먼저 나서서 산업 활성화에 필요한 정부의 주파수 등 법제도 정비 관련 지원 필요성을 강조하였으며[8], 이에 부응하고자 2011년 12월 방통위가 산업체의 의견을 수렴하는 한국무선전력전송포럼을 창립하고, 2015년 미래창조과학부 등 부처 합동으로 정보통신전략위원회에서 무선전력전송 산업 활성화 방안을 발표하였고[9], 무선전력전송진흥포럼으로 개편하였다. 산업체에서는 갤럭시 S5, 아이폰8 스마트폰에 기능을 추가하게 되면서, 무선 충전 스마트폰의 시대가 열렸다. 현재 스마트폰 대부분이 무선 충전 기능을 사용하고 있고, 모바일 분야가 전체 무선 충전 시장의 70%를 차지하고 있으며, 전기차, 가전, 로봇, IoT 센서뿐만 아니라 이식형 의료기기로 확산하고 있다[10].

2. 무선 전력 기술과 규제

무선 전력 기술은 대전력을 효율적으로 보내는 것이 중요하다. 통상 무선통신에서는 20W만 해도 무척 큰 전력인데, 하나의 무선충전기가 20kW까지 사용하므로 1,000배나 된다. 다행히 주파수가 100kHz 이하로 매우 낮아 고주파수 대역까지는 간섭 신호가 들어가지 않으므로 무선통신 서비스 간섭에는 크게 문제가 되지 않지만, 전자파 인체보호 기준에 저촉이 될 수 있어 신중해야 한다.

무선충전 산업 활성화를 위해서는 과기정통부의 전파법을 새로 개정해야 하며, 고출력기기 사용으로 인해 산업부의 전기안전공사법과 환경부의 대기환경보전법, 충전 인프라 설치 지침 등을 새로 만들어야 한다. 이처럼 무선충전기는 넘어야 할 규제가 많다. 대기업은 필요하면 규제를 회피하는 기술을 개발한다. 그래서 모바일과 전기차 부문에서 먼저 시장이 형성되고 있다. 하지만 중소·중견기업들은 그러지 못하다. 무선 충전기술을 적용하여 다양한 틈새시장 제품을 개발하고 싶어도 규제 회피 기술개발에 많은 돈이 필요하여 신제품 개발 시도를 엄두도 내지 못하고 있다. 우리 중소·중견기업의 제품 경쟁력 향상을 위해 중소·벤처기업부에서 추진하고 있는 무선전력전송 규제자유특구를 만들 필요가 있다.

이처럼 규제에 끓여 꼼짝 못했던 무선충전 산업이 미국에서부터 희소식이 전해지고 있다. 전자파 인체보호 기준 때문에 인증받지 못했던 원거리 무선 충전 제품을 제한적인 출력 조건으로 인증해 주기 시작하고 있다[11]. 미국에서뿐만 아니라 일본에서도 비록 1W 이하이지만 이러한 제품에 대한 법 제도를 준비하였다[12]. 특히 원거리 무선 충전기술은 IoT 센서의 유비쿼터스화에 많은 도움을 줄 수 있으며, 사람이 가까이 가기 어렵거나 위험한 지역에 전력을 공급하는 데 적합하다. 미래에 우주공간이나 달, 화성 식민지에서는 꼭 필요한 기술이 될 것이다[13]. 모토롤라와 샤오미가 빨 빠르게 수 미터 반경 내에서 휴대전화기를 원거리 무선 충전을 하겠다고 발표하였으나, 실현되려면 규제가 풀리던지 인체보호 보완기술이 나와야 한다[14]. 우리나라로 이미 경희대 지능형 무선전력전송연구센터나 KETI에 정부 자금을 지원하여 실험실 레벨에서 이러한 기술을 보유하고 있다. 한편 승실대 지능형 바이오메디컬 무선전력전송연구센터에서는 서울의대, 포항공대와 함께 인공 안구, 심전도계, 신경자극기 등 이식형 의료기기에 적용할 무선 충전기술을 개발 중이다. 이식형 의료기기는 향후 5년 이내에 180억 불의 시장이 예상되며, 이 중 대부분이 무선 충전기술을 적용할 것이 전망된다고 하니 과히 놀라운 시장이다. 우리 기술자들은 적재적소의 규제만 풀리면 다양한 기술을 선보일 준비가 되어 있다. 문제는 이러한 신기술들을 어떻게 실증하여 현실 생활의 테두리에 잘 끼어 맞추느냐 하는 과정이 필요한데, 그러한 과정은 규제자유특구나 스마트시티 등에서 이루어져야 한다고 본다. 다음 장에서는 향후 전망되는 제품 및 서비스에 대해 알아본다.

3. 무선 전력 제품 및 서비스 전망

무선 전력 제품으로서는 이미 스마트폰 무선충전기가 있다. 무선 전력 전송기라면서 패드에 전선이 연결되어 있으니, 이게 무슨 무선 전력이냐며 일반인들은 웃을 수밖에 없다. 아직은 인체를 피해서 스마트폰에만 원거리에서 무선으로 전력을 공급하는 기술이 상용화되지 않았기 때문에 우리 전문가들도 반쪽 무선 충전이라고 말할 수밖에 없다. 하지만 전기차 충전에 있어서는 조금은 혁신적인 변화를 줄 것이다. 굵은 수십, 수백 암페어의 전류가 흐르는 전선을 인간이 손으로 잡는 것은, 한전의 전력선 케이블 공사하는 사람들뿐이었는데, 일반인들이 전기차 충전을 위해 어쩔 수 없이 해야 한다고는 하지만 꺼려지는 일이다. 주차장 바닥에 무선 충전 패드를 깔아놓으면 충전 행위 없이 차량을 충전할 수 있다. 소위 주유소를 아예 가지 않아도 된다는 것이다. 자동차 생활 패러다임이 바뀔 수 있다. 주유소 가는 것이 자동차 생활에서 빠지는 것이다.

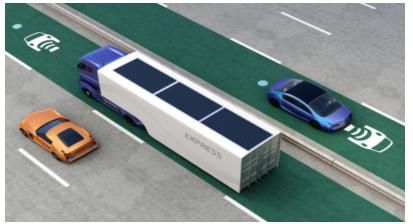
제네시스 GV60 무선충전 전기차	영국, 독일 전기차 무선충전 도로
 <p>9월 30일 GV60 출시 발표</p> <p>11㎾급 무선충전기 개발 및 공급 [그린파워]</p> <p>출처: YouTube - GENESIS - WORLDWIDE 첫날 THE GENESIS GV60 WORLD PREMIERE</p>	
미국 와이보틱 물류로봇 무선 충전	중국 샤오미 원거리 무선 충전
	

그림 무선 충전 제품 및 서비스

현대자동차는 제네시스 GV60으로 무선 충전 전기차를 내놓았다. 앞으로 집마다 주차장도 필요 없어진다면 너무 허황한 얘기로 들릴까. 집으로 차를 몰고 와서 집 앞에서 주차장으로 가라고 하면 알아서 동네 근처에 있는 자율주행 주차장으로 가서 무선 충전 패드를 찾아 밤새도록 차량을 충전하고, 아침 출근 시간에는 집 앞으로 와서 대기한다. 인간들과 동선만 잘 조정한다면 얼마나 편리한 세상인가. 주차 공간이 획기적으로 줄어들 수 있다. 차량이 보이지 않는 아파트를 억지로 만들 필요가 없다. 이처럼 전기차 시대의 무선 충전기술은 다양한 형태로 발전할 것이다.

전기차 무선 충전 시스템에 들어가는 부품은 어떤 게 있을까. 무선 충전 코일과 송수신시스템이 있다. 전기차 무선 충전 코일 또한 스마트폰 안테나처럼 처음에는 고가이지만 5년 이내에 저가형으로 레드오션이 될 것이다. 중국의 10여 개 업체가 저가화 기술개발에 집중하고 있다. 곧 저가의 코일이 대량 생산될 날도 머지않다. 스마트폰처럼 핵심 부품은 소재이다. 스마트폰도 무선충전 코일 위쪽의 부품을 보호하기 위해 무척 비싼 나노 크리스탈 전자파 저감 소재를 쓰듯이, 전기차도 다양한 무선 장치를 보호하기 위해 무선 충전 코일과 차량 전장과 분리하는 전자파 저감 소재가 꼭 필요하다. 스마트폰과 달리 충격과 진동에도 잘 견뎌야 하므로, 가장 핫한 부품이 될 것이다. 우리나라 대기업이 여기에 뛰어들었고 세계시장을 견인할 수 있었으면 좋겠다.

한편 우리나라가 2010년 세계 최초로 개발한 도로에 매설하는 다이내믹 무선 충전은 어떻게 발전할까. 시장 확산 부족으로 아직 상용화는 안 되고 있지만, 앞으로 미래 시대에는 많은 도로가 다이내믹 무선 충전기술을 적용할 것이다. 특히 4차 산업혁명을 선도하겠다는 지자체장들은 너도나도 앞다투어 다이내믹 무선 충전 전기 도로를 설치하겠다고 공약하고 있다. 정치인들에게는 폼나고 기술을 나도 알고 있다고 포장하기에 딱 좋은 상품인가 보다. 보리스는 이미 런던 시장 때 이층 버스 무선 충전 시범사업을 하였고, 스웨덴, 이스라엘, 중동, 프랑스, 독일, 영국, 이태리, 미국에도 지자체장들이 너도나도 선진화된 도시를 기획할 때 전기차 무선 충전 도로를 고려하고 있다. 우리나라도 국토부 업무계획에 들어있다. 교차로에 표준화된 무선 충전 송신기를 설치하면 신호를 기다리며 잠시라도 충전을 할 수 있다. 고속도로 일정 구간을 무선 충전 도로로 깔면 장거리 여행을 중단없이 가능하다.

인공심박조율기	미주신경자극기	심장 모니터
		
천골신경자극기	이식형 약물 주입기	인공와우
		

그림 무선 충전 이식형 의료기기 예시

또한 무선 충전기술이 빠져서는 안 되는 분야가 이식형 의료기기 분야이다. 수술은 무섭다. 수술 후 면역력 향상을 위해 무척 고생한다. 이식형 의료기기를 몸속에 갖고 다니는 사람은 10년에 한 번씩 배터리 교체를 위해 수술을 해야 한다는데 두려움이 앞선다. 미래에 내가 인공 심박 조율기를 달지 말라는 법이 있는가. 한번 수술은 목숨을 살리기 위해 감수하겠지만 두 번 하라고 하면 할 수 있을지 의문이다. 여기서도 가장 중요한 부품은 전력을 송수신하는 안테나이다. 효율적으로 인간의 몸 안으로 주변 인체의 열 상승 없이 전력을 전송하는 기술이 필요하다. 미국 스탠퍼드 대학에서 원천기술을 개발했지만 다양한 형태의 안테나가 필요하므로 이식형 의료기기 형태에 따라 맞춤 안테나를 설계해야 한다. 이 또한 무척 고난도의 기술이다. 고부가가치 분야이고 의료기기의 특성상 표준화가 쉽지 않으므로 우리나라 중소·중견기업들이 도전해볼 만한 분야이다.

한편 충전력 무선 충전 시장을 겨냥하여 LG전자와 SKC가 무선 충전 마이크로 모빌리티 사업을 하기 위해 시범 서비스를 선보였다. 하지만 이들은 중소·중견기업이 하는 무선 충전 전동킥보드 사업을 하려고 하는 것이 아니다. 정말 하고 싶은 건 전동화 시대에 무선 충전을 이용하여 융합 서비스를 찾으려고 하는 것이다. 무선 충전 스마트폰처럼, 무선 충전 전기차처럼 전 세계인이 아무 무리 없이 당연히 쓰고 싶은 제품 및 서비스를 찾으려는 것이다. 우리 중소·중견기업의 발 빠른 강점을 이용할 수 있는 시장은 충전력 무선 충전, 특히 로봇, 드론, 가전, 산업기기 및 마이크로 모빌리티 분야이다. 대기업이 융합 서비스와 많은 연구개발비가 들어가는 소재 부문에 주력하고 우리 중소·중견기업은 핵심 기술 개발에 주력한다면 좋은 시너지가 될 것이다.

4. 무선전력 제품 및 서비스의 테스트베드/규제자유특구

올해 10년째인 무선전력전송 컨퍼런스에 모바일 및 전기차 무선 충전 표준을 선도하는 WPC, WiTricity의 CEO들이 모였다. 조그만 한국의 행사에 세계 최고의 인사가 모인 이유는, 한국이 세계의 테스트베드이기 때문이다. 여기는 최고의 ICT 지식을 가진 호불호가 뚜렷한 소비자가 있어, 한국 소비자 불만을 보완하면, 세계 시장에서 성공한다는 인식이 있는 것 같다. 원천, 핵심기술 개발은 당연히 유럽과 미국이 최고이나, 이러한 작품을 소비자가 선호하는 제품과 서비스로 만드는 상용화 기술은 한국이 최고다. ‘15년 무선충전 스마트폰이 나온 이후로, 부동의 판매1위가 삼성전자인 것을 보아도 알 수 있다. 앞으로는 5G, 6G 무선통신을 위해 초고주파/고출력 기기들이 대량 출현하므로, 고밀도 전파 환경에서 최적의 주파수 선택 및 간섭시험을 통해, 최소한의 불요 전자파를 야기하는 제품 및 서비스 개발이 필수이므로, 개발단계에서의 전파환경 실증 테스트는 꼭 필요한

과정이 되었다. 이러한 시험은 테스트베드나 규제자유특구에서 가능하다.

모바일 대기업들은 스마트폰과 무선 이어폰, 웨어러블 기기, IoT 센서, 바이오 등에 공통으로 적용할 수 있는 새로운 무선충전 주파수를 찾고 있다. 애플은 작년부터 적합한 주파수를 갖고, ITU와 아·태지역 표준화 기구인 AWG에서 표준화를 진행하고 있다[15]. ETRI가 10년 전에 개발한 1.7MHz 주변 대역이다. 당시에는 ETRI가 국제표준과 동떨어진 주파수를 개발한다고 했지만, 미래를 준비한 선택이었나 보다. 이 주파수는 전송효율, 발열, 소형화 이점이 있고, 특히 전자파 저감에 효과적인 주파수라는 것이다. 이제는 적합한 주파수를 찾는 것도 경쟁력이 된 시대이다. 정부가 전파 플레이그라운드를 만든 목적 중의 하나도 이러한 표준이나 규제에 취약한 중소·중견기업을 위해서 사전 전파시험을 할 수 있는 공간이다.

무선충전기는 고출력 전파를 공간에 방사하므로, 전자파 저감 기술이 필수이지만, 무선충전이 사용하는 저주파수 대역에서는 효과적인 전자파 흡수/차폐 기술을 개발하기가 어렵고 소재도 취약하다. 저주파수 전자파 저감기술 개발은 대규모 투자가 필요하고, 소재 개발은 중소·중견기업은 엄두도 못내는 실정이다. 중소벤처기업부에서 추진하는 규제자유특구를 무선전력전송에 적용해야 하겠다. 스마트폰에 들어가는 무선 충전용 전자파저감 소재는 다른 부품에 비해 고가이다. 무선 충전 전기차 또한 국제 표준 규격을 보면 자동차 한 대당 1m 이상의 전자파 흡수/차폐재가 들어간다[16]. 조만간 이 소재는 무선충전 전기차에서 가장 고가의 핵심 부품이 될 것이다.

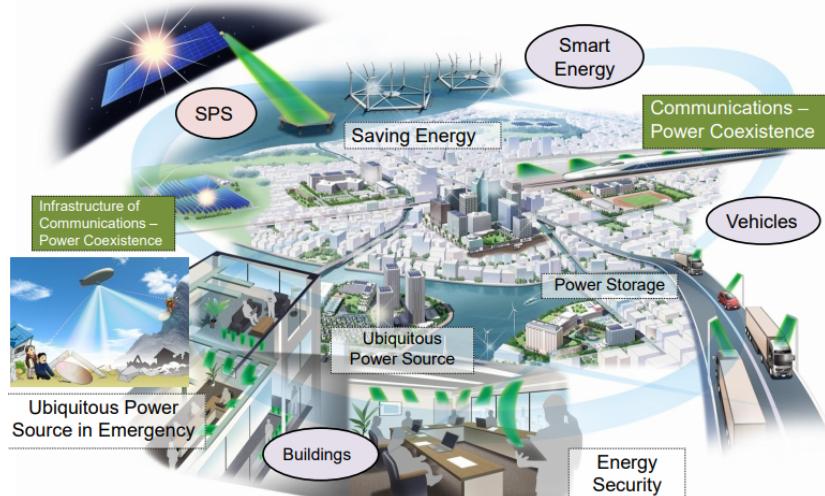


그림3 일본의 무선 전력전송 스마트시티 조감도

위의 그림3은 교토대 시노하라 교수가 그리는 무선 충전 인프라가 들어간 스마트시티의 밀그림이다. 4차 산업혁명 기술과 사용자의 편리성을 가미한 무선 전력 기술이 접목된 진정한 미래도시의 형태이다. 이러한 스마트시티의 테스트베드

를 우리나라가 먼저 선보여 세계의 기업들이 모여 든다면, 미래의 시장 창출이 우리나라를 중심으로 열릴 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] 서울경제, 2021.11.10.“현대차 레벨3 자율주행차 내년부터 양산”
- [2] 연합뉴스, 2020.11.10. “모셔널 · 리프트 내후년부터 라스베이거스에서 로보택시 상업 운용”
- [3] 머니투데이, 2020.11.12. “자율주행 스타트업의 한숨, 1대 운행하는데 택시업계는 안된다”
- [4] 국민일보, 2021.08.29. “도요타 자율주행차 이팔레트 패럴림픽 시각장애 선수와 충돌”
- [5] 파이낸셜뉴스, 2020.11.08., “내년부터 지역거점 스마트시티 조성 본격화 2025년까지 16곳 선정”
- [6] 이투데이, 2020.02.23. “도요타 후지산 인근서 우븐시티 착공 스마트 시티 첫 삽”
- [7] 인사이트, 2021.11.09. “외계인 같아 만든것 같다는 현대차 제네시스GV60에 탑재된 첨단기술 4가지”
- [8] NTIS 국가R&D과제정보 사이트, “휴대단말용 Dual Band 멀티모드 인터렉티브 무선충전 융합 기술개발,” 2010-2013년, 한국산업기술평가원
- [9] 한국무선전력전송포럼 홈페이지 (www.KWPF.org)
- [10] 2019 IHS Report, “Wireless Power Market Tracker 2019.”
- [11] Forbes, <https://www.forbes.com/sites/marksparrow/2021/09/08/ossia-gets-approval-for-wireless-power-transmitter-without-any-distance-limitations/?sh=39a2d5042b30>, 2021. 9. 8.
- [12] 일본 총무대신 자문 제2043호, “공간전송형 와이어리스 전력 전송시스템의 기술적 조건,” 정보통신심의회, 令和 2년 7월 14일
- [13] All About CIRCUITS, <https://www.allaboutcircuits.com/news/breakthroughs-wireless-charging-extend-new-zealand-even-to-moon/> 2020. 12. 14.
- [14] THE VERGE, <https://www.theverge.com/2021/1/28/22255625/xiaomi-mi-air-charge-technology-wireless-charging>, 2021. 1. 28.
- [15] 아태지역 무선통신 표준화 기구 홈페이지 www.apt.int/aptawg, “AWG 28차 국제회의 표준 기고문
- [16] 국제자동차기술자협회 홈페이지 www.sae.org, “SAE J2954 표준(2021.10월)”

< 저자소개 >



장원호(Jang Won Ho)

1982년~1986년 한국항공대 항공전자공학과 졸업(학사)
1986년~1988년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사)
1995년~2003년 동 대학원 정보통신공학과 졸업(공학박사)
1988년~1990년 육군 병장(수송)
1991년~1992년 에이스안테나 연구원
1992년~2001년 한국통신공사 전임연구원
2001년~2005년 에이스안테나 책임연구원
2006년~2007년 서울산업대 전자정보학과 강사
2007년~현재 KCA, RAPA 연구위원
주 연구분야 : 안테나, 무선전력전송