스마트 무선충전 기술

Smart Wireless Charging Technology

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 무선충전 기술의 개요 및 전망
Ⅲ. 무선충전 표준화 동향
Ⅳ. 무선충전 기술개발 동향
Ⅴ. 무선충전 기술전망
Ⅵ. 결론

문정익 (J.I. Moon, jungick@etri.re.kr) 전파환경감시연구그룹 책임연구원
김성민 (S.M. Kim, smkim97@etri.re.kr) 전파환경감시연구그룹 책임연구원
김상원 (S.W. Kim, melanio@etri.re.kr) 전파환경감시연구그룹 선임연구원
조인귀 (I.K. Cho, cho303@etri.re.kr) 전파환경감시연구그룹 책임연구원
손수호 (S.H. Sohn, shsohn@etri.re.kr) 전파환경감시연구그룹 책임연구원/그룹장
이호진 (H.J. Lee, hjlee@etri.re.kr) 전파위성연구본부 책임연구원/본부장

* 본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영비지원사업의 일환으로 수행되었음[1711032848, 무선 E-zone 및 다차원 에너지 집적기술 개발].

전자기장(電磁氣場, Electromagnetic field)을 이용하는 무선전력 전송기술은 오래전부터 관련 연구가 시작되었다. 최근 스마트폰의 새로운 시장발굴을 위한 산업체의 노력과 새롭고 편리한 기능을 요구하는 소비자의 욕구를 충족시키는 해법 중 하나로 무선전력 전송기술을 이용한 무선충전 기술이 관심을 받기 시작하면서 다양한 스마트기기에 적용되고 있다. 또한, 무선충전 기술이 적용 가능한 웨어러블 기기와 IoT 기기, 그리고 전기자동차 시장의 확대가 기대되고 있어 수년 내 무선충전 기술은 현재보다 빨리 높은 수준에 도달할 것이며, 산업체의 시장선점과 표준화 경쟁이 치열할 것으로 예상된다. 본고에서는 이러한 무선충전 기술의 발전 동향과 표준화 동향을 소개하고, 향후 무선충전 기술의 발전 방향에 대해 논하고자 한다.

본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

© 2017 한국전자통신연구원

Ⅰ. 서론

지난 100여 년 동안 무선통신은 눈부신 발전과 진화를 거쳐 현재 4차 산업혁명을 주도할 5세대 이동통신까지 이르게 되었다. 무선통신과 마찬가지로 무선전력 전송기술은 전자기장(電磁氣場, Electromagnetic field)을 이용한다는 측면에서 같은 기술적 뿌리를 가지고 있으며, 최근 스마트폰과 웨어러블 기기, 전기자동차의 시장 확대와 배터리 기술 발달로 무선전력 전송기술을 활용한 무선충전 기술의 필요성이 높은 관심을 받고 있다.

무선전력 전송기술의 연구는 100여 년 전부터 시작되었지만, 일상생활과 거리가 먼 원거리 무선전력 전송과 도로 위의 버스에 무선으로 고출력 전기를 공급하는 연구가 먼저 수행되었다[1], [2]. 그리고, 2007년 자기공명(Magnetic resonance)을 이용한 무선 에너지 전달 방식을 설명하는 연구결과 발표와 스마트폰의 대중화로 무선전력 전송으로 기기의 배터리를 충전하는 무선충전기술의 관심이 급격히 높아졌다[3]. 특히 스마트폰의 사용시간이 증가하면서 배터리의 잦은 충전에 대한 불편함을 느끼는 소비자에게 스마트폰 개발업체에서는 '편리하고 안전한 무선충전' 기능을 탑재한 스마트폰들을 출시하여 스마트폰 시장의 판도를 바꾸는 기회로 삼고 있으며, 이를 기반으로 스마트워치를 포함한 웨어러블 기기와 IoT 기기 시장 확보에도 노력을 기울이고 있다. 또한, 화석연료 사용의 부담과 친환경을 중요시하는 사회적 분위기를 반영하듯 전기자동차의 수요가 꾸준히 증가하고 있으며, 유선충전보다 편리한 무선충전 기술에 대해서 자동차 제조사들의 기술 개발이 진행되고 있다[4], [5].

본고에서는 이처럼 일상에서 에너지 충전방식의 패러다임을 변화시키고 있는 무선충전 기술에 대한 국내외 기술개발 및 표준화 동향, 시장규모 및 시장전망을 살펴보고, 이를 기반으로 향후 무선충전 시장을 선도하기 위한 기술개발 방향을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 무선충전 기술의 개요 및 전망

1. 무선충전 기술 개요

무선전력 전송기술은 전자기장을 이용하여 전기에너지를 선 없이 부하로 전달하는 기술로, 에너지를 전달하는 송신부과 공급받는 수신부의 거리에 따라서 근거리 전송과 원거리 전송으로 구분할 수 있으며, 전달 에너지의 파장을 고려할 경우 근역장 전송과 원역장 전송으로도 나눌 수 있다. 특히 부하가 배터리인 경우에 적용되는 무선전력 전송기술을 '무선충전 기술'이라 부른다.

이러한 무선충전 기술은 전송 에너지의 특성에 따라 전기장 방식, 자기장 방식, 전자기파 방식으로 구분되는데, 송수신 거리가 아주 멀지 않는 경우는 유전체로 인한 전달손실이 적은 자기장 방식을 주로 이용하게 된다. 따라서 일상에서 흔히 볼 수 있는 스마트폰 무선충전의 경우는 자기장 방식의 근거리-근역장 전송기술을 적용한 사례이며, 현재 상용화된 대부분의 무선충전은 이러한 기술을 이용하여 배터리를 충전한다. (그림 1)은 일반적인 무선충전 시스템의 구성도를 나타내고 있다[6].

일반적으로 무선충전 시스템은 상용 교류전원을 RF 신호로 변환하는 송신기와 전자기유도 현상을 이용하여 무선으로 전력을 전달하는 송수신 코일, 그리고 입력되는 RF 신호를 직류로 변환하여 부하에 요구전력을 전달하는 수신기로 구성되어 있다. 특별히 송수신 코일 사이에 공명(Resonance)현상을 이용할 경우 자기공명 방식이라 하고 자기유도방식과 기술적인 구분하고 있었으나, 최근 산업계에서는 개별 기술이 가진 장점들을 적용한 제품 개발에 관심이 높아 엄격히 구분하지 않는 경우

(그림 1) 무선충전 시스템 구성도

[출처] 김성민 외, "무선충전 기술동향과 발전방향," 전자통신동향분석, 2016.

도 있다.

2. 무선충전 시장전망

시장조사업체인 테크나비오(Technavio)는 세계 무선충전 시장이 2015년 17.2억불에서 2020년 89.9억불로 연평균 33.1% 성장을 전망하고 있다[7]. 이러한 시장전망은 스마트폰을 포함한 가전과 EVs(Electric vehicles)만 고려한 것으로, 전체 시장에서 가전용 무선충전은 2015년 89%에서 2020년에 56%로 비율이 줄어드는 대신 EV가 차지하는 비율이 증가함을 예측하고 있다. 또한, 지역별로는 2015년 아시아태평양지역이 전체의 45%를 차지하고, 2020년경에는 아시아, 미국, 유럽과 아프리카가 서로 비슷한 수준이 될 것으로 전망하였다[7]. 아시아태평양지역에서는 한국과 일본이 시장 주도를 하지만 2014년 기준으로 중국이 2.3억대의 전기자전거와 8만 3천대의 전기자동차를 보유하고 있고, 일본이 전기자동차 시장을 이끌고 있는 상황임을 감안하면 전기자동차 충전에 대한 적극적인 R&D 투자와 이로 인한 산업 활성화가 이루어져야 할 것이다.

미국의 경우는 애플, 구글, Microsoft를 비롯한 세계적인 기업들이 무선충전 기술 개발에 적극적으로 투자하고 있고, 유럽의 경우 영국, 독일, 프랑스 등이 자동차 무선충전 기술 개발에 노력을 기울이고 있다. 한편, 시장조사 기관 Allied Market Research에는 세계 무선충전 시장을 2022년에 372억불까지, Persistence Market Research는 2024년에 270억불로 예상하고 있다 [8], [9].

Ⅲ. 무선충전 표준화 동향

앞서 기술한 것과 같이 현재 대부분의 상용 무선충전 기술은 자기장방식을 이용하여 개발되고 있으며, 제품화와 시장선점에 관심이 높은 세계적인 기업들이 민간 표준단체를 구성하여 국제 표준화를 위한 노력을 하고 있다. 무선충전 표준 단체들로는 기술적 분류와 유사하게 자기유도방식을 기반으로 하는 Wireless Power Consortium(WPC)과 자기공명방식과 자기유도방식을 병행하는 AirFuel Alliance(AFA)로 나누어져 있다.

WPC는 유럽국가를 중심으로 무선충전에 대한 표준을 제정하기 위해 2008년에 설립되어 자기유도 방식의 무선충전 표준인 'Qi' 규격을 공표하였으며, 2011년에 스마트폰 무선충전기기를 최초로 출시하여 현재 1,390개의 제품이 Qi 인증을 받았다. 그리고 최근 회원사로 가입한 애플을 비롯한 209개의 회원사로 구성되어 무선충전 기기의 민간표준화 및 상용화를 주도하고 있다.

AFA는 북미지역 주도의 자기유도방식 표준 단체인 Power Matters Alliance(PMA)와 자기공명 방식 무선충전 표준 단체인 Alliance for Wireless Power(A4WP)가 2015년 합병하여 탄생한 단체로 WPC가 선점하고 있는 무선충전 시장을 자기공명 방식으로 확대하기 위한 노력을 하고 있으며, 현재 111개의 회원사가 가입되어 있고 삼성과 퀄컴이 주축을 이루고 있다.

1. WPC 표준화 동향

2008년 설립된 WPC는 그해 8월, 5W급 무선충전 규격인 Qi 1.0의 발표를 시작으로 현재 Qi 1.2.3까지 진행되었으며, 비회원에게는 Qi 1.2.2의 일부 내용을 공개하고 있다. Qi 1.2에는 급속충전과 15W급 송신기와 수신기, 송신기 발열시험의 개선부분, 이물질 탐지에 대한 제한기준 변경, 수신기 식별 등에 대한 기술사양이 포함되어 있다[10].

지난 1월 런던에서 열린 WPC 1701에서는 송신전력 15W에서 200W를 중전력으로 분류하고, 노트북 무선충전을 주요 이슈로 표준을 진행하였다. 또한, 주방가전 부분에서는 필립스가 주도권을 가지고 해당분과를 운영하며, 자사가 제안한 통신 알고리즘을 표준화하는데 공을 들이고 있다. 그 밖에 무선충전기와 차량용 스마트키

간의 EMI 분석, 다양한 코일 솔루션, 인프라 활성화 계획, 시장성장에 따른 위험요인 분석 등의 주제가 다루어졌다. 특히, WPC 1701에서 애플이 WPC 멤버로 가입하여 WPC의 세계 무선충전 시장확대에 큰 기대감을 불러일으킨 반면, 애플의 시장잠식을 우려하여 견제하는 분위기도 있다.

또한, 2016년 IHS 통계상 무선충전 수신기의 판매량이 2억 5백만개를 돌파함에 따라 WPC에서는 Qi 인증을 함부로 사용하는 불법제품에 대한 점검 계획을 시작할 것으로 예상된다. 한국에서는 한국무선전력전송포럼(KWPF: Korea Wireless Power Forum)과 한국전파진흥협회(RAPA: Korea Radio Promotion Association)가 WPC와 파트너십을 맺고 있으며, 한국정보통신기술협회(TTA)가 아시아 최초로 WPC 상호호환성 시험소로 지정받아 운영하고 있다[11].

2. AFA 표준화 동향

자기유도 방식을 기반으로 한 WPC가 무선충전 시장을 주도하는 가운데, 2015년에 출범한 AFA는 2016년 1월, 글로벌 인증규격을 발표하였다. 최근까지 24종의 송신기가 표준으로 등록되어 있으며, 다중 모드 상호동작 시험사양과 NFC 감지를 위한 관련 규격들의 보강작업이 진행되고 있다. 그러나 WPC와 달리 회원사에만 규격 공개를 하고 있어, 비회원사가 내용 파악을 하는 데는 어려움이 있다.

AFA내에는 7개의 Working Committee가 있고, 그중 Uncoupled Working Committee(UWC)에서는 자기장 방식이 아닌 RF, 초음파, 레이저를 이용한 무선전력전송과 무선충전에 대한 기술 사양을 논의하고 있으며, 수신기의 완충개념보다는 서서히 배터리를 방전시켜 수신기의 사용시간을 늘리는데 초점을 두고 있다. 이에 대한 사양서는 2017년 6월경에 나올 예정이다. 이밖에 삽입형 의료기기의 전계강도 표준갱신 논의와 50W 이상 기기의 무선충전 규제 정보 수집 등이 진행되고 있다. 한편, TTA는 WPC 시험소뿐 아니라 AFA의 국제공인시험소로 지정받아 시험인증 서비스를 제공하고 있다[12].

Ⅳ. 무선충전 기술개발 동향

현재의 무선충전 기술은 스마트폰과 같은 모바일 기기, 스마트워치 등의 웨어러블 기기 무선충전기의 상용화에 집중되고 있으나, 시장 동향에서와 같이 대출력의 전기자동차 무선충전에 대한 산업체의 움직임도 활발하다. 또한, 기존 2차원 패드구조에서 3차원 공간무선충전을 위한 연구, 금속물체를 고려한 스마트폰 충전, 그리고 효율적인 방법으로 공간 내의 수신기들을 무선충전하는 연구결과들이 발표되고 있어 앞으로의 무선충전 산업 활성화와 시장확대 전망을 밝게 하고 있다[13]-[17].

1. 국내 무선충전 기술개발 동향

가. 모바일 기기

국내 무선충전 기술은 글로벌 시장을 주도하기 위해 다양한 노력을 시도하고 있다. 특히 스마트폰의 교체주기가 길어짐에 따라 무선충전과 같은 새로운 기능을 추가하여 시장확보에 노력을 기울이고 있으며, 스마트폰 제조사인 삼성전자와 LG전자를 중심으로 무선충전 기술을 빠르게 스마트폰과 스마트워치 등의 웨어러블 기기에 대해 도입하고 있다.

스마트폰 무선충전을 위한 송신패드 개발도 한창이다. 최근 LG이노텍은 15W급 무선충전패드를 세계 최초로 상용화하였으며, 송신출력이 높은 만큼 충전 중 과열방지 기능에 있어 안정성을 높였고 충전속도를 기존 대비 3배 증가시켰다[(그림 2) 참조] [18]. 또한, RT테크에서는 노트북 무선충전용 33W 급 송신기를 개발하여 국내 최초로 AFA 인증을 받았다.

자동차 내 스마트폰 무선충전기도 대중화되고 있다.

(그림 2) LG이노텍의 15W 무선충전패드

[출처] LG이노텍, http://www.lginnotek.co.kr

(a) 승용차내 무선충전기

[출처] 기아자동차, http://www.kia.com

(b) 프리미엄 고속버스내 무선충전패드

[출처] 국토교통부 블로그, http://blog.naver.com/mltmkr/220888819193

(그림 3) 차량용 스마트폰 무선충전기

(그림 3)과 같이 국내 출시하고 있는 상당수의 자동차에 스마트폰 무선충전기가 장착[19]되어 있고, 최근 서비스를 개시한 장거리 프리미엄 고속버스에도 휴대폰 무선충전기가 장착되어 운행 중에 있으며[20], 국내에서 개발 중인 고속열차의 객실 내에도 휴대폰 배터리 무선충전 시스템이 적용될 예정으로 알려져 있다.

나. 전기자동차 및 응용분야

최근 세계적으로 전기자동차에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 전기자동차의 무선충전에 대한 국내 기업체의 제품 개발도 계속되고 있다. ㈜그린파워에서 6.6kW 전기자동차용 무선충전 시스템을 개발한데 이어, ㈜한국전력과 ㈜현대차그룹 등이 전기차 무선충전기술 개발에 나서고 있다[21]. 이러한 전기차 무선충전기술은 미래 성장동력 중 하나로 손꼽히는 자율주행차 개발과 맞물려 관심이 고조되고 있으며, 전기차의 보급을 더욱 가속화시킬 것으로 업계에서는 전망하고 있다.

한편, 정부에서도 전기자동차 무선전력전송의 주파수 배분을 위해 추가로 85kHz를 활용하기 위한 연구를 시작하여 국제전기통신연합(ITU) 회의와 세계 자동차 무선충전시장 흐름을 살펴본 후 분배를 결정할 예정이다.

(a) 포터블 무선충전식 가습기[22]

(b) 무선충전기능을 탑재한 공기청정기[23]

(그림 4) 무선충전 기능을 지원하는 제품

모바일 기기와 전기 자동차 외에도 무선충전의 틈새시장 경쟁도 치열하다. 새로운 아이디어를 가지고 무선충전기술이 적용 가능한 분야들을 공략하는 기업들이 무선충전식 가습기와 스마트폰 무선충전 기능을 지원하는 공기 청정기 등 우수한 성능의 제품들을 출시하고 있다[(그림 4) 참조].

2. 해외 무선충전 기술개발 동향

가. 모바일 기기

해외 모바일 기기 시장에서는 단연 애플의 행보에 주목하고 있다. 주로 독자적인 기술노선을 추구해 온 애플이 장거리 무선충전 기술을 보유한 에너저스와 파트너십을 체결하는 한편, WPC에도 지난 1월 정식멤버로 가입하는 등 무선충전 시장의 새로운 화젯거리를 낳고 있다[24]. 이러한 이유로 새로운 아이폰 모델에서는 무선충전이 탑재될 것으로 전망하고, 원활한 무선충전을 위하여 기존 금속케이스 대신 글라스 케이스를 적용할 것이라는 소식이 전해지고 있다 [25].

고속충전을 위한 15W급 솔루션 개발도 활발하다. 독일 Wurth Electronics 그룹은 일본 Rohm Semiconductor와 공동으로 WPC 15W급 무선전력키트를 개발하였으며, IDT는 효율이 87%이고 Qi 1.2.2를 만족하

(그림 5) 무선충전이 가능한 보청기[26]

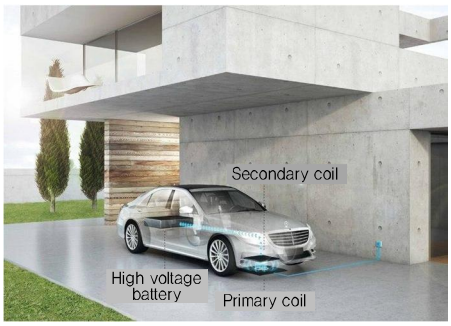
[출처] SIGNIA. https://www.signiausa.com/

는 무선전력 레퍼런스 설계 키트를 선보였다. 이밖에도 STMicroelectronics와 WiTricity는 금속물체의 스마트폰 등 기존의 무선충전방식을 능가하는 기술개발을 위해 협력 중[16]이며, 지멘스의 보청기 사업을 인수한 다국적 보청기 제조업체 Sivantos는 무선충전 기술을 도입한 보청기 'Primax Cellion'을 출시, 4시간 충전에 24시간 사용이 가능하여 기존의 15일에서 20일에 한 번씩 배터리를 교체하는 불편을 제거하였다[(그림 5) 참조].

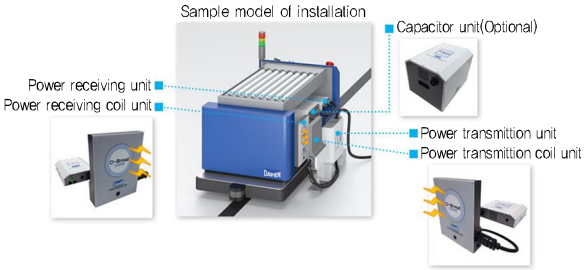
또한, 중국은 정부와 기업이 손잡고 대표 하이테크 도시인 선전시에 500여개의 무선충전 시스템을 클라우드로 관리하는 공공 무선충전 시스템 프로젝트를 추진하여 '비접촉 무선충전 생태계'를 구축한다는 전략이다. 해당 프로젝트에는 퀄컴과 중국 기업 MGE 그리고 인포차지가 참여하게 된다[27].

나. 전기자동차 및 응용분야

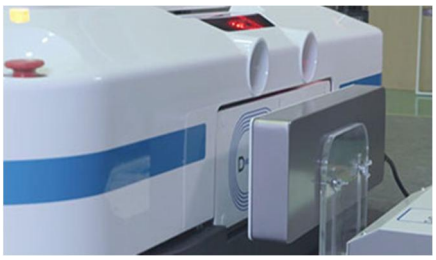
해외의 전기자동차 무선충전 시스템 개발 동향을 살펴보면, WiTricity는 하이브리드 자동차의 충전을 위해 자사의 11kW급 솔루션인 'Park-and-Charging' 키트를 발표하였고, 메르세데스 벤츠는 2018년에 하이브리드 차량인 S550e에 퀄컴이 개발한 자기유도방식의 Halo 무선충전기술(WEVC: Wireless electric vehicle charging)을 탑재, 90% 충전효율로 3.6kW의 배터리 충전을 계획하고 있다[(그림 6) 참조]. 또한, 해외전시에서 Halo가 탑재된 BMW I8을 시연하여 충전효율 90%, 7.4kW 완충 1시간의 성능을 보였다.



(그림 6) 퀄컴 Halo를 적용한 차량 무선충전 시스템[28]



(a) 무선충전 시스템 구성[29]



(b) AGV 실물[30]

(그림 7) Daihen의 공장 자동화 시스템

미국 자동차기술자협회(SAE)에서는 2020년에 자동차 무선충전 호환성과 상용화를 위해 전기 자동차 무선충전 지침인 'SAR TIR J2954'를 2018년까지 완성하여 제공할 예정이며, 송신전력에 따라 4개 class 로 구분하고, 최소 효율 80%이상을 요구하고 있다.

한편, 일본 Daihen사는 WiTricity의 무선전력 전송 기술을 사용하여 공장 라인 자동화 시스템을 출하하였다. 특히, 자율충전 기술을 탑재한 자동안내차량(AGV)을 개발하여 도킹 스테이션 및 레일이 필요없는 점을 특징으로 하고 있다[(그림 7) 참조]. 또한, 독일 Bosch사도

(a) 무선충전드릴[31]

(b) 노트북 델의 노트북 무선 충전용 시스템[32]

(그림 8) 무선충전 기술을 탑재한 제품

FOD 기능을 탑재한 무선충전 전동공구를 개발하였고, Dell사는 자기공명 무선충전 기술을 탑재하고 AFA 인증을 획득한 Latitude 7285 노트북을 출시하였다[(그림 8) 참조]. 그리고, 중출력 무선충전 기술 표준화를 주도하고 있는 NXP 반도체는 CES2017에서 테블릿용 100W급 고출력 무선충전 솔루션을 출시하여 관심을 받았다.

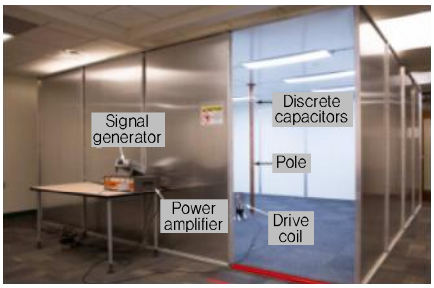
V. 무선충전 기술전망

지금까지 무선충전 기술의 시장과 표준화 그리고 국내외 기술개발 동향을 살펴보았다. 앞의 내용과 같이 무선충전 기술의 대상은 모바일 기기와 전기자동차 충전이 주류를 이루고 있다. 모바일의 경우는 WPC와 AFA가 세계시장을 놓고 신경전을 벌이는 가운데, 2가지 규격 모두를 수용할 수 있는 호환성 높은 제품 개발에도 열을 올리고 있다. 또한, 소출력의 모바일 충전 제품 개발로 얻은 다양한 노하우를 가지고 중출력 충전제품으로 빠르게 확산하고 있으며, 비교적 규모가 작은 산업체에서는 틈새시장에 접근하고 있다. 한편, 수신기의 판매량 증가로 표준인증을 받지 않은 불법 제품의 판매 감시와 지적재산권을 둘러싼 분쟁이 빈번히 발생할 것으로 예상된다.

전기자동차의 경우는 배터리 기술 발전과 전기자동차의 성능 개선 등으로 소비자들의 긍정적인 반응을 이끌어내고 있다. 이에 전기자동차의 무선충전시장 성장도 낙관적이며, 기존 완성차 업체뿐 아니라 모바일 관련 서비스 업체까지도 기술 개발에 뛰어들고 있어 앞으로 치열한 경쟁이 예상된다.

(그림 9) ETRI의 3차원 무선충전 시스템

[출처] 한국전자통신연구원, 연구개발 보도자료. https://www.etri.re.kr



(그림 10) 디즈니 리서처의 실내 공간 무선충전 시스템[15]

[출처] M.J. Chablko et al., "Quasistatic Cavity Resonance for Ubiquitous Wireless Power Transfer," *PLoS One*, 2017.

이러한 무선충전 기술은 2차원 전송방식으로서 충전을 위한 송수신기의 공간 자유도가 한계를 가지고 있어 이를 극복하기 위한 3차원 공간무선충전 기술들이 개발되고 있다. 특히, 한국전자통신연구원에서 최근에 개발한 'E-Cup'은 작은 공간이긴 하지만 공간내 균일장을 형성하는 기술을 적용하여 스마트폰과 같은 소형 수신기가 공간내 어느 위치에서도 균일한 효율로 배터리 충전이 가능한 기술이다[(그림 9) 참조], [13].

또한, 디즈니 리서치에서는 캐비티 형상의 실내에 다이폴을 형상화하여 전송하는 연구결과를 발표하는 등 다양한 기술들을 응용하여 공간내 무선충전이 가능한 기술들을 연구 중이다[(그림 10) 참조].

VI. 결론

본고에서는 무선충전 기술의 국내외 개발 동향, 시장과 표준화 동향을 살펴보았다. 앞서 기술한 것과 같이

무선충전 기술의 보급 및 확산을 위해 다양한 기술개발과 표준화가 활발히 진행되고 있다.

현재까지 무선충전 기술은 하나의 송신기로 동일한 면에 놓여있는 1개 또는 2개 수신기를 충전하는 2차원 패드형 전력공급 방식으로 개발되어 상용화되었다. 이와 같은 구조의 무선충전 기술의 개발 및 보급으로 사용자들은 선 없이 무선으로 전력을 공급받을 수 있는 편의성과 함께 일정한 평면에서만 전력 서비스를 받는 불편함을 동시에 접하고 있다. 따라서 미래 무선충전 산업의 활성화와 관련 시장의 성장을 위해서는 현재 기술의 한계를 극복할 수 있는 새로운 개념의 무선충전 기술이 연구 개발되어야 한다. 이러한 새로운 개념의 무선충전 기술은 3차원 공간에서 수신기의 위치 및 방향에 관계없이 전력을 공급받을 수 있는 공간 무선충전 기술과 전송거리를 획기적으로 확대시킬 수 있는 기술 그리고 이를 토대로 하나의 송신기로 서로 다른 전력을 소모하는 다수개의 수신기를 효율적으로 충전할 수 있는 다중충전 기술을 포함할 것으로 판단한다. 또한, 소형 고용량 배터리 기술과 전력소모가 낮은 수신기 그리고 IT 서비스 모델의 변화로 바뀌고 있는 소비자들의 생활패턴들을 모두 염두에 둔 새로운 개념의 무선충전 기술로 발전되어야 할 것이다.

이와 같은 기술개발과 더불어 무선충전 기술의 보급에 따라 발생할 수 있는 여러 가지 환경적 문제에 대한 해결방안도 함께 연구되어야 한다. 특히 고속충전과 다양한 분야에 적용하기 위해 송신부 출력이 증가함에 따라 전자파에 의한 인체 및 인접 기기의 안전성 확보가 3차원 공간무선충전에서는 큰 이슈가 될 것으로 보인다. 현재 관련 업계 및 학계, 연구계에서는 이러한 전자파 안전성을 확보하기 위한 여러 가지 연구개발을 수행하고 개발 기술의 제품화를 위해 많은 노력을 하고 있다. 또한, 저주파 대역에서의 정확한 인체 영향 및 간섭 측정 기준 및 측정 방법은 무선충전 기술의 보급이 진행됨에 따라 반드시 선행되어야 한다. 향후 이러한 문제점들을 해소하고 무선충전 기술의 활성화를 위해 정부와 산·학·연의 유기적인 협력 등이 필요하겠다.

약어 정리

AGV	Automated Guided Vehicle
A4WP	Alliance for Wireless Power
AFA	AirFuel Alliance
CES	Consumer Electronic Show
EMI	Electro-Magnetic Interference
EVs	Electric Vehicles
FOD	Foreign Object Detection
IDT	Integrated Device Technology
IoT	Internet of Things
ITU	International Telecommunication Union
KWPF	Korea Wireless Power Forum
PMA	Power Matters Alliance
RAPA	Korea Radio Promotion Association
SAE	Society of Automobile Engineers
TTA	Telecommunications Technology Association
UWC	Uncoupled Working Committee
WEVC	Wireless Electric Vehicle Charging
WPC	Wireless Power Consortium

참고문헌

[1] National Space Society, Accessed 2017. http://www.nss.org/settlement/ssp/NASADVD/part03.htm

[2] S.E. Shladover, "Highway Electrification And Automation," California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH), Paper UCB-ITS-PRR-'92'17, 1992.

[3] A. Kures et al., "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonance," Sci., vol. 317, no. 5832, July 2007, pp. 83-86.

[4] Qualcomm, Accessed 2017. https://www.qualcomm.com/products/halo

[5] 이유진, "日 도요타, 전기차 무선충전 시스템 개발," 연합뉴스, 2014. 2. 14.

[6] 김성민 외, "무선충전 기술동향과 발전방향," 전자통신동향분석, 제31권 제3호, 2016. 6. 1, pp. 32-41.

[7] Technavio, "Global Wireless Charging Market 2016-2020," SKU: IRTNTR8109, 2015.

[8] Allied Market Research, Accessed 2017. https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/wireless-charging-market.html

[9] Persistence Market Research, Accessed 2017. http://www.persistencemarketresearch.com/mediarelease/wireless-charging-market.asp

[10] WPC, Accessed 2017. https://www.wirelesspowerconsortium.com/developers/specification.html

[11] 미래창조과학부, "세계 2번째, 아시아 최초 무선전력전송 WPC 표준인증 상호호환성시험소 자격 획득," 미래창조과학부 보도자료, 2017. 2. 17.

[12] 한국정보통신기술협회, "TTA, 4차 산업 핵심 인프라 '무선충전' 표준 시험소로 지정," 한국정보통신기술협회 보도자료, 2017. 3. 16.

[13] 최두선, "ETRI, 3차원 충전 등 최신 정보통신기술 'CES 2017' 출품," 한국일보, 2017. 1. 4.

[14] 김성민, "ETRI E-cup 3차원 공간무선충전기," YouTube, 2016. 12. 25. https://www.youtube.com/watch?v=T7uHww1W4QI&t=106s

[15] M.J. Chablko, M. Shahmohammadi, and A.P. Sample, "Quasistatic Cavity Resonance for Ubiquitous Wireless Power Transfer," *PLoS One*, vol 12, no. 2, Feb. 2017, pp. 1-14.

[16] ST, *STMicroelectronics and WiTricity to Develop Integrated Circuits (ICs) for Resonant Wireless Power Transfer*, Accessed 2017. http://www.st.com/content/st_com/en/about/media-center/press-item.html/t3803.html

[17] K.W. Choi et al., "Wireless-Powered Sensor Networks: How to Realize," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 16, no. 1, Jan. 2017, pp. 221-234.

[18] 윤건일, "LG이노텍, 스마트폰용 15와트 무선충전패드 상용화," 전자신문, 2016. 10. 12.

[19] 조재환, "자동차, IT에 길을 묻다⑥‥무선충전시대," ZDNetKorea, 2015. 10. 25.

[20] 국토교통부, "일등석이 버스 속으로!-프리미엄 고속버스 시승 현장에 가다!" 2016. 12. 18, 국토교통부 블로그, http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=mltmkr&logNo=220888819193

[21] 한국자동차협회, "강남 노른자 땅에 무선충전소? 전기차 투자 나선 부호들," (사)한국자동차협회 관련뉴스, 2017. 1. 13.

[22] 이종민, "삼일렉트로닉스, 아이디어 제품 '포터블 무선 가습기 출시' 출시," 전자신문, 2016. 12. 15.

[23] 성문경, "무선충전기와 공기청정기가 하나로, 쥬니온 미니 공기청정기," 앱스토리 매거진, 2017. 2. 27.

[24] K. Leswing, "This is the Biggest Hint Yet that Apple's Next iPhone Will Have Wireless Charging," Business Insider, Feb. 13, 2017.

[25] T. Hardwick, "Ming-Chi Kuo: Apple's Next-gen iPhone to Feature All-glass Case for Wireless Charging," Mac-DailyNews, Dec. 23, 2016.

[26] SIGNIA, *Cellion*, Accessed 2017. https://www.signiausa.com/signia-hearing-aids/cellion-primax-hearing-aids/

[27] 송준영, 이종준, "중 선전 몰려가는 무선충전 연합군‥'비접촉 무선충전 생태계 구축'," 전자신문, 2016. 10. 24.

[28] A. Thomson, *2018 Mercedes-Benz S550e Will Offer Wireless EV Charging Technology Built Using Qualcomm Halo Breakthroughs*, OnQ Blog, Oct. 11, 2016. https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/10/11/2018-mercedes-benz-s550e-will-offer-wireless-ev-charging-technology-built-using

[29] DAIHEN, "D-Broad Core," Accessed 2017. http://www.daihen.co.jp/en/products/wireless/agv/

[30] WiTricity, Accessed 2017. http://witricity.com/daihen-shipping-industrial-robotics-solutions-powered-witricitys-wireless-charging-technology/

[31] Bosch, Accessed 2017. https://www.bosch-professional.com/static/specials/wireless-charging/gb/en/#goto:wireless-charging

[32] L. Mearian, "Dell's Latitude 7285 to be world's first wireless charging 2-in-1," Computerworld, Jan. 5, 2017. http://www.computerworld.com/article/3154822/mobile-wireless/dells-latitude-7285-to-be-worlds-first-wireless-charging-2-in-1.html