



# 무선전력전송 기술의 현황 및 표준화

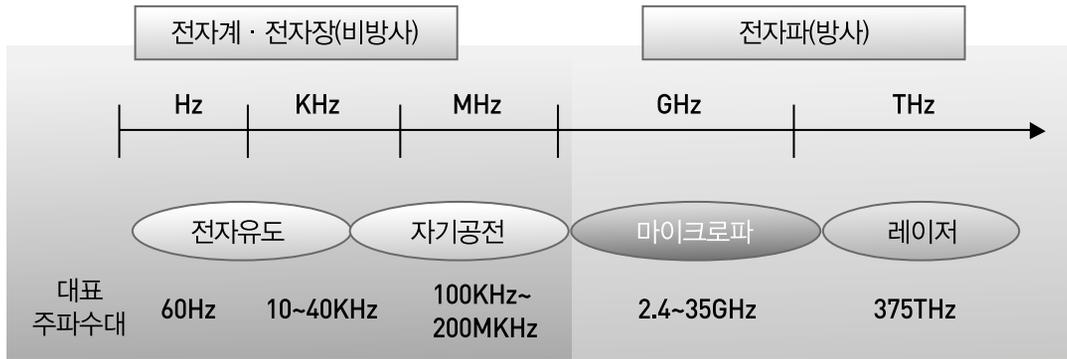


김 관 호  
한국전기연구원 전기정보망 연구센터 박사

## 1. 개 황

무선전력전송(Wireless Power Transmission: WPT)은 전기 에너지를 무선 전송이 가능한 전자기파로 변환시켜서 전달하는 전력전송시스템으로 새로운

개념의 전기 공급 및 이용 기술을 일컫는다. 우리의 문명사회를 이끌어온 전기에너지를 사용하기 위해서는 항상 전력선이 필수적으로 있어야만 한다. 그러나 전력선이 없어도 전기를 보내고 사용할 수 있다면 지금까지의 전기를 생산해내는 방법과 이용수단을 크게 확장시킬



[그림 1] 무선전력전송기술의 이용 주파수 범위

수 있다. 이러한 시도는 19세기말 니콜라 테슬라 박사의 무선송전 실험에서부터 피터 글레이저 박사의 우주 태양광 발송전 그리고 최근 솔라리치 박사의 자기공진 방식에 이르기까지 기술적 도전이 계속되고 있는 분야이다.

최근 개인이나 가정에서 쓰고 있는 MP3, 휴대폰, 노트북 등의 정보통신기기들의 배터리를 무선으로 자동 충전하여 이동성과 휴대성을 더욱 향상시키고 스마트 그리드 시대의 새로운 교통수단인 전기차 충전에도 안전하고 편리한 비접촉 무선방식으로 개발하는 등 실용적 전기기술로 인식되고 있는 무선전력 전송기술의 현황과 표준화 동향을 살펴본다.

## 2. 현황

### 가. 무선전력전송 기술의 종류

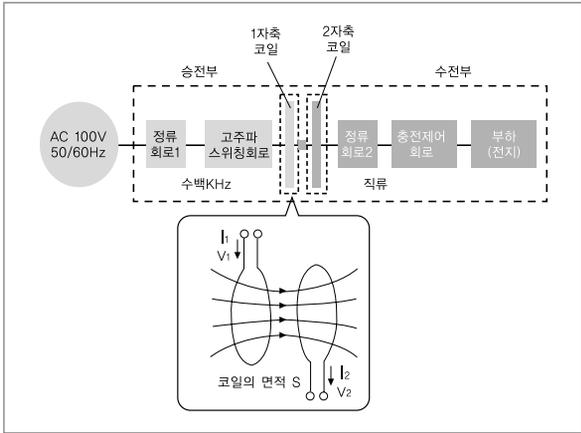
무선전력전송기술에는 다양한 전송방식이 사용되며, 공통적인 방법은 전자(電磁)에너지를 이용한다. 전송 거리에 따라 전송방식을 구별하는데 전자 에너지가 축적 되는 유도코일 근방에 축적된 에너지와 공간적으로 결합되어 전력을 전송하는 전자유도형과 전자파 에너지로 원거리에 전력을 전송하는 방사형이 있다.

무선전력전송에 사용되는 전자 에너지의 원리는 1831년 파라데이(Faraday)에 의해 공간을 통해 전자

에너지가 이동할 수 있다는 전자유도 법칙이 발견되었으며, 하인리히 헤르츠(Heinrich Hertz)에 의해 규명된 전자파로 라디오나 무선전화 등과 같이 원거리를 무선으로 전기에너지를 보내는 실험이 실시되었다. 전기적 에너지는 진폭과 주파수 성분을 가지고 있는데 주파수가 높을수록 자유공간에서 무선으로 전송할 수 있는 전파(Radio Frequency)의 성질이 강하다. 그림 1은 이용 주파수 범위를 보인 것이며 주파수가 높으면 파장이 짧아져서 빛과 같은 직진성을 갖기 때문에 원거리 전송에 사용된다. 반면 주파수가 낮으면 방사형보다는 유도형으로 이용할 수 있어서 근거리 전송에 사용된다.

### 나. 무선전력전송기술의 원리와 응용

전자유도방식은 그림2와 같이 1개의 코일에 교류 전류가 흐르면 자력선이 발생하게 되는데 이 자력선이 근접한 다른 코일에 전압을 유기하는 원리를 이용한 것으로, 현재 전력기기에서 전압을 높이거나 낮출 때 쓰는 변압기와 같은 원리이다. 전력용 변압기는 60헤르츠(Hz) 주파수를 쓰기 때문에 코일 사이에 철심을 넣어 자력선이 잘 결합되도록 하지만, 비접촉 무선전력전송 방식에서는 에너지 전송 효율을 높이기 위해 2개의 송수전 코일을 수cm 정도로 근접시켜 사용한다. 현재 이러한 원리를 이용하여 무인 반송차, 전기 버스 및 소형 정보가전 단말의 비접촉 전원장치로 활용하고 있다.



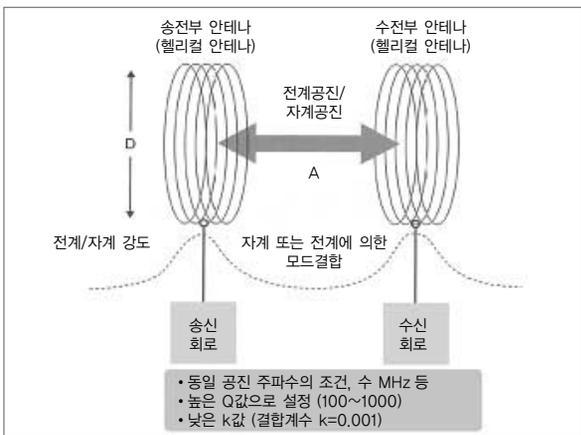
[그림 2] 전자유도 방식의 회로 구성



[그림 3] 비접촉전원방식의 휴대전화 충전기

자기(磁氣)공진방식은 그림 4와 같이 서로 떨어져 있는 공진기 간에 비방사형 전자파 에너지를 전달한다. 전자유도방식과 비슷하나 1~2m 거리범위에서 무선전력 전송을 할 수 있고, 근거리 비방사형 전자유도방식과 방사형 장거리 전파방식의 장점을 가지고 있어 무선전력전송기술의 실용적인 방식으로 관심이 집중되고 있다. 전자유도방식과 같이 회로구성 요소로 코일 방식을 이용한다. 이 방식은 전자유도와 같이 코일 배열 조건에 의해서 전송효율이 크게 좌우되지만, 비교적 전자유도에 비해 코일의 정렬이 유연하고, 중계방식을 이용하여 이용 범위를 확장할 수 있다는 큰 장점이 있어 정보가전용 무선전원공급 장치로 개발되고 있다.

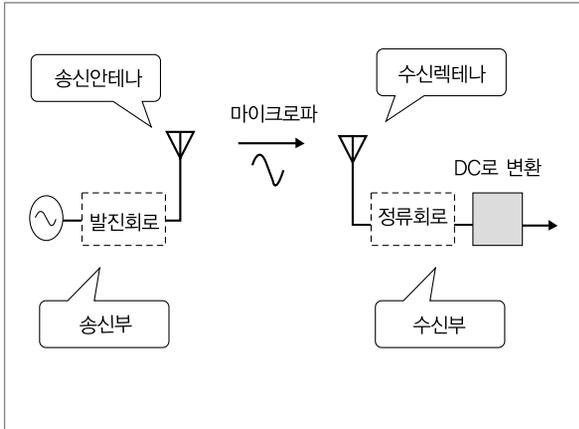
방사전파에 의한 무선전력전송은 파장이 짧은 마이크로파로 변환해서 송전하면, 수신 쪽에서는 수신된 전파를 원래의 직류나 교류로 변환하는 방법이다. 송전 측에서는 마그네트론이나 클라이스트론 등 고출력 마이크로파 발진기를 사용하며 전파 에너지 빔(Power Beam)을 모아주는 위성용 접시안테나와 같은 빔 안테나(Beam Antenna)를 통해 공간으로 전송하게 된다. 수신 측에서는 수신 안테나와 정류용 반도체 다이오드(Rectifier)를 연결시킨 렉테나(Rectenna)를 사용한다. 최근 미국 파워캐스트사는 센서용 무선전원공급 장치를 상용화한 사례가 있다.



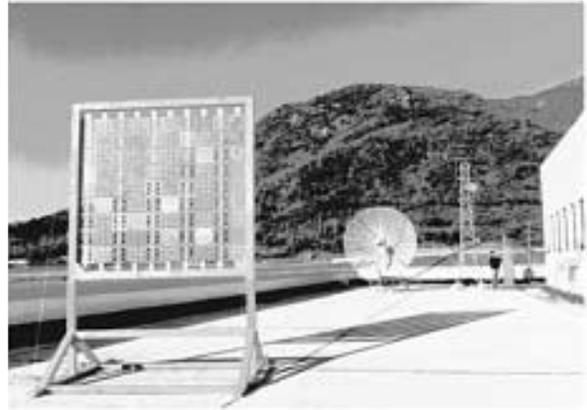
[그림 4] 자계·전계 공진형의 시스템 구성



[그림 5] 인텔의 60W 전구 점등 시연그림



[그림 6] 마이크로파 무선전력전송 원리



[그림 7] 10kW급 무선전력전송 시제품

다. 표준화와 발전 전망

(1) 전자파 사용 규정

공간에 전자파를 매체로 하여 무선으로 전력을 전송하는 기술은 에너지공급에 필요한 전력선의 제약에서 벗어나는 장점이 있지만 전자환경이 다른 시스템에 영향을 미칠 가능성이 존재하기 때문에 전자양립성 (Electromagnetic Compatibility, EMC)이 확립되어야 한다. 특히 인체에 관련된 생체 EMC 문제도 중요한 고려 대상이다. 이러한 전자간섭문제는 국제전기통신 연합(ITU)에서 조정하고 있다. 불요 전자방사에 대해서는 국제무선장해 위원회(CISPR)가 규제하고 있으며 각국에서는 국내 전파법에서 관리되고 있다. 특히 생체

EMC 문제는 사용자에게 큰 관심을 갖고 있어 전자파 이용 기술개발에 따른 정량적 평가가 뒤따라야하며 이에 따른 응용범위나 설계방식이 결정될 수 있는 중요 사항이다.

또한 법적인 전파규정 외에 전파의 안전사용 기준을 표준으로 지정하기 위해 전자기장 노출기준을 준용하고 있다. EMF(Electro-Magnetic Field: 전자기장) 기준은 무선전력 기기의 방사 및 노출한계 즉, 충전기의 전자기장에 인체가 노출되는 최대허용 수준에 대한 표준을 정의한 것이며 국제 비전리 방사선위원회(International Commission on Non-Ionizing Radiation

[표 1] 최대 허용 노출 한계(MPE)

제어상황 하의 MPE 한계		비 제어상황 하의 MPE 한계	
주파수(MHz)	전력밀도(W/m <sup>2</sup> )	주파수(MHz)	전력밀도(W/m <sup>2</sup> )
0.1 ~ 1.0	9,000	0.1 ~ 1.34	1,000
1.0 ~ 30	9,000/f <sup>2</sup>	1.34 ~ 30	1,800/f <sup>2</sup>
30 ~ 300	10	30 ~ 400	2.0
300 ~ 3,000	f/30	400 ~ 2,000	f/200
3,000 ~ 300,000	100	2,000 ~ 100,000	10
-	-	100,000 ~ 300,000	10~100



[그림 8] 무선전력전송기술의 적용 서비스

Protection, ICNIRP), 국제 전기전자학회 및 국제 전자계 안전위원회(The Institute of Electrical and Electronic Engineers/International Committee on Electro- magnetic Safety, IEEE/ICES) 등에서 개발 되었다.

(2) 무선전력전송 기술 표준화

국내의 무선전력전송방식에 대한 기술표준은 2009년부터 LG,삼성전자 등 관련기업들이 무선에너지 전송 운영위원회를 설립하여 기술 표준화를 진행 중이다. 주로 정보단말기기의 전자유도방식으로 무선충전 기술 개발 중심의 표준개발에 집중하고 있다. 국제적으로는 홍콩에 본부를 둔 무선전력기술협회(WPC)가 2010년 9월 Qi 1.0 전자유도방식의 무선충전표준을 발표했다. 현재 Qi 마크를 획득한 충전장치는 이제 어떤 제조사들 간에 상호 호환성을 보장하는 상징으로 자리 잡아 가고

있다. 자기공진방식은 와이트리시티(Witricity) 프로젝트를 통해 쉐일,인텔,소니사 등에서 현재 상용화에 주력하고 있으나 이에 따른 기술 표준기구나 체제는 아직 미흡한 실정이다.

(3) 무선전력전송기술 발전 전망

향후 사회는 정보통신을 기반으로 하는 유비쿼터스 사회를 지향하고 있다. 언제 어디서나 항상 정보통신 기기들이 접속되어야 하고, 사회 모든 분야에 통신기능을 가진 컴퓨터칩으로 된 센서들이 설치되면 이러한 기기들의 효율적 전원공급이 숙제로 남아있다. 최근 무선전력전송기술은 실용적 기술개발 사례를 통해 모바일 환경의 정보기술 발전과 더불어 기술적 유용성과 도전성을 갖는 기술로 등장하고 있어서 전깃줄을 없애고 유선 충전의 번거로움을 피하는 다양한 분야의 효율적 응용을 기대하게 되었다.

이와함께 기술적 제약과 더불어 제도적 문제들을 해결하기 위한 연구와 표준화 등이 진전됨으로써 그동안 우주항공, 국방 등 각종 산업분야에 매우 매력적인 기술수요가 있음에도 답보상태에 있던 기술개발이 좀 더 활발해질 수 있음을 알려주고 있다. 지금까지의 전기이용의 고정관념을 깨고 새로운 전기 문화를 창조하는데 중요한 핵심기술로 발전될 것으로 보이는 무선전력 전송기술은 2007년 'MIT 10대 기술', 2009년 'IEEE의 세상을 바꿀 7대기술' 그리고 한국전기연구원이 'KERI 10대 미래전기기술'로 선정하는 등 전기기술자들의 새로운 꿈의 기술로서도 그 발전 전망을 예견해 하고 있다.

### 3. 전망

무선전력전송 기술은 오랜 전기시스템의 공급과 이용 측면에서 보면 새로운 전기기술의 패러다임을 제시하고 있는 기술로 평가되고 있다. 최근 정보통신 단말기들이 이러한 무선전원을 편의적 측면에서 적극 수용하면서 기술 발전에 대한 전망을 밝게하고 있으나 안전하고 효율적인 무선전력기술을 위해서는 아직 도전적 기술과제가 산적해 있다. 국내의 IT기술경쟁력과 더불어 시장창출형 기술로의 성장이 가능기 때문에 기술 경쟁력 향상을 도모하기 위한 연구개발 지원과 인력양성 등에도 산학연이 관심을 가져야 할 것으로 보인다. KEA