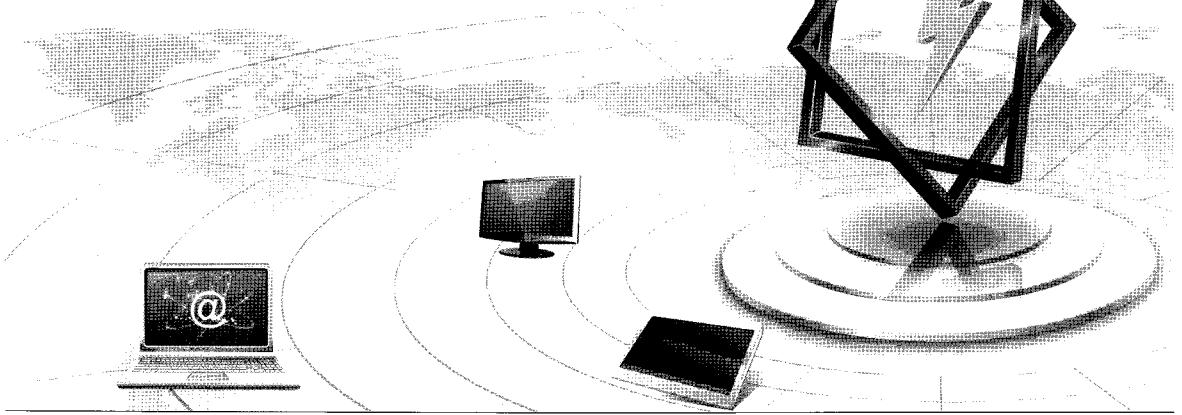


무선전력전송 기술개발 동향

안성덕 무선전력전송 프로젝트조정위원회 부의장,
한국전자통신연구원 전자종이기술연구팀 팀장



1. 머리말

무선전력전송 기술이란 전선을 사용하지 않고 전력을 보낼 수 있는 기술을 의미한다. 전선 없이 전력을 보내는 것이 마치 마술과 같지만, 우리는 이미 무선 통신 기술을 가지고 있다. 이러한 무선전력전송 기술이 실현된다면 그 파급효과가 매우 크기 때문에 관심이 집중되고 있다. 만약에 수십 W 이상의 전력을 무선으로 공급할 수 있다면 IT기술의 패러다임이 획기적으로 바뀔 것으로 예상된다. 특히 무선통신 기술의 핵심인 휴대용 IT기기의 경우는 이동통신, 무선 LAN 등의 망을 통해 통신이 무선으로 자유롭게 이루어지고 있으나, 기기의 전원공급은 충전된 배터리를 이용하고 있으므로 전원장치의 무선화에 대한 관심이 매우 높을 수밖에 없다. 지금까지 다양한 무선전력전송 기술이 개발되었지만 일부 비접촉식 유도결합(Induction coupling) 방식을 제외하고는 아직까지 상용화되지 못하고 있다. 예를 들어 과거 수십 W 이상의 대전력을 전송하기 위해 5.8GHz 등 마이크로파(microwave)를 사용하려는 연구가 일부 이루어져 왔으나 인체에 미치는 영향 및 고효율 안테나 사용에 따른 직진성 등으로 인해 활발하

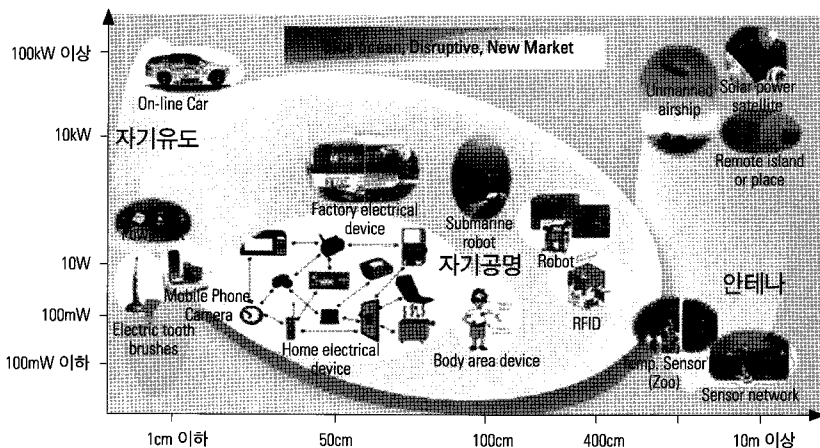
게 상용화되지는 못하고 있다. 하지만 2007년 MIT 물리학과와 마린 솔라치치(Marin Soljagic) 교수팀이 제안한 비방사(non-radiated) 방식의 대전력 무선전송 기술은 10MHz의 반송파를 이용하여 2m 거리에서 60W의 대전력 전송을 시연하였다고 발표함으로써 향후 미래 유망기술로 대두되고 있다.

2. 무선전력전송의 기술동향

무선으로 전기 에너지를 전력원에서 원하는 기기로 전달하는 무선전력전송 기술(wireless power transmission 또는 wireless energy transfer)은 이미 1800년대에 전자기유도 원리를 이용한 전기모터나 변압기가 사용되기 시작했고, 그 후로는 라디오파나 레이저와 같은 전자파를 방사해서 전기에너지를 전송하는 방법도 시도되었다. 우리가 흔히 사용하는 전동칫솔이나 일부 무선면도기도 실상은 전자기유도 원리로 충전된다. 이러한 여러 종류의 에너지 전송 방법을 전송거리를 기준으로 <표 1>과 같이 분류하였다. [그림 1]은 여러 가지 무선전력전송 방식별 전송거리, 출력 및 응용 분야에 대한 것이다. 자기유도 방식은 1cm 이하의 거리

〈표 1〉 3GPP A-GNSS 관련 주요 기능 변화

	비접촉식 전송(자기유도)	근거리전송(Radiative)	근거리전송(자기공명)	원거리전송(전자기파)
전송거리	수 mm 내외	수 m ~ 10 m 내외	수 m 내외	수 km ~ 수십 km
주파수	125kHz, 13.56MHz	수십MHz ~ 수GHz	10MHz 이내	수GHz (5.8GHz)
전송전력	수 W	수십 mW	수십 W	N/A (고출력)
기술성숙도	성숙	개발 중	개발 중	N/A
표준화	WPC 표준제정	N/A	추진 중	N/A
모듈/시스템 단가	저가	N/A	고가	N/A
소형화	가능	N/A	소형화 진행 중	N/A
인체유해성	없음	있음	없다고 주장	있음
사용처	교통카드	RFID 전자태그	수십 W 전력 전송	우주 발전
문제점	짧은 전송거리	직진성, 인체유해성	송수신 코일 축소	인체 유해성
해외 주요업체	Fulton Innovation Texas Instrument Powermat Duracell Energizer Airvolt		WiTricity WiPower Qualcomm Intel Fujitsu Haier	
국내 주요업체	LS 전선 와이즈 파워 한림 포스텍 K 더 파워		LS 전선 ETRI KETI 메타테크놀로지	



[그림 1] 무선전력전송 방식별 응용분야

에서 비교적 높은 출력을 원하는 응용분야에 응용이 가능하며, 안테나를 이용한 방식방식은 10m 이상의 먼 거리에서 비교적 적은 출력이 필요한 경우에 응용된다.

2.1 원거리 전송 기술(전자기파)

전자기파 방식이란 원거리에서 수 GHz의 고주파수를 이용해 고출력 에너지를 전송하는 기술로 기술적 제약 때문에 실용화까지는 많은 시간이 소요될 것

으로 예상된다. 전자기파 방식은 특정 목표 지점으로의 방향성을 가지고 수 km 이상의 장거리에서 사용되는 것이 일반적이며, 1960년대 NASA의 'Sun Power Satellite(SPS)' 프로젝트, 캐나다의 SHARP 프로젝트 등의 연구에 이용되었다. SPS 프로젝트는 지구를 도는 위성에서 태양전지를 통해 전력을 생산하고 이를 지상에 전파의 형태로 전송하는 것이고, SHARP 프로젝트는 지상의 마이크로파 안테나 어레이(microwave antenna array)로부터 고주파의 형태로 방사된 에너지는 비행기의 후방에 장착된 rectenna(rectifying antenna)에서 수신하여 DC 전원으로 변환하여 사용하게 되는 것이다. 그러나 전자기파 방식은 매우 큰 송수신 안테나가 필요하고, 무선으로 전송되는 전력이 대기 중에 흡수되거나 수분에 의해 방해받아 매우 비효율적이어서 저렴하게 전력을 공급할 수 없으며, 고출력 에너지를 전송함에 따라 인체에 매우 치명적이라는 단점이 있다.

2.2 근거리 전송 기술(Radiative)

수 m 내에서 에너지를 전달하는 근거리 전송 기술은 전자파 방사에 기반하고 비교적 작은 출력을 전달하는 방식이다. 필립스 전기(Philips Electronics, NV.)의 자회사인 파워캐스트(Powercast LLC)는 라디오파(RF radio frequency)를 이용하여 무선 센서, RFID, 이식용 의료 기기 등 낮은 전력을 요구하는 전자 기기에 무선으로 파워를 전달할 수 있는 기술을 발표했다. 이러한 기술들은 전자기 방사의 특징인 전방향성 특성으로 인해 전송 효율이 매우 떨어져서 상대적으로 고전력을 요구하는 기기의 경우, 충전 시간이 매우 길어지는 단점이 있다. 이를 만회하기 위해 송신부의 출력을 높이면 인체에 해를 끼치게 되는 환경적 요인이 발생하게 된다. 그러므로 광범위한 사용을 위한 무선전력전송 방법으로는 적합하지 않다.

2.3 비접촉식 전송 기술(자기 유도)

무선으로 전기에너지를 원하는 기기로 전달하는 무

선전력전송 기술 중에서 자기유도(magnetic induction) 현상을 이용한 것은 이미 1800년대에 전기 모터나 변압기가 사용되기 시작했다. 우리가 흔히 사용하는 전동칫솔이나 일부 무선 면도기도 실상은 전자기유도 원리로 충전된다. 자기유도 방식이란 수 mm 내외로 인접한 두 개의 코일에 유도전류를 일으켜 배터리를 충전하는 방식이다. 3W 이하의 소형기기에 적용 가능하고 공급 전력 대비 60~90%의 효율을 보이나, 충전기-수신기 간 거리가 수 mm로 매우 짧고 발열이 많으며 충전 위치에 따라 충전 효율이 크게 달라진다는 것이 단점이다.

2.4 근거리 전송 기술(자기공명)

자기공명 방식이란 두 매체가 같은 주파수로 공진할 경우 전자파가 근거리 자기장을 통해 한 매체에서 다른 매체로 이동하는 감쇄파 결합 현상을 이용하는 기술로, 2007년 MIT 부교수였던 마틴 솔라치치(Martin Soljacic) 교수팀이 2007년 사이언스지를 통해 기존의 무선 에너지 전송과는 다른 새로운 개념의 전송기술을 발표하였다. 이 기술은 기존의 원거리 전자파 방사와는 달리 사용되는 주파수/파장에 비해 짧은 거리에서의 전달로 근접장 효과를 이용하고 기존의 자기 유도에서 나아가 송/수신부의 공진 주파수를 일치시켜 매우 높은 효율로 '비방사형 중거리 무선 에너지 전송(Non-radiative mid-range energy transfer)' 기술을 개발하였다. 발표한 새로운 방식의 무선전송기술은 기존의 전자기유도보다 먼 거리에서, 전자기방사보다는 더 높은 효율로 에너지를 전달할 수 있다.

현재 이 기술은 개발의 초기단계로 아직까지는 무선 전력 송/수신용 코일의 크기가 반지름 50cm로 매우 커서 실제 사용을 위해서는 많은 문제점이 있다. 그러므로 공진을 유지하면서 송/수신용 코일의 크기를 획기적으로 줄이는 기술이 필요하다. 특히 고효율의 전력전송을 위해서는 공진 조건과 함께 송/수신 코일의 커플링(coupling)을 크게 만드는 것이 핵심적인데, 가정/사무

실에 설치할 경우 위치에 따른 커플링이 매우 약한 지점이 발생하므로 이를 개선하는 기술 또한 필수적이다. 또한, 사용하는 기기의 종류와 그 크기가 다양한 경우 하나의 전력공급장치로는 전체의 공진 조건을 만족시키기는 매우 어렵다. 그러므로, 이를 극복하기 위한 기술도 개발이 필요하다.

3. 주요업체의 개발 동향

3.1 해외 주요업체의 개발 동향

3.1.1 MIT

MIT는 2007년 6월 송전 거리는 한정되어 있지만 노트북 PC 구동에 필요한 레벨의 전력을 무선으로 공급하는 연구에 성공했다고 발표했다. MIT 연구팀이 실증 실험에 사용한 시스템은 물리적으로 접촉되어 있지 않은 전력원과 60W 전구로 이루어진 것으로 실험은 WiTricity(Wireless Electricity)라 불리는 프로젝트의 일환으로 이루어졌다. 연구팀에 따르면 전파와 같은 전력 빔을 2점 간에 전송하여 60W 전구를 점멸시키는데 성공하였다. WiTricity 기술은 상용화 시기를 3~5년 정도로 보고 있으며 상용화를 위해 기업에 기술을 이전시키는 계획을 세우고 있다. WiTricity가 대부분의 가전 제품에 표준 탑재되면 배터리 없이도 WiTricity 핫스팟 존에서 전원이 제공될 수 있다.

3.1.2 인텔

인텔은 무선으로 전력을 전송하는 3종류의 기술을 연구하고 있다. TV용 전파 등 주변 환경에 있는 전파로 에너지를 수확하는 WARP(wireless ambient radio power) 기술과 UHF대의 RFID 기술을 근거로 전력을 무선으로 전송하는 WISP(wireless identification and sensing power) 기술, 그리고 세번째는 수 미터 거리에서 수십 와트의 큰 전력을 무선으로 전송하는 WREL(wireless resonant energy link) 기술이다.

WREL 기술이 경우, 인텔이 2008년 4월 샌프란시스코에서 개최한 이벤트 2008 Intel Developer Forum에서 MIT의 공진형 무선 전력전송 기술을 사용한 연구결과를 발표했다. 인텔은 전력을 무선으로 안전하고 효율적으로 공급할 수 있는 기술을 노트북에 탑재하여 송신측의 공진기에서 수십 센티미터 거리에 접근함으로써 배터리를 충전하는 것을 가능하게 한다. 인텔의 연구자들은 모바일 기기에서 코드를 모두 없애고 인텔의 플랫폼에 무선으로 송전하는 방법을 개발하려고 하고 있다.

MIT의 공진형 무선 전력전송 기술을 사용한 연구결과를 발표했다. 인텔은 전력을 무선으로 안전하고 효율적으로 공급할 수 있는 기술을 노트북에 탑재하여 송신측의 공진기에서 수십 센티미터 거리에 접근함으로써 배터리를 충전하는 것을 가능하게 한다. 인텔의 연구자들은 모바일 기기에서 코드를 모두 없애고 인텔의 플랫폼에 무선으로 송전하는 방법을 개발하려고 하고 있다.

3.1.3 세이코 엡슨

2008년 9월 휴대폰에 들어갈 정도의 모듈 크기로 송전/수전 양쪽이 가능한 칩을 개발하여 이것으로 고효율 무접점 전력 전송을 가능하게 하는 전력전송 유닛을 개발하여 샘플을 출하하였다. 본 제품의 경우 최대 효율이 70%로 매우 높고, 2.5W의 전력전송이 가능하다.

세이코 엡슨은 2007년 9월에 무라타제작소와 함께 충전시간을 단축할 수 있는 무접점식 급속충전 시스템의 공동 개발에 착수하는데 합의했다. 전력전송 효율이 70%인 고효율 전송코일과 급속충전이 가능한 리튬이온 2차전지를 조합함으로써 무접점식이면서 단시간에 충전이 가능하게 하는 시스템이다. 전송전력을 15W 전후로 주로 모바일 기기의 충전을 대상을 하고 있다.

디바이스 ID 인증에 의한 가능성도 탑재하고 있어 충전 전압이 다른 제품 등에서의 오충전을 방지한다. 또한 금속 탐지를 구비함으로써 이물질이 충전기상에 낙하했을 때 전송을 정지하는 기능, 온도 탐지를 탑재함으로써 과발열에 의한 사고 등을 방지하여 안전성을 배려하였다.

3.1.4 동경 대학

동경 대학에서 2006년 12월, 무접점으로 전력을 전송할 수 있는 플라스틱 시트를 개발했다고 발표하였다. 시트 상에 올려놓은 물체의 위치를 검출하는 기능을 구비하고 있어 시트 상의 임의의 위치에 올려 놓은 물체에만 전력을 선택적으로 공급할 수 있다. 기기 측에서 받을 수 있는 전력은 최대 29.3W, 전력전송효율은

최대 62.3%, 시트의 크기는 A4 정도, 두께는 1mm, 무게는 50g이다. 이 전력전송시트를 평면적으로 나열함으로써 전력공급이 가능한 범위를 넓힐 수 있다.

전력전송 방식으로는 전자기 유도방식을 사용하였고, 전력전송시트에 물체를 가까이 가져다 대면 물체가 구비한 코일과의 자기결합에 의해 위치검출용 코일의 인덕턴스가 변화되고, 이 변화량을 위치 검출용 코일에 접속한 트랜지스터로 읽어내서, 인덕턴스 변화를 검출한 위치의 급전용 코일에 전력을 공급한다. 전력전송시트는 유기반도체 기술, MEMS 기술, 인쇄 기술을 사용하여 제작하였는데, 위로부터 급전용 코일시트, MEMS 스위치 시트, 위치검출 코일시트, 유기 TFT 시트의 순으로 적층으로 구성되었다.

3.1.5 애플

애플사는 2011년 6월 27일 충전기 없이도 아이폰이나 아이패드를 충전할 수 있는 독자적인 방식의 무선충전기술 특허(특허명: 로컬 컴퓨팅 환경에서 무선 전력 사용)를 미국 특허청에 신청하였다. 이 특허는 가정에 있는 PC, TV 전원엔 USB를 연결하면 1m 내에 있는 복수의 애플 기기(아이폰, 아이패드, 아이팟, 아이맥 등)를 한꺼번에 선 없이 충전할 수 있는 기술이다 ([그림 2 참조]).

이 특허에서 애플은 원거리에서 배터리를 충전할 수

있도록 근거리자기공명이라는 기술을 활용하였는데, 이 방식은 서로 다른 기기에 코일을 내장하고 있는 같은 MHz 대역의 공진 주파수를 맞추는 것이다. 예를 들어 스마트폰의 공진 주파수가 10MHz라면 전기를 공급하는 전원의 공진 주파수도 10MHz로 맞추는 것으로, 한꺼번에 여러 기기를 충전할 수 있다.

3.1.6 제너럴 모터스

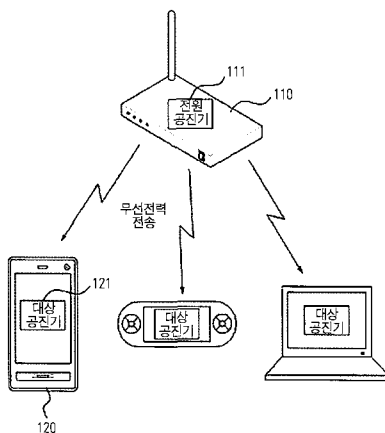
제너럴 모터스는 자동차 안에서 스마트폰을 무선으로 충전하는 장비를 2012년부터 일부 차량에 적용하려고 하고 있다. 제너럴 모터스는 이스라엘 기업과 합작하여 파워매트라는 무선충전기를 차 내에 장착하여 아이폰, 태블릿 PC 등 모바일 기기를 전용 어댑터에 끼운 뒤 작은 스노보드처럼 생긴 매트 위에 올려놓으면 무선으로 충전이 되도록 하였다. 제너럴 모터스는 파워매트를 장착한 시보레볼트 전기차를 미국의 CES에서 선보였다.

3.1.7 하이얼

하이얼은 CES 2011에서 선이 하나도 없는 무선 HDTV를 출품하였다. 하이얼은 MIT에서 개발한 무선 전력 기술은 'WiTricity'을 이용하였는데, 자기 결합(magnetic coupling)을 이용한 급전 방식이다. TV의 뒷면에는 약 1피트 각의 코일을 내장하여 1m에서 100W 전력을 급전하였다. 급전이 가능한 거리는 코일의 크기에 비례하고, 코일의 직경에 35배 거리까지 급전이 가능하다고 발표하였다.

3.1.8 무라타 제작소

무라타 제작소는 '전계결합 방식(electric field coupling technology)'으로 송전측과 수신측에 전극을 설치하여 전극 간에 발생하는 전계를 이용하여 전력을 전송하였다. 양산을 시작한 모듈은 출력이 3W인 제품으로, 전극간 전송효율은 90%이며, 전원과 정류회로 등을 포함한 종합 효율은 70~80%를 달성한 상태로 알려져 있다. 사용한 주파수는 수백 KHz이다. 수신 모듈을 가로 세로 약 7



[그림 2] 애플의 특허 도면

mm의 칩 속에 내장할 수 있도록 소형화 하였다.

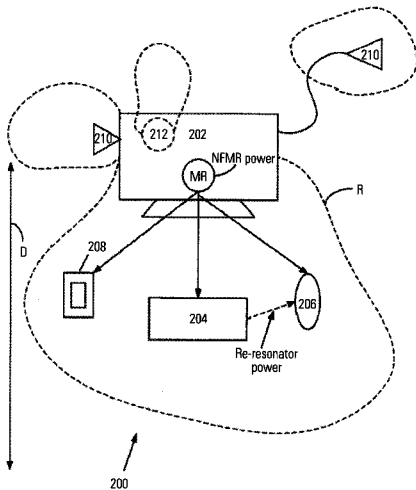
3.1.9 히타치 맥셀

무라타 제작소가 제작한 ‘전계결합 방식(electric field coupling technology)’의 무선충전 모듈을 채용하였다. 충전 케이블에 접속할 필요가 없고, 두는 것만으로 간단하게 충전할 수 있으며, 사용하면서 완전 충전이 가능하다. 세로 두기/가로 두기 등 어떠한 방향으로나 무선 충전이 가능하다.

3.2 국내 주요업체의 개발 동향

3.2.1 삼성전자

삼성전자는 한 대의 충전기로 스마트폰, 스마트패드 등 여러 대 단말기를 동시에 무선 충전할 수 있는 기술 개발을 완료했다고 발표하였다. ‘무선 전력 전송 제어 기술’을 포함한 47건의 무선 충전 관련 특허를 이미 출원하였다 (그림 31 참조).



[그림 31] 삼성의 무선충전 시스템 특허 도면

삼성 전자가 개발한 무선 충전 방식은 자기공명 방식으로, 자기장 공진 주파수를 이용해 전력을 전송하기 때문에 충전 가능 거리가 최장 30cm에 불과한 자기 유도형보다 더 길고, 별도 케이스나 매트가 필요없다. 또

한 삼성전자는 주변장치에 미치는 영향과 에너지 손실을 최소화하기 위한 기술인 ‘근접 필드 포커싱’ 기술을 통해 전원 공진기에서 내보낸 전력이 충전 대 기기로 집중될 수 있도록 고안하였다. 충전 대상 기기로 전송되지 않는 전력은 충전 모듈을 이용해 저장, 재사용할 수 있도록 설계해 낭비되는 에너지와 주변 기기에 미치는 영향을 최소화 하였다. 또한 삼성전자는 무선 충전이 가능한 세계 최경량의 3D 안경을 개발하였다.

3.2.2 LG전자

LG전자는 2011년 3월 미국 CTIA 2011 전시회에서 무선충전 패드(모델명 WCP-700)을 공개하였다. LG전자의 무선충전기는 가로 90mm, 세로 160mm, 두께 9mm 크기의 패드 타입으로 배터리 커버를 끼운 휴대전화 1대를 충전 접점 중심 지름 14mm 내에서 충전이 가능하게 하였다. 충전에 걸리는 시간은 유선 충전과 같다.

3.2.3 LS전선

LS전선은 자체 기술로 개발한 아이폰4용 무선 충전기 차버(Chaver)를 선보였다. 이 제품은 충전용 패드와 휴대폰 커버로 구성되어 있어, 휴대폰에 커버를 씌우고 패드 위에 올려놓기만 하면 자동으로 충전이 되며, 충전 성능은 유선 충전기와 동등하여 2시간 정도에 완전 충전이 가능하다. 이 제품은 가격이 99,000원으로 다른 제품에 비해 저렴하며, 무선 충전은 수직 자기장 방식을 이용하였다. 이 기술은 대용량 배터리가 요구되는 휴대용 통신 기기에 적합하며, 접점이 노출돼 있지 않기 때문에 누전의 위험성이 거의 없어 안전성이 매우 뛰어나다.

3.2.4 와이즈파워

와이즈파워는 무선충전장치에 관한 특허와 무선 충전 제어장치 및 충전제어방법에 대해 특허를 확보하고 있다. 또한 무선충전 솔루션을 LG전자에 공급하였다.

2010년 12월 20일, 와이즈 파워는 국내 최초 아이폰 4용 무접점충전기 윌리윌리를 판매하기 시작하였다. 본

제품은 3시간 이내에 완전 충전이 가능하며, 자기유도 방식의 무접점 충전 시스템이다. 초당 ID 송수신으로 급속 등 이물 침투, 전압 이상 등을 초마다 체크하여 즉시 차단하므로 부품수가 많은 일반 회로가 아닌 ASIC 방식을 사용하여 전력 손실과 발열을 최소화 하였고, 전체적인 크기와 두께도 소형화 하였다.

3.2.5 한림포스텍


2002년부터 무선 전송 기술 기초기술을 연구하기 시작하여 2003년 7월에 영국의 Splashpower사의 기술을 도입하여 휴대폰 무접점 충전 방식 개발을 시작하였다. 2011년에 WPC 인증을 받은 무선충전패드를 양산할 계획을 발표하였다. 한림포스텍에서 개발하는 제품은 패드에 올려놓은 배터리의 방향에 상관없이 자유롭게 충전이 가능한 독자적인 기술을 확보하였다.

3.2.6 한국전자통신연구원

2011년 1월말, ETRI는 스마트 폰을 포함한 소형 멀티미디어 기기에 전선 없이도 전원을 공급하거나 충전할 수 있는 '자기공명형 무선충전 시스템 기술'을 개발했다고 발표하였다.

2011년 8월에는, 40W급 무선충전 시스템의 핵심기술 개발로 데스크톱 컴퓨터와 LED 전광판도 무선 충전이 가능함을 시현하였고, 2011년 10월에는 세계 최초로 무선 전력전송 OLED 조명을 시현하여 향후 사무실/가정환경에서 무선전력전송 기술을 구축하는데 일조할 것으로 판단된다.

4. 맺음말

무선전력전송 기술은 기술의 패러다임을 바꿀 만큼 파급효과가 매우 큰 첨단기술이다. 모든 영역에서 전선들이 모두 제거되고 가전기기들이 전선의 길이에 따라 위치가 정해지지 않고 전기에너지가 전달되는 영역 내에서 자유롭게 이동하여 사용할 수 있다면 일상생활에서 지금까지와는 다른 변화가 있을 것이다. 조금 더 확대하여 사무실에서나 산업체에서 에너지 전달이 무선으로 이루어질 수 있다면 경제적, 산업적 측면에서 새로운 혁명적 변화가 있으리라 예상할 수 있을 것이다. 국내외 많은 연구자들이 함께 참여한다면, IT 산업에서 신산업을 창출할 수 있는 기술로 발전시킬 수 있으리라 생각한다. 

정보통신 용어 해설

소셜 소싱

Social Sourcing [관리문용]



소셜 네트워크 서비스(SNS, social network service)로 이미 형성되어 있는 사회 관계망을 기반으로 정보를 실시간으로 공유하는 것과 피드백으로 함께 문제를 해결하는 방법.

트위터 등 SNS가 활성화되고 카메라 마이크 등이 부착된 스마트폰으로 실시간 커뮤니케이션이 이루어지면서 이용자들이 새로운 방식으로 정보를 모으는 것이 가능해 졌는데 이것을 소셜소싱이라고 말한다. 인터넷 디폴트(default)가 소셜이 되면서 불특정한 다수가 참여하여 해결 방안을 제시하는 크라우드 소싱(crowd sourcing)이 소셜 네트워크 사회 관계망 기반인 소셜 소싱으로 발전하고 있다.

