

무선전력전송에 따른 EMI/EMC 및 인체 영향 연구 동향

김 남·이승우 (충북대학교), 전양배 (KAIST OLEV)

I. 서론

현대 사회는 정보통신 기술을 기반으로 다양한 신규 산업이 창출되고 있다. 산업뿐만 아니라 일상생활 속에서도 정보통신을 이용하는 사례가 많아졌으며, 인류의 생활을 빠르고 간편하게 만들고 있다. 정보통신 산업의 발전은 이동통신 기술의 발전과 새로운 개념의 복합적인 기능으로 사용이 가능한 통신장비가 개발되면서 더욱 발전하게 되었다. 최근 이용이 급격히 증가한 스마트폰의 경우, 이전의 휴대전화 기능뿐만 아니라 카메라, TV, 게임기, 그리고 인터넷을 사용할 수 있어, 인터넷 기반의 다양한 서비스를 이용하여 이동 중에 어느 장소에서든지 업무와 관리가 가능하다. 그렇다보니 휴대전화(스마트폰)를 사용하는 시간이 급격히 증가하였고, 기기의 전력소비 역시 급격히 증가하였다. 무선통신기기에서 주로 사용되는 배터리의 성능이 좋지 않아 자주 충전이 필요하며, 이를 위한 대안으로 무선전력전송 기술을 적용하기도 한다.

무선전력전송 기술은 무선으로 전력, 즉 에너지를 전송하는 기술을 말한다. 주로 송신단의 1차 코일과 수신단의 2차 코일 사이의 전자기 유도 원리를 이용하며, 현재는 근거리 전송이 가능할 정도로 기술이 발전되었다. 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있는 사례로, 휴대전화를 전원이 연결되어 있는 기기 위에 놓게 되면 자동으로 충전이 되는 제품이 이미 상용화되었으며, 한국과학기술원에서는 무선전력전송 기술을 기반으로 한 전기자동차를 개발하였다. 국내외 연구기관 및 대학에서도 다양한 응용분야로 개발이 이루어지고 있으며, 기업과 연계하여 상용화 제품을 출시하고 있다.

이러한 무선전력전송 방식은 전선이 필요 없어 시스템의 단순화와 어디에서든지 쉽게 이용이 가능하여 편리성을 가져왔지만, 전자기 유도 방식을 이용하다보니 EMI/EMC 문제 및

EMF 문제도 발생하게 되었다. EMI/EMC는 기기로부터 발생하는 전자파가 다른 기기에 영향을 주거나 영향을 받지 않아야 하는 문제인데, 비록 근거리에서 전력 전송이 이루어지지만 고출력의 전력을 무선으로 전송해야 하므로 기기로부터 발생하는 전자기장이 유선에 비해 상대적으로 크다. 또한, EMF는 기기로부터 발생하는 전자파가 인체에 미치는 영향으로 상대적으로 큰 것으로 분석되었다. 현재 전파법에서는 전자파 적합성 및 전자파 인체영향에 대하여 규정하고 있으며, 제조업자는 반드시 전파법에 의거하여 제품 출시 전에 두 사항을 만족해야 한다. 그렇기 때문에 무선전력전송 기술을 적용한 제품을 개발하면서 동시에 EMI/EMC 및 EMF에 대한 문제도 해결하기 위하여 다양한 방안을 함께 제시하고 있다^[1]. 본 고에서는 무선전력전송에 따른 EMI/EMC 및 EMF의 문제와 측정결과 등에 관한 최근 연구에 대해 언급할 것이다.

II. 무선전력전송의 개요

무선전력전송 기술은 크게 5가지 정도의 기술 방식으로 분류된다. <표 1>에서 각각의 방식과 간략한 특징을 보여준다. 전도방식은 충전기와 전자기기의 접점(contact)을 통하여 전력을 전송하는 방식이며, 자기유도, 자기공진유도, 전자기파, 레이저방식은 충전기와 전자기기 사이에 특정한 접점 없이(non-contact) 전력을 전달하는 방식이다. 이 방식은 전송 기술의 특징에 따라 전송거리, 효율, 전송전력크기 등의 특징을 나타낸다^[2,3].

<표 1>의 방향성에서 unidirectional은 한 지점에서 오직 한 개의 기기만 충전이 가능한 point-to-point 시스템을 말하는 것이며, omni-directional은 한 번에 다수의 기기를 충전할

〈표 1〉 무선전력전송 기술 분류

방식	기술 분류	충전거리	방향성
Contact	전도방식 (conductive power)	0 (접점필요)	해당사항 없음
Non-contact	자기유도방식 (Inductive coupling)	근접 (인치이내)	Unidirectional
	자기공진유도방식 (resonant magnetic coupling)	중거리 (7feet)	Omni-directional
	전자기파방식 (RF-based wireless power)	중거리 (10feet)	Omni-directional
	레이저방식 (Laser-based power beaming)	장거리 (30feet이상)	Unidirectional

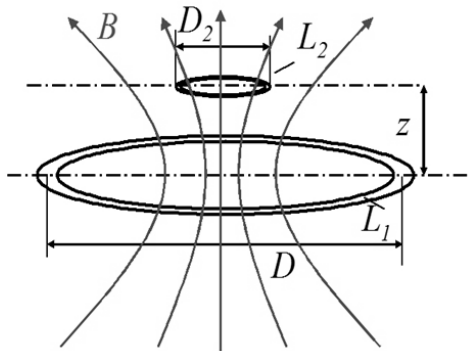
수 있는 broadcasting 시스템을 말한다. 더욱 자세한 사항은 소절에서 설명할 것이다^[4,5].

1. 전도방식

전도방식은 무선으로 전력을 전송하여 특정 기기를 충전하는 기술로써, 전력을 전송하기 위해서는 전원이 연결되어 있는 특정한 전력전송기기가 필요하며, 전자기기의 표면에 전력 전송을 위한 금속 접점이 요구된다. 전력을 송신하는 기



〈그림 1〉 WildCharge inc.의 전도방식 제품



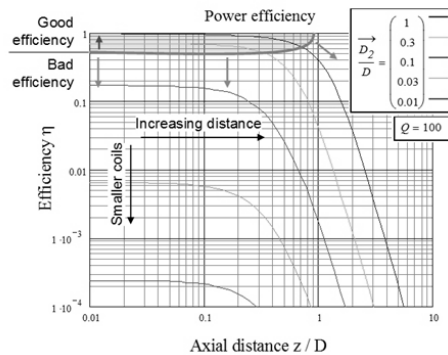
〈그림 2〉 자기유도 무선 전력 전송 원리 및 코일크기/거리에 따른 효율

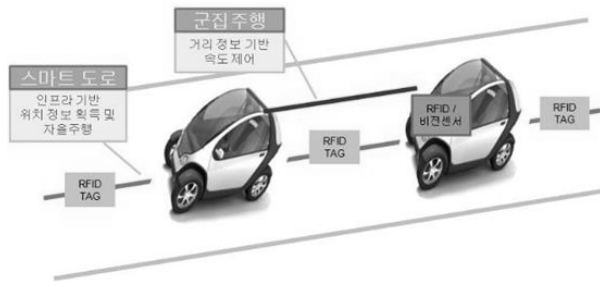
기와 수신하는 기기의 표면이 반드시 접촉이 되어야 충전이 가능하지만, 다른 무선전력전송 방식과 비교하여 충전 효율이 매우 좋다는 장점이 있다. 휴대폰 거치대 등이 이에 해당하며, 2009년 하반기에 미국의 WildCharge inc.에서 휴대폰 충전을 위한 충전 패드 및 휴대폰용 커버 개발하여 판매하고 있다^[7]. 현재는 120 W급 노트북 충전을 위한 접점 방식의 충전 기술이 개발 중이다.

2. 자기유도방식

자기유도방식은 기존의 전동칫솔 등에서 사용되었던 자기유도를 이용한 충전 기술로 충전시스템 및 충전기기 사이에 선 또는 특정한 금속 접점 없이 전력을 전송 가능한 방식으로, 송신단의 1차 코일에 흐르는 전류가 발생시키는 자기장을 수신단의 2차 코일에 자기장을 유도하면서 발생하는 전류를 사용하여 충전을 하는 방식이다^[8]. 전도방식에 비하여 전력 전송이 자유로우나 충전기기 및 충전시스템의 거리가 매우 가까워야 하며, 송신단과 수신단의 자기장 방향이 맞아야 한다. 즉, 무선전력 전송 기술 중에서 수 mm의 근거리에서는 95 % 이상의 매우 높은 효율을 얻을 수 있으나, 거리가 수 cm 정도만 되어도 효율이 급격히 떨어지며, 방향성에 매우 민감하여 1차 코일과 2차 코일이 동일한 방향에 있는 경우에 높은 효율을 보인다.

현재 자기유도방식을 이용하여 휴대전화, 노트북, 전기자동차 등의 소, 중, 대형 전력 전송을 위한 기술 개발이 진행되고 있다. 국제적인 기술 개발을 동향을 보면, Palm-Pre에서 자기유도 방식으로 충전대를 개발했으며, Fulton Innovation에서 자기유도 방식으로 무선 충전 매트 플랫폼을 개발하였다. Powermat는 2009년 하반기에 휴대기기용 자기유도 충전 제품을 출시하였으며, 충전 패드 안에 4개의 1차 코일을 설치하여 최대 4개의 전자기기들을 동시에 충전할 수 있도록 하였다. Qualcomm을 인수하여 유명해진 WiPower는 휴대폰 충전을 위한 패드형 제품을 2008년도에 출시하였으며, 현재





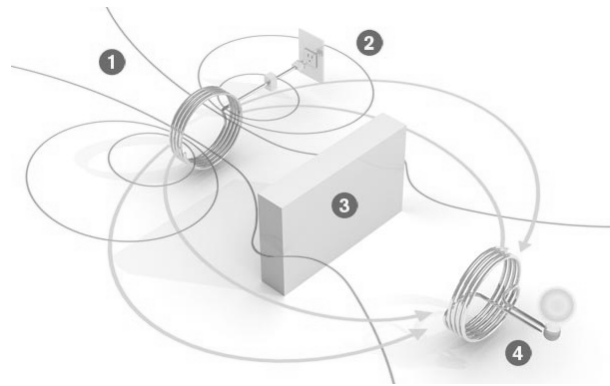
〈그림 3〉 카이스트 온라인전기자동차 개념도

위치 자유도 향상 및 다수 충전을 제품 개발을 진행 중이다. Evatran은 전기자동차 충전을 위한 기술 개발에 있으며, 차량이 주차장에서 주차하는 동안 충전되는 모델을 기반으로 제품을 개발하고 있다. 기업을 중심으로 구성된 무선전력위원회(Wireless Power Consortium)는 5 W급의 휴대폰 충전을 위한 기술 표준을 제정하였으며, 향후 120 W급 노트북 충전 기술을 위한 표준화를 계획 중이다. 국내의 경우 LS전선에서 접촉에 가까운 수 mm 미만의 거리에서 자기 유도를 이용해서 무선으로 전력을 전송하는 모듈을 개발 중에 있으며, 충전 모듈을 인빌딩 솔루션 장비에 사용되는 팜패드에 적용 중이다. 한림포스텍에서는 자기 유도 방식의 충전기술에 다양한 센서 및 적외선 통신 시설을 추가하여 충전기기 사이에서 이물질 및 충전에 방해되는 물질을 감지하여 피드백을 제공하는 기술에 대해 연구 진행 중이고, 와이즈파워는 일본의 세이코옵슨과 공동으로 무접점형 휴대폰 배터리 충전모듈을 개발하여 현재 아이폰용 충전패드 및 커버를 판매 중이다. 카이스트 온라인전기자동차사업단은 주행 중에도 전기자동차에 전력 공급이 가능한 무선 충전 시스템을 개발 중에 있다^[9].

3. 자기공진 유도방식

자기공진 유도방식은 2007년 MIT Marin Soljatic 교수팀에서 처음 선보인 기술로 근거리 자기장내에서 송수신 코일 간의 주파수가 공진할 때 감쇄파 결합에 의하여 에너지가 전달되는 현상을 이용한 기술이다^[10]. 자기유도방식과 비교하여 원거리에 전력 전송이 가능하며, 공진 송수신 코일의 크기 및 특성에 따라서 수십 cm ~ 수 m 거리에서 전력 전송이 가능한 특징이 있다. 또한, 송수신 코일의 방향성의 자유도가 매우 높아서 근거리장 이내에서는 충전기기의 위치에 관계없이 전력 수신이 가능하다. 특히, 같은 주파수를 갖는 물질에만 전력을 전송하므로 충전시스템 및 충전기기 사이에 위치한 다른 기기에 영향이 없으며, 공진 주파수가 일치하는 다수의 송신측 전자기기에 전력 전송을 동시에 할 수 있다.

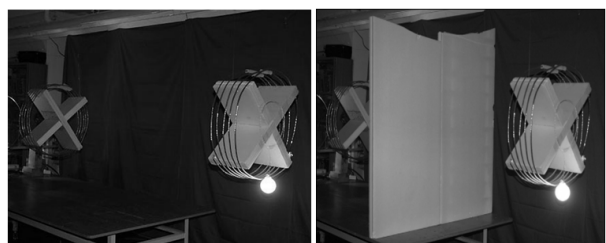
현재 Qualcomm, Intel, Witricity, 전자부품연구원 등 많은 연구기관 및 업체에서 연구 개발을 진행하고 있으며, 송수신



〈그림 4〉 자기공진 유도방식 기반 전력 전송 개념도

코일의 크기, 공진주파수 연구, 자기장에 의한 인체유해성 및 EMI/EMC 등의 문제도 함께 분석하고 있다. MIT의 Marin Soljatic 교수팀은 30 cm의 반지름을 갖는 송수신 공진 코일을 사용하여 1 m 및 2 m 거리에서 각각 70 %, 40 %의 전력 전송 효율을 갖는 시스템을 개발하고 60 W 전력 전송 시연을 보였다. 시스템은 10 MHz 공진주파수를 사용하고 “IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields”의 안전성 기준을 따르고 있다.

미국 WiTricity에서는 MIT 대학에서 기술이전 및 spinoff를 통하여 TV, 노트북 등에 사용되는 중전력 전송 및 전기자동차를 위한 대전력 전송 기술을 연구 중에 있으며^[11], CES2010에서 Haier와 합작으로 약 30cm의 거리에서 Full HDTV 무선 전원 공급 시연을 보였다. 추후 전기자동차용 무선 전력전송 기술 개발을 위하여 90 %의 효율을 갖는 3.3 kW 대용량 전송 기술을 연구 중에 있다. Intel은 IDF2008에서 무선 공진 에너지 링크 시스템을 발표하였으며, 약 70 cm 거리에 80 % 효율을 가지고 60 W급 전력 전송을 시연하였다. 2010년에는 약 90 cm 거리에서 12 W의 전력 전송을 사용하여 전원을 공급하는 넷북(netbook)을 선보였으며 코일을 넷북 덮개에 설치하여 상용화 가능성을 보였다. 현재 미국 무선전력위원회와는 독자적으로 노트북에 응용하기 위한 100 W급 무선전력 전송 기술을 개발하고 있다. Sony는 자기공진유도 방식을 이용하여 60 W급 전력을 50cm 거리에 전송하여 22인치 LCD TV를 구동하는 기술을 시연하였으며 최대 80 %의 효율을 보



〈그림 5〉 MIT 60 W 급 무선전력전송 시연

였다. 또한, 송수신 코일 사이에 공진주파수가 일치하는 중계 장치(repeater) 코일을 설치할 경우 최대 80 cm에서 같은 전송 효율을 얻는 기술을 선보였다. Qualcomm은 CES2009에서 자기공진 무선전력 전송 시스템인 ezon을 선보였으며 충전 매트위에 2개의 기기들을 최대 20 cm 거리에서 충전하였다. 사용된 대역은 ISM 밴드인 13.56 MHz 주파수를 공진주파수로 사용하였으며, 다수 충전 기기들의 관리를 위하여 Bluetooth, NFC, Wi-Fi 등의 별도의 통신 프로토콜을 접목하였다. 일본의 Fujitsu는 2010년에 자기공진유도 무선전력전송 방식 기반의 다수 기기 충전 시스템을 개발하였다. 국내에서는 전자부품연구원에서 자기에너지를 이용한 무선 통신을 하는 자기장 통신 기술을 개발 중에 있다. 국내 최초로 박막형의 소형화된 장치로 50 cm 떨어진 전자기기에 0.6 W의 전력을 전송하는 시스템 개발에 성공하여, 원격 에너지 전송을 이용한 능동적 다중 디바이스 충전 기술 개발의 가능성을 보였다. 또한, 자기공진유도 방식을 이용하여 복수개의 휴대단말기에 충전하는 시스템을 개발 중에 있으며, 공진주파수로 100 kHz부터 10 MHz 대역까지 다양한 시스템 개발을 연구 중에 있다. 삼성전기는 2010년에 13.56 MHz 공진주파수를 이용하는 매트형 무선 충전 시스템을 개발하였다. 그 이외에도 한국전자통신연구원, 한국전기연구원, LG전자, 삼성전자, LG이노텍 등 국가 연구기관 및 기업체에서 자기공진유도 무선전력전송 기술을 연구 중에 있으며 아직 기술 개발 단계에 있다.

4. 전자기파 방식

전자기파 방식의 무선전력전송 기술은 수백 MHz 주파수부터 수 GHz 대역의 고주파를 이용하여 전력을 전송하는 기술이다. 주파수의 특성상 방사 에너지가 매우 크며, 다수의 전자기기로 전력을 전송할 수 있지만 전송 효율 매우 낮다는 단점이 있다. 또한, RF 신호의 특성상 높은 출력 전압을 요구하므로 강력한 전자파가 발생하여, EMI/EMC 및 EMF 문제가 크게 작용하고 있다. 따라서 가정에서 무선전력전송 시스템으로 사용하기에는 다소 취약한 점이 있다. Powercast는 915 MHz를 사용하며 10, 50, 100 mW의 에너지를 10, 20, 50피트 거리에 있는 기기에 전송이 가능한 시스템을 개발하였다. 국내의 이노트론테크놀로지는 2.45 GHz 주파수의 전자기파를 이용하여 공중파 중계기에서 발생하는 고주파 렉테나(정류 안테나) 기술을 이용해 전력을 직류전류로 변환하여 무선으로 전력을 전송하고 충전하는 기술의 플랫폼을 개발 중이다. 한국전기연구원에서는 마이크로파를 이용한 수백 W급 무선 전력전송 시스템 실험에 성공하였다. 마이크로파를 이용한 대용량 에너지 전송으로 미국 NASA에서 추진한 우주 태양광

발전소 프로젝트가 있으며, 우주에서 태양에너지를 집속하여 지구에 마이크로파를 이용해 전력을 송출하는 기술을 개발 중이며, 2050년 상용화를 목표로 100억 W급 전력을 송출하는 것을 목표로 연구 개발 중이다.

5. 레이저 방식

레이저 빔을 이용한 무선전력방식은 전자기장을 이용하는 다른 기술과는 달리, 빛 에너지를 전기적 에너지를 변환하는 기술이다. 이 기술은 방향성을 갖는 point-to-point 시스템으로써, 짧은 거리 및 원거리에도 응용이 가능한 장점이 있으나, 다른 무선전력전송 기술과 비교하여볼 때 효율이 30 % 이하로 매우 낮으며 상용화 단계로 발전하기에는 한계가 있다. LaserMotive는 하늘에 있는 무인항공기에서 태양광 에너지를 집속한 후에 레이저 빔을 통하여 지상에 전력을 전송하는 기술을 개발하고 있으며, 5 km 이상의 거리에서 10 kW급 이상의 전력 전송을 목표로 개발하고 있다. PowerBeam는 가정용 전자기기에 레이저를 통하여 전력전송이 가능한 시스템을 개발 중에 있으며 송신기는 눈에 보이지 않는 열에너지를 전송하며 수신기는 태양전지를 통하여 열에너지를 흡수한 후에 전기적 에너지를 전환하는 원리이다. 현재 저전력 장치 동작을 위한 초기 모델을 개발하였고, 약 10 m 거리에서 최대 1.5 W 정도의 에너지 전송이 가능하다. 하지만 에너지 전송 효율이 약 15 % 정도이며 열에너지를 전기 에너지로 변환할 때 손실이 커서 상용화까지는 시간이 필요할 것으로 예상된다. 일본 우주탐사국에서 레이저를 이용하여 태양빛 에너지를 전기에너지로 전환하여 전송하는 계획을 추진하고 있으며, 2030년까지 우주 태양광 발전을 상용화하는 것을 목표로 하고 있다. JAXA을 중심으로 미쓰비시전기, NEC, 후지쯔, 사프 등이 참여하는 무인우주실험시스템 연구개발기구 컨소시엄을 구성하여 1998년부터 연구를 하고 있으며, 2020년 10 MW 태양전지 시험 발사 계획 및 250 MW급 발전 설비를 우주에 설치할 계획을 세우고 있다.

Ⅲ. 무선전력전송에 따른 전기자동차의 EMI/EMC 연구

전자파 적합성(EMC)라는 것은 electromagnetic compatibility의 약자로서, 두개의 전자 장비가 있을 경우 하나의 장비에서 발생하는 전자파가 다른 장비에 영향을 주어 오작동을 일으킬 수 있다는 것이다. 또한 전자파간섭(EMI)은 전파 및 기기로부터 발생하는 전자파로 인해 특정 기기가 간섭을 받아 성능이 저하되거나 오작동 등이 발생하는 것을 말한다. 이렇게

발생하는 오작동을 방지하려면, 근원이 되는 전자파를 발생하지 않도록 장비를 설계하는 방법과 오작동이 발생될 염려가 있는 장비에 대해 전자파내성(EMS)을 증가시키도록 장비를 설계하는 방법이 있다. 하지만, 전자파간섭이나 전자파내성에 대한 규제가 국가마다 달라 무역마찰이 발생할 수 있기 때문에 국제전자파장해특별위원회(CISPR)는 전자파간섭과 내성에 대한 국제 표준안을 제정하여 각 국가에서 제정된 권고안을 따르도록 하고 있으며, 대부분의 나라가 자국의 이익을 위하여 이 표준안을 EMC 표준안으로 채택하고 있다. 따라서 정보화 기기는 서로의 기기를 보호해야 하고, 오작동을 방지하기 위하여 다른 기기와 전파간섭이 발생하지 않아야 하며, 동시에 전파에 대한 내성이 있어야 한다. 만약 이러한 불요 전자파를 방치한다면 다른 기기들의 오작동 유발 가능성이 있어 사회적으로 문제가 발생할 수 있다. 현재 비행기, 병원, 주요 연구소 등의 시설에서는 중요한 기기의 오작동을 피하기 위하여 휴대폰, 카메라, MP3 등의 전자기기의 사용을 전면 금지한 상태이다. 이러한 상황에 대비하여 미국, 유럽, 일본 등의 선진국에서는 전기·전자 및 통신 제품에 대한 전자파 잡음 연구에 많은 투자와 연구를 해왔고, 적절하고 강력한 전자파 장해 및 내성에 대한 규제를 시행중에 있다. 국내에서도 소위원회를 구성하여 국내에서 진행되고 있는 연구 내용을 CISPR에 권고하고 있다. 국내에서 무선전력전송을 사용한 전기자동차는 한국과학기술원에서 개발한 온라인전기자동차(OLEV; online electric vehicle)가 있으며, 무선전력전송 기술을 사용하는 대표적인 시스템으로 평가할 수 있다. 온라인전기자동차는 3상 440 V 60 Hz의 AC 전원을 20~23.5 kHz의 전류원으로 변환하여 사용하며, 실험에 의하면 실제 주행환경에서 출력이 45~50 kW 수준이다.

추후 전기통신을 제외한 산업·과학·의료용 또는 그와 비슷한 목적으로 국부적인 RF에너지를 발생시켜 이용하도록 설계된 20 kHz 대역의 기기들이 급증할 것으로 예상되며, 전자파 에너지를 이용한 연구 및 이용 역시 급격히 증가할 것으로 예상된다. 국내에서는 9 kHz 이상의 주파수를 이용하는 출력 500 W 이상의 전파응용설비는 무선국 개설 허가를 받도록 되어있으나, 장비 인증은 의료용 장비에 한하여 적용되고 있다. 미국의 경우 CFR § 18.305, 유럽은 EN55011에서 전파응용설비의 전자파 적합기준에 관한 규정을 하고 있다.

IV. 무선전력전송에 따른 전기자동차의 EMF 연구

기기 간의 전파간섭에 대한 EMI/EMC 문제도 중요하지만, 더불어 기기로부터 발생하는 전자파의 인체영향에 대한 EMF

문제도 중요하게 대두되고 있다. 이미 미국, 유럽 등의 세계 각국에서 전자파 인체영향에 대한 문제를 이슈화 하고 연구함으로써, 그에 따른 규제를 자국의 시장보호 수단으로 사용하고 있으며, WHO에서는 1996년부터 전기장의 인체영향 및 국제적으로 통일된 인체 보호의 제정 및 각국에 권고를 목표로 하여 국제 EMF 프로젝트를 운영하고 있고, IEC에서는 최근 TC 106을 구성하여 전기기장의 인체노출에 대한 일관된 표준화를 위해 5개의 WG(Working Group)을 두고 운영하고 있다. 현재 국제적으로 전기기장의 전자파 노출기준은 ICNIRP 규격을 사용하고 있으며, 국내에서도 ICNIRP 규격을 따라 인체보호기준을 제정하였다.

한국과학기술원의 온라인전기자동차는 20 kHz의 주파수를 사용하고 있으며, 현재 서울대공원의 코끼리열차에 적용되어 운영되고 있다. 따라서 전파법 47조의 2에 제1항에 근거하여 방송통신위원회 고시 제2008-37호 '전자파 인체보호기준'에 명시되어 있는 일반인에 대한 전자파강도 기준을 반드시 만족해야 한다. 전파법에서 명시하고 있는 근거는 3 kHz 이상부터 150 kHz 미만의 경우 자속밀도가 $6.25 \mu T$ 또는 62.5 mG 이하를 반드시 만족해야 한다. 해외의 경우 온라인 전기자동차와 유사한 개념의 무선전력전송 시스템은 확인되지 않았으며, 일부 국가에서 유사한 시스템의 도입 사례가 있었으나, 대부분 20 kHz의 주파수를 사용하고 있었다. 일본의 경우 하네다 공항에서 20 kHz의 주파수에서 20 kW의 출력을 이용한 무료 셔틀버스를 운행하고 있으며, 기술 방식은 정차 중에만 충전하는 방식으로 공극이 3 cm 정도로 국내의 시스템과는 상당한 차이가 있었다. 또한 일본 전파법 규정에 의하면 450 kHz 이하의 주파수에서는 100 m에서 1 mV/m, 500 W 이상일 경우에는 30 m에서 $(P/500)^{1/2}$ mV/m를 만족하도록 규정하고 있다. 뉴질랜드는 1996년부터 20 kHz 주파수에서 60 kW의 출력을 갖는 버스를 운행 중이며, 뉴질랜드의 관련 법규 존재 여부는 아직 확인되지 않는다. 독일은 20 kHz 주파수의 무선전력전송 시스템을 도입한 차량을 시범적으로 서비스하고 있으며, 프랑스의 경우 20 kHz 주파수의 무선전력전송 시스템을 이용한 궤도형 버스가 시범적으로 운행 중이다.

V. 결론

최근 스마트폰, 전기자동차 등의 발전으로 무선전력전송 기술이 각광받고 있다. 무선전력전송은 무선으로 에너지를 전송하는 기술을 말하며, 일반적으로 송신단의 1차 코일과 수신단의 2차 코일 사이의 전자기 유도 원리를 이용한다. 무선 전력전송 기술을 이용한 제품도 많이 출시되었으며, 무선충

전 전동칫솔, 휴대전화 충전기 및 온라인전자동차 등이 있다. 국내외 연구기관 및 대학에서도 다양한 응용분야로 개발이 이루어지고 있으며, 기업과 연계하여 상용화 제품을 출시하고 있다.

무선전력전송 방식은 전선이 필요 없어 시스템의 단순화와 어디에서든지 쉽게 이용이 가능하여 편리성을 가져왔지만, 전자기 유도 방식을 이용하다보니 EMI/EMC 및 EMF 문제가 발생하였다. CISPR나 ICNIRP 등에서 전자파 안전기준을 권고하고 있으며, 국내에서도 이러한 기준에 따른 전자파 안전기준을 전파법으로 제정하고 있어, 제품 개발 및 사용화시 반드시 EMI/EMC 및 EMF에 대한 규정을 만족해야 한다.

참고문헌

- [1] 장병준, "무선전력전송 기술동향 및 향후 전망," 전력전자학회, 전력전자학회지, 제15권, 제6호, pp.27-31, 2010.12.
- [2] 임승옥, 강신재, "무선에너지전송 표준화 동향," 한국정보통신기술협회, TTA Journal, No.129, pp.80-85, 2010.5.
- [3] 무선전력전송 기술개발 및 표준화 동향 보고서, 한국전파진흥협회, 2011. 6.
- [4] 김용균, "무선 충전기 기술 및 시장 동향," 정보통신산업진흥원, IT 부품 Monitoring Report 10-16, 2010. 11.
- [5] A. Kurs, A. Karalis, R. Moffatt, J.D. Joannopoulos, P. Fisher, and M. Soljacic, "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances," Science, Vol.317, No.5834, pp.83-86, 2007. 6.
- [6] David J. Griffiths, *Introduction to Electrodynamics*, Prentice Hall, 1999.
- [7] <http://www.wildcharge.com>
- [8] <http://www.wirelesspowerconsortium.com>
- [9] <http://www.olev.co.kr>
- [10] <http://www.mit.edu/~soljacic>
- [11] <http://www.witricity.com>



김 남

1981년 2월 연세대학교 전자공학과(공학사).
 1983년 2월 연세대학교 전자공학과(공학석사).
 1988년 8월 연세대학교 전자공학과(공학박사).
 1989년~현재 충북대학교 전자정보대학 교수.
 1996년~현재 한국전자과학회 전자장파 생체관계 위원회 위원장.
 1998년~현재 EMC기준전문위원회 A소위 위원장.
 <관심분야> 광통신, 이동통신 및 전파전파, 마이크로파 전송선로 해석, EMI/EMC 및 전자파 인체보호 규격



이 승 우

2003년 2월 충북대학교 정보통신공학과(공학사).
 2006년 2월 충북대학교 정보통신공학과(공학석사).
 2009년 8월 충북대학교 정보통신공학과(박사수료).
 <관심분야> 안테나 설계, EMI/EMC 및 전자파 인체영향



전 양 배

1995년 02월 경남전문대학 전자통신과 학사.
2011년 08월 한양사이버대학교 정보통신과 석사.
1995년 05월~2000년 11월 모토로라코리아 EOS/ESD
담당(대리).
2000년 11월~2004년 03월 노키아코리아 EMI/EMC 담당
(선임).
2004년 03월~2007년 03월 (주)벨웨이브 설계검증팀장
(책임).
2007년 10월~2009년 04월 FLEXTRONICS EMI/EMC담당
(차장).
2009년 05월~현재 KAIST OLEV 전자과팀 팀장(책임).
(관심분야) 무선충전식 전기자동차의 EMF/EMI/EMC 영
향 및 대책