

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

와이파워 Wi-Power

전선의 연결 없이 전력을 공급받는 램프를 직접 만들고, 와이파워 (무선 전력공급)에 대하여 알아봅시다.

실험키트구성

원형스폰지(A+B+C+D), 투명케이스, 투명관, 램프받침종이, 건전지, 전지 끼우개, 에나멜선 (거치대용2개, 램프용1개), 사포, LED, 스위치, 트랜지스터, 저항, 커넥터(2P, 3P, 4P), 커넥터용 전선(노2, 초2, 검2, 양탭검1), 엔드캡

준비물

펜, 투명테이프, 칼

생각해보기



핸드폰, 헤어드라이어, TV, 손전등과 같은 전기 제품들이 전력을 공급받는 방법에는 어떤 것이 있는지 생각해 봅시다.

실험방법

[에나멜선 피복 제거 작업]

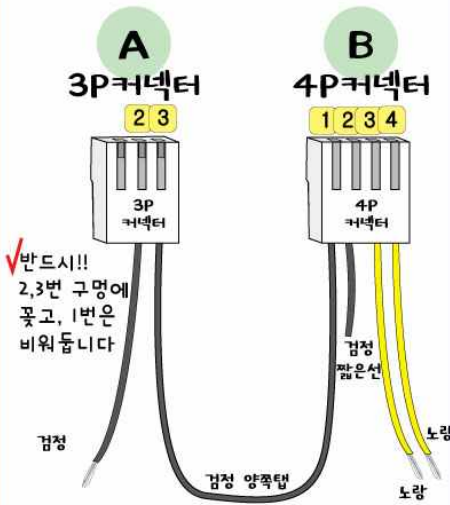
[거치대용 에나멜선] 2개와 [램프용 에나멜선] 1개의 양 끝을 사포로 문질러 피복을 벗깁니다.

- 총 6군데 입니다.
- 감긴 에나멜선이 풀어지지않도록 주의하세요.

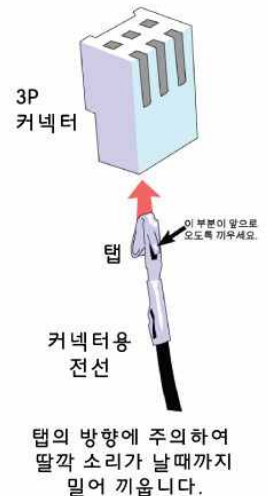


[거치대 만들기]

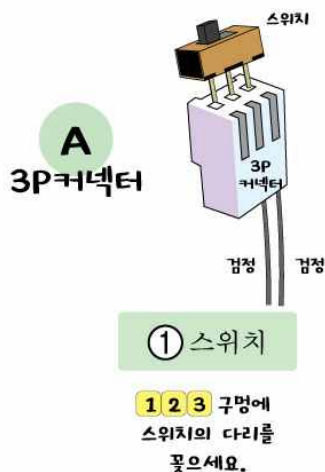
1. 그림과 같이 커넥터에 커넥터용 전선을 끼웁니다.



★ 커넥터에 전선 연결 방법



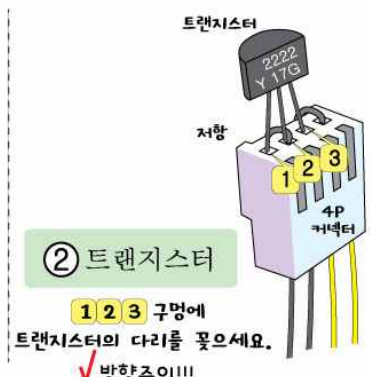
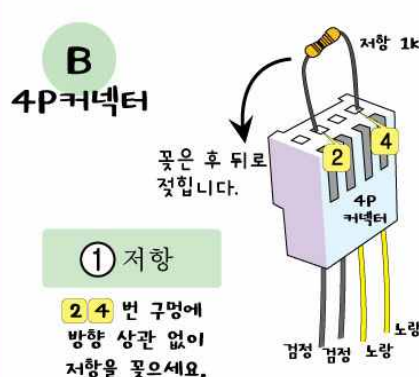
2. 3P 커넥터에 스위치를 꽂습니다.



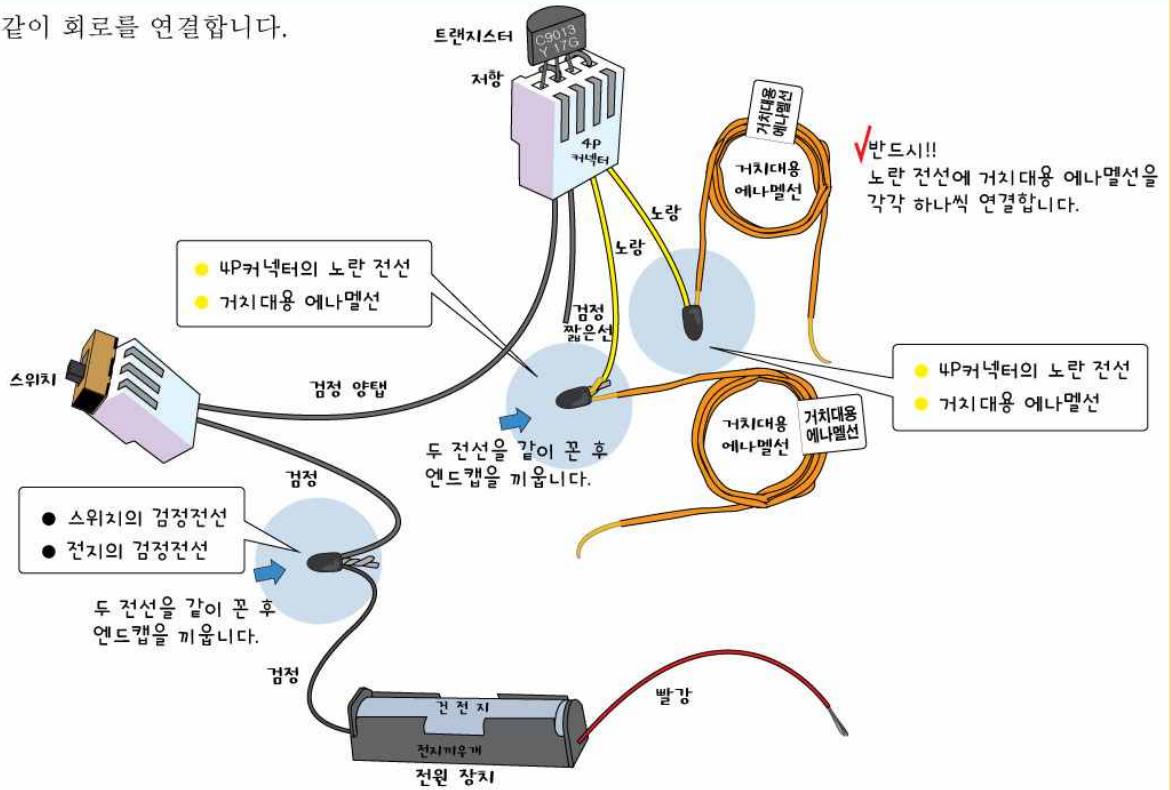
3. 4P 커넥터에 저항과 트랜지스터를 그림과같이순서대로 꽂습니다.

- 2개의 부품을 순서대로 꽂으세요.

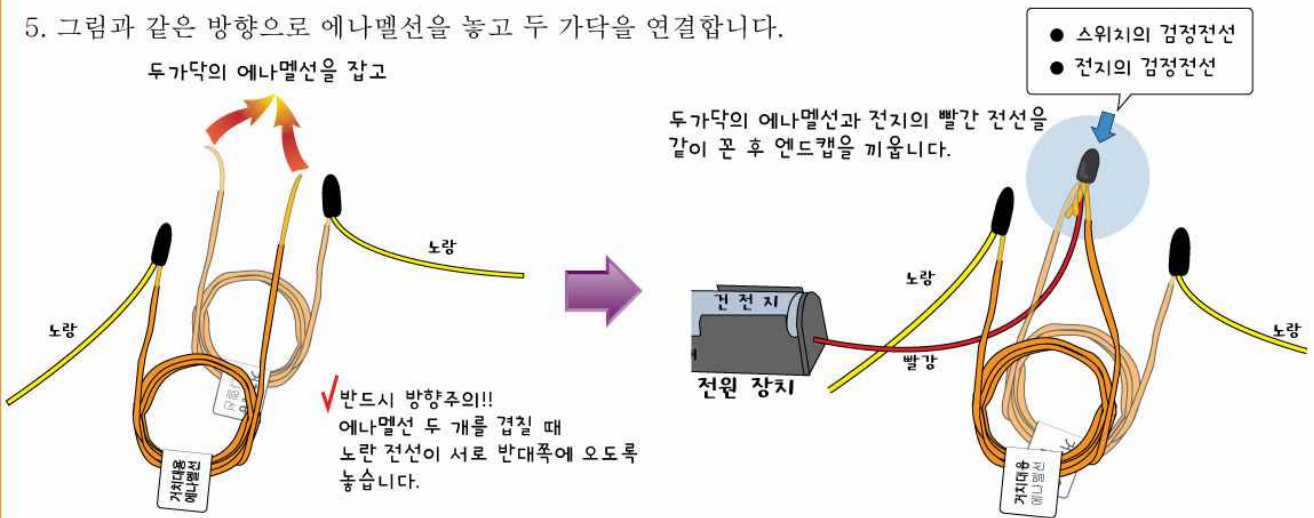
같은 구멍에 들어가는 다리가 아니면 서로 닿지 않아야 합니다.



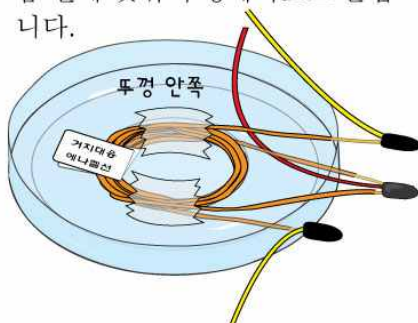
4. 그림과 같이 회로를 연결합니다.



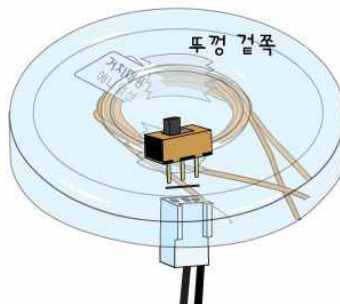
5. 그림과 같은 방향으로 에나멜선을 놓고 두 가닥을 연결합니다.



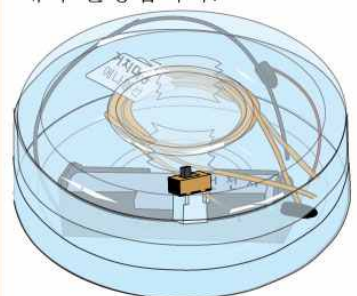
6. 투명케이스 뚜껑 안쪽의 홈에 작업한 에나멜선을 그대로 옮겨 홈 안에 맞춰 투명테이프로 붙입니다.



7. 투명케이스 뚜껑에 칼로 선을 내고 스위치는 밖에서 3P커넥터는 안에서 만나도록 쏘칩니다.

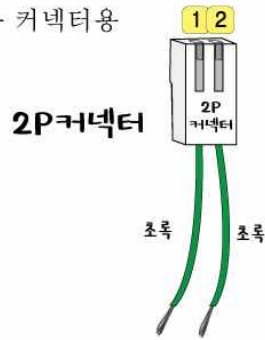


8. 투명케이스 안에 거치대 부품을 넣고 뚜껑을 닫으면 거치대가 완성됩니다.

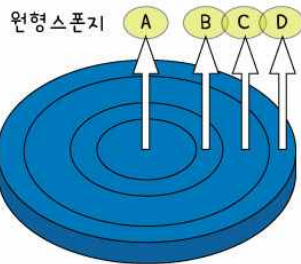
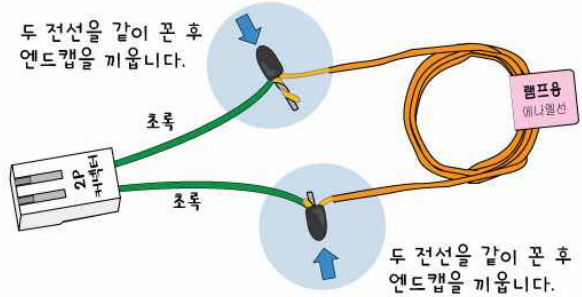


[램프 만들기]

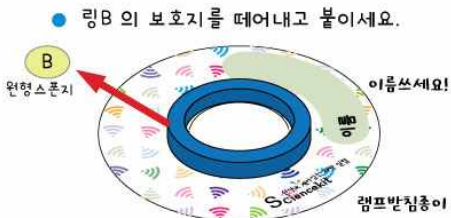
1. 2P커넥터에 초록 커넥터용 전선을 꽂습니다.



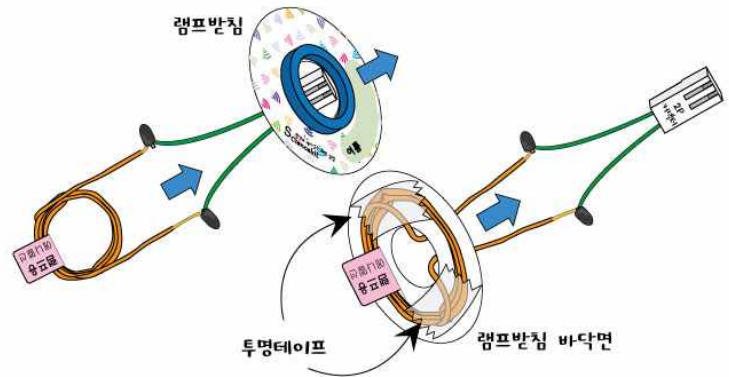
2. 전선과 램프용 에나멜선을 연결합니다.



3. 링B를 램프받침종이 앞면 중앙에 잘 맞추어 붙입니다.

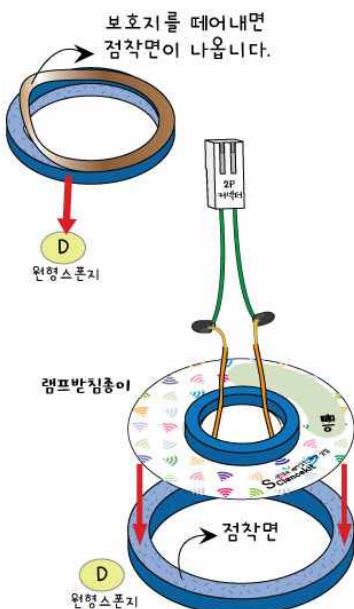


4. 램프받침 가운데로 커넥터와 전선, 엔드캡까지 통과시킵니다.



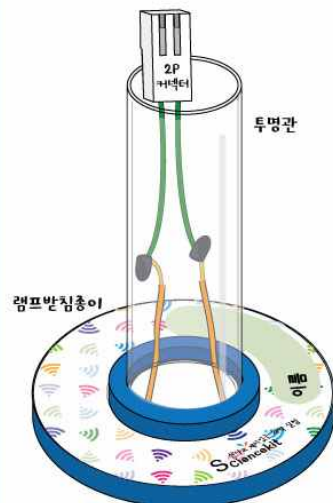
5. 램프받침 바닥면에서 램프용 에나멜선을 투명테이프로 고정합니다.

6. 링D를 그림처럼 놓고 보호지를 떼어내고 램프받침 종이를 붙입니다.

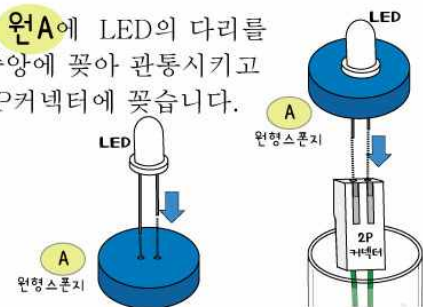


7. 투명관을 중앙에 세웁니다.

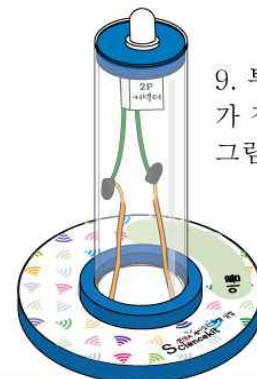
- 투명관을 바닥까지 눌러 잘 세웁니다.



8. 원A에 LED의 다리를 중앙에 꽂아 관통시키고 2P커넥터에 꽂습니다.



9. 투명관 입구에 LED가 장치된 원A를 꽂아 그림처럼 정리합니다.



[와이파워 작동하기]

1. 거치대의 스위치를 켜고 램프를 거치대 중앙에 올립니다.

- 거치대 상판 중앙의 홈 부분에 잘 맞추어 올려주세요.

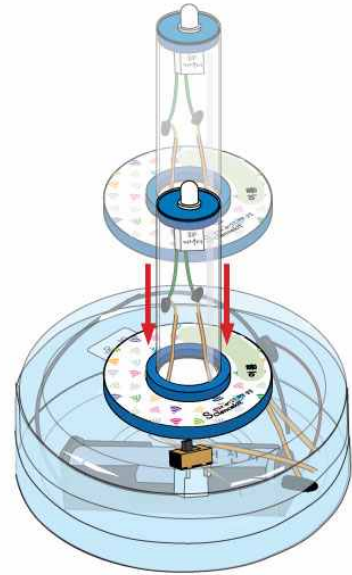
★★★ 만약 램프에 불이 안들어온다면!!! ★★★

1. 부품 확인

트랜지스터와 저항, 스위치, 전선의 연결을 확인하세요.

2. 거치대의 에나멜선 두 개를 연결한 방향 확인

- 먼저 에나멜선의 피복을 잘 벗겼는지 확인하고
- 거치대의 두 에나멜선이 만나는 방향을 확인하세요. **중요!**



실험시 주의사항

1. 이 실험에서는 에나멜선 연결이 매우 중요합니다. 피복을 벗길 때 감긴 에나멜선이 풀어지지 않게 주의하고, 회로에 연결할 때 보고서의 그림을 잘 보고 방향이 바뀌어 연결되지 않도록 합니다.
2. 만약 불이 들어오지 않거나, 전지에서 열이 많이 난다면 전기 회로를 다시 한 번 살펴 확인하세요.

확인학습

1. 불이 켜진 '램프'와 '거치대'를 잘 관찰해 봅시다.
램프와 거치대 중에서 전원장치가 연결된 곳은 두 곳 중 어디인지 찾아 그림에 표시하세요.



2. 램프의 위치에 따라서 달라지는 불빛을 관찰하고 그 차이를 기록합니다.

램프가 거치대 중앙에 있을 때



살짝 램프를 들어올릴 때, 많이 들어올릴 때



램프를 기울일 때



3. 전원장치가 없어서 스스로 빛을 내지 못하는 램프가 거치대 위에 올라가면 빛을 냅니다.

이렇게 무선으로 전력을 공급받는 방식을 와이파워(Wi-Power), 무선전력공급 기술이라고 합니다.

그 중에서도 이 램프처럼 접촉된 매우 가까운 거리에서만 전력 공급이 가능한 방식은 무엇이라고 할까요?

원리학습

선으로 직접 연결하지 않고 무선으로 통신하는 ‘와이파이(Wi-Fi, Wireless Fidelity)’는 많이 들어본 단어이지요? 이 신기술 덕분에 인터넷 통신선이 연결되지 않아도 와이파이 지역에서는 스마트폰으로 정보를 검색하고 노트북으로 인터넷을 사용할 수 있습니다.

와이파워(Wi-Power, Wireless Power)는 전선 없이 전력을 공급받는 기술-[무선전력공급]을 말합니다.



내 주변의 수많은 전자 제품을 한번 둘러봅시다. 대부분 길게나온 전선을 가지고 있어 이를 통하여 전력을 공급받고 있습니다.

하지만 스마트폰 충전대나 전동칫솔 등 몇몇 제품은 직접 케이블을 연결하지 않고 충전 거치대에 올려놓으면 충전이 가능한 제품들도 점점 늘어나고 있습니다.

어떻게 전원에 직접 연결없이 전류를 흐르게 할 수 있을까요?

전지를 사용하지 않고도 전선에 전류를 흐르게 하려면 자석으로 자기장의 변화를 주면 됩니다. 자기장이 변하면 촘촘히 감긴 에나멜선(코일)에 유도전류가 흐르고, 이 유도전류로 전자 제품이 충전이 되거나 작동합니다.

여러분이 오늘 직접 만든 램프는 거치대에 정확히 올려놓을 때에 불이 들어옵니다. 전력을 전송하는데 필요한 거리가 몇 mm 밖에 되지않는 이 방식은 ‘접촉식’ 무선충전이라고도 불리는 **자기유도방식**으로, 요즘 사용하는 스마트폰 충전기나 전동칫솔의 충전에 적용되었습니다.

스마트폰 내부
충전 거치대에서 발생한 자기장을 받아
전류를 유도하는 2차 코일이 들어있습니다.



떨어져 있어도 충전이되는 방식도 있습니다. **자기공명방식**은 ‘비접촉식’ 무선충전이라고 하는데 무선주파수를 이용하기 때문에 접촉식보다 좀 더 자유롭지만, 충전효율이 낮은 단점도 있습니다. 최근 자기공명방식은 전기자동차나 전기기차의 충전에 사용할 수 있도록 개발되고 있습니다.

충전 거치대
내부에 전기코일이
감겨있습니다.

우리의 생활 모습을 변화시키는 마술과 같은 첨단과학기술!
여러분이 연구하고 싶은 첨단 과학 분야는 무엇인가요?

느낀점

■교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	와이파워 Wi-Power			실험 원리	무선전력공급, 전자석, 전자기유도, 유도전류
실험 시간	50분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	원형스폰지(A,B,C,D), 램프받침종이, 투명케이스, 투명관, 에나멜선, 사포, 건전지, 전지끼우개, LED, 스위치, 트랜지스터, 저항, 커넥터(2,3,4P) 커넥터용전선, 엔드캡				
교사준비물				학생준비물	펜, 칼, 투명테이프
실험 결과	와이파워 [거치대와 램프] 1세트를 가지고 갑니다.				
실험팁	TIP 1. 부품(LED, 트랜지스터)들이 맞게 연결되도록 확인하여 주시고, 전기 회로 자체가 바르게 연결되었는지 확인해주세요. TIP 2. 에나멜선의 결함 방향이 매우 중요합니다. TIP 3. 사용하지 않을 때에는 스위치로 전원을 끄고 보관합니다.				

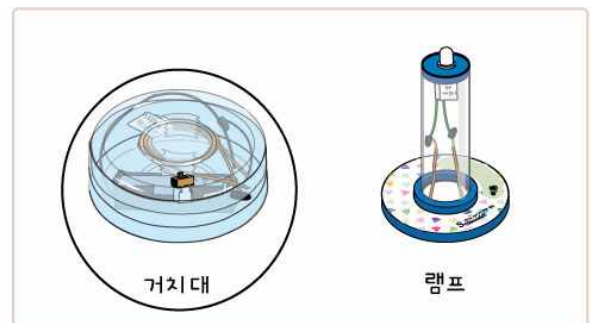
생각해보기

▶ 핸드폰, 헤어드라이어, TV, 손전등과 같은 전기 제품들이 전력을 공급받는 방법에는 어떤 것이 있는지 생각해 봅시다.

전기 제품의 플러그를 콘센트에 꽂거나, 핸드폰은 충전을 하고, 손전등은 건전지를 꽂는 등 여러 전기제품에 대해 다양하게 이야기를 나누도록 유도해주세요.

확인학습

1. 불이 켜진 '램프'와 '거치대'를 잘 관찰해 봅시다.
램프와 거치대 중에서 전원장치가 연결된 곳은 두 곳 중 어디인지 찾아 그림에 표시하세요.



2. 램프의 위치에 따라서 달라지는 불빛을 관찰하고 그 차이를 기록합니다.

램프가 거치대 중앙에 있을 때



램프의 불빛이 밝습니다.

살짝 램프를 들어올릴 때, 많이 들어올릴 때



살짝 램프를 들면 불빛이 약해지고 더 들수록 많이 약해집니다.

램프를 기울일 때



램프를 기울일수록 불빛이 약해집니다.

3. 전원장치가 없어서 스스로 빛을 내지 못하는 램프가 거치대 위에 올라가면 빛을 냅니다.
이렇게 무선으로 전력을 공급받는 방식을 와이파워(Wi-Power), 무선전력공급 기술이라고 합니다.
그 중에서도 이 램프처럼 접촉된 매우 가까운 거리에서만 전력 공급이 가능한 방식은 무엇이라고 합니까?

자기유도방식

와이파워 [Wi-Power]

요약전선 없이 전력을 공급받을 수 있는 기술

일정한 공간 안에서는 전선이 없어도 충전할 수 있는 기술로, 네트워크 케이블이 없어도 인터넷 접속이 가능한 와이파워(Wi-Fi)에 빗대 붙여진 이름이다. 2015년 5월 3일 경기도 일산 킨텍스에서 열린 제28회 세계전기자동차전시회(EVS28)에서 쉘컴이 전원 케이블을 연결하지 않고도 전기차를 충전하는 신기술을 선보이면서 화제가 되었다. 와이파워 기술은 의료 기기, 교통수단 등에도 적용될 예정이다.

[네이버 지식백과] 와이파워 [Wi-Power] (시사상식사전, 박문각)

[통신 이어 전력도 선 없는 세상] 이젠 '와이파워' .. 집에 있으면 휴대폰이 그냥 충전된다

2015/5/12 신문기사

지난 3일부터 나흘간 경기도 일산 킨텍스에서 열린 제28회 세계전기자동차전시회(EVS28). 자동차 메이커가 대부분인 행사장에서 부호분할다중접속(CDMA) 기술로 유명한 정보기술(IT) 업체 쉘컴이 새로운 충전 기술을 선보였다. 전원 케이블을 연결하지 않았는데 전기차가 저절로 충전됐다. 이 회사 관계자는 “무선 방식으로 3~4시간이면 완충된다. 2~3년 내 실용화될 것”이라고 밝혔다.

‘전선(電線) 없는 세상’이 더욱 확장되고 있다. 삼성의 새 스마트폰 갤럭시S6에 채택돼 화제가 된 ‘무선 전력 전송(Wireless Power Transfer)’ 기술이 전기차 충전에도 활용되고 있는 것이다. 무선 인터넷(Wi-Fi·와이파이)에 빗대 ‘와이파워(Wi-Power)’라고도 불리는 이 기술은 조만간 의료 기기, 교통수단 등에도 적용될 것이라고 전문가들은 전망하고 있다.

KAIST와 한국철도기술연구원은 지난해 차세대 KTX ‘해무’를 무선 전력으로 움직이는 데 성공했다. 궤도 사이에 설치된 무선급전장치(점선 표시)가 열차에 자기공진 방식으로 전력을 공급했다. [중앙포토]

◆무선충전 원리는=삼성 스마트폰과 쉘컴 전기차의 무선충전 원리는 같은 걸까. 결론적으로 같지 않다. 스마트폰 무선충전은 자기유도(MI) 방식인 반면 전기차는 자기공진(MR) 방식이다.

MI 방식은 중학교 물리 수업 시간에도 나온다. 둘둘 감은 코일에 교류 전기를 흘려 자기장을 만들면 가까운 곳에 있는 다른 코일에 전기가 유도되는 원리를 말한다. 물기 많은 욕실에서 안전하게 쓸 수 있는 무선충전 전동칫솔이나 금속 냄비를 올려놔 있을 때만 가열되는 인덕션레인지가 이 원리를 이용한다. 갤럭시S6도 마찬가지다. 충전패드와 본체에 송수신 코일이 들어 있어 서로 전력을 주고받는다. 삼성전자 무선사업부의 박세호 수석연구원은 “두 종류의 국제 표준(WPC·PMA)을 만족시키는 코일을 내장하고도 디자인을 슬림하게 유지하기 위해 부품의 구조·소재를 혁신했다”고 밝혔다.

그런데 이러한 MI 방식은 전력을 거의 고스란히(이론상 최대 90%) 무선으로 보낼 수 있는 반면 전송 거리가 짧다. 고작 몇 mm다. 송수신 코일이

원거리 마이크로파

사용 주파수: 수 GHz 이상
전송 거리/효율: 수 km 이상/15% 이내
장점: 장거리 전송
유해성: 유해
상용화: 우주 태양광 발전(추진)



근거리 자기공진

사용 주파수: 수십kHz, 수백kHz
전송 거리/효율: 수 cm~수 m / 60% 이내
장점: 다수 전송
유해성: 거의 무해
상용화: 전기차·고속철·가전제품(추진)

미국 와이트리시티는 자기공진 충전기로 휴대전화, 노트북 컴퓨터, 조명기기 등 실내에 있는 모든 전자제품을 무선 충전하는 프로젝트를 추진 중이다. 그림 속 코일은 이해를 돕기 위한 것으로 실제로는 제품 속에 내장돼 있다.

근거리 자기유도

사용 주파수: 110~205kHz(WPC 표준), 210~278kHz(PMA표준)
전송 거리/효율: 수 mm / 최대 90%
장점: 대전력 전송
유해성: 거의 무해
상용화: 전동칫솔·스마트폰 등

전력 수신기
충전패드에서 발생한 자기장을 받아 전류를 유도하는 2차코일 내장



충전패드
플라스틱 커버 안에 전기 코일이 감겨 있다

자료: 국제전기전자공학회(IEEE)·와이트리시티·한국과학기술정보연구원(KISTI)

거의 맞닿아 있어야 충전이 된다.

이런 한계를 넘기 위해 등장한 기술이 MR 방식이다. 미국 매사추세츠공대(MIT) 머린 솔라치치 교수가 2007년 개발했다. MR을 이해하려면 먼저 진동을 알아야 한다. 모든 물체는 자기만의 진동수를 갖고 있다. 진동수가 같은 힘이 외부에서 가해지면 진폭이 커지고 에너지가 증가한다. 예를 들어 하나의 소리굽쇠를 때려 진동시킬 때 이 소리굽쇠와 진동수가 정확히 일치하는 다른 소리굽쇠는 때리지 않아도 진동한다. 이를 공진(共振) 현상이라고 한다.

MR 방식은 코일에 전류를 흘려 자기장을 만드는 것까지는 MI 방식과 같다. 자기장 주파수와 수신 코일의 진동수를 맞춰 먼 거리에서 강한 전기를 유도하는 게 차이이다. MI 방식에 비해 전송효율은 떨어지지만 전송 거리는 수m로 훨씬 길다. 같은 공진 주파수를 갖는 여러 단말기를 동시에 충전할 수도 있다.

솔라치치 교수가 설립한 와이트리시티란 벤처기업은 이런 방식의 충전을 천장·벽·바닥 등에 삽입해 실내 전체를 무선화하는 프로젝트를 추진 중이다. 성공하면 가전 제품의 전선을 모두 없앨 수 있다. 방전된 스마트폰은 방에 들고 들어가기만 해도 저절로 충전이 된다.

MR 방식은 의료기기에도 활용할 수 있다. 보청기는 크기가 작아 고령자들이 배터리를 갈기 힘들다. 한국전기연구원 융복합의료기기연구센터는 이에 착안해 무선충전식 스마트 보청기를 만들고 있다. 박영진 센터장은 “잠자리에 들 때 보청기를 빼 그릇 모양의 충전기에 담아두면 MR로 전원이 공급되는 방식”이라고 소개했다. 박 센터장은 “무선충전 심박조율기(페이스메이커)도 수년 내 상용화될 것”이라고 예상했다. 현재는 환자들이 몇 년에 한 번씩 페이스메이커를 몸 밖으로 빼내 배터리를 교체해야 한다.

달리는 전기차·열차에 전력을 공급하는 것도 가능하다. KAIST 전기 및 전자공학과 조동호 교수팀이 개발한 올레브(OLEV) 전기버스가 대표적인 예다. 차고지·종점·정류장 바닥에 무선 송전 장치를 묻어둬 전기버스가 달리면서 저절로 충전이 된다. 이 버스는 현재 경북 구미에서 운행 중이며 다음달 세종시에도 도입된다. 조 교수팀과 한국철도기술연구원은 지난해 차세대 KTX(해무)에 버스보다 더 큰 전력을 무선으로 공급해 시속 3~4km로 움직이는 데도 성공했다.

◆우주에서도 가능하다=수km 이상 떨어진 곳에 전력을 보낼 수 있는 방법도 있다. 주파수가 GHz(1GHz=1000MHz=100만 kHz) 이상인 마이크로파를 이용하면 된다. 미 항공우주국(NASA)은 1975년 이 방식으로 약 1.6km 떨어진 곳에 30kW의 전력을 보내는 데 성공했다. 마이크로파 방식은 미래 ‘우주 발전소’의 핵심 기술로도 꼽힌다. 우주는 태양복사에너지가 지상의 10배쯤 된다. 낮과 밤, 계절, 날씨의 변화도 없다. 이 때문에 지구정지궤도(지상 3만6000km)에 태양광발전위성(SPS)을 띄우면 전력을 대량 생산할 수 있고, 이 전력은 마이크로파로 지구에 무선 전송할 수 있다. 한국항공우주연구원의 윤용식 박사는 “워낙 발전량이 커 전송 효율이 좀 떨어져도 장기적으로는 경제성이 있다”고 말했다. 실제로 일본 우주항공연구개발기구(JAXA)는 2020년까지 10~100MW급, 2030년까지 1GW(1GW=1000MW)급 태양광발전위성을 우주에 올리겠다고 밝혔다. 1GW는 원자력발전소 1기와 맞먹는 발전용량이다.

김한별 기자 kim.hanbyul@joongang.co.kr

유도전류

1) 패러데이의 법칙

유도 기전력은 코일을 통과하는 자기력 선속의 시간적 변화율과 감긴 코일의 수에 비례한다.

2) 기전력

발전기나 건전지에서 보내는 전하가 장치 속에서 움직이며 일을 할 때 에너지는 다른 에너지로 바뀐다. 전기가 통하면 기기의 한쪽으로 양전하가 모이고 다른 쪽으로는 음전하가 모인다. 이 때 기전력은 단위 전하가 한 일, 또는 단위 전하가 얻은 에너지의 크기이다. 기전력은 전기 회로 안에서 전하를 움직일 수 있는 에너지이다.

3) 유도 전류의 방향과 세기

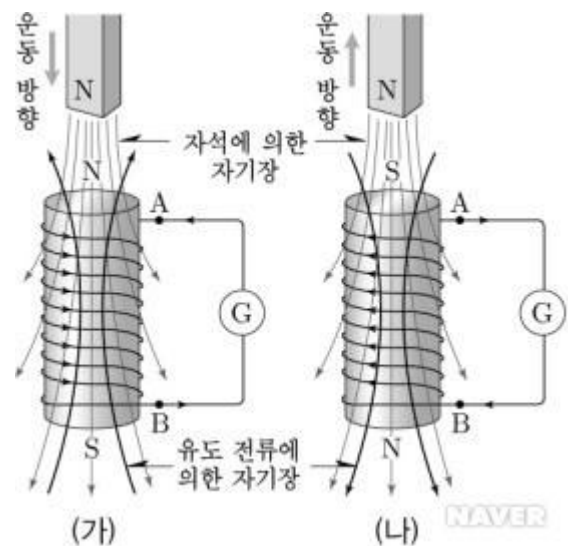
유도 전류는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 유도 기전력이 생기도록 흐른다. 또한 유도 전류의 세기는 코일 또는 자석의 운동이 얼마나 빠르냐에 의해 결정된다.

3. 관련 지식

1) 패러데이의 전자기 유도 법칙

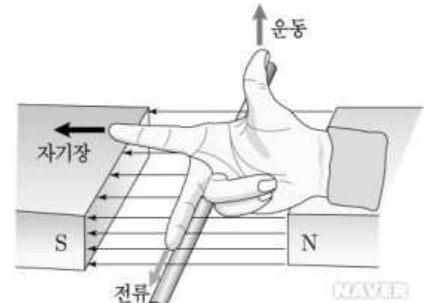
1831년 영국의 과학자 마이클 패러데이가 실험을 통해 전개했다. 패러데이는 전자기 유도 현상을 처음으로 깨닫고 연구했으며, 유도 법칙을 이용해 이 현상을 정량적으로 표현했다. 전기 회로를 열거나 닫으면 회로에 연결된 전자석 주위의 자기장이 커지거나 사라지며, 이때 가까이 있는 도체에 전류가 흐른다. 영구 자석을 코일에 넣었다 뺐다 해도 코일 도선에 전류가 유도되며, 영구 자석을 고정시키고 도체를 움직여도 도체에 전류가 흐른다.

패러데이는 자기장이 많은 유도선(誘導線)으로 이루어져 있고, 나침반의 바늘이 이 유도선의 방향을 가리킬 것이라고 생각했다. 이러한 면적을 통과하는 유도선 다발을 자기력 선속이라 한다. 패러데이는 자기력 선속이 변하기 때문에 전기효과가 생긴다고 생각했다. 몇 년 후 영국의 물리학자 제임스 클러크맥스웰은 자기력 선속이 변하면 도체 안에서 뿐만 아니라 전하가 없는 공간에서도 전기장이 생긴다고 발표했다. 도체 안에서는 유도된 전기장이 전하를 움직여서 도체에 전류가 흐르게 된다. 맥스웰은 자기장의 변화와 유도 기전력(E 또는 emf 로 표시) 사이의 관계를 수식으로 나타냈다. 패러데이의 유도 법칙(패러데이의 법칙과 구별하기 위해 이렇게 부름)에 따르면, 회로에 유도된 기전력은 회로를 지나는 자기장의 변화율에 비례한다. 자기장 변화율을 Wb/s 의 단위로 나타내면 유도 기전력의 단위는 V (볼트)가 된다.



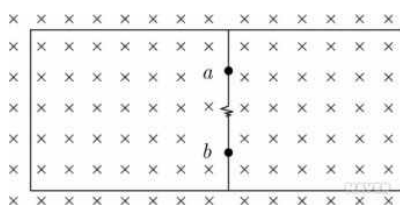
2) 플레밍의 오른손 법칙

유도 전류의 방향을 찾는 가장 손쉬운 방법. 플레밍의 왼손법칙과 동일하게 오른손의 첫째, 둘째, 셋째 손가락을 각각 직각이 되게 하였을 때 첫째 손가락을 전류가 흐르는 도선의 운동방향과 일치시키고, 둘째 손가락을 자석에 의한 자기장의 방향과 일치시켰을 때 셋째 손가락이 가리키는 방향이 유도 전류의 방향이 된다.



그러나 일반적으로 자기장을 감소시키는 방향으로 유도 자기장이 형성되게 하면

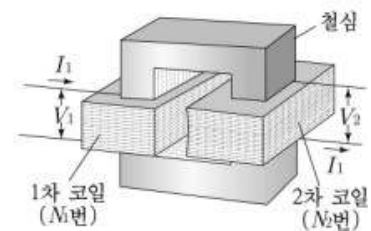
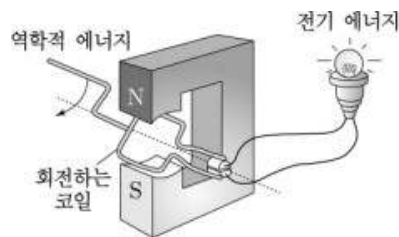
앙페르의 오른 나사 법칙을 통해 네 손가락이 가리키는 방향이 유도 전류의 방향임을 쉽게 알 수 있다.



유도 전류의 방향 $b \rightarrow a$ (반시계 방향) 지면으로 들어가는 자기장을 방해하기 위해서는 지면 앞으로 나오는 자기장이 형성되어야 하고 앙페르의 오른 나사 법칙에서 엄지를 지면 앞으로 향하는 자기장과 일치시키면 네 손가락은 반시계 방향을 가르킨다.

3) 전자기 유도를 이용한 예

발전기, 변압기, 금속 탐지기, 도난 방지기 등은 전자기 유도 현상을 이용한 대표적인 예인데 변압기의 작동 원리를 알아보면



그림과 같이 1, 2차 코일을 철심의 양쪽에 감았

을 때 1차 코일에서의 전류 변화에 의해 자기장이 변화되면 이 변화는 철심을 통해 2차 코일에서의 자기장을 변화시킨다. 이 때 2차 코일에서 유도 전류가 발생하는 것이다.