

비접촉식 휴대폰 충전기 개발

배선용, 김진형, 이승민, 김경탁, 최진호, 이윤범, 박명성, 백명국, 정우중, 김민선, 김영정, 김덕건, 박관수
 부산대학교 전자전기통신공학부

Development of Wireless Charger System

Sun Yong Bae, Jin Hyung Kim, Seong Min Lee, Gyung Tak Kim, Jin Ho Choi, Yun Bum Lee
 Myung Sung Park, Myung Guk Baek, Woo Jong Jung, Min Sun Kim, Young Jung Kim, Duck Gun Kim, Gwan Soo Park
 Pusan National University Electronic Engineering

Abstract - This report is about wireless energy transform system. It means something to charge without a line of contact. Existing charging has been many defect, including badness of the line, limitation of the space and the time and so on. But this is one of the way that can complement it. So our goal is making the wireless charger that is effective and easy to use.

1. 서 론

급속한 기술의 발달로 가정이나 사무실과 같은 한정된 공간에서 사용하던 기기들을 휴대 할 수 있게 되어 시간과 공간의 제약 없이 기기들을 사용할 수 있게 되었다.

이 휴대전화들은 배터리를 내장하고 있는데, 이러한 배터리를 충전하는 방법으로 전기적 접촉점을 통해 에너지를 전달하는 방법을 주로 사용한다.

특히 2차 전지의 사용으로 인하여 충전이 가능하며 휴대하기가 편리해졌다. 그러나 이러한 접촉식 충전 방법은 접촉 불량으로 인한 충전 불량과 배터리 수명단축이 문제점으로 대두되며, 방수불가능, 또한 충전기나 통신 기기가 습기와 먼지에 노출되어 있을 경우 시스템의 성능을 저하시킨다. 뿐만 아니라 외부에 노출되어 있는 충전용 금속단자가 사용자의 의복과 접촉 될 때 유가 되는 정전기로 인해 통신기기의 오동작이 발생하여 기기의 신뢰성이 저하 될 수 있다.

그리고 현재 상용화 단계에 있는 많은 무선 충전기의 규격화가 이루어지지 않아 충전 단말기간의 호환성의 문제가 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 충전 단자간의 직접적인 전기적 접촉 없이 자기 결합을 이용하여 보다 효율적으로 배터리를 충전하는 무접점 방식을 제안 하며 충전기의 규격화를 이룸으로써 배터리의 기종에 상관없이 충전할 수 있는 시스템을 제작할 계획이다.

2. 본 론

2.1 비접촉식 휴대폰 충전기의 원리

슬레노이드 형태의 코일에 전류를 인가하게 되면 자기장이 형성되는데 그 때 자계의 방향은 그림 과 같이 플레밍의 오른손 법칙에 의해 결정된다. 슬레노이드 코일 내부에서의 자계 H는 다음과 같다.

$$H = \frac{N \times I}{d} \quad (1)$$

무접점 충전의 경우 적용되는 원리가 패러데이(Faraday)의 '진 자기유도법칙'이다. 자석을 코일 속에 넣었다 빼었다 하거나, 자석을 고정시키고, 코일을 움직여 코일 속의 자기장을 변화시켜 주면 이 코일에 기전력이 발생하여 전류가 흐른다. 이와 같은 현상을 전자기 유도 라하고, 이 때 생긴 기전력을 유도 기전력이라 하며, 회로에 흐르는 전류를 유도 전류라 한다.

자기장 B안에 있는 주어진 표면을 지나는 자기 선속 Φ 는

$$\Phi = BA \quad (2)$$

Φ : 자기 선속(Weber, 웨버) B: 자기장(T, 테슬라) A: 면적(m)

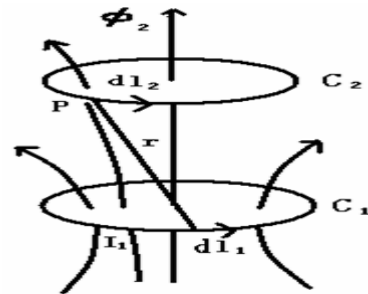
N번 감은 코일에 dt동안 d Φ 의 자기장 변화가 있다고 할 때의 유도기전력은

$$\epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad (3)$$

ϵ : 유도된 기전력(V,볼트) d Φ : Φ 의 변화량(Weber,웨버)

dt: 시간(s)

어느 한 코일에서 일어나는 자체유도가 근방에 있는 다른 코일에 영향을 주어 그 코일에 유도전류가 생기는 현상이 상호유도이다.



<그림 2> double turn에 쇄교하는 자속

상호유도에 의하여 2차측 코일 상의 벡터퍼텐셜과 쇄교하는 자속은 다음과 같이 계산된다. 임의의 모양에 코일간에 상호인덕턴스는

$$A_2 = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi} \oint_{C_1} \frac{d\lambda_1}{r} [Wb/m] \quad (4)$$

가 되며 코일 C2와 쇄교하는 자속은

$$\Phi_2 = \oint_{C_2} A_2 \cdot d\lambda_2 [Wb] \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \Phi_2 &= \oint_{C_2} \left[\frac{\mu_0 I_1}{4\pi} \oint_{C_1} \frac{d\lambda_1}{r} \right] \cdot d\lambda_2 \\ &= \frac{\mu_0 I_1}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{d\lambda_1 \cdot d\lambda_2}{r} [Wb] \end{aligned} \quad (6)$$

로 계산된다.

2차측 코일에 쇄교하는 자속이 정현적으로 변한다고 가정하면 패러데이 유도 법칙에 의해 유가 되는 기전력의 실효치는 다음과 같이 계산된다.

쇄교자속 $\Phi(t)$ 가 시간에 따라 정현적으로 변한다고 가정하면

$$\Phi(t) = \Phi_{max} \sin \omega t \quad (7)$$

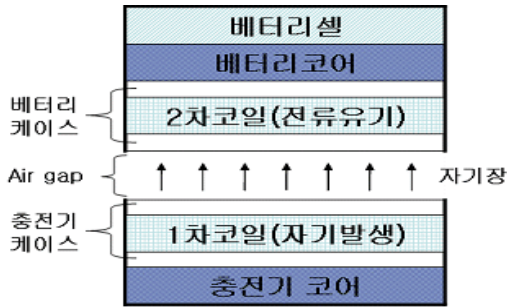
이 고 패러데이의 법칙에 따라서

$$\begin{aligned} e(t) &= N \frac{d\Phi}{dt} = N \Phi_{max} \omega \cos \omega t \\ &= E_{max} \cos \omega t \end{aligned} \quad (8)$$

의 전압이 출력된다. 이를 실효치로 환산하면

$$\begin{aligned} E_{rms} &= \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{N \omega \Phi_{max}}{\sqrt{2}} \\ &= 4.44 N f \Phi_{max} \\ &= 4.44 f N_2 \frac{\pi \mu_0 r_1 r_2}{x} I_1 N_1 [V] \end{aligned} \quad (9)$$

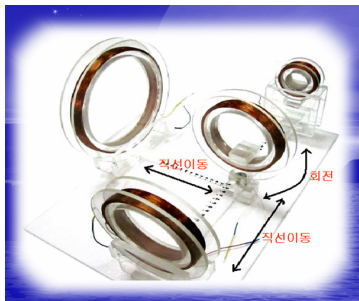
위의 식에 나오는 제어 변수를 가지고 충전을 하기 위한 일정 전압이 나오는지 실험을 하여 충전기의 사이즈를 예상해 본다.



〈그림 1〉 비 접촉식 충전기 에 쇄교하는 자속

2.1.1 실험

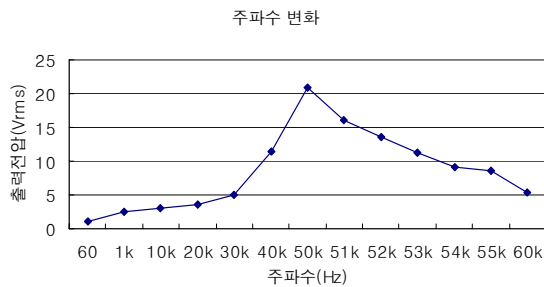
우선 <그림 3>과 같은 이동이 가능한 원형 코일 이동장치를 만든 후 1차 측 코일과 2차 측 코일을 <표 1>을 기준으로 해서 만든다. 모든 변수를 고정 시킨 다음 측정하고자 하는 변수를 변화 시켜서 2차 측 양단에 나오는 전압을 측정 한다. 본 연구에서는 정전압 충전 방식을 사용하려고 하기 때문에 휴대폰을 충전하기 위해서 일정 전압 이상의 출력이 있어야만 한다.



〈그림 3〉 원형 코일 이동 장치

〈표 1〉 코일 실험 기준표

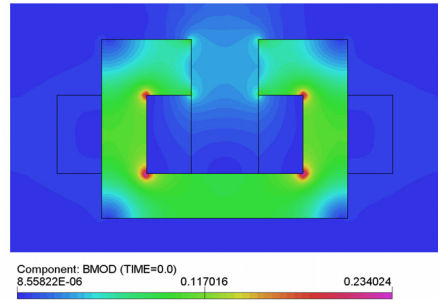
기준값	
턴수	1000 (turns)
1차측 코일 반지름	10 (cm)
2차측 코일 반지름	3 (cm)
코일 간 거리	1 (cm)
1차측 코일의 입력전압	60 (V)
입력 주파수	60 (Hz)



〈그림 4〉 주파수 변화에 따른 출력 전압의 변화

3. 결 론

본 연구에서는 비접촉식 휴대폰 충전기 개발을 위해 실제 코일을 제



〈그림 5〉 OPERA로 나타낸 자기장의 분포

작 하고 실제로 자기장의 분포를 측정하였으며 Opera 프로그램을 통해 simulation 하여 이상적인 환경에서의 자기장의 분포를 측정 하여 거리, 턴 수, 코일반지름, 입력 전압 및 주파수에 따른 특성을 관찰하고자 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 출력 전압은 코일 반지름과 입력 전압의 크기에 비례하였다.
2. 출력 전압은 코일 간 거리에 반비례 하였다.
3. 출력 전압은 50kHz에서 20.9V로 최적의 특성을 나타내었다.

결과 1과 2는 유도한 식과 같이 비례하거나 반비례 하는 결과가 실제로 나왔지만 실험 3에서의 주파수 변화에 따른 출력전압의 변화는 무작정 비례하는 것이 아니었다. 주파수가 너무 높으면 코일 자체의 임피던스가 증가 하여 자기장이 잘 통과 하지 못하고 주파수가 너무 낮으면 패러데이의 유도법칙에 따라서 시간당 면적을 통과하는 자속이 작아서 유기 되는 전압이 작아지게 된다.

앞으로 실제 휴대폰 사이즈에 적용하기 위해서 다양한 실험과 시뮬레이션이 필요 할 것이며 충전 하는 코일 또한 다른 방식으로 설계가 필요 하다.

[참 고 문 헌]

- (1) Jaehyun Nho, Yonghan Kang, Byung cho Choi, Taeyoung Ahn(2001), "A New Contactless Battery Charger Using Planner Printed Circuit Board Windings".
- (2) SYRHui, H.Chung, and SCTang (1999, 5), "Coreless printed circuit board(PCB) transformers for power MOSFET/IGBT gate drive circuits", IEEE Trans. Power Electron, vol.14, pp. 431-437, May 1999.
- (3) Baik,Sung-Ho(2000,12), "Wireless Control for Contact-less Induction Charger",
- (4) Chang-Gyun Kim, Dong-Hyun S eo, Jung-Sik You, Jong-Hu Park and Bo-Hyung Cho(2000), "Design of a Contactless Battery Charger for Celluar Phone", in IEEE.
- (5) Byungcho Choi, Jaehyun Nho, Honnyong Cha, Seungwon Choi (2004. 2), "Design and iImplementation of low-Profile contactless Battery Charger using planar printed circuit board windings as energy transfer device", IEEE Trans. Industrial Electronics. vol.51, no.1.
- (6) B.Choi, H.Cha, J,Nho, and S.Park (2001. 6), "A new contactless battery charger for portable telecommunication /computing electronics." in Proc. IEEE ICCE'01, pp58-59.
- (7) Hiroshi Sakamoto and Koosuke Harada(1992), " A novel circuit for non-contact charging through electro -magnetic coupling", PESC'92, vol.1, pp.168-174.