

무선전력전송 및 IH 융합을 위한 중전력 인버터 시스템

민병덕*, 송두익*, 이종주*, 이도경*, 유주승*, 이성훈**, 염정석***, 장원호****

*그린파워, **LG전자, ***코마테크, ****한국전파진흥협회

Wireless power transfer and IH convergence technology for mid-power inverter system

Beong Duk Min*, Doo Ik Song*, Jong Ju Lee*, Do Kyung Lee*, Ju Seung Yoo*,
Seong Hun Lee**, Jung Seok Yeom***, Won Ho Jang****

*Green Power, **LG Electronics, ***Komatech, ****RAPA

ABSTRACT

본 논문에서는 자기유도를 기반으로 하는 중전력 (100W ~2.4kW) 무선전력전송(Wireless Power Transfer, WPT) 및 IH(Induction Heating) 융합을 위한 인버터 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 넓은 출력 전력 범위를 지니며 송수신 코일 간의 거리 및 위치 변화 등에 대해 일정한 출력 전력을 제공한다. 중전력에서 고효율, 안정성 및 국내외 규제를 만족하는 시제품을 제작하여 상용화에 대한 가능성 확인을 목표로 한다.

1. 서론

최근 에너지 고갈과 환경 문제에 관심이 많아지면서 풍력 발전과 태양광 발전 등 친환경 에너지 발전과 더불어 전기자동차, 하이브리드 전기 자동차 등 친환경 자동차에 대한 지원 및 연구가 세계적으로 활발히 진행되고 있다.^[1]

전기 자동차에 있어서 핵심 기술 중 하나인 배터리 충전 시스템은 전기 자동차 기술이 발전함에 있어서 그 중요성이 부각되고 있다. 전기 자동차 개발의 비중이 높아짐에 따라 더불어 충전 시스템의 연구 또한 널리 연구되고 있다.^{[2],[3]} 현재 충전 시스템의 연구에서 가장 큰 이슈는 무선 충전 기술이라 할 수 있다. 대표적인 무선 충전 기술로 자기장을 이용하여 전압을 유도하여 전류를 흐르게 하는 전자기 유도 기술을 이용한 무선 충전 기술이 널리 연구되고 있다.

이러한 전자기 유도 기술은 고전력을 요구하는 자동차 무선 충전 기술과 더불어 생활 가전 기기, 모바일 기기 등의 저전력을 요구하는 무선 충전 기술 또한 활발히 연구되고 있다. 전자기 유도 기술의 대표적인 생활 가전 기기로는 취사용으로 전자기 유도를 통한 와전류를 이용하는 IH렌지가 가장 대표적이다. 가정에서 널리 이용되고 있는 전동 칫솔, 전기 면도기 등의 무접점 충전 기술 또한 전자기 유도 기술을 이용하는 대표적인 예라고 할 수 있다.

본 논문에서는 전자기 유도의 동일 원리를 이용하는 가전 기기 IH렌지와 무선전력전송 기술을 접목하여 하이브리드 IH 및 중전력(100W~2.4kW)까지의 넓은 출력 범위를 지니는 무선전력전송 융합 기술을 위한 인버터 시스템을 제안한다.

2. 본론

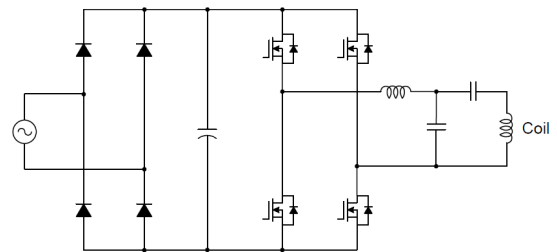


그림 1 제안하는 중전력 인버터 시스템 회로
Fig. 1 Circuit diagram of the proposed system

그림1은 제안하는 중전력 인버터 시스템 회로를 나타낸다. 제안하는 시스템은 브릿지 다이오드 정류부와 풀 브릿지 인버터로 구성되며 풀 브릿지 인버터는 마이크로컨트롤러 (Microcontroller)를 기반으로 위상천이 변조 방식 (Phase shift modulation)으로 제어된다. 또한 정전류 제어 방식을 통해 송신 코일에 일정 전류를 공급하며 IH 모드와 무선전력전송 모드로 동작한다.



그림 2 중전력 인버터 시스템
Fig. 2 Photograph of the prototype system

그림2는 시스템 실험 사진을 나타낸다. 제작된 시스템은 Noise Filter 및 초기충전회로를 포함하며 풀 브릿지 인버터, 마이크로컨트롤러 및 게이트 드라이버 회로를 포함한다.

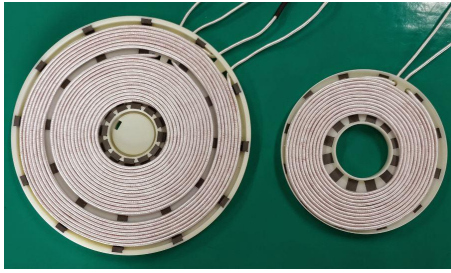


그림 3 송수신 코일
Fig. 3 Transmission/Reception Coil

그림 3은 제안하는 시스템의 송신 및 수신 코일을 나타낸다. 송신 코일은 출력전력에 따라 내부 코일의 단독 동작과 내부 및 외부 코일의 동작을 선택적으로 사용하게 된다. 수신 코일은 무선전력전송 모드에서 사용되며 제품 내부에 배치되어 제품의 구동 시 입력전원을 공급하게 된다.

3. 실험결과

그림 4는 IH 모드에서의 인버터 동작 파형을 나타낸다. 입력전압 $220V_{AC}$ 인가 시, 인버터는 마이크로컨트롤러를 통해 $20kHz$ 로 스위칭되며 위상천이 변조방식으로 제어된다. 또한 정전류 제어를 통해 송신 코일에 일정한 전류를 공급한다. 송신 코일에 일정한 전류의 흐름으로 인해 냄비에 와전류가 발생하고 냄비의 저항에 의해 냄비가 가열된다.

그림 5는 무선전력전송 모드에서 $1500W$ 전기주전자 동작 시 인버터의 동작 파형을 나타낸다. 입력전압 $220V_{AC}$ 인가 시, 마이크로컨트롤러를 통해 위상천이 변조방식으로 제어되며 정전류 제어를 통해 송신 코일에 일정한 전류를 공급한다. 수신 코일에 유도된 전압은 $200V_{DC} \sim 300V_{DC}$ 의 범위를 지니며 전기주전자의 전압원이 되어 전기주전자를 동작 시킨다.

4. 결론

본 논문에서는 전자기 유도를 이용한 IH렌지와 무선전력전송 기술을 접목하기 위한 넓은 출력 전력범위를 지니는 중전력 인버터 시스템을 제안하였다. 또한 시제품을 제작하여 IH 모드와 무선전력전송 모드에서의 동작 및 상용화에 대한 가능성을 확인하였다. 향후 Bluetooth 등을 이용한 Out of band 통신 및 자동 pairing을 위한 In band 통신 기반의 송신 전력 제어 기술의 접목 및 생활 가전 기기의 특성상 인체안정성 및 시스템 안전성 확보를 위한 연구를 진행할 예정이다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구원진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음.
[2014 044 050 003 , 자기유도 기반 중전력 (100W~2.4kW) 무선전력전송 및 IH 융합기술 개발]

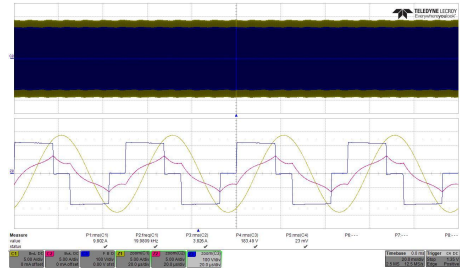


그림 4 IH 모드에서의 인버터 동작 파형
Fig. 4 Experimental waveforms of the full-bridge inverter for IH mode

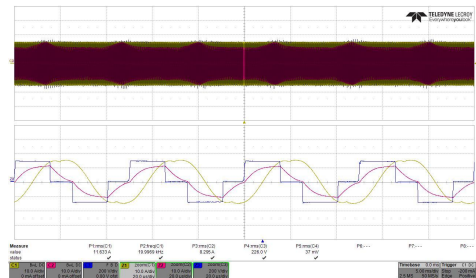


그림 5 무선전력전송 모드에서의 인버터 동작 파형
Fig. 5 Experimental waveforms of the full-bridge inverter for wireless power transfer mode



그림 6 전기주전자 동작 실험
Fig. 6 Photograph of electric jug test

참고 문헌

- [1] Xi Li, Luiz A.C. Lopes, and Sheldon S. Williamson, "On the suitability of plug in hybrid electric vehicle (PHEV) charging infrastructures based on wind and solar energy", in Proc. IEEE Power & Energy Society General Meeting, 2009, pp.1 8.
- [2] Kejun Qian, Chengke Zhou, Malcolm Allan, and Yue Yuan, "Modeling of load demand due to EV battery charging in distribution systems", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 26, No. 2, pp. 802 810, May. 2011.
- [3] J. S. Moon, J. H. Lee, I. Y. Ha, T. K. Lee, and C. Y. Won, "An efficient battery charging algorithm based on state of charge estimation for electric vehicle", IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol. 26, No. 4, pp. 1172 1180, Dec. 2011.