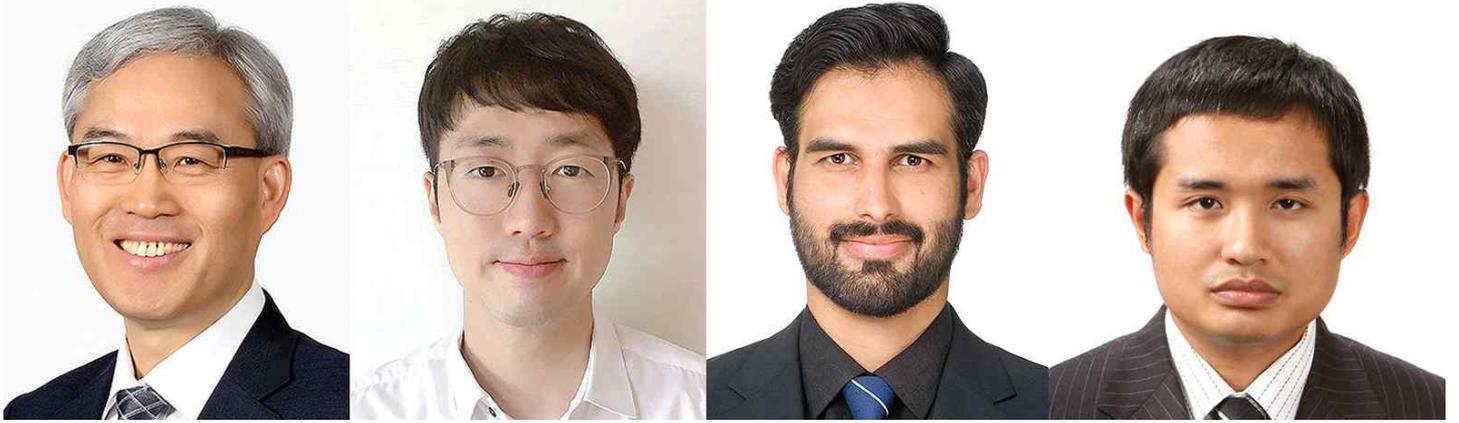


“이동 중에도 무선으로 충전한다”

GIST, 방향에 구애받지 않는 새로운 무선전력 기술 개발

- 에너지융합대학원 임춘택 교수팀, 직교축간 회전자계 간섭현상 발생 원인 최초 규명해... 무지향성 무선전력 상용화 위한 공진회로 안정화 기술 개발
- '자기 포화 → 급격한 전력 손실'의 악순환 해결 위한 정량적 조건 찾아내... 국제 전기전자공학회 발행 《IEEE Transactions on Power Electronics》 10월호 게재



▲ (왼쪽부터) 임춘택 교수, 김윤수 교수, 사흐 사이드 아손 알리(S. Ahson A. Shah) 박사, 태춘반(Tai Xuan Van) 박사

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 에너지융합대학원 임춘택 교수 연구팀이 차세대 무선전력 기술로 주목받고 있는 회전자계 축간 간섭방지 방법을 찾아내 새로운 무지향 무선전력 기술을 개발하는 데 성공했다고 밝혔다.

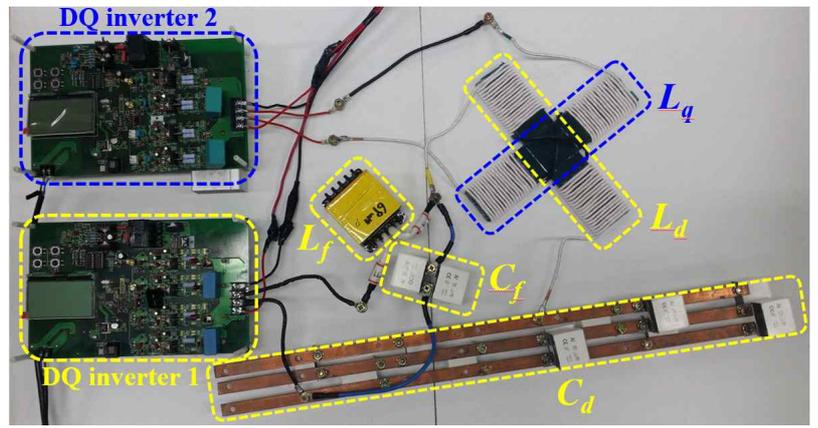
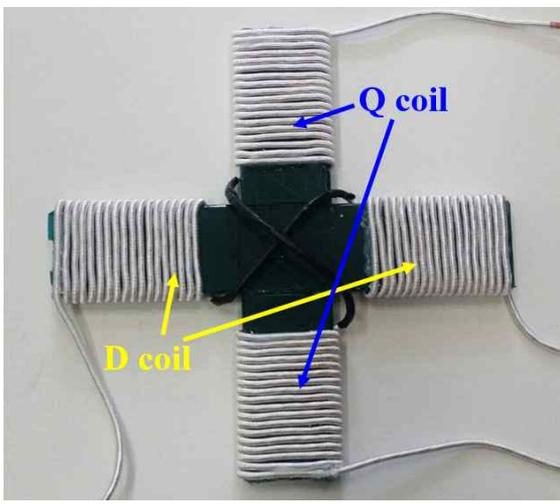
무선전력은 유선전력의 케이블을 제거하여 전기사고를 방지하고 충전 편의성을 증가시킬 수 있으며, 특히 무지향 무선전력 기술은 6자유도(3축 위치, 3축 회전)를 갖고 이동하는 로봇, 산업용 자율주행차(AGV), 웨어러블 장치, 사물인터넷(IoT) 등에 적용되어 이동 중에도 무선으로 전력을 공급할 수 있는 차세대 기술이다.

무지향 특성을 얻기 위해서는 직각으로 쇠교*하는 두 쌍의 코일로 회전자계를 만들어야 하는데, 축간 간섭현상으로 인해 공진회로가 불안정해져 무선 공급 전력량을 높일 수 없는 한계가 있었다.

* 쇠교(Intersect): 두 개의 자기력선이 서로 교차하는 것

연구팀은 이 같은 문제가 두 코일의 교차 지점에서 자기 포화*가 발생하고 이로 인해 코일의 인덕턴스*가 감소하면서 회로의 공진주파수*가 높아져 코일 전류가 증가함으로써 자기 포화가 악화되기 때문이라는 사실을 밝혀냈다.

무선전력용 코일에는 전력 전달의 효율을 높이기 위해 자기 재료로서 코어(페라이트 또는 나노 크리스탈 라인)를 사용하는데, 전류가 커지면서 코어의 성능을 초과하는 자기 포화가 발생하고 악순환이 시작되는 것이다.



▲ 연구팀이 개발한 무선전력 코일(좌) 및 실험장치(우). 십자형으로 된 코일은 공간적으로나 위상적으로 직교하는 두 축의 코일이며, 이를 두 개의 인버터가 각각 구동하고 있다.

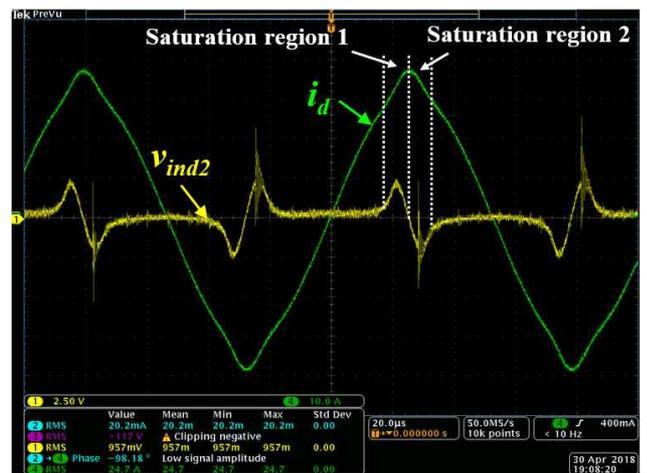
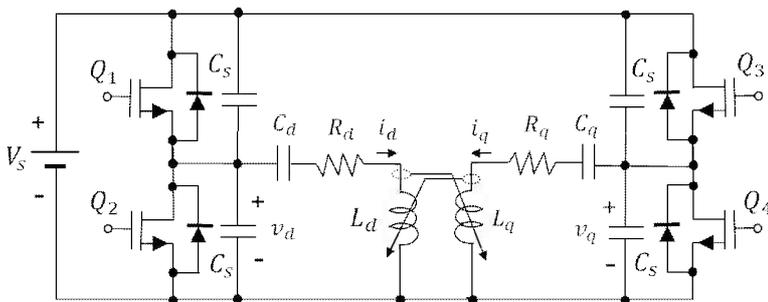
무선전력 회로가 한번 악순환에 빠지면 직각으로 쇄교하는 두 축간 불균형이 심해져서 더 이상 회전자계가 발생하지 않고 전력 손실도 급격히 늘어 무선전력 전달이 불가능한 상황이 된다.

- * 자기 포화: 자성체를 갖는 코일에서 전류를 증가시키면 자속(자기력선의 합)이 증가하다가 더 이상 증가하지 않는 현상
- * 인덕턴스: 코일의 전류로부터 발생하는 자기장의 세기를 나타내는 비례계수로서, 단위는 헨리(H)
- * 공진주파수: 전기적으로 진동하는 회로에서 공명하는 주파수로서, 단위는 헤르츠(Hz)

이를 해결하기 위한 방법으로 악순환의 고리 중 일부를 끊어야 하는데, 이는 코일의 설계를 변경하거나 전류를 안정적으로 제어하는 방법 등으로 가능하다.

연구팀은 비선형적인 자기회로*를 선형적으로 해석하여 악순환이 발생하지 않기 위한 조건을 정량적으로 찾아냈으며, 이를 통해 무선 공급 전력량을 지금보다 30% 이상 높일 수 있다.

- * 자기회로: 자속이 흐르는 통로로서, 코어 부분에서 비선형적으로 동작할 수 있음



▲ 무지향성 회전자계 발생용 공진회로(좌) 및 실험파형(우). 왼쪽 회로는 두 개의 하프 브리지 인버터에 각각 연결된 LC(인덕터-커패시터) 공진회로가 상호간섭을 일으키는 것을 보여주고 있으며, 오른쪽 파형은 자기포화에 의해 전류파형이 심각하게 왜곡되는 것을 보여주고 있다.

임춘택 교수는 “모바일 기기 사용이 늘면서 무지향성 무선전력 기술로 공간 제약 없이 자유로이 충전할 수 있다”면서, “상용화를 위해서는 반드시 필요한 기술이며 넘어야 하는 관문”이라고 기술 개발의 의미를 설명했다.

임춘택 교수가 지도하고 사흐 사이드 아손 알리(S. Ahson A. Shah) 박사(제1저자)와 태춘반(Xuan Van Thai) 박사(제2저자), 김윤수 교수가 참여한 이번 연구는 한국연구재단의 기초연구사업(NN39130) 등의 지원을 받았으며, 이 기술은 국제전기전자공학회(IEEE)가 발행하는 전력전자 분야의 권위지 《IEEE Transactions on Power Electronics》(IF=6.6) 2024년 10월호에 게재되었다.

논문의 주요 정보

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : 국제전기전자공학회 전력전자학회지 (IEEE Trans. on Power Electronics, IF: 6.6, 2023년 기준)
 - 논문명 : Crosstalk of DQ Dipole Coils in Omnidirectional IPT
 - 저자 정보 : 아손샤(제1저자, GIST), 태춘반(제2저자, EN2CORE), 김윤수교수(제3저자, GIST), 임춘택 교수(교신저자, GIST)
- * 논문 색인: S. Ahson A. Shah, Van X. Thai, Yun-Su Kim, and Chun T. Rim, "Crosstalk of DQ Dipole Coils in Omnidirectional IPT," IEEE Trans. on Power Electronics, vol. 39, no. 10, pp. 14005-14014, October 2024.