

컴퓨팅 장치를 위한 집적화된 무선 전력 전송 시스템의 설계 및 구현

김형락*
대림대학교 전기공학과 교수

Design and Implementation of an Integrated Wireless Power Transfer System for Computing Devices

Hyungrak Kim*
Professor, Department of Electrical Engineering, Daelim University College

요약 본 논문에서는 구조적으로 심플하면서도 고효율의 전력 전달과 자기 차폐 기능을 통합한 low profile 자기 공진형 무선전력전송(Wireless Power Transfer, WPT) 시스템을 제안하였다. 기존의 자기 공진 방식 WPT 시스템은 다수의 코일과 복잡한 임피던스 정합 회로를 필요로 하여 두께와 구조 측면에서 집적화에 제약이 있었으며, 이는 스마트 기기, 웨어러블, 의료기기 등 공간 제약이 큰 응용 분야에 적용하는 데 어려움이 있었다. 본 논문에서는 송신기와 수신기 각각에 단 하나의 공진 코일과 다기능 커패시터를 사용하여 공진과 임피던스 정합을 동시에 만족시키는 회로 구조를 설계함으로써, 시스템의 단순화와 소형화를 실현하였다. 또한, 페라이트 시트를 활용한 자기 차폐 구조를 통합하여 주변 환경의 전자기 간섭을 최소화하였으며, 6.78MHz의 동작 환경에서 약 94%의 높은 전송 효율을 가짐을 확인하였다. 설계된 시스템은 시뮬레이션과 실제 측정 결과 간의 일치도가 높게 나타났으며, 일체형 컴퓨터를 부하로 설정한 실험에서도 안정적인 무선 전력 공급이 가능함을 시연하였다. 본 논문은 단순화된 구조, 높은 효율, 자기 차폐의 통합이라는 측면에서 실용적인 WPT 시스템의 구현 가능성을 제시하며, 향후 다양한 전자기기 응용 분야에 효과적으로 적용될 수 있는 기술적 기반을 제공할 수 있을 것으로 판단한다.

주제어 : Low profile, 자기 공진형, 무선전력전송, 임피던스 정합, 페라이트

Abstract This paper proposes a structurally simplified and highly efficient low-profile magnetic resonant wireless power transfer (WPT) system that integrates both power delivery and magnetic shielding functionality. Traditional magnetic resonant WPT systems often require multiple coils and complex impedance matching circuits, which limit their structural integration and miniaturization, posing challenges for applications in space-constrained environments such as smart devices, wearables, and medical electronics. In this paper, a simplified circuit structure is designed by employing only a single resonant coil and a multifunctional capacitor on both the transmitter and receiver sides, achieving both resonance and impedance matching simultaneously. Furthermore, by integrating a magnetic shielding structure using a ferrite sheet, the system effectively minimizes electromagnetic interference from the surrounding environment. The proposed system demonstrated a high power transfer efficiency of approximately 94% at 6.78MHz operating condition. The design showed strong agreement between simulation and experimental results, and a demonstration using an all-in-one computer as the load confirmed its capability for stable wireless power delivery. This paper presents a practical realization of a WPT system through structural simplification, high efficiency, and integrated shielding, offering a robust technological foundation for effective application in various future electronic device fields.

Key Words : Low profile, Magnetic resonant, Wireless power transfer, Impedance matching, Ferrite

*교신저자: 김형락(hrkim@daelim.ac.kr)

접수일 2025년 04월 05일 수정일 2025년 05월 31일 수정완료일 2025년 06월 10일

1. 서론

전력 공급 방식의 유연성, 안전성, 그리고 에너지 효율성에 대한 요구가 산업 전반에서 빠르게 증가함에 따라, 무선전력전송(Wireless Power Transfer, WPT) 기술은 유선 전력 공급 방식을 대체하거나 보완할 수 있는 차세대 에너지 전송 솔루션으로 크게 주목받고 있다. 전통적인 유선 방식은 전력 손실이 적고 기술적으로 안정적이라는 장점이 있으나, 물리적 연결을 필수로 요구하는 구조적 한계로 인해 다양한 실사용 환경에서 제약을 유발한다. 예를 들어, 충전을 위해 반드시 케이블을 연결해야 하는 불편함, 반복적인 연결 및 분리에 따른 포트 및 커넥터의 기계적 마모, 장기간 사용에 따른 케이블 단선이나 접촉 불량으로 인한 유지보수 비용 증가 등이 대표적인 문제다. 특히 모바일 기기, 웨어러블 기기, IoT 센서와 같이 충전 빈도가 높고 소형화가 요구되는 전자 기기에서는 이러한 문제가 더욱 두드러지며, 사용자 경험 및 제품 수명에 부정적인 영향을 미친다. 또한 제조업, 의료, 자동차 산업 등에서는 전원 공급을 위한 물리적 연결이 설계의 유연성을 제한하거나, 가동 중지 시간을 초래해 생산성과 안정성 저하의 요인으로 작용할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 물리적인 전선 없이 에너지를 전송할 수 있는 WPT 기술은 다양한 산업 분야에서 기술적·경제적 대안으로 부상하고 있으며, 관련 기술의 발전과 상용화에 대한 관심은 꾸준히 증가하고 있다[1].

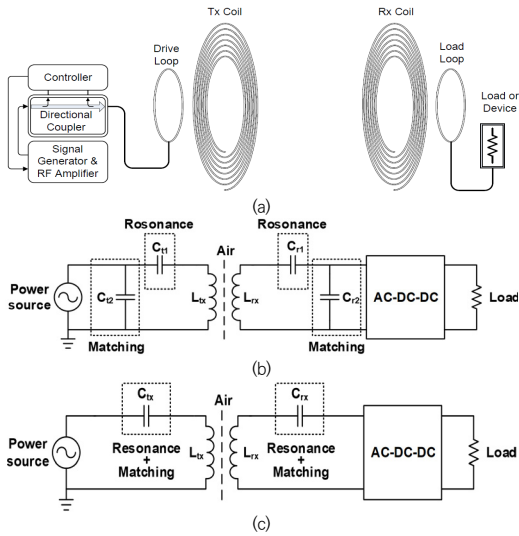
WPT 기술은 기본적으로 전자기 유도 방식, 자기 공진 방식, 전자기파 기반 전송 방식 등으로 구분되며, 각각은 전송 거리, 시스템 복잡성, 전력 효율, 환경적 제약 등에 따라 장단점이 다르다. 이 중 자기 공진 방식(Magnetic Resonant Coupling)은 동일한 공진 주파수를 갖는 송수신 코일 간의 결합을 통해 중거리(수 [m] 이내)에서도 안정적인 전력 전송이 가능하다는 장점을 지닌다. 특히 자기 공진 방식은 코일 간 정확한 정렬이 어렵거나 이동이 수반되는 환경에서도 정렬 오차에 대한 내성이 뛰어나고, 복수의 수신기를 동시에 충전할 수 있는 멀티 디바이스 확장성 측면에서도 강점을 보인다. 이러한 이유로 자기 공진 방식은 전기차 무선 충전, 중거리 통신 기기, 이식형 의료기기, 가정용 전력 공급 시스템 등 다양한 분야에서 상용화 가능성이 높은 기술로 주목받고 있으며, 단순한 구조의 자기 유도 방식으로는 대응하기 어려운 중거리·고효율 무선전력전송 환경에 효과적인 솔루션으로 자리매김하고 있다[2-3].

최근의 기술 동향 중 하나로 자기 공진 기반의 시스템을 보다 얇고 효율적으로 구현할 수 있는 low profile 공진기 구조에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[4-8]. 이는 시스템 두께를 최소화하면서도 전송 효율 저하를 방지할 수 있어, 공간 제약이 큰 스마트 기기 및 웨어러블, 의료기기 등에 매우 적합한 방식으로 평가된다. 하지만 현재 상용화된 많은 전기전자시스템에서는 복잡한 RF(Radio Frequency) 정합 회로와 다수의 코일을 요구하는 경우가 많아, 설계 및 제작 과정에서의 복잡성 증가와 함께 시스템 신뢰성 저하라는 한계가 존재하다. 또한, 자기 공진 방식은 강한 공진 결합으로 인해 전송 효율의 주파수 의존성이 커 주변 환경의 영향을 줄이기 위한 자기 차폐(magnetic shielding) 기술과의 통합 설계가 필수적이다. 본 논문에서는 이러한 기술적 필요성을 바탕으로, 페라이트 시트를 포함하여 자기 차폐 성능을 확보한 low profile 자기 공진형 무선전력전송 공진기를 제안하고, 이를 실제로 설계, 제작, 시연함으로써 단순 구조 기반 고효율 자기 공진 시스템의 실현 가능성을 제시하였다. 주요 특징으로, 제안된 시스템에서 RF 시스템부는 단 2개의 코일과 공진과 임피던스 정합 기능을 모두 가지는 다기능 커패시터만으로 구성되어 외부 임피던스 정합 회로 없이도 공진 조건에서 높은 전송 효율을 확보할 수 있도록 집적화 설계되어 시스템 전체 구조의 고효율화와 단순화를 제공하여 신뢰성 있는 전력 전송이 가능하도록 설계되었다. 최종적으로, 시뮬레이션 및 측정 결과 모두를 제시하여 제안된 구조의 성능 우수성을 입증하였고, 실제 시연 결과를 통해 실용적 구현 가능성도 함께 제시하였다.

2. 설계, 제작, 및 시연

2.1 제안된 구조의 전체 회로 구성

그림 1에는 자기 공진 결합을 위한 다양한 회로적 구성이 나타나 있다. 먼저, 그림 1(a)는 일반적인 무선전력 전송 회로로, 4개의 코일(드라이브 루프, 송신 코일, 수신 코일, 로드 루프)로 구성된다. 이 회로에서는 드라이브 루프와 송신 코일 사이의 거리, 그리고 수신 코일과 로드 루프 사이의 거리를 조정하여 임피던스 정합을 유도한다. 이러한 구조를 기반으로 한 일반적인 무선전력 전송 환경에서는 물리적 제약이 적지만, low profile 응용 분야(예: 초박형 모니터 및 TV)에 적용하기에는 코일 간 거리와 다수의 코일로 인한 제약이 있어 실용성이 떨어

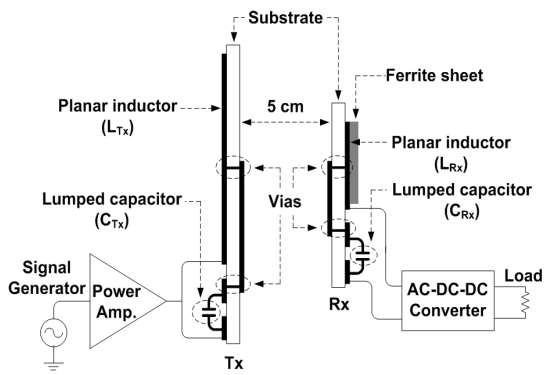


[Fig. 1] Configurations of magnetic resonant coupling: (a) conventional system, (b) system for low profile applications with additional matching networks, and (c) an integrated system for low profile applications.

어진다. 그림 1(b)는 공진 코일을 2개로 구성한 경우를 보여준다. 그러나 이 구성에서는 추가적인 임피던스 정합회로가 필요하며, 이로 인해 시스템 성능이 저하될 수 있다. 특히 임피던스 정합회로가 복잡해질수록 전체 시스템의 성능 저하가 더욱 심각해진다. 마지막으로, 본 논문에서 제안하는 그림 1(c)는 공진 코일 수를 2개로 유지하면서도 송수신단 각각에 하나의 커패시터만을 사용하는 구조로, 시스템이 매우 간결하고 집적화된 형태를 갖는다. 이 구조는 시스템 성능 저하를 최소화하는데 기여할 수 있다. 특히, 이 구조에서 중요한 점은 입출력 단에 위치한 커패시터가 공진과 임피던스 정합 기능을 동시에 수행한다는 것이다.

그림 1(a), (b), (c)의 구조별 특성을 정리해보면, 그림 1(a)는 설계가 쉽고, 분산적이고, 시스템이 복잡하며, 손실이 발생하기 쉽다. 그림 1(b)는 공진 코일의 설계 자유도가 존재하지만 임피던스 정합단이 추가적으로 필요하여 이에 따른 시스템의 성능 저하가 발생할 수 있다. 그림 1(c)는 설계가 어렵지만, 집적화되어있고, 시스템이 매우 단순하며, 손실의 최소화할 수 있다. 따라서, 그림 1(c)의 구조를 이용할 경우 low profile 특성을 갖는 전기전자 제품에 쉽게 적용할 수 있어 이에 대한 연구는 반드시 필요하다.

그림 2에 본 논문에서 제안하는 전체 시스템의 구성을 보였으며, 전체적인 구성은 그림 1(c)와 같다. 세부적인

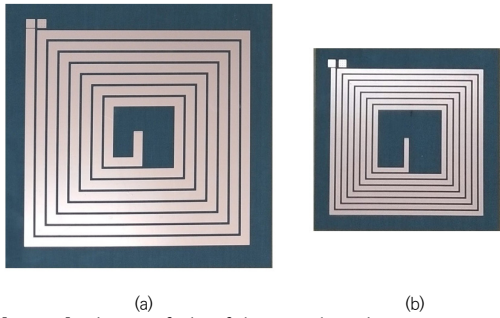


[Fig. 2] Configurations of the proposed wireless power transfer system.

로는 6.78[MHz]에서 동작하는 50[Ω] 소스원에서 전력 증폭기를 거쳐 공진 코일과 다기능 커패시터의 직렬 구성으로 이루어진 송신 공진기에 직접적으로 신호가 입력되고, 5[cm] 떨어진 지점의 페라이트 시트가 부착된 수신 공진기를 거친 RF 신호는 이후 낮은 임피던스로 변환한 뒤 신호 안정화를 거쳐 완전한 DC로 추출되어 로드 단으로 입력된다. 전체 시스템의 최종 부하는 상용 제품인 일체형 컴퓨터로 선택하였다. 이때 일체형 컴퓨터의 본체와 모니터를 벽면에 세웠을 때, 장치 후면과 벽 사이의 거리는 약 5[cm]로 측정되어, 송수신 공진기 간 거리도 5[cm]로 설정하였다.

2.2 RF 송수신 공진 회로부 설계 및 제작

그림 1(c)와 같은 회로적 구성을 위해 중요한 점은 공진 코일 간의 입력 및 출력 측 임피던스를 스미스차트 상에서 임의의 리액턴스 성분을 갖는 50[Ω] circle 라인 상에 위치한다면 입출력에 각각의 커패시터 하나만으로 공진과 임피던스 정합 모두를 이룰 수 있다. 코일의 구성은 Taconic사의 TLX9 (h=0.78[mm], ε_r=2.5, 1[oz.]) 기판 위에 설계되었으며, 시뮬레이션은 Ansoft사의 HFSS를 이용하였다. 코일의 폭, 코일의 폭과 폭 사이의 간격, 코일의 턴수 등에 대한 파라미터 연구를 거쳐 코일의 인덕턴스, Q, SRF(Self Resonant Frequency)등의 실제 예측 값을 획득하였다. 이후 k(Coupling Coefficient)와 L_m(Mutual inductance)이 결정되며, 최종적으로 입출력 공진과 임피던스 정합을 위한 커패시턴스의 값을 추출할 수 있다. 본 논문에서의 전체 시스템의 실제 시연을 위해서는 공진 코일 주변 전기전자 회로에 영향을 최소화하기 위해 자기차폐가 필요하다. 이를



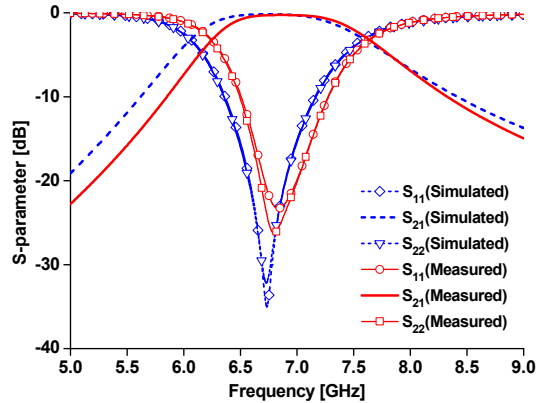
[Fig. 3] Photo of the fabricated coils:
(a) for Tx and (b) for Rx.

<Table 1> Optimized design specifications for the Tx & Rx resonators

Parameter		value
Tx	substrate size	240 [mm] × 240 [mm]
	turns No. of coil	7
	width of coil	8 [mm]
	gap between coil patterns	2 [mm]
	C_{Tx} (w/ Ferrite sheet)	68 [pF]
	C_{Tx} (w/o Ferrite sheet)	62 [pF]
Rx	substrate size	120 [mm] × 120 [mm]
	turns No. of coil	7
	width of coil	3 [mm]
	gap between coil patterns	1 [mm]
	C_{Rx} (w/ Ferrite sheet)	61 [pF]
	C_{Rx} (w/o Ferrite sheet)	105 [pF]

위해 ㈜야모텍의 A4FS-230 페라이트 시트 ($\mu' = 230$, $\mu'' = 5$ @6.78[MHz])를 사용하였다. 따라서 페라이트 시트가 부착되었을 때와 부착되지 않았을 때 공진과 임피던스 매칭을 위한 송수신단 각각의 커패시턴스의 최적화 값도 변화한다. 실제 제작된 공진 코일을 그림 3에 보였으며, 위에서 제시한 모든 RF 회로부의 설계 변수 및 최적화된 수치를 표 1에 정리하였다.

그림 4에 제안된 송신 및 수신 공진기 간의 시뮬레이션 결과와 실제 측정을 통해 얻은 산란 계수 데이터를 함께 제시하여, 두 결과를 직관적으로 비교할 수 있도록 하였다. 이를 통해 설계된 시스템의 이론적 모델과 실제 구현 간의 일치도를 확인할 수 있다. 특히, 설계 주파수인 6.78[MHz]에서의 산란 계수 특성과 전송 효율에 대한 세부적인 수치는 표 2에 정리되어 있으며, 이를 통해 시뮬레이션과 측정 간의 정량적 비교가 가능하다. 전체적인 경향성을 살펴보면, 시뮬레이션과 측정 결과가 매우 유사한 특성을 나타내고 있어 본 연구에서 제안한 공진기 설계의 타당성과 실현 가능성을 뒷받침하고 있다. 특히,



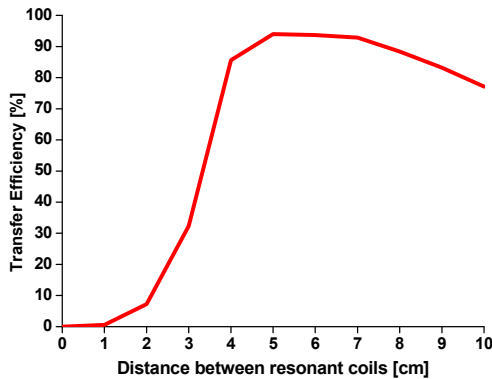
[Fig. 4] Simulated and measured S-parameters between Tx and Rx resonators.

<Table 2> Simulated and measured S-parameters and transfer efficiency between Tx and Rx resonators at 6.78[MHz]

S-parameters / Transfer efficiency	Simulated	Measured
S_{11} [dB]	-30.0	-22.6
S_{21} [dB]	-0.17	-0.27
S_{22} [dB]	-28.8	-26.0
Transfer efficiency [%]	96.2	94.0

측정을 통해 얻은 전송 효율은 약 94[%]로, 우수한 성능을 나타냄으로써 제안된 시스템의 우수한 전력 전송 효율을 입증하고 있다. 한편, 시뮬레이션과 측정 값 사이에는 다소 미세한 차이가 존재하는데, 이는 다양한 요인으로 인해 발생할 수 있다. 구체적으로는, 시스템의 성능을 극대화하기 위한 정밀 튜닝 과정을 생략하였으며, 또한 실제 측정 환경에서 사용된 페라이트 시트의 전자기적 특성을 정확하게 모델링하는 데에 한계가 있었던 점이 주요 원인으로 작용한 것으로 판단된다. 이러한 요소들은 시뮬레이션 모델과 현실 간의 미세한 불일치를 초래할 수 있으며, 향후 연구에서는 더욱 정교한 소재 모델링과 실험적 튜닝 과정을 병행함으로써 더 정확한 예측이 가능할 것으로 기대된다.

그림 5는 송신 및 수신 공진기 간 거리 차이에 따른 전송 효율 변화를 보여준다. 거리 차가 2[cm]일 때부터 전송 효율은 급격히 증가하여, 5[cm]에서 최대 94%에 도달한다. 이후 거리 차가 더 커짐에 따라 효율은 서서히 감소하며, 10[cm]에서는 77.1[%]의 전송 효율을 가진다. 주목할 점은 거리 차가 4~8.5[cm] 사이에서는 전송 효율이 85[%] 이상으로 안정적으로 유지된다는 점이다.

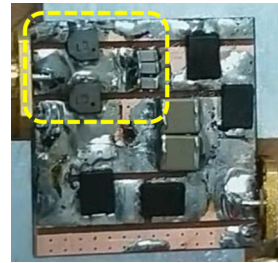


[Fig. 5] Measured transfer efficiency for the distance between resonant coils

<Table 3> The comparison between the proposed work and previous works.

Ref.	Freq. [MHz]	Transfer distance[cm]	Measured efficiency[%]
[4]	10.4	50	71
[5]	0.742	1	86
[6]	13.56	1.9	35
[7]	2.46	6	22.86
[8]	6.78	5	96
Proposed	6.78	5	94

표 3은 본 연구와 동일한 용도의 Low profile 특성을 갖는 무선전력전송 공진기에 대한 기존 유사 연구들과 본 연구의 결과를 주파수, 공진기 간 거리 차, 전송 효율 측면에서 비교하여 제시한 것이다. 사용 주파수 및 공진기 간 거리 조건이 완벽히 일치하지 않아 직접적인 비교에는 한계가 있으나 기존 연구의 결과는 전반적으로 본 연구에서 보인 전력전송 효율과 비슷하거나 이하의 성능을 보여준다. 다만 [8]에 보인 96%의 전력전송 효율은 송신 및 수신 공진기 포트의 임피던스를 50[Ω]으로 고정하고 또한 추가적인 정합을 거친 상태에서 측정된 값이므로 순수 50[Ω]에 대한 기준에서는 성능이 저하된다. 따라서, 순수 50[Ω] 포트 임피던스를 그대로 유지하면서 기존 문헌에서 보이지 않은 매우 높은 전송 효율을 달성함으로써 제안된 설계의 타당성을 입증하였고, 실용화를 위한 기반을 마련하였다고 볼 수 있다. 이러한 성능은 공진기의 집적화 설계를 통해 시스템 전반의 전력 손실을 효과적으로 줄인 결과로 해석된다.



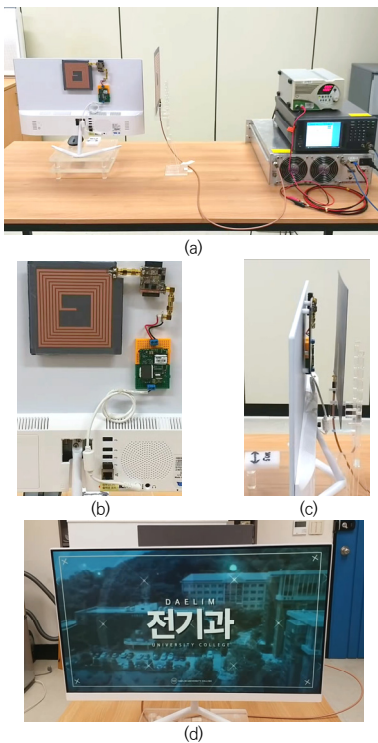
[Fig. 6] Photo of the fabricated impedance converter (dotted line) and AC to DC converter.

2.3 임피던스 변환 회로부와 AC-DC-DC 변환 회로부 설계 및 제작

기본적으로 AC-DC-DC 회로를 구성하기 위해서는 회로의 최종단인 load를 먼저 결정하고, 회로적 특성을 추출하여야 한다. 본 논문에서는 상용 제품인 일체형 컴퓨터 (㉸디클, 모델명 : A238)를 load로 결정하고, 이 제품의 정격 DC 입력 특성(12[V], 3[A])을 고려하여 4 [Ω] load 임피던스를 추출하였다. 따라서, 50[Ω]에서 시작한 회로의 임피던스가 최종적으로는 4[Ω]으로 변환되어야 한다. 이를 위해 수신 공진기와 AC-DC-DC 회로부 사이에 임피던스 변환회로인 트랜스포머가 필요하다. 하지만, 무선 주파수인 6.78[MHz]에서의 트랜스포머의 전체 크기는 크고, 두께는 두꺼운 단점이 존재하여 일체형 컴퓨터와 같은 low profile을 갖는 전기전자기기 외부에 장착하기는 불가능하다. 이에 본 논문에서는 트랜스포머를 설계 및 제작하는 대신 병렬 인덕터와 직렬 커패시터 회로의 단순 조합으로 임피던스 변환회로를 구성하였다. 최적화된 단일 병렬 인덕터와 단일 직렬 커패시터 값은 330[nH], 1.8[nF]이며, 이를 구현하기 위한 근사 소자의 개수 및 값으로 2×0.68[uH], 1×1000[pF], 그리고 2×470[pF]을 선택하였다. 실제 제작한 임피던스 변환회로를 그림 6의 점선 부분에 보였다.

AC-DC 변환 회로부는 4개의 RF 다이오드로 구성된 전형적인 브릿지 전파-정류 회로와 신호 평활 특성을 유도하는 병렬 커패시터로 구성하였다. 브릿지 전파-정류회로를 선택한 이유는 전체적으로 low profile 특성을 가져 초박형 전기전자기기에 적용하기에 적합하기 때문이다. 해당 회로의 구현을 그림 6(점선 부분 제외)에 제시하였다.

DC-DC 변환 회로는 송수신 공진기의 거리 변화에 의한 임피던스에 따라 AC-DC 변환 회로에서의 출력 전압이 다양하게 변동할 수 있으므로, 다양한 입력 전압 값에 대해 대응이 가능한 상용 제품인 ㉸무라타의 UEI-12/5-Q48N-C를 사용하여 안정성을 확보하였다.



[Fig. 7] Demonstration of the proposed wireless power transfer system: (a) set-up, (b) realized Rx part, (c) alignment between Tx and Rx resonators, (d) all-in-one computer in operation.

2.4 시연

그림 7에 전체 시연 관련 사진을 보였다. 그림 7(a)에서는 전체적인 실험을 위한 셋업 환경을 보였다. 먼저 송신단의 경우 신호발생기에서 발생시킨 6.78[MHz] 신호를 전력증폭기를 통해 증폭 후 송신 공진기에 연결되며, 수신단의 경우 페라이트 시트가 부착된 수신 공진기 이후에 임피던스 컨버터, AC-DC 변환회로부, 그리고 DC-DC 변화 회로부를 거쳐 최종 load단인 일체형 컴퓨터의 DC 입력으로 연결되며, 수신단 전체 확대부분을 그림 7(b)에 보였다. 그림 7(c)에서 실제 송수신 공진기의 실제 시연 중 마주한 상태를 보였으며, 공진기간 거리는 5[cm]이다. 그림 7(d)는 무선으로 전력이 전송되고 있는 상태를 확인한 후 일체형 컴퓨터의 전원버튼을 누른 뒤 Youtube 상에서 대림대학교 전기공학과 소개 영상이 실행되고 있음을 보여주고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 페라이트 시트를 포함한 자기 차폐 구조를 갖는 low profile 자기 공진형 무선전력전송(WPT) 시스템을 제안하고, 이를 설계, 제작, 시뮬레이션 및 실제 시연을 통해 검증하였다. 제안된 구조는 단 두 개의 공진 코일과 커패시터만을 이용하여 공진 및 임피던스 정합 기능을 동시에 구현함으로써, 기존 대비 회로 구성의 단순화 및 시스템 집적화를 실현하였다. 시뮬레이션과 측정 결과 비교를 통해 제안 시스템이 이론과 실험 간 높은 일치도를 보이며, 특히 6.78[MHz] 설계 주파수에서 94%의 높은 전송 효율을 달성함으로써 구조의 타당성과 우수한 성능을 입증하였다. 또한, 실제 일체형 컴퓨터를 부하로 사용한 시연 결과를 통해 본 시스템이 상용 저전력 전자기기에서도 실질적으로 작동 가능함을 확인하였다. 결론적으로, 본 논문에서 제안한 low profile 자기 공진형 무선전력전송 시스템은 구조적 간소화, 높은 효율, 자기 차폐 기능의 통합이라는 측면에서 무선전력 전송 기술의 실용적 발전에 기여할 수 있는 유의미한 설계 사례이며, 향후 웨어러블, 스마트 디바이스, 의료기기 등 다양한 응용 분야에서의 적용 가능성이 매우 높다고 판단된다.

REFERENCES

- [1] Khaled Obaideen, Lutfi Albasha, Usama Iqbal, and Hasan Mir, "Wireless power transfer: Applications, challenges, barriers, and the role of AI in achieving sustainable development goals - A bibliometric analysis", *Energy Strategy Reviews*, Vol. 53, May, 2024.
- [2] Andre Kurs, Aristeidis Karalis, Robert Moffatt, J. D. Joannopoulos, Peter Fisher, and Marin Soljacic, "Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances", *Science*, vol. 317, pp. 83-85, Jul. 2007.
- [3] Alanson P. Sample, David T. Meyer, and Joshua R. Smith, "Analysis, experimental results, and range adaptation of magnetically coupled resonators for wireless power transfer", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 58, pp. 544-554, Feb. 2011.
- [4] Hyungrak Kim and Hong-Min Lee, "Design of an integrated wireless power transfer system with high-power transfer efficiency and compact structure", *Proceedings of the 6th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)*, pp. 3627-3630, Mar. 2012.
- [5] Xiuhua Li, Hanru Zhang, Fei Peng, Yang Li, Tianyang Yang, Bo Wang, and Dongming Fang, "A Wireless

Magnetic Resonance Energy Transfer System for Micro Implantable Medical Sensors”, MDPI Sensors, vol. 12, pp. 10292-10308, Jul., 2012.

- [6] Dongdong Xu, Qian Zhang, and Xiuhua Li, “Implantable Magnetic Resonance Wireless Power Transfer System Based on 3D Flexible Coils”, MDPI Sustainability, vol. 12, pp. 4149, May, 2020.
- [7] Tarakeswar Shaw, Gopinath Samanta, Debasis Mitra, Bappaditya Mandal, and Robin Augustine, “Design of Metamaterial Based Efficient Wireless Power Transfer System Utilizing Antenna Topology for Wearable Devices” MDPI Sensors, vol. 21, pp. 3448, May, 2021.
- [8] Tae-Hyung Kim, Gi-Ho Yun, Woong Yong Lee, and Jong-Gwan Yook, “Asymmetric Coil Structures for Highly Efficientireless Power Transfer Systems” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 66, pp. 3443-3451, Jul. 2018.

김 형 략(Hyungrak Kim)

[종신회원]



- 2006년 2월 : 연세대학교
전기전자공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 2006년 8월 :
연세대학교 post-doctoral
research fellow

- 2006년 8월 ~ 2007년 7월 : Georgia Institute of
Technology post-doctoral research fellow
- 2007년 9월 ~ 2009년 3월 : 삼성전자 무선사업부
책임연구원
- 2009년 4월 ~ 2011년 2월 :삼성종합기술원 Future IT
Group 전문연구원
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대림대학교 전기공학과

<관심분야>

RF Front-end system, Antennas, Wireless power transfer