

높은 양호도를 갖는 적층형 임베디드 인덕터 설계

¹형나현, ²이석재, ^{1,3}한상민*

¹순천향대학교 ICT융합학과, ²와이솔, ³순천향대학교 정보통신공학과

*smhan@sch.ac.kr

Design of the Stacked Embedded Inductor with High Q-factor

¹Nahyun Hyeong, ²Seok-Jae Lee, and ^{1,3}Sang-Min Han

¹Dept. ICT Convergence, Soonchunhyang Univ., ²Wisol Corp.,
³Dept. Information and Communication Eng., Soonchunhyang Univ.

요약

본 논문은 제한된 공간 내에서 작은 면적과 높은 양호도를 달성하기 위한 6단 적층형 임베디드 인덕터에 대해 다룬다. 두 개의 인덕터를 제한된 공간에 배치할 때 상호 결합의 영향으로 인한 회로 성능 저하를 최소화하기 위해 인접한 인덕터의 전류 방향이 동일하도록 설계하였다. 3단의 단일층 인덕터와 비교했을 때 인덕턴스, 양호도가 약 2배 이상 증가한 것으로 나타난 것을 확인할 수 있다.

I. 서론

최근 모듈 및 IC의 원가 경쟁력을 높이기 위해 IC 모듈의 회로 단순화 및 소형화 설계가 지속적으로 진행되고 있다. 이러한 추세에 부응하여 인덕터, 커패시터 등의 컴포넌트를 모듈 내에서 일괄적으로 구현하거나 내장하려는 노력이 이루어지고 있다[1]. 한정된 공간에 여러 개의 인덕터를 설계할 시 원하는 인덕턴스 및 양호도를 갖도록 하는 설계의 한계가 존재한다. 또한 여러 개의 인덕터를 구현할 시, 마주하고 있는 두 인덕터의 상호 결합으로 인하여 설계한 인덕턴스와의 오차가 발생한다.

본 논문에서는 나선형 모양의 인덕터가 큰 면적을 차지하기 때문에 가능한 작은 면적에 구현할 수 있도록 적층형 인덕터 구조를 설계하였다. 마주 보는 인덕터 간의 상호 결합으로 인한 회로 성능 저하를 해결하기 위해 전류의 방향을 일치시키고, 이를 통해 전류의 상쇄를 방지하였다. 또한 3단의 단일층 인덕터와의 인덕턴스와 양호도를 비교하였다.

II. 적층형 임베디드 인덕터 설계

인덕터는 원형 나선형, 사각형 나선형, 물결 모양 또는 단순한 직선 세그먼트와 같은 다양한 기하학적 모양으로 존재한다. 구조에 따라 인덕턴스 및 양호도가 크게 달라지게 된다. 사각형 나선형 모양으로 설계 시 인덕턴스와 양호도가 높은 경향이 있기 때문에 사각형 나선형 인덕터를 사용하여 설계하였다[2].

설계한 적층형 임베디드 인덕터는 6층 라미네이트 구조로 구성되었으며, 설계된 인덕터는 모두 1회전으로 설계되었다. 레이어 1,2,3에는 인덕터가 배치되고, 인덕터가 없는 레이어 4에는 비아 랜드를 사용하여 연결된다. 레이어 5와 6은 접지면으로 구성된다. 설계된 인덕터는 1 포트 인덕터 구조로 각 레이어가 비아로 연결되어 있고 비아를 통해 회로 기판 바닥면의 접지면이 있어 전기적 신호가 통하게 된다.

각 층의 인덕터의 전류 방향을 최대한 동일하게 하여 전류가 상쇄되지 않도록 설계하는 것이 중요하다. 하나의 인덕터를 설계한 다음 마주 보는 인덕터와의 상호 결합의 영향을 고려하여 인접한 인덕터를 추가로 설계한

다. 100um 간격으로 설계된 두 인덕터는 전류가 동일한 방향으로 흐를 때, 루프 내의 자속은 단방향이 되어 구조의 전체 인덕턴스를 효과적으로 증가시킨다[3].

III. 결론

본 논문에서는 높은 양호도를 갖는 6층 적층 임베디드 인덕터를 설계하였다. 본 적층형 임베디드 인덕터는 권선수 3인 단일 레이어 인덕터와 비교했을 때, 3.3GHz 기준 인덕턴스와 양호도 모두 약 2배 이상 높은 결과를 확인하였다. 설계된 인덕터는 적층형으로 설계되어 효율적인 공간 활용이 가능하고, 제한된 공간에서의 인접한 인덕터의 상호 결합이 포지티브 결합으로 작용하여 인덕턴스 및 양호도의 개선을 확인할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 학·석사연계 ICT 핵심인재양성사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2024-2020-0-01832)

참고 문헌

- [1] 이미영, “고성능 차동 인덕터를 이용한 CMOS QVCO 설계”, 한국정보기술학회, 제17권, 제2호, pp. 21-26, 2019년 2월.
- [2] S. Stalf, “Printed inductors in rf consumer applications,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 47, no. 3, pp. 426-435, Aug 2001.
- [3] N. Hyeong, J. Lee, S.-J. Lee, and S.-M. Han, “Design of the stacked embedded inductor with high q-factor on multilayer pcbs,” in *Proc. Int. Conf. Green Human Inform. Tech.*, Hanoi, Vietnam, Jan. 2024, pp. 217-220.