

## 소형 공심 박막 인덕터의 분석 및 응용에 관한 연구

송실대학교 정보통신전자공학부

김지원 \*, 손명규, 조순철

### A study on analysis and application of micro air core thin film inductor

School of Electronic Engineering, Soongsil university

J. Kim \*, M. Son, S. Jo

#### 1. 서 론

최근의 반도체 제조기술의 급속한 발달로 인하여 시스템의 소형화·경량화의 추세가 증가하고 있다. 특히 휴대 전화기, PCS 등 정보통신기기의 이용이 증가할수록 고주파 회로에 이용되는 부품의 소형화 및 경량화가 중요한 과제로 대두되고 있다. 인덕터는 이러한 고주파 회로에 이용되는 중요 부품 중에 하나이며 최근 박막 소자 제조 기술을 이용하여 소형화·경량화가 빠른 속도로 진행 중에 있다. 또한 박막 인덕터는 자기 집적회로(Magnetic Integrated Circuit)의 구성을 가능하게 하여 micro 변압기, 칩 필터(Chip filter)를 비롯, 고주파에서 동작하는 초소형 전원 및 DC/DC 컨버터를 가능케 하고 있다.

본 논문에서는 정보통신기기 등의 소형 전원 공급장치의 부품으로 사용되는 소형 공심 박막 인덕터를 스퍼터링 방법과 광사진식각공정을 이용하여 제작 그 특성을 분석하였다. 소형 공심 박막 인덕터의 제조에 앞서 구조 변화에 따른 특성변화를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 예측하여 보았다. 또한 이를 응용한 소형 공심 박막 변압기를 제작하여 특성을 분석하였다.

#### 2. 실험방법

일반적으로 이용되는 박막 소자의 제조기술은 막을 형성하고 pattering 작업을 행한 뒤 건·습식 식각 방법을 이용하고 있다. 본 연구에서 Cu막과 Cr막을 사용하였고, 이들 막은 동시에 식각을 통하여 안정적으로 제거할 수 없으며, 무리하게 제거 할 경우 Cu막에 손상을 주어 기판과의 접착력 및 비저항에 영향을 주어 소자의 특성에 큰 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 제조공정 중에 도체막 형성에 많이 이용되는 lift-off 법을 이용하여 제조하였다. 박막 인덕터의 구조는 meander type을 사용하였으며 DC magnetron sputtering 방법을 이용하여 제조하였으며, 기판으로는 corning 7059 를 사용하였다. 전기적 특성과 미세 가공성이 우수한 Cu 를 박막 소자의 도선으로 이용하기 위해서는 수  $\mu\text{m}$ 의 두께에서도 낮은 비저항과 기판 또는 타 재료와의 높은 접착력을 요구한다. 본 연구는 공심 박막 인덕터 제조를 목표로 하였기 때문에 사용한 기판과의 접착력은 제조한 소자의 형태를 유지하는데 매우 중요하다. 이를 위하여 Cu 박막의 제조 시 증착 파우어와 Ar 압력을 변화시키며 최적의 조건을 찾았다.

제작된 박막 인덕터의 특성을 측정하기 위해 2 port zig set을 제작하여 network analyzer (HP 8719D)를 이용, 주파수 0.05 GHz에서 3 GHz 까지 측정하였다.

컴퓨터를 이용 제조된 도선의 전기적 특성을 고려한 비저항 변화에 따른 인덕턴스 변화와 공진 주파수 변화를 시뮬레이션 하였다. 또한 meander type 인덕터의 다리 수 변화와 다리 사이의 간격 변화에 따른 인덕턴스 변화와 공진 주파수 변화를 시뮬레이션 하였다.

#### 3. 실험 결과 및 고찰

제조 초기 접착력 향상을 위한 조건을 중심으로 소자를 제조하였으나 이 경우 제조된 Cu 박막의 전기적 특성인 비저항이  $4 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  이상으로 박막 소자의 도선으로는 부적당하였다. 그래서 Cu 박막의 높은 접착력과 낮은 비저항을 얻기 위하여 기판과 코일층과의 접착력을 증가시키기 위해 우선 Cr 을 증착

한 후 Cu 층을 증착 하였다. Cu의 증착 조건은 접착력이 우수한 증착 조건으로 증착한 후, 전기적 특성이 우수한 증착 조건으로 증착한 이중 증착법을 사용하였다. 제조된 코일층 박막인 Cu의 비저항은 약  $2.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  로 전기적으로 우수한 박막이 제조되었다.

그림 1 과 2 는 인덕턴스와 저항의 측정치와 시뮬레이션치를 나타낸 것이다. 제조한 인덕터의 인덕턴스는 1.2 GHz에서 최대 27 nH 이었다. 인덕턴스와 저항의 측정치가 시뮬레이션치와 차이를 보이는데 이는 측정용 zig 에 연결하여 측정할 때 연결기와 연결 부분에서 발생하는 손실 등인 것으로 사료된다.

그림 3은 컴퓨터로 시뮬레이션 한 인덕터 다리간의 간격에 따른 인덕턴스의 변화를 나타낸 것이다. 인덕터 다리간의 간격이 좁아질수록 인덕턴스는 증가하나 공진 주파수는 감소함을 알 수 있다. 응용하여 제작한 박막 변압기는 최대 -1.3 dB의 전송효율을 나타내었으며, 일정한 전송효율을 나타내는 대역폭이 구간이 약 1 GHz 이었다.

### 참고문헌

- [1] S. Hayona, Y. Midorikawa, and Y. Saito, *IEEE Trans. Mag.*, **30**(6), 4758(1994).
- [2] H. Tsujimoto, *IEEE Trans. Mag.*, **34**(4), 1357(1998).
- [3] 손명규, 김지원, 조순철, 한국자가학회춘계논문발표회 논문개요집, 9(1), 58(1999).

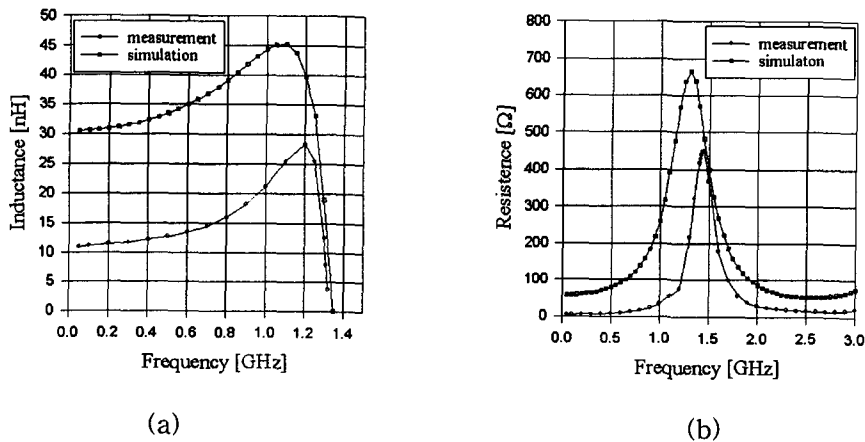


Fig.1. Measured characteristic and simulation of micro air core thin film inductor (a) inductance (b) resistance.

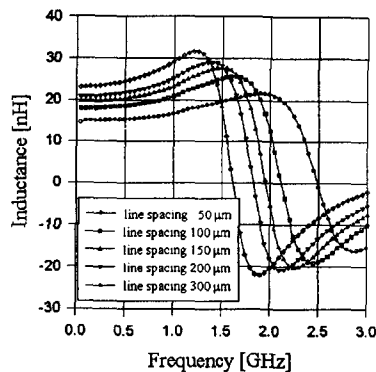


Fig.2. Inductance variations with line spacing.