

**Quasi-LIGA 공정을 이용한 Double Rectanglar Spiral type
평면 자기 인덕터의 제조**
(A Study on The Fabrication of Double Rectanglar Spiral Type
Planar Magnetic Inductor Using Quasi-LIGA Technology)

이창호 · 김충식 · 신동훈 · 남승의 · 김형준
홍익대학교 금속·재료공학과

1. 서 론

자기 소자는 기기를 제어하는 전기·전자소자에 전원을 공급하고 전·자기적 신호를 변조, 증폭시키는 수동소자이며, 박막 인덕터, 박막 트랜스포머와 같은 마이크로 자기소자(Micro Magnetic Device)는 기존의 벌크형 자기소자를 축소시켜 자성막, 절연막, 코일의 적층박막 구조로 만들어진 자기소자이다.

최근 고주파 및 고속 디지털화 기술을 수반하는 전자·통신기기의 소형화가 급진전되고 있다. 따라서 저항기나 콘덴서등에 비해 표면실장률이 낮은 자기소자를 이동통신용 고주파 회로나 DC-DC converter로의 응용을 위해, 국내에서도 이에 대한 중요성을 인식하고 대학과 연구소를 중심으로 인덕터의 박막화, 집적화의 연구가 진행되고 있다.

현재 사용중인 벌크형 인덕터나, 트랜스포머의 경우 10MHz이상의 고주파 대역에는 응용되지 못하고 있다. 이는 적용된 자성체가 페라이트로서 초투자율은 크지만 고주파수에서 공진현상에 의해 저투자율을 나타내고, 포화자속밀도가 낮기 때문이다. 이러한 페라이트 자성체의 대체품으로 주목받고 있는 것이 Fe, Co 계 고비저항 자성막이다.

박막 인덕터의 특성 평가시 AC저항을 낮추는 방안은 높은 형상비(aspect ratio)의 Cu코일구조를 갖는 것이다. 따라서 Cu의 우수한 전기 전도도를 위한 선택적 전기 도금시 mask로서 후막 감광제(Thick PR)을 이용한 quasi-LIGA 공정을 사용하여 단위면적당 우수한 인덕턴스를 가지는 double rectanglar spiral 형의 FeTaN 박막 인덕터를 제작하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 앞서 설정한 조건을 만족하는 자성막으로서 Fe계 미세 결정막을 적용하였다. DC reactive magnetron sputter로 증착된 $Fe_{78.8}Ta_{8.5}Ni_{12.7}$ 막은 후 열처리를 통하여 미세한 결정립을 형성하여 우수한 연자기 특성을 얻을수 있었다. 포화 자속 밀도($4\pi Ms$)와 보자력(Hc)은 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)과 B-H loop tracer로서 측정하였고, 투자율 측정은 figure-8 coil method를 이용하였다. 또한 자성막의 조성은 RBS(Rutherford Backscattering Spectroscopy)로부터 얻은 표준시편으로 보정한 AES(Auger Electron Spectroscopy)의 결과로 분석하였다.

spiral형 FeTaN박막 인덕터의 제조방법은 다음과 같다. corning glass #1737 을 기판으로서 DC/RF reactive magnetron sputter를 이용하여 $Fe_{78.8}Ta_{8.5}Ni_{12.7}$ 막과 SiO_2 을 증착하고, 계면 접착력을 개선하기 위한 접착층(adhesion layer)과 선택적 전기도금에 필요한 하지층(seed layer)으로서 각각 Cr(200Å)과 Cu(3000Å)를 in-situ적층하였다. $30\mu m$ 두께의 Spiral형 Cu코일의 패터닝(patterning)은 Thick PR(PMER P-LA900PM, TOK, Co, LTD)을 이용한 사진·식각 공정과 선택적 전기 도금법(selective electroplating method)으로 가능하였다. Cu도금은 상온에서 60 mA/cm^2 의 전류 밀도로 진행되었으며, 이때 사용된 전해액(electrolyte)은 $CuSO_4$, H_2SO_4 및 막의 결정립구조 제어와 도금의 균일성을 위한 광택제로서 $SC(NH_2)_2$ 를 첨가한 용액이다. 그리고 2차 사진·식각 공정을 이용하여 감광 마스크(photo-resistance mask)를 형성한 뒤 Cu코일 선로 사이의 sputtered Cu와 Cr을 각각 10 wt% $FeCl_3$ 용액을 이용한 습식 식각법과 ion milling법으로 식각 하였다. 그리고 난 뒤 sandwich 방식으로 다시 절연막, 자성막을 증착함으로써 10 turn의 double rectanglar spiral형 FeTaN박막 인덕터를 제조하였다.

7.5 mm×10 mm의 외경을 가진 인덕터의 자성막, 절연막, 코일의 두께는 각각 $2\mu m$, $1\mu m$, $30\mu m$ 이었고, 코일의 폭과 간격은 $100\mu m$ 였다. 그리고 50 Ω의 특성 임피던스를 갖는 micro-strip line과 network analyzer(HP-8753D)를 이용하여 입력된 신호의 반사 계수로부터 인덕터의 임피던스를 측정하였다. 또한 주파수에 따른 인덕터의 성능지수 Q는 다음의 식으로 계산이 가능하였다.

$$Q = (\omega \times L) / R \quad (L : \text{인덕턴스}, \omega : \text{각주파수}, R : \text{AC저항})$$