

고주파 대역에서 운용되는 폐자로 평면 인덕터의 제작에 관한 연구

홍익대학교 이창호* · 신동훈 · 남승의 · 김형준

A study on the fabrication of the close type magnetic planar inductor with high frequency operation

Hongik University C. H. LEE* · D. H. SHIN · S. E. NAM · H. J. KIM

1. 서 론

최근 국내 반도체 기술의 급격한 발전으로 전자 기기 전반에 소형화, 고주파화, 박막화 등이 빠르게 진행되고 있으며, 따라서 고집적 전원 공급장치나 지능 센서등에 반도체와 자기 소자의 사용 주파수 대역과 크기가 통합된 반도체-자성체 IC(semiconductor-magnetic integrated circuit)의 필요성이 절실히 요구되고 있다.

인덕터나 트랜스포머같은 자기 소자는 반도체 소자등에 전원을 공급하거나 전기 신호를 변조·증폭시키는 수동 소자로서 능동 소자에 비해 아직도 대부분 벌크형으로 사용되고 있으며, 일본을 중심으로 각국에서는 이미 80년대부터 이러한 자기 소자의 박막·소형화에 대한 다각도의 연구가 이뤄지고 있으나 국내서는 아직 미미한 실정이다.

자기 소자의 기초인 박막 인덕터의 개발에 있어서는 3가지 중요한 인자가 있다. 첫째 고주파 대역에서 자기 특성이 우수한 자성체의 개발과 인덕터에의 적용, 둘째 소자내 자성막, 코일의 형성에 있어서 마이크로 가공 기술의 개발, 셋째 고효율의 전자기 변환을 가져오는 소자의 디자인 기술 확립이 그것이다.

이러한 요구 조건에 부합하여 본 연구진은 우수한 연자기 특성의 Fe계 미세 결정 박막을 개발·적용하여 자성막/절연막/Cu코일/절연막/자성막의 5층구조를 가지는 meander형 폐자로 평면 인덕터(Close type magnetic planar inductor)를 제조하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 자성막은 고주파 대역에서 우수한 연자기 특성을 지니는 Fe계 초 미세 결정 박막(FeTaN /FeTaC)이며, 그 자기 특성은 B-H loop tracer와 figure-8 coil method를 이용하여 포화자속밀도, 보자력 및 주파수에 따른 투자율의 변화를 측정하였다.

선택적 전기도금법을 이용한 코일의 형성에서는 먼저 도금액의 조성에 따른 Cu막의 표면 변화를 관찰한 뒤, electroplated Cu막의 후속 열처리에 따른 비저항값의 Sputtered Cu막과의 비교에 대해 살펴보았다.

이러한 기초 실험을 거친뒤 Corning glass위에 DC/RF reactive magnetron sputter를 이용하여 자성막 (2 μ m)·절연막 (SiO₂ 1 μ m)을 증착하고, adhesion layer와 전기도금에 필요한 seed layer

로서 각각 Cr (200 Å)과 Cu (5000 Å)을 적층하였다. 그리고 사진·식각공정과 선택적 전기도금법을 이용하여 우수한 전기전도도를 갖는 Cu코일(5 μ m)을 패터닝한 뒤, sandwich방식으로 다시 절연막, 자성막을 증착함으로써 누설자속(leakage magnetic flux)의 차단을 위한 페자로형의 meander 5턴의 형상을 가지는 평면 자기 인덕터를 제조하였다.

이렇게 제조된 소자의 전기적 특성은 network analyzer를 사용하여 반사계수로부터 주파수에 따른 인덕턴스, 저항값을 측정하여 계산된 성능 지수로서 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

페자로 meander형 인덕터에 적용된 자성막은 FeTaN/FeTaC 미세결정막으로서 15-17kG의 포화자속밀도값과 0.17-0.18Oe의 보자력값의 우수한 연자기 특성을 나타내었으며, 실효 투자율은 10 MHz에서 각각 4000, 2700의 우수한 고주파 투자율 특성을 나타내었다. 자성막에 자장을 인가하는 코일의 형상은 선택적 전기도금법에 의해 제조할 수 있었으며, 500 $^{\circ}$ C 열처리시 그 비저항값은 2 $\mu\Omega$ -cm로서 거의 벌크 Cu의 비저항값에 육박함을 나타냈다..

제조된 페자로 인덕터의 인덕턴스값은 공심형 인덕터에 비해 높은 값을 나타내었으나, 저항값의 상승으로 인하여 상대적으로 낮은 성능 지수값을 보였다. 또한 인덕턴스값의 주파수에 따른 변화는 자성막의 주파수에 따른 투자율 변화와 일치하는 거동을 보였으며, 고주파 대역에서의 인덕턴스 감소는 자성막에서 발생하는 와전류 손실에 의한 것으로 나타났다.

4. 참고문헌

- [1] K.Kawabe, H.Koyama, K.Shirae, IEEE trans. on mag. 20(5) 1804(1984)
- [2] O.Oshiro, H.Tsujimoto, K.Shirae, IEEE trans. on mag. 23(5) 3759(1987)
- [3] M.Yamaguchi, M.Matsumoto, H. Ohzeki and K. I. Aral IEEE trans. on mag. 25(5) 2014.(1990)
- [4] J.Y.Park and M.G.Allen, ISHM '96 Proceeding, P. 120, 1996.
- [5] 酒井 連悞, “ワンチップ電源”, 日本應用磁氣學會學術會議, B-3-3-1, 1997.