

FeZrBAg 자성막을 이용한 평면 인덕터의 특성

Characteristics of Planar Inductors Using FeZrBAg Magnetic Thin Films

송재성*, 민복기*, 김현식*, 허정섭*, 김형준**

(J. S. Song, B. K. Min, H. S. Kim, J. S. Heo, H. J. Kim)

Abstract

본 연구에서는 double rectangular spiral형 공심 인덕터를 제조하고, 인덕터 특성에 미치는 자성막의 특성 인자에 대해 연구하였다. 공심 인덕터의 전류의 방향과 자성 박막의 자화 용이축의 방향이 수직일 경우 인덕터의 인덕턴스가 향상되었고, 도체막과 자성막 사이 절연막이 없는 경우 자성막의 자속 집속효과가 증가하여 절연막이 있는 경우보다 인덕턴스는 높고, 저항의 증가율이 낮았으며, 자성막의 투자율이 높을수록 인덕터의 인덕턴스에 기여하는 부분이 증가하므로 인덕턴스는 향상되었다. 또한 인덕터의 주파수 특성은 공심 인덕터의 특성에 지배적인 영향을 받으므로 인덕터의 주파수 특성을 향상시키기 위해서는 자성막의 특성보다 공심 인덕터의 특성을 향상시키는 것이 바람직하다.

Key Words(중요용어) : 공심 인덕터, FeZrBAg계 자성막, 투자율, 인덕턴스, 주파수 특성,

1. 서론

현재 전자기기와 관련해서 더 빠른 주파수 응답 특성, 더 다양한 기능을 더 작은 체적 내에서의 실현을 위한 노력이 진행되고 있으며, 우선 빠른 응답 특성을 얻기 위해서는 동작 주파수를 고주파화 함으로써 가능하며, 이에 따라 소자의 크기도 한층 줄일 수 있음은 이론이 뒷받침하고 있는 사실이다. 그러나 한편으로는 대부분의 소자들이 사용 주파수가 높아질수록 그 특성이 저하되기 때문에 고주파화에도 한계가 있다. 따라서 이들의 조화를 위해서는 회로 설계 분야에서는 고주파화에 입각한 새로운 회로 설계에 관한 연구가, 또 고주파에서의 손실 감소와 아울러 소형화·박막화에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

한편 박막 자기소자는 설계 기술, 박막제조 기술, 미세가공 기술, 특성평가 기술들로 이루어져 있으며, 지금까지는 소자설계, 자심 재료의 선정과 증착 방법, 도체막의 종류, 제조공정 등의 연구가 주로 진행되었지만, 평면 인덕터의 특성과 자성막과의 상관관계에 대한 모의 해석만 이루어졌을 뿐 실험적인 연구는 체계적으로 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 평면 인덕터의 특성에 영향을 미치는 자성막의 인자에 대한 체계적인 고찰을 하기 위해 double rectangular spiral형 공심 인덕터를 제조한 후 별도로 제작된 FeZrBAg계 자성막을 이용하여 여러 가지 인덕터 구조를 변화시켜, 인덕터의 특성 변화에 대해 고찰하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 double rectangular spiral형 인덕터를 기본 구조로 설정하여 150 μm 두께의 corning glass위에 구리막을 15 μm 의 두께로 도금하고, 건식 방법으로 식각한 후 최종 공심 인덕터를 제조하였다.

* : 한국전기연구소 박형 전기소자 T.F.T.

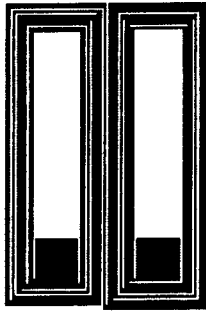
(640-120 경남 창원시 성주동 28-1

Tel : 0551-280-1642 Fax : 0551-280-1590

e-mail : bkmin.keri.re.kr)

** : 홍익대학교 금속재료공학과

제조된 인덕터의 직류저항은 3.95Ω 이고 인덕터의 구조와 사양을 그림 1에 나타내었다.



구조	선폭 (μm)	선간격 (μm)	두께 (μm)	가로 (mm)	세로 (mm)
double rectangular spiral	145	45	15	7.3	20.5

그림 1. 평면 공심 인덕터 구조와 사양

또한 FeZrBAG 박막을 DC magnerton sputtering 장치를 이용하여 $0.5\ \mu\text{m}$ 로 증착하였으며, 증착된 박막은 비정질 상이며, 자기적 특성을 제어하기 위해 일축 자장중(uniaxial field annealing, UFA)에서 $300\sim 600\ \text{°C}$ 온도 범위에서 1시간동안 열처리를 행한 후 자기적 특성을 측정하였다

제조된 공심 인덕터와 자성막을 이용하여 여러 조건에서 인덕터의 특성을 Network Analyzer를 이용 인덕턴스와 저항을 평가하였다. 본 연구에서 사용한 인덕터의 구조를 그림 2에 나타내었다.

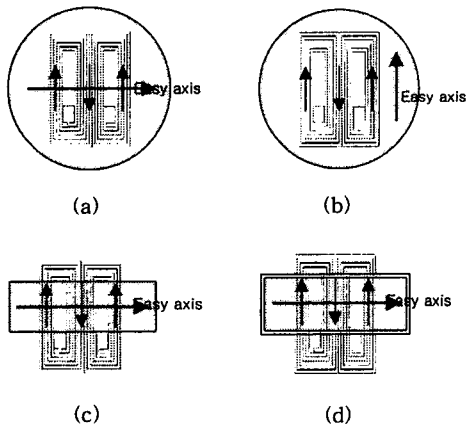


그림 2 인덕터의 다양한 구조

3. 결과 및 고찰

그림 3은 본 연구에 사용한 FeZrBAG 자성 박막을 일축자장 중에서 열처리 한 후의 투자율 특성을 나타낸 것으로 $400\ \text{°C}$ 에서 열처리 한 경우 투자율 특성이 가장 우수하며, $300\ \text{MHz}$ 의 고주파까지 안정한 특성을 나타내고 있다. 이러한 FeZrBAG 박막의 우수한 자기 특성은 Kim 등이 보고한 논문에 자세히 고찰되어 있다.

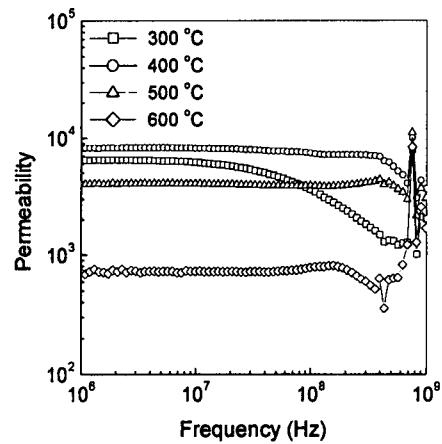


그림 3 FeZrBAG 박막의 주파수 투자율 특성

그림 4는 자성막의 자기 이방성 방향에 따른 인덕터의 특성 변화를 나타낸 것으로 그림 2의 (a)와 (b)의 구조로 하여 특성을 평가하였다. 그림에서와 같이 공심 인덕터의 경우보다 자성막이 있을 경우 인덕턴스 값은 증가하였고, 전류의 방향과 자성막의 자화 용이축 방향이 수직일 경우가 가장 높은 특성을

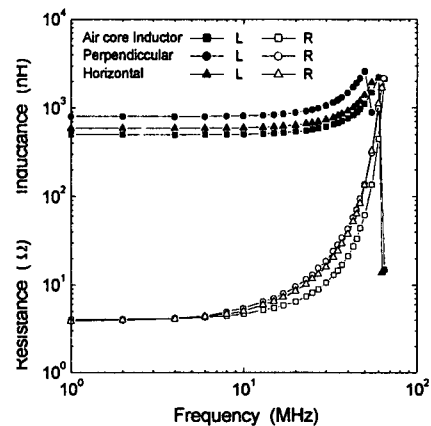


그림 4 자성막의 이방성과 인덕턴스의 관계

나타낸다. 이는 자성막의 이방성이 인덕터의 인덕턴스 특성에 밀접한 영향을 미침을 알 수 있다.

그림 5은 자성막과 도체막 사이의 절연막 유무에 따른 인덕터의 특성 변화를 나타낸 것으로 그림 2의 (c)와 (d)의 구조에서 특성을 평가하였다. 그림에서와 같이 절연막이 없는 경우 다소 높은 인덕턴스를 가지며, 이는 도체막과 자성막이 밀접할수록 자속이 집중됨을 의미한다. 또한 절연막이 없는 경우 저항의 증가율이 다소 높음을 알 수 있다.

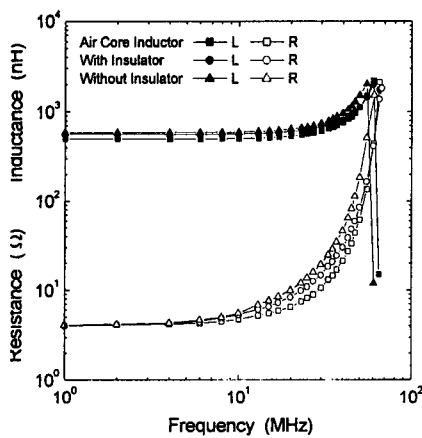


그림 5 절연막 유무에 따른 인덕터의 특성 변화

그림 6은 자성막의 열처리 온도를 달리하고, 공심 인덕터 상·하부에 자성막을 위치시킨 인덕터의 특성을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 인덕턴스는 400 °C에서 열처리한 자성막을 사용한 경우 가장 높

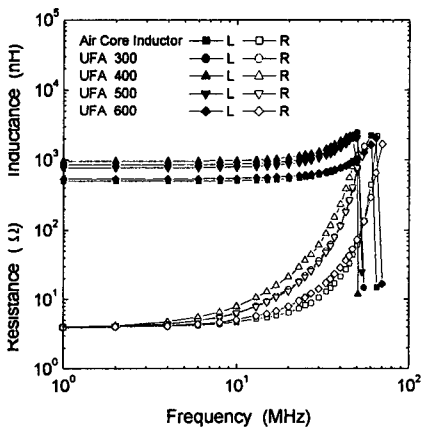


그림 6 자성막의 열처리 온도에 따른 인덕터의 특성 변화

은 값을 나타내었으며, 열처리 온도에 따른 인덕턴스의 변화 거동은 자성막의 투자율 거동과 일치하므로 투자율이 높은 자성막을 사용할 경우 높은 인덕턴스 값을 가짐을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 double rectangular spiral형 공심 인덕터를 제조하고, 인덕터 특성에 미치는 자성막의 특성 인자에 대해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인덕터의 전류의 방향과 자성 박막의 자기 이방성 방향이 수직일 경우 인덕턴스가 향상되었다.
2. 도체막과 자성막 사이 절연막이 없는 경우 자속의 집중 효과가 크기 때문에 인덕턴스는 높은 값을 가진다.
3. 자성막의 투자율이 높을수록 인덕터의 인덕턴스에 기여하는 부분이 증가하므로 인덕턴스는 향상되었지만, 자성막의 투자율-주파수 특성은 인덕터의 인덕턴스-주파수 특성에 영향을 미치지 않았다.
4. 인덕터의 주파수 특성은 공심 인덕터의 특성에 지배적인 영향을 받으며, 인덕터의 주파수 특성을 향상시키기 위해서는 공심 인덕터의 특성을 향상시키는 것이 바람직하다.

참고 문헌

- [1]. 김현식, 민복기, 송재성, 한국자기학회지, 9권 6호 (1999)
- [2]. 荒川, 山口, 荒井, 第16回日本應用磁氣學術演習集 9PA-18 (1992)
- [3]. 三上 寛祐, 述本 浩章, 白江 公輔, 電氣學會マグネティックス研究會資料 MAG-91-59 (1991)
- [4]. 川信一郎, 修士學位論文, 東北大學校 (1993)
- [5]. 김현식, "Co-계 비정질 자성 박막을 이용한 평면 인덕터의 제조와 특성", 박사학위논문, 경남대학교 (1998)
- [6]. 김현식, 민복기, 송재성, 오영우, 한국전기전자재료학회지, 11권 5호 486 (1998)
- [7]. 김현식, 김병걸, 송재성, 오영우, 한국자기학회지, 5, 8(1995)
- [8]. H. Fujimori, 日本應用磁氣學會紙, 21(3), 99(1997)