

한국과학기술연구원 류호준, 한석희, 김희중
서울대학교 이정중

3D simulation of meander type thin film inductors

KIST H. J. Ryu, S. H. Han, H. J. Kim
Seoul National University J. J. Lee

1. 서론

최근 급속도로 발전되고 있는 전자산업의 흐름은 반도체를 근간기술로 하는 디지털 전자기술에 그 기초를 하고 있음은 주지의 사실이다. 이러한 반도체기술을 기반으로 하여 새롭게 21C를 주도할 신기술로서 초소형 마이크로기술이 커다란 반향을 일으키고 있다. 이는 이제까지의 전자기술로서 이룩하기 어려웠던 초소형 미세기계구조를 형성할수 있게 하여 광범위하게 응용될수 있는 초소형 부품을 만듦으로서 의료산업, 정보통신산업, 메카트로닉스산업, 우주항공산업등 그 이용범위가 무한하다고 할수 있다. 이러한 초소형 마이크로기술을 응용하여 현재 벌크재료를 응용하는 자기소자의 미세화는 정보통신산업의 새로운 지평을 열것으로 모두의 주목을 받고 있다.

자기소자의 미세화는 자성체 박막을 이용하여 인덕터, 변압기, LC 필터 또는 DC-DC converter 연구가 일본을 중심으로 하여 최근 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 박막을 이용한 자기소자의 개발은 단순히 기존의 벌크재료의 축소로 소기의 자기적 성질을 얻는데 많은 어려움이 발견되어졌다. 이는 자기적 특성이 소자형태의 변수임을 고려하면 당연하다고 이해될 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 새로운 형태의 자기소자의 개발이 당면과제로 등장하였다. 따라서, 새로운 형태의 자기소자 특성분석방법의 확보는 커다란 의미를 갖는다. 이와 같은 자기소자의 소형화, 박형화의 진전은 궁극적으로 박막형태로 집적화 된 마이크로 자기소자의 개발과 광범위한 사용을 예상케 하고 있으며 마이크로 자기소자의 고성능화를 위해서는 종래의 벌크형태의 자기소자와는 다른 구조를 갖는 새로운 구조의 고안과 박막제조기술과 미세패턴의 가공기술의 확립 등이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 위와 같은 연구의 선행단계로서 simulation을 통하여 박막인덕터의 특성과 제조가능성을 타진을 위해 주파수에 따른 특성들을 계산해 보고자 하였다.

2. 실험방법

박막소자의 특성을 구하기 위해서는 맥스웰방정식을 풀어야 하는데, 이 방정식은 편미분 방정식을 구성되어 있어, 보통은 potential을 도입하여 Poisson의 방정식으로 변환하여 해를 구하게 된다. 정자기 문제에서는 매질이 선형 등방성이 되며, 해석 영역내에 외부에서 인가된 전류가 흐르는 경우 다음과 같은 관계식을 이용하여 지배방정식을 얻게 된다.

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J}_s, \quad \vec{J}_s; \text{ 표면전류밀도}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

위의 식으로 부터 다음과 같은 해석영역에서의 지배방정식을 얻게 된다.

$$\nabla^2 \vec{A} = -\mu \vec{J}_s$$

한편, 위와같은 방정식을 구조물 전체에 대해서 풀기 위해서는 유한요소법(Finite Element Method)을 이용하는 것이 유리한데, 이 방법은 구조물 전 영역에서 요소 분할을 해야하므로 일반적으로 다른 수치해석법보다 미지의 변수가 많으나 복잡한 기하학적인 구조에서도 해를 구할 수 있고, 비선형이나 비균질성의 물질에 쉽게 적용할 수 있으며 경계조건도 쉽게 적용시킬 수 있으므로 매우 강력한 해석법이 된다.

본 연구에서는 위 방정식의 해석을 위하여 FEM을 이용한 3차원 유한요소해석용 package인 Maxwell program(Ansoft사)을 사용하여 박막소자의 특성을 계산하였다.

3. 결과 및 토의

3차원 유한요소해석 프로그램을 사용하여 형상을 달리한 meander1형 박막인덕터의 주파수에 따른 인덕턴스의 변화를 해석하였다. 형상의 변화에 따라서 박막인덕터의 인덕턴스는 약간 증가한 양상을 보였다. 주파수의 변화에 따라서는 인덕턴스는 크게 변화하지 않았다. 수치모사를 통하여 얻은 계산값은 비교적 타당하므로 이 방법을 통하여 적절한 작동주파수에서 비교적 높은 인덕턴스를 갖는 박막인덕터의 설계가 가능하며 그 이용이 더욱 기대된다고 하겠다.

4. 참고문헌

- [1] K. I. Arai, M. Yamaguchi, J. Magn. Soc. Jpn., vol. 17(3), pp. 642(1993)
- [2] O. Oshiro, H. Tsujimoto and K. Shirae, IEEE Trans. Magn., MAG-23, pp. 3759(1987)
- [3] T. Sato, T. Mizoguchi and M. Sahashi, J. Mag. Soc. Jpn., vol. 17(3), pp 661(1993)