

LTCC 기판 위에 제작된 마이크로 트랜스포머의 시뮬레이션

김성태, 차두열, 강민석, 조세준, 장성필

인하 마이크로/나노 디바이스 시스템 연구실, 인하대학교

Simulation for a microfabricated transformer on the LTCC substrate

Sung-Tae Kim, Doo-Yeol Cha, Min-Suck Kang, Se-Jun Cho, Sung-Pil Jang

IMDS Lab, Inha Univ

Abstract : 현재 Passive component 중의 하나인 트랜스포머의 소형화가 큰 이슈로 대두되고 있다. 본 논문에서는 기판의 와전류 효과의 영향을 줄이기 위해 LTCC기판을 이용하여 트랜스포머를 설계하고, 1:1 및 1:n의 권선 수를 갖는 두 코일의 인덕턴스 및 상호 인덕턴스를 시뮬레이션 하였다. 트랜스포머의 최대 크기는 2.55mm X 1.1mm 이고 선폭은 50um, 선간 간격은 50um이고, 기둥의 높이는 40um이다. MEMS 기술을 사용하여 기판 커플링과 저항손을 줄임으로서 8.5GHz에서 0.33dB의 낮은 삽입 손실을 나타냈다.

Key Words : Micro Transformer, Coreless, MEMS, LTCC

1. 서 론

현재 전자 기기 소자의 소형화에 발맞추어 Passive component의 소형화가 큰 이슈로 대두되고 있다. 그 중 Transformer는 LNAs, filters, power amplifiers, mixer 등 여러 RF 회로에 사용되고 있으며, 최근 추세에 맞물려 소형화가 필요한 수동 소자 중 하나이다.[1]

기존의 CMOS 공정을 이용한 트랜스포머의 소형화는 수동 소자와 기판 사이에 캐패시턴스 커플링과 전자기 효과(와전류 등등)로 인해 트랜스포머 효율에 나쁜 영향을 미치게 된다. 이러한 점을 보완하기 위해 유전율이 작고, 저항이 큰 LTCC 기판과 최근 각광받고 있는 MEMS 공정을 이용하여 트랜스포머를 제작하였다.

휴대용 전자 기기를 위한 트랜스포머의 주파수 특성은 점차 고주파대역으로 이동함에 따라 KHz-MHz-GHz대역으로 점차 변하고 있다. MHz대역까지는 전자기 유도를 위해 Magnetic Core가 필요했으나, GHz대역에서는 Core의 와전류 손실, 히스테리시스 손실, 기생 캐패시턴스 등 여러 가지 부정적 요인으로 인해, 코어 없는 트랜스포머가 연구되고 있다. 본 논문에서는 MEMS 공정을 이용한 코어 없는 트랜스포머를 디자인 하고, 이를 시뮬레이션 하여 트랜스포머의 성능을 측정해보고자 한다.

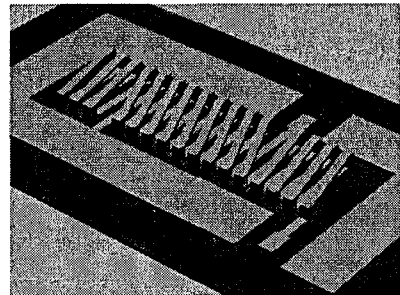


그림 1. 시뮬레이션을 위한 트랜스포머 모델

트랜스포머 시뮬레이션을 위한 구조 및 모델 파라미터들은 그림 2에 나타나 있다.

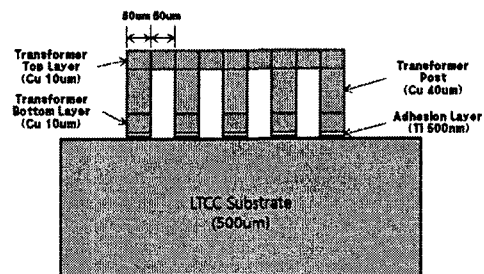


그림 2. MEMS 공정을 이용한 트랜스포머 단면도

2. 본 론

2.1 트랜스포머

트랜스포머는 유도성 전기 전도체를 통해 전기 에너지를 한 회로에서 다른 회로로 전달하는 장치를 말한다. 트랜스포머는 그림 1과 같이 권선 수가 다른 2개의 코일로 구성되어 있는 경우가 많다.

선폭은 50um, 선 간격 50um, 기둥의 높이가 40um이며, 7:7 transformer를 기준으로 2.55mm X 1.1mm의 전체 크기를 갖는다. 보통 실리콘 기판의 유전율은 11 인데 반해, LTCC 기판의 유전율은 대략 7.7 정도이고 저항률 또한 LTCC가 높으므로 이를 감안하여 시뮬레이션 하였다.

3. 결과 및 고찰

트랜스포머에서 기판에 의한 손실과 앵글이 전류는 S21 파라미터에 영향을 준다. 이를 줄이기 위해 MEMS공정을 이용하여 Solenoid 형태의 Transformer를 설계하였고, 트랜스포머의 1차코일과 2차 코일의 권선 수를 달리하여 시뮬레이션 해 보았다.

그림 3을 통해 1차 코일과 2차 코일의 권선 수 차이가 커질수록 삽입 손실의 최소치를 나타내는 주파수가 점점 커지는 것을 나타내고, 그림 4에서는 권선 수가 커질수록 삽입손실의 최소치를 나타내는 주파수가 점점 작아진다는 것을 알 수 있다.

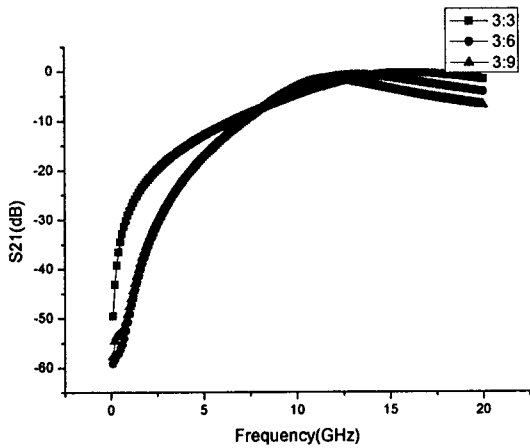


그림 3. 1:n 트랜스포머의 S21의 주파수 특성

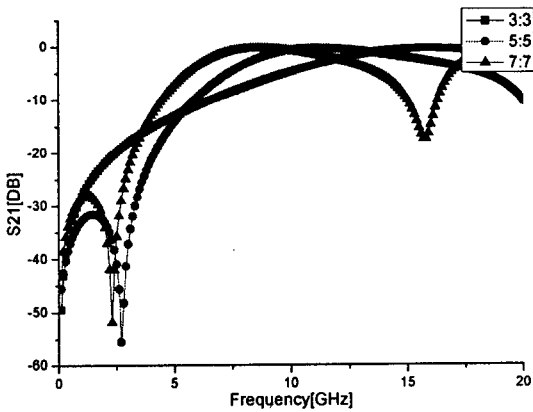


그림 4. 1:1 트랜스포머의 S21의 주파수 특성

4. 결론

GHz대역에서 LTCC기판 위에 MEMS 공정을 이용한 트랜스포머를 시뮬레이션 해본 결과 낮은 삽입 손실을 갖는 트랜스포머를 설계할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 요업기술원의 지원으로 수행됨.

참고 문헌

- [1] Lei. Gu, "High-Performance CMOS- Compatible Solenoid Transformers With a Concave-Suspended Configuration", *IEEE transactions on microwave theory and techniques*, Vol.55, No. 6, June 2007.
- [2] Y. S. Choi, J. B. Yoon, B. I. Kim, "A high performance MEMS transformer for silicon RF ICs", *Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems*, 2002. The Fifteenth IEEE International Conference on, 653-656
- [3] J. Y. Park, Y. S. Eo, J. U. Bu, "Surface Micromachined RF Inductors and Transformers for Advanced Telecommunication Application", *IEEE Int. MEMS Conf. Tech. Dig.*, 2002