

PCB 기판에 임베디드 된 페라이트 박막 인덕터 (Embedded ferrite film inductor in PCB layer)

배석, 정형미, 문진석, 마노 야스히코.

삼성전기 중앙연구소

1. 서론

스핀 스프레이 플레이팅을 이용하여 제조된 페라이트 필름은 800 °C 이상의 온도에서 소성가공(co-firing)하여 제조된 페라이트 필름에 비하여 고주파 특성이 우수하다고 보고된 바 있다. 또한 100 °C 이하 저온에서의 공정이 가능하므로 기판의 선택에 대한 제약이 없다. 따라서 PCB (FR4) 기판 위에 Ni-Zn ferrite 박막을 코팅하여 가장 대표적인 수동소자인 인덕터를 박막 형태로 제조하였으며, 제조된 인덕터 위에 다시 PCB (FR4) 층을 깔고 패드 부분에 비아 홀을 뚫어 임베디드 형태를 완성하였다. 사용된 Ni-Zn ferrite 막은 ~800 emu/cc의 포화자화 값, 투과율 ~80 이었고, 제조된 인덕터는 spiral 2 turn 디자인 (1.2 X 1.2 mm)의 경우 L값은 200 MHz까지 100.2 nH로 동일한 형태의 공심형 23.6 nH보다 325% 증가된 값이 측정되었다.

2. 실험방법

총 0.2 mm 두께의 Cu cladded -FR4기판(양면에 18 μm 두께의 Cu 동박이 부착된 형태)을 사용하였으며, dry film을 이용하여 마스크를 만들었고 wet etching을 통하여 Cu 코일을 제조하였다. 그 위에 Ni-Zn ferrite 코팅을 위해 pH 완충제인 CH₃COONH₄와 NH₃를 증류수에 용해 시켜 산화용액을 제조하였고, NiCl₂·4H₂O, ZnCl₂·4H₂O와 FeCl₂·4H₂O를 증류수에 용해 시켜 반응용액을 준비하였다. 이때 증류수는 20시간 이상 N₂ Purge 하여 용존 산소량을 0.5mg/l 이하로 하였으며, 반응용액의 pH는 8.6 이었다. 준비된 샘플은 90 mm, 150 r.p.m., 용액 flow ratio 30ml/min의 조건에서 35분간 코팅하였다. 반응 chamber내에는 불필요한 산화반응을 막기 위해서 N₂ 분위기가 계속 유지되었다. 자성막 코팅이 끝난 후 샘플 위에 비아홀이 가공된 FR-4 film이 라미네이터를 이용하여 부착되었으며, 홀은 후에 도금공정으로 Cu로 채워졌고 Au로 passivation 처리 되었다.

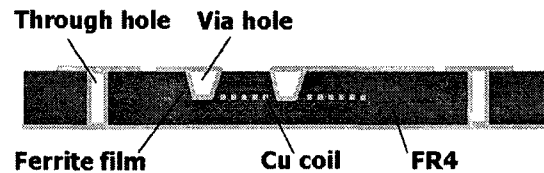


Fig. 1 Schematic description of embedded inductor in PCB layer

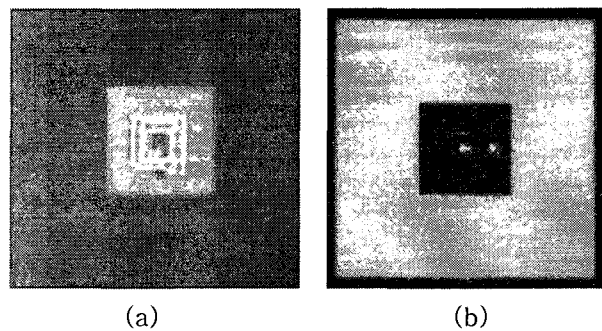


Fig2. Photo-images of inductor on FR4
(a) before and (b) after ferrite plating

3. 실험결과 및 고찰

FR4 film위에 18μm 두께, 라인 폭/라인

갭 100/100 μm 의 Cu코일과 5 μm 두께의 Ni-Zn ferrite 박막이 제조되었으며 HP8753 network analyzer와 GSG probe를 이용하여 측정된 S파라미터로부터 L값과 Q값이 계산되었다.

$$\text{Inductance (L)} = \frac{-\text{Im}(Y_{11})}{2\pi f (\text{Re}(Y_{11})^2 + \text{Im}(Y_{11})^2)} \quad Q = \frac{-\text{Im}(Y_{11})}{\text{Re}(Y_{11})}$$

L값은 200 MHz 부근까지 일정 값이 유지 되었으며 그 이후로 공진이 일어나면서 1.02 GHz 부근에서 0 로 떨어졌다. 이러한 값의 결과는 Ni-Zn ferrite의 공진주파수 1 GHz 부근 과도 일치하는 것으로 드러났다.

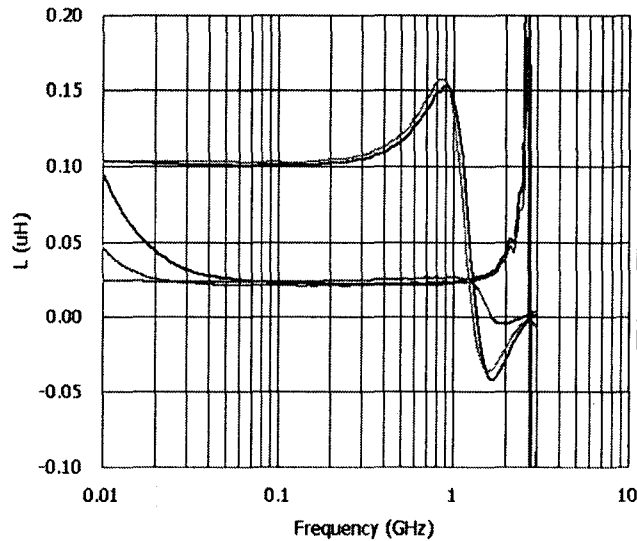


Fig. 3 Comparison of inductance profiles with or without ferrite layer

4. 결론

스핀 스프레이 방식으로 도금된 Ni-Zn ferrite를 이용하여 PCB기판 상에 인덕터를 제조하였다. 제조된 spiral 2 turn 디자인 (1.2 X 1.2 mm) 인덕터의 공진현상은 200 MHz 이후부터 발생하였으며, 인덕턴스는 100.2 nH로 동일한 형태의 공심형 인덕터에 비해 325% 증가된 값을 보였다. 이러한 결과로 볼 때, 동작주파수 3 MHz정도의 박형 PCB DC-DC converter module에 충분히 응용가능할 것이라고 예상된다.

5. 참고문헌

- [1] M.Abe and Y.Tamaura, J.Appl.Phys.55,2614(1984).
- [2] M.Abe and Y.Tamaura, Advances in ceramics 15,639(1985)
- [3] P.J. van der Zaag, P. Lubitz, Y. Kitamoto, M. Abe, IEEE Trans. On Magns. Vol. 35, No. 5, 3436(1999)