

유전율 및 전극폭의 변화에 따른 고주파 적층 칩 인덕터의 전기적 특성

전자부품연구원 임 옥*, 유 찬 세, 강 남 기

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF HIGH FREQUENCY MULTILAYER CHIP INDUCTORS AS A FUNCTION OF DIELECTRIC CONSTANT AND CONDUCTOR WIDTH

Korea Electronics Technology Institute W. LIM*, C. S. YOO, N. K. KANG

1. 서론

최근 전자기기의 발전동향을 살펴보면 표면실장기술(SMT, Surface Mounting Technology)의 발달에 따라 기기의 고주파화, 경박단소화가 가속화되고 있다. SMD(Surface Mounting Device)의 최대 이점인 소형화라는 점에서 칩 콘덴서와 칩 저항기는 가장 발달되었으며, 1608로부터 1005 혹은 0603의 형태로 제품생산동향이 바뀌고 있다. 반면에 칩 인덕터는 구조의 복잡화에 따라 소형화가 곤란하였으나, 후막기술의 적용으로 개발된 적층형 칩 인덕터가 1608까지 실용화되었으며, 소형화가 계속 진행되고 있다. 적층형 칩 인덕터의 소형화 및 전기적 특성에 영향을 미치는 인자로는 전극의 회전(Turn)수, 도체의 저항값, 전극간 두께, 전극의 선폭 및 두께, 전극의 회전반경 등을 들 수 있다. 또한 칩 인덕터의 기본재료는 저온소결용 페라이트이나, 이는 주파수 증가에 따라 수백 MHz 이상의 영역에서는 사용이 곤란하다. 따라서 Glass/Ceramic을 기본조성으로 하여 GHz대역에서도 사용이 가능한 인덕터 개발에 관심이 집중되고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 HP사의 3D 시뮬레이터인 HFSS를 이용하여 세라믹 재료의 유전율과 전극의 폭 변화에 따른 칩 인덕터의 전기적 특성의 변화에 대하여 살펴보았고, 이에 대한 결과를 확인하고자 Ag 전극과 동시소성이 가능한 저온소결 유전체재료를 이용하여 고주파 대역에서 사용가능한 1608형 칩 인덕터를 제조하여 세라믹 재료의 유전율 및 전극폭의 변화에 따른 전기적 특성의 변화를 살펴보려고 한다.

2. 실험방법

본 실험에서는 우선 HP사의 3D 시뮬레이터인 HFSS를 이용하여 유전율과 전극폭의 변화에 따른 칩 인덕터의 전기적 특성변화에 대하여 살펴보았다. 이에 대한 결과를 검증하고자 저온소결(< 900℃)이 가능한 유전체 재료로서 Ferro사의 L1 분말을 사용하였으며 세라믹 Green Sheet 제조를 위하여 바인더 시스템과 은전극은 Ferro사의 B-73225 ,FX 33-254를 각각 사용하였고 분말, 바인더, ZrO₂ Media을 혼합, 48시간동안 불밀하여 슬러리를 제조하였다. 제조된 슬러리는 탈포후 약 10,000~20,000cps의 점도를 갖도록 하였다. 이후 Tape Caster로 슬러리를 이송하여 30~100 μm의 두께를 갖는 세라믹 Green Sheet를 제조하였다. 제조된 Green Sheet에 전극이 통전될 수 있도록 Viahole를 형성하였으며, Screen Printer를 사용하여 전극을 Printing하였다. Printing된 Green Sheet는 Lamination과 Cutting을 행한후 Furnace에서 소결하였으며, 이후 외부 단자를 입혀 칩이 통전될 수 있도록 하였다. 측정은

LCR Meter, Impedance/Material Analyzer, Network Analyzer를 사용하여 Dielectric Constant, L_s , Q, SRF, R_{DC} 등의 전기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

HFSS를 이용하여 세라믹 재료의 유전율 변화에 대한 인덕턴스의 변화에 대하여 시뮬레이션을 행하였다. 이에 대한 결과는 유전율이 증가할수록 인덕턴스는 증가하는 결과를 나타내었으며 SRF는 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 물질의 유전율 변화에 따른 인덕턴스의 변화에 대해서는 많이 알려져 있지 않은데, 이 것은 인덕턴스에 대한 기본식들이 Permeability에 관한 식으로 즉 페라이트 자성에 관한 식으로만 표현되었기 때문이다. 따라서 칩 인덕터의 기본특성을 전자장에 대하여 살펴보면 전류가 흐르는 방향에 대하여 전기장과 자기장은 각각 직각으로 형성됨을 알 수 있다. 따라서 전기장의 경우 유전율이 증가하면 물질 내부의 분극률이 높아질 것을 예상할 수 있다. 따라서 유전율이 낮은 경우보다 자기장이 더 많이 유도하여 인덕턴스가 증가하는 것으로 판단된다. 그러나 유전율의 경우 주파수의 변화에 따라서 변화된 값을 갖는데 측정영역인 수백 MHz ~ 수 GHz의 경우 분극률의 변화로 인하여 유전율의 감소가 나타나는 영역이다. 따라서 주파수의 변화에 따른 유전율의 변화는 분극률에 따라 인덕턴스에 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 전극 폭의 변화에 따라서는 전극 폭이 작아짐에 따라 인덕턴스는 증가하는 반비례의 경향을 나타내었는데 이 것은 전극 폭이 감소함에 따라 전극 내부의 저항성분의 증가로 판단된다. 이에 대한 결과를 실제 칩의 제작하여 확인하였는데 유전율이 증가함에 따라 인덕턴스는 증가하고 전극폭이 감소함에 따라 인덕턴스는 증가하는 동일한 경향을 나타내었다.

4. 결론

1. 고주파 적층 칩인덕터의 유전율 변화와 전극폭의 변화에 따른 인덕턴스값 변화를 시뮬레이션 결과는 유전율 변화에 대해서는 비례하며 전극폭의 변화에는 반비례하는 결과를 나타내었다.
2. 위에 대한 결과를 실제 제작한 샘플과 비교하면 유전율 변화에 대해서는 비례하며 전극폭의 변화에는 반비례하는 동일한 결과를 확인할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] T. Nomura and A. Nakano, proceedings of the 6th ICF, pp. 1198 - 1201, 1992.
- [2] A. Nakano, et. al., proceedings of the 6th ICF, pp. 1225 - 1228, 1992.
- [3] R. E. Mistler, D. J. Shanefield and R. B. Runk, "Tape Casting of Ceramics", pp. 411-88 in Ceramic Processing Before Firing, edited by G. Y. Onoda and L. L. Hench, Wiley, Newyork (1978).
- [4] J. Y. Hsu, et. al., IEEE transactions on magnetics, Vol. 33, No. 5, september 1997.