

BaTiO₃계 적층세라믹콘덴서의 저항열화의 가속
(Acceleration of Resistance Degradation for
BaTiO₃ Based MLC Capacitors)

삼성전기(주) 종합연구소 3연구실 허_강_현 , 박 명 규

1. 서 론 :

DC전계하에서의 유전체의 저항열화는 적층세라믹콘덴서의 신뢰성을 좌우하는 중요한 고장모드이다. 유전체의 저항열화는 점진적인 누설전류의 증가를 가져오며 결국에는 디바이스와 주변회로의 고장을 초래한다. BaTiO₃와 같은 Perovskite type 유전체의 저항열화는 유전체내의 양전하 산소공공(positively charged oxygen vacancy)의 이동에 의한 전하의 농도구배 때문이라고 알려져 있다.

본 연구는 적층세라믹콘덴서의 신뢰성평가방법개발의 일환으로 BaTiO₃계 MLCC의 온도와 DC전계에 따른 열화의 가속성을 고찰하고 그 가속모델을 제시하였다.

2. 실험 방법 :

시료는 정전용량 10nF, 정격전압 50V인 BaTiO₃ base MLCC(X7R계)를 정격전압에서 24시간 스크리닝하여 제조상의 결함으로 인한 초기 고장품을 제거한 후 시험조건별로 20개씩 사용하였다. 시험장치는 시료의 저항치가 일정값이하로 감소하면 그 시료에 대해 자동적으로 전압인가를 중단하고 그때까지의 시간을 기억시키도록 제작하였다.

시험온도와 DC전압은 각각 125°C ~ 150°C, 400V ~ 700V(BDV의 85%)로 하였으며 고장판정은 온도상승에 따른 유전체의 저항변화를 고려하여 그 온도에서의 초기치의 10⁻²배 이하로 감소할때를 기준으로 하였다. Weibull분석법으로 시험데이터를 해석하고 각종 통계적 파라메타를 추출하였다.

3. 실험 결과 및 고찰 :

- (1) 150°C/550V까지는 시험조건에 관계없이 형상파라메타 $m = 2.5 \sim 3.0$ 으로 전형적인 열화특성(정규분포형)을 나타내었으나 이 이상에서는 m 값이 2배 이상으로 급격히 증가하였다.
- (2) 150°C/550V까지의 전압지수 및 활성화에너지값은 $n = 2.93$, $E_a = 1.15\text{eV}$ 이나 이 이상에서는 각각 $n = 4.77 \sim 9.34$, $E_a = 1.77\text{eV}$ 로 그 값이 훨씬 증가하였다.
- (3) 이상의 결과로부터 온도와 DC전계에 의한 유전체내의 산소공공의 이동속도가 저항열화의 율속과정이라 할 수 있으며 어느 한계(150°C/550V) 이상에서는 저항열화의 단계를 지나 thermal breakdown단계가 시작된다고 볼 수 있다.

4. 결 론 :

적층세라믹콘덴서의 저항열화와 관련된 가속모델은

$$L_r/L_a = [V_a/V_r]^{n_d=const.} \cdot \exp(E_a/k (1/T_r - 1/T_a))$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 L 은 평균고장시간, V 는 DC전압, T 는 절대온도, d 는 유전체 두께, k 는 볼츠만상수이며 n 과 E_a 는 각각 전압지수, 온도활성화에너지이다. 첨자 r 은 기준조건, 첨자 a 는 가속조건을 나타낸다. 어느 한계조건까지는 이 모델식이 잘 성립하며, 실사용상태(상온, 저전압)에서의 MLCC신뢰도평가에 유용하게 이용될 수 있다.

5. 참 고 문 헌 :

- 1) T.Baiatn, R.Waser and K.Hardti, J. Am. Ceram. Soc, 73[6], 1663 (1990)
- 2) W.J.Minford, IEEE Trans. Compon., Hybrids, Manuf. Technol., CHMT-5[3], 297 (1982)

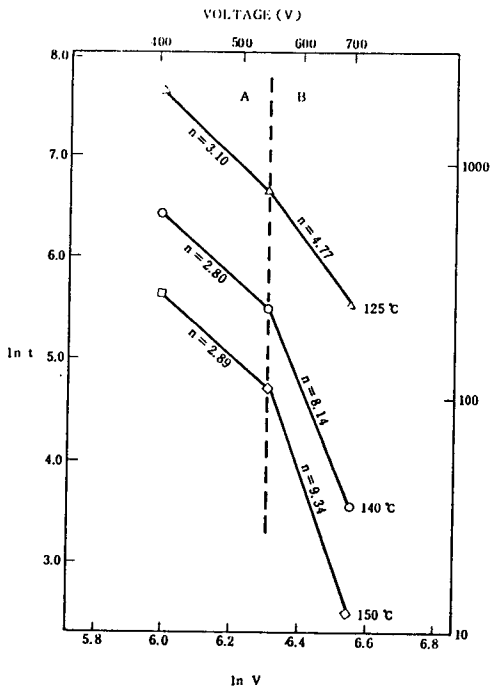


Fig.1. MTF as a function of DC voltage at various temperatures

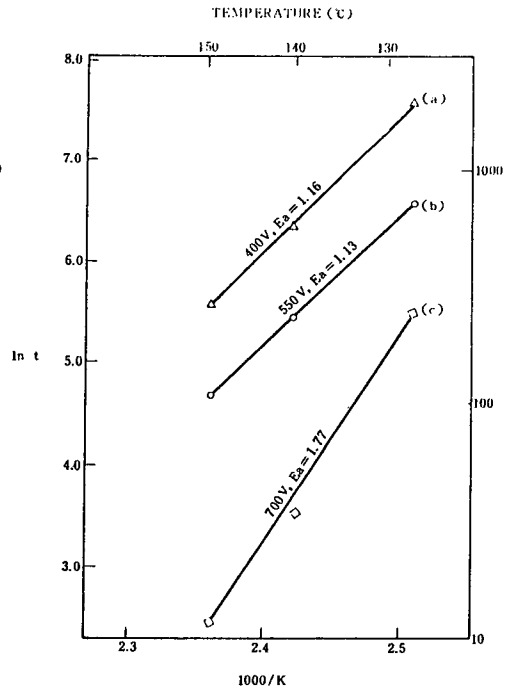


Fig.2. MTF as a function of temperature at various DC voltages