

납도금층의 酸化와 탄탈콘덴서의주파수 특성에 관한 연구

A Study on frequency characteristic of SnPb plating oxidation and Tantalum Condenser

황명구(대우전자부품(주) 탄탈사업팀)
임재규(전북대학교 기계공학부 자동차신기술 연구소)

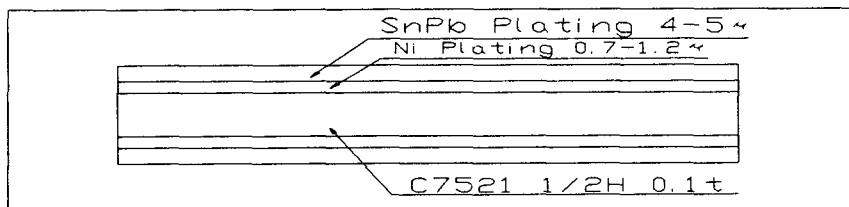
1. 서 론

최근의 정보통신, 이동통신 등의 발전과 함께 탄탈륨 고치전해콘덴서는 그 수요가 급성장하고 있으며 소형대용량화, 고신뢰성등 고객요구에 대응하고 있다. 탄탈콘덴서는 온도특성 및 주파수 특성이 우수하나 사용원자재의 물리적, 전기적 특성이 확보되지 않으면 신뢰성을 확보할수 없다. 유극성인 탄탈륨 콘덴서는 전극을 인출하기 위해서 리드프레임을 단자로서 이용하고 있다. 리드프레임은 전기전도도, 납땀성 등의 특성이 요구되어 모재에 SnPb도금을 실시하게 된다. 그러나 납도금은 Tantalum소자와 리드프레임의 용접성을 저하시키는 요인이 되기도하며 산화로 인한 탄탈콘덴서 계면의 접촉저항을 증대시켜 특성열화 및 품질사고를 유발하게 된다. Tantal 전해 Condenser는 탄탈금속(Ta)을 양극금속으로서 표면에 전기화학처리에 의해서 형성된 탄탈륨산화피막인 Ta_2O_5 을 유전체로 하고 있다. 또한 유전체피막위에 전해질로서 이산화망간층(MnO_2) 을 형성한다. 이산화망간층위에는 전기적접촉을 좋게하기위해 카본 및 은을 도포한후 리드프레임을 이용한 전극을 인출하는데 본 연구에서는 리드프레임의 SnPb도금층 산화가 탄탈소자와의 계면에 어떠한 물리적변화가 있는지 고찰하고자 한다.

2. 실험재료 및 실험방법

(1) 실험재료

실험에 사용된 재료는 탄탈콘덴서 CHIP 16V33 μ F를 사용하였다. 리드프레임은 탄탈콘덴서 양산용 자재를 사용하였는데 납도금후 산화 및 흡습을 방지하기 위하여 밀폐포장상태로 30일이 경과된것과 상온대기중에 300일 방치한 것을 시료로 선정하였다. 실험에 사용된 리드프레임의 단면구조는 Fig.1과 같다.



(2) 실험 장치

본 실험에서 사용한 주요 장치는 탄탈콘덴서 양산장비를 이용하였으며 카본/은도포가 종료된 소자를 프레임용접기 및 Mold Press를 이용하였다.

탄탈소자의 Wire를 리드프레임에 Spot Welding하여 양극을 인출하고 음극은 은접착제를

리드프레임에 도포하여 전극을 인출하였다. 프레임용접이 종료된 시료를 Epoxy Mold Compound로 외장하여 4시간 몰드수지 경화를 실시하였다.

(3) 실험계획표

리드프레임	온도 조건		
	160℃	240℃	280℃
산화미발생품	EXP#1	EXP#2	EXP#3
산화발생품	EXP#4	EXP#5	EXP#6

- * 리드프레임 산화미발생품: 납도금후 30일 경과
- * 리드프레임 산화발생품: 납도금후 300일 경과

3. 실험결과 및 고찰

(1) 고온 산화에 따른 IMPEDENCE 특성

Fig.2,3,4의 윗쪽그래프는 고온열충격전 후의 콘덴서의 Impedence 특성을 나타내었다. 탄탈콘덴서는 리드프레임단자의 Inductance, 양극 음극 인출구조상의 저항, 탄탈산화피막의 등가직렬저항 및 정전용량이 조합되어 있으므로 콘덴서의 교류저항으로서 Impedence로 나타내며 단위는 Ω으로 표시된다. Impedence치가 낮으면 낮을수록 좋은콘덴서로 평가하게 한다. 임피던스의 특성은 저주파에서 높게 나타나며 고주파로 갈수록 낮아지면서 100KHz를 축으로 해서 다시 높아지는 것으로 나타났다. 이는 콘덴서의 전기적 특성으로 기인한 것으로 사료된다. 다만 Tantal소자의 제조조건이나 소자내부 계면의 접촉저항 특히 프레임과 Tantal소자와의 계면결합력등이 임피던스의 특성에 영향을 주는것이며 리드프레임의 납도금층의 산화와 Tantal소자와의 조립상태가 불완전하였을때는 접촉저항의 증대로 임피던스특성산포가 불균일해질것으로 사료된다.

(2) 고온 산화에 따른 ESR 주파수 특성

Fig.2,3,4의 아래쪽 그래프는 탄탈산화피막인 유전체의 저항성분과 전해질등 계면을 형성하는 재료고유의 전기전도도와 접촉저항에 의해서 결정되는 것으로 ESR값이 낮으면 낮을수록 좋은콘덴서로 평가하게 한다. ESR 특성은 저주파에서 높게 나타나며 고주파로 갈수록 낮아지면서 500KHz를 축으로 해서 다시 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 Impedence특성치보다는 낮게 나타났다. 콘덴서의 전기적 특성으로 기인한 것으로 사료된다. 프레임별로 ESR특성치를 비교해보면 프레임산화발생품이 미발생품에 비해서 ESR특성치가 높게 나타났다. 이는 프레임납도금층의 산화영향에 의한 것으로 사료된다. 결국 Tantal소자와 전극을 이루고 있는 리드프레임의 계면에 접촉저항을 증대시키고 이로인해서 ESR특성에 영향을 주었을것으로 사료된다.

ESR특성은 콘덴서의 등가직렬저항으로 콘덴서 발열의 직접적인 요인으로서 작용하게 된다. 특히 NOTE-PC 등의 전원 회로에서는 ESR값이 높은 콘덴서를 사용하게 될경우 Tantal소자내부의 주울열 발생에 따른 탄탈산화피막인 유전체의 절연파괴를 초래하여 콘덴서가 고장을 일으키게 되며 SET제품의 치명적인 손상을 가져올수 있을것으로 사료된다.

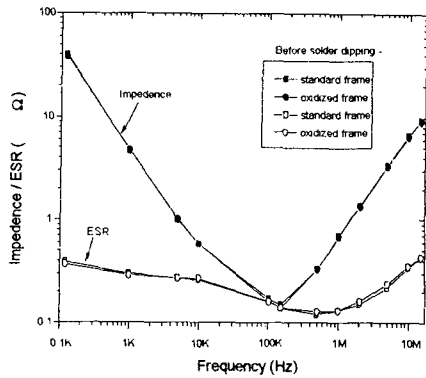


Fig.2 Impedance,ESR frequency characteristics after solder dipping

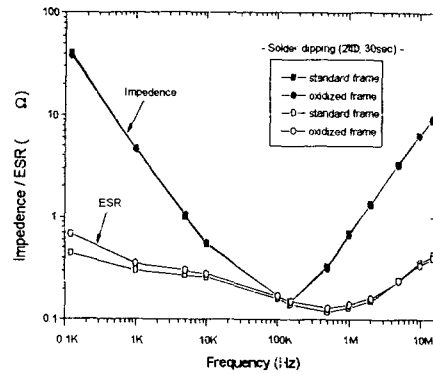


Fig.3 Impedance,ESR frequency characteristics before solder dipping at 240°C

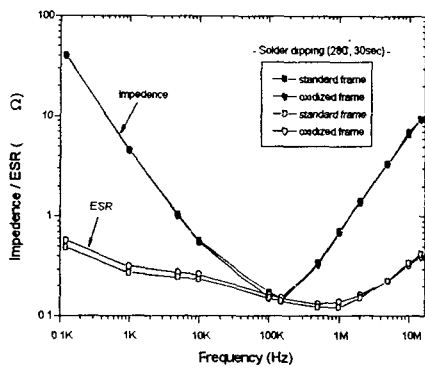


Fig.4 Impedance,ESR frequency characteristics after solder dipping at 280°C

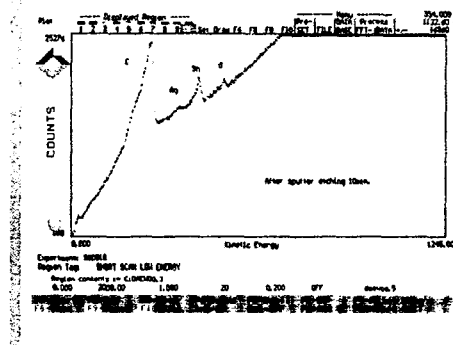


Fig.5 Electron Spectroscopy analysis

(3) SnPb도금층의 산화현상

1) 리드프레임과 은접착제 계면의 산화현상 고찰

탄탈콘덴서의 특성중 용량과 손실 특성이 불안정한 시료를 선정하여 리드프레임과 은접착제 계면에서 Tantal소자의 은Paste피막에 형성된 진한회색계통의 산화물을 이온전자분광분석을하여 Fig.5에 나타내었다. 그림에서 나타난바와 같이 Sn과 O가 검출되었는데 이는 Tantal소자에 형성된 산화물이 SnO로서 절연물질이다. 따라서 이 절연물층이 리드프레임과 은접착제의 계면에 존재하여 전기적인 전도도를 저하시키는 것으로 나타났다. 따라서 손실저항이 증대하며 산화발생정도에 따라서 콘덴서의 특성불안정 요인으로서 작용하게 된다. 특히 전극인 리드프레임과의 접촉력을 저하시킴으로서 콘덴서의 용량출현이 안되어 콘덴서의 기능을 상실하게 되며 용량출현이 된다하더라도 손실특성 및 ESR특성이 불안정하게 되어 신뢰성을 확보할수 없게 된다.

2) 리드프레임도금층의 변화고찰

Fig.6은 리드프레임의 표면 산화상태를 나타내었다. 리드프레임의 표면납도금상태는 광택이 있으며 은백색의 색깔을 띠고 있으나 대기중의 산소, 또는 흡습등의 요인으로 납도금층이 산화가 된다. 납의 산화층은 절연물질로서 전기전도도를 저하시키며 콘덴서의 특성 불량을 유발시켜 제품의 신뢰성을 확보할 수가 없는 것이다. 특히 Tantal소자와의 계면접촉저항을 증대시켜 고주파 손실특성은 물론 ESR특성, IMPEDENCE특성을 열화시킨다. Fig.6은 리드프레임의 납도금층이 고온 열충격에 의하여 도금층의 열화되는 현상을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 산화등에 의하여 열화된 리드프레임 납도금층은 열적 stress 등에 의하여 납도금층이 백화현상처럼 물리적 특성이 저하되어 용융, 산화 되는 현상을 고찰할 수가 있다. 이로 인하여 Tantal소자와 은접착제의 계면에 접촉을 저하시키며 손실특성 및 용량특성을 불안정하게 한다. 따라서 이러한 콘덴서는 내구성이 열화되어 열악한 주변환경이나 물리적 충격에 신뢰성을 갖지 못하게 된다. 이로인해서 접촉저항이 증대되어 손실특성 및 ESR특성이 저하되면 콘덴서가 전압 전류 변동에 민감하여 불안정한 전기적인 특성을 유발시킨다. 따라서 고주파 회로적용시 소자내부에 접촉저항증대로 인한 주울열 발생으로 콘덴서가 고장에 이르게 된다.



Fig. 6 Micrographs of SnPb Plating oxidized at high temperature

4. 결 론

탄탈콘덴서의 전극재료인 리드프레임의 SnPb도금층의 고온산화에 의한 제품에 미치는 영향을 평가하기 위해서 고온 열충격실험후 콘덴서의 전기적특성을 Impedance analyzer를 이용하여 측정하고 리드프레임의 산화발생부에 대해서 전자현미경으로 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) SnPb도금층의 고온산화층은 절연층으로 형성되어 탄탈소자와 리드프레임의 계면에 접촉저항을 증대시켜 전기전도도를 나쁘게하며 이로인하여 콘덴서의 손실특성을 열화시키는 것으로 나타났다.
- (2) 리드프레임의 SnPb도금층은 고온열처리(240~280℃)에서 도금층이 용융되어계면간의 공극이 발생되어 접촉이 불완전하게 되어 콘덴서의 전기적 특성이 불안정하며이로인해 신뢰성을 확보할수 없게 된다.
- (3) 탄탈콘덴서에서는 다양한 계면간의 접착력을 강화하면 할수록 특성이 안정되고 신뢰성을 높일수 있는데 양산LINE에서 사용하는 리드프레임등의 안전보관기준등 특별히 산화를 방지하기 위해서 포장방법 및 보관조건 등의 개선이 필요하다.