

## 알루미늄 전해 콘덴서에 있어서 화성전압이 전기적 특성에 미치는 영향

주 준섭\*, 김 정태, 구 자운 (한양대학교)

### The Effect of Forming Voltage on Electrical Characteristics in Aluminium Electrolytic Capacitors

J.S.CHOO\*, J.T.KIM, J.Y.KOO ( HANYANG UNIV.)

#### 요 약

알루미늄 전해 콘덴서에 있어서 유전체로 사용되는  $Al_2O_3$  산화 피막의 두께와 형상이 콘덴서의 전기적 특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여, 저압 16 V급과 고압 200 V급으로 선정하여 화성전압을 변화시켜 시료 콘덴서를 제작한 후 전기적 제 특성을 측정하였다. 그 결과, 화성 전압이 높아질수록 산화 피막의 두께가 두껍게 형성되고 정전 용량은 감소하였으며, 유전 손실과 누설전류도 감소하였다. 또한, 장시간 수명시험을 수행한 결과 전기적 특성이 보다 안정되었음을 알았다.

#### I. 서 론

알루미늄 전해 콘덴서는 알루미늄 산화 피막의 비유전율이 8 - 10 정도로 다른 콘덴서에 비하여 큰 값은 아니지만, 알루미늄 표면을 예칭 처리함으로써 표면적을 확대시키고, 내전압이 높은 산화 피막을 전기화학적 처리에 의해 얇게 형성시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서, 알루미늄 전해 콘덴서는 다른 종류의 콘덴서에 비해 CV적당 체적이 작기 때문에 많은 용량을 얻을 수 있고, cost가 낮아 산업기기로 광범위하게 사용되고 있다.

한편, 알루미늄 전해 콘덴서의 크기는 산업에 있어서 부품의 경박 단소화의 요구에 따라 대체로 매년 10 % 정도씩 소형화되고 있는데, 구체적인 예를 들면, 200 WV 470  $\mu$ F 알루미늄 전해 콘덴서의 경우, 1978 년에 31.5  $\phi$  x 63  $\ell$  이던 것이, 1981 년에는 22  $\phi$  x 50  $\ell$ , 1983 년에는 22  $\phi$  x 45  $\ell$ , 그리고, 1990 년에는 22  $\phi$  x 35  $\ell$  로 축소되었다. 따라서, 이러한 소형화 추세에 대응하기 위하여 알루미늄 박의 예칭 비율을 향상시켜 표면적을 확대시키는 것이 요구되고 있다.

그러나, 내전압의 형성을 위하여 가해주는 화성 전압에 따라 알루미늄 산화 피막의 두께가 변화되고, 이에

따라 정전용량이 변화됨과 아울러 알루미늄의 예칭 효과를 감소시키기도 하는 문제점이 있다. 또한, 화성 전압을 변화시킴에 따라 Impedance 특성,  $\tan \delta$  특성 및 누설전류 특성이 달라지기 때문에 보다 우수한 알루미늄 전해 콘덴서를 만들기 위해서는 화성 전압에 따른 콘덴서의 제 특성을 살펴볼 필요가 있으며, 국내에서는 아직까지 이에 따른 연구가 미흡하여 고압용 콘덴서의 경우 외국에서 화성된 알루미늄 박을 수입하고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 관점으로부터 알루미늄 전해 콘덴서의 특성 향상을 위하여 저압 및 고압용 콘덴서의 예칭된 알루미늄 박에 여러 화성 전압을 가하여 화성시킨 후, 시료 콘덴서를 제작 하였다. 그 후, 이 시료 콘덴서를 이용하여 화성 전압의 변화에 따른 콘덴서의 전기적 제 특성을 조사하였다.

#### II. 실험 방법

본 연구에서는 순도 99.9 % 이상의 저압용 및 고압용 알루미늄 예칭박을 사용하여, 화성 전압을 가해 저압용으로 16 WV 2200  $\mu$ F, 고압용으로 200 WV, 150  $\mu$ F 콘덴서를 제작하였다. 이 때, 화성 전압의 변화에 따른 전기적 제 특성을 조사하기 위하여 저압용으로는 20 V, 25 V, 30 V의 화성 전압을 가하였고, 고압용으로는 250 V, 260 V, 275 V의 화성 전압을 가하였다. 표 1 에 시료 콘덴서의 제작 조건을 나타내었으며, 여기서 양극박과 음극박의 단위  $cm^2$  당 정전용량의 값은 1 x 10  $cm^2$  의 화성된 알루미늄 박을 전해액에 담그고 HP의 4274A LCR Meter를 이용하여 120 Hz에서 측정하였다.

전기적 특성 시험은 KSC 6421, IEC 384-1의 전해 콘덴서 통칙에 의하여 수행하였으며, 시험한 항목은 표 2 와 같다.

이 때, 사용한 장비는 정전 용량과  $\tan \delta$  측정용으로 4274A LCR Meter, 누설전류 측정용으로 KOHAN S-577 및 항온 항습조를 사용하였으며, 충방전 시험은 시정수 0.1로

재료	시료	양극박	음극박	전해액
시료 콘덴서				
	고압 콘덴서	1-1	250V 20x 930 mm <sup>2</sup> 0.99 μF/mm <sup>2</sup>	비저항 1120 Ω PH 3.71 (30 °C)
		1-2	260V 20x 990 mm <sup>2</sup> 0.81 μF/mm <sup>2</sup>	
200W/150 μF (시료수 각 30 개)	1-3	275V 20x 1084 mm <sup>2</sup> 0.74 μF/mm <sup>2</sup>		
저압 콘덴서	2-1	20V 15 x 370 mm <sup>2</sup> 51.5 μF/mm <sup>2</sup>	비저항 126 Ω PH 3.87 (30 °C)	
	2-2	25V 20 x 410 mm <sup>2</sup> 45.0 μF/mm <sup>2</sup>		
	2-3	30V 15 x 570 mm <sup>2</sup> 307 μF/mm <sup>2</sup>		
16W/2200 μF (시료수 각 30 개)				

표 1. 시료 콘덴서의 종류 및 재료의 제질

본 실험실에서 직접 제작하여 수행하였다.

한편, 화성된 알루미늄 박의 조직을 관찰하기 위하여 SEM으로 예정된 형태와 길이, 직경 등을 관찰하였다. 이 때, 알루미늄 에칭액은 화성박을 인산크롬산액 ( 20g CrO<sub>2</sub> + 35 ml 85 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> +1000 ml H<sub>2</sub>O ) 으로 처리하여, 화성된 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 피막만을 용해시켜 예정된 표면과 측면을 관찰하였다. 그리고, 산화 피막의 관찰은 화성박을 브롬메탄올산액 ( 메탄올에 10 %의 Br<sub>2</sub>을 용해한 액 ) 으로 100 °C에서 알루미늄 만을 용해시켜 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 산화 피막의 표면과 측면을 관찰하였다.

시험 항목	시료 수량
* 초기 특성 ( 용량, 손실, 누설전류 )	30 개
* impedance, 직렬등가저항 ( ESR )	5 개
* 총방전 시험	5 개
* 온도 특성 시험, (주파수 및 impedance 시험)	5 개
* 수명 시험	
부하 시험	10 개
방치 시험	10 개

표 2. 시험 항목

### III. 실험 결과

저압 및 고압 시료 콘덴서의 온도에 따른 정전용량 tanδ 및 누설전류 특성을 그림 1과 그림 2에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 저압 및 고압 콘덴서 모두의 경우 화성 전압이 높은 시료일수록 정전 용량의 변화율이 적었으며, tanδ 및 누설전류 값은 낮게 나타났다.

또한, 그림 3 및 그림 4에 나타난 바와 같이 주파수 변화에 따른 impedance 특성의 경우에는 저온으로 갈수록 impedance 값이 증가하였으며, 화성 전압이 높은 시료일수록 주파수에 따른 impedance의 값이 낮게 나타났다.

한편, 장시간 수명 시험에 대해서는 고압 시료 콘덴서의 경우 85 °C에서, 저압 시료 콘덴서의 경우 105 °C에서 부하 시험 및 방치 시험을 수행한 후 정전 용량과 tanδ 및 누설전류를 측정하였다. 그림 5와 그림 6은 저압 콘덴서의 경우이고, 그림 7과 그림 8은 고압 콘덴서의 경우를 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 시간이 경과함에 따라 각 시료 모두 정전 용량은 감소하였고, tanδ는 증가하였다. 그리고, 누설 전류의 경우에는 시험 시간이 경과함에 따라 부하 시험일 때에는 감소하였으나, 고온 방치 시험일 때에는 상당히 증가하였다. 그러나, 화성전압의 변화에 따른 결과를 볼 때, 중고압 콘덴서나 저압 콘덴서 모두 화성전압이 높아질수록 정전용량과 tanδ 및 누설 전류의 시험 시간에 따른 변화율이 적었다. 따라서, 표 1에서 보는 바와 같이 단면적당 높은 정전용량 값을 갖는다는 불리하지만 장기 수명 시험의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 보다 안정된 콘덴서의 전기적인 특성을 얻을 수 있었다.

IV. 결 론

알루미늄 전해 콘덴서의 전기적 특성을 향상 시키기 위하여 화성 전압의 변화에 따른 전기적 특성의 변화를 조사해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 고압 및 저압 콘덴서 모두의 경우 화성전압이 높아질수록 정전용량의 변화율은 적었으며,  $\tan\delta$  및 누설전류의 값은 낮게 나타났다.
2. 주파수 변화에 따라 저온으로 갈수록 impedance 값이 증가하였으며, 화성전압이 높은 시료일수록 impedance 값이 낮게 나타났다.
3. 장시간 수명 시험에 대해 고압 및 저압 콘덴서 모두의 경우 보다 안정된 전기적 특성을 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. ALUMINIUM 乾式電解 CONDENSER, 永田伊佐也, p. 147 (1985)
2. CONDENSER 最近技術과 材料, 野津昭彦 p. 260 (1986)
3. 금속표면처리기술, 과학평론사, p.673 (1980)
4. ALUMITE 電氣化學, 佐藤敏彦, p.111 (1986)
5. Electrochemical Engineering, C.L.Mantell, p. 107 (1960)

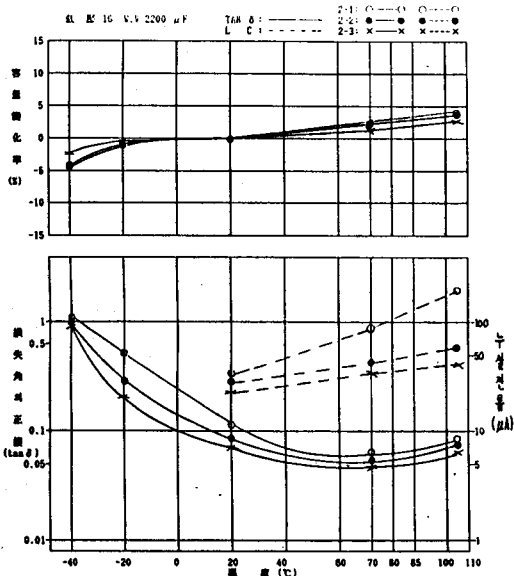


그림 1. 저압 시료 콘덴서의 온도 특성

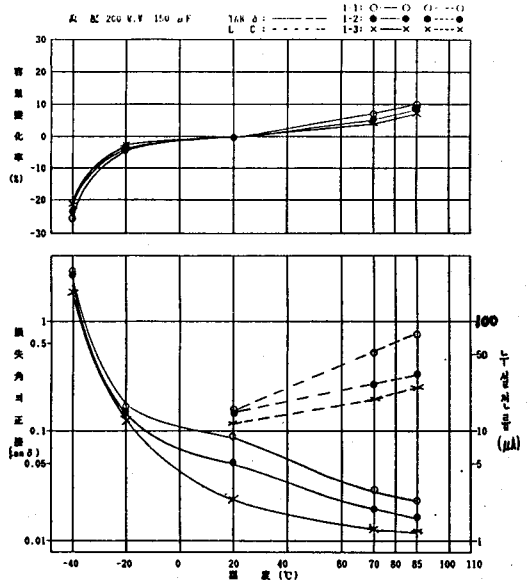


그림 2. 고압 시료 콘덴서의 온도 특성

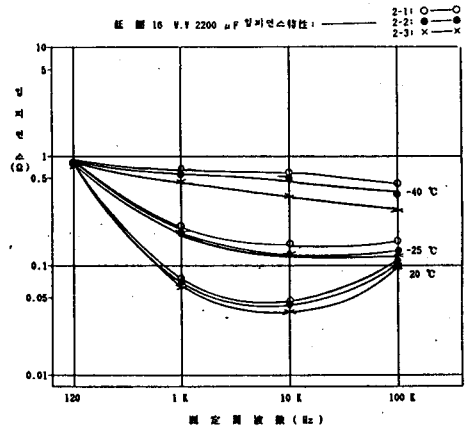


그림 3. 저압 시료 콘덴서의 주파수-impedance 특성

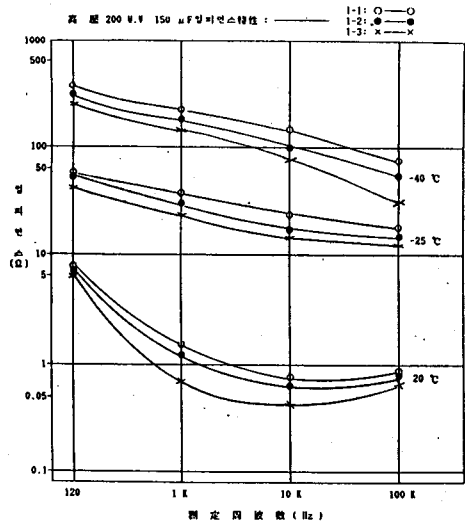


그림 4. 고압 시료 콘덴서의 주파수-impedance 특성

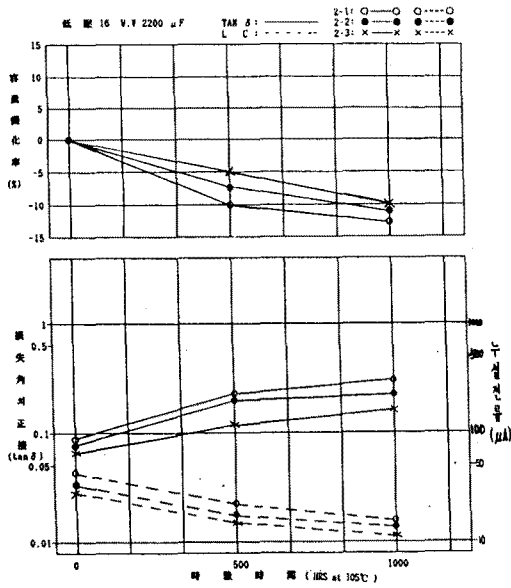


그림 5. 저압 시료 콘덴서의 부하 수명 시험

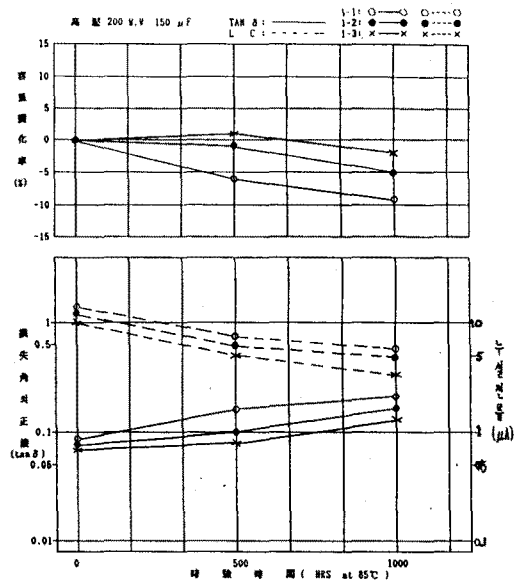


그림 7. 고압 시료 콘덴서의 부하 수명 시험

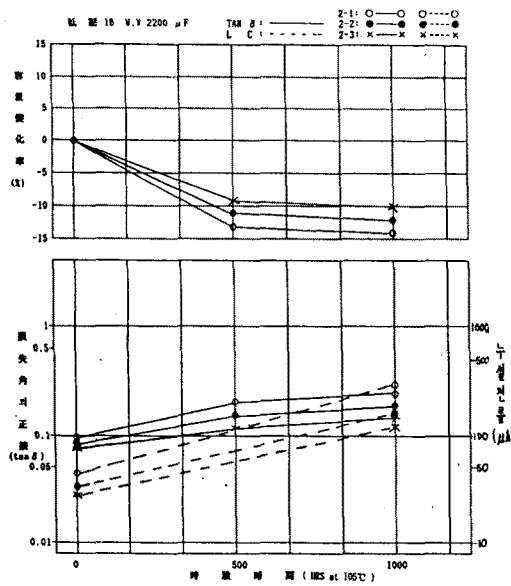


그림 6. 저압 시료 콘덴서의 고온 방치 수명 시험

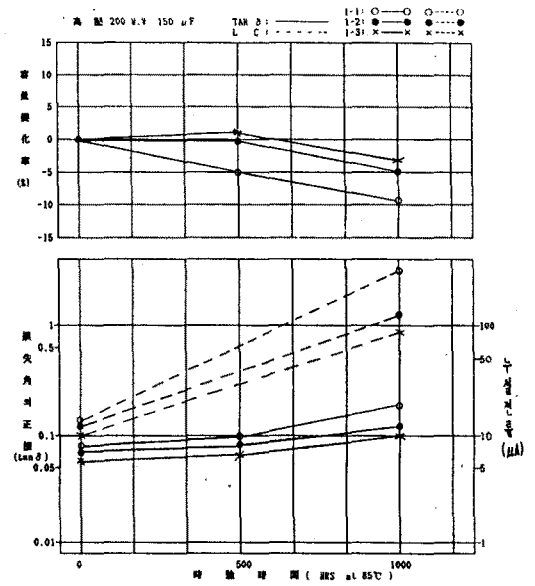


그림 8. 고압 시료 콘덴서의 고온 방치 수명 시험