

Composite-Thermistor의 제작과 그의 응용

최 현 일
동아대 대학원

사 공 건
동아대 교수

Fabrication and its Application of
Composite-Thermistor

Heon-Il Choi[○] Geon Sa-gong
Dept. of Electrical Eng., Dong A Univ.

Abstract

In this paper the fabrication and application of Composite-Thermistor were studied.

Composite-Thermistor specimens were made by conventional process. Some compounds of vanadium oxides and semiconductor oxides as a fillers were used to fabricate Composite-Thermistor, and Epoxy Resins are used as a polymer matrix. The results of resistivity-temperature characteristics were measured in the range from $-100(^{\circ}\text{C})$ to $200(^{\circ}\text{C})$. The harder polymer, Eccogel series #1365-80 and Spurr Epoxy are more preferable compared to the Eccogel (1365-45) with some fillers.

1. 서 론

더어미스터(Thermistor)는 전기저항에 대하여 매우 큰 온도계수를 갖게하기 위하여 특별히 만들어진 반도체 세라믹 산화저항체라 할 수 있다.¹⁾

온도에 따른 저항특성에 관한 연구는 Single Phase에 대해서는 활발히 진행되고 있으나 복합 더어미스터는 연구되고 있지 않는 실정이다.

따라서 각종 산화물의 단점을 보완하고 전기적, 기계적 성질을 개선, 향상시키기 위해 Composite-Thermistor를 제작하였으며, filler로서는 니오븀계 및 티타늄계 산화물을, Polymer Matrix로서는 Epoxy 수지 계통을 사용하였다.

본 논문에서는 NTC특성을 나타내는 각종 산화 바나듐과 PTC특성을 나타내는 Ti_2O_3 , NbO_2 등을 Epoxy 수지계통과 Volume를 변화시켜 복합 더어미스터를 만들어 그들의 특성을 연구하였다.

2. 실험

2-1. 시편제작

금속산화물과 반도체산화물을 1:1로 Ball-Mill을 이용해 70RPM으로 8시간²⁾ 혼합시킨 다음 Polymer Matrix로서 Eccogel 및 Epoxy수지 계통을 20~30 : 80~70의 Volume로 혼합하여, 7,500[PSI]의 압력하에서 시편을 만들고, 70°C에서 8시간 경화(Curing)시켰다.

다음 각종 산화물과 Polymer를 Volume를 변화시켜 가며 각종 시편을 제작하여, 시편의 양면에 Silver Paste 전극을 부착하여 저항을 측정하였다.³⁾

2-2. 특성치의 측정

Composite-Thermistor의 저항률은 Electrometer(KEITHLEY, Model 617)로 측정하였으며, 온도는 -100°C 에서 200°C 까지의 범위에서 온도를 $5(^{\circ}\text{C})$ 단위로 변화시켜 가면서 저항률을 측정하였으며 측정값은 Sample 5개를 평균한 값이다.

2-3. 결과 및 고찰

그림 1은 filler particle로 V_2O_3 를, Polymer Matrix로는 Eccogel(1365-45) 및 Eccogel(1365-80)을 20:80의 Volume로 섞어서 $70(^{\circ}\text{C})$ 에서 8시간 경화시킨 다음 측정, 비교한 저항-온도 특성이다.

그림 2는 CTR(Critical Temperature Resistor)특성을 나타내는 VO_2 ^{4,5)}와 PTC특성을 나타내는 Ti_2O_3 , NbO_2 그리고 Polymer Matrix로 쓰인 Eccogel 45와 Eccogel 80을 각각 30:30:40의

Volume로 섞어서 앞에서 기술한 방법과 같이 저항-온도 특성을 측정 한 것이다. 6)

그림 3, 4는 Polymer Matrix로서 Eccogel 80과 Spurr Epoxy(조성비 표1참조)를 사용하여 Volume를 각각 $VO_2:Ti_2O_3$:고분자재료의 비가 20:40:40 과 40:30:30 되게 섞어서 저항특성변화를 측정 한 것이다.

그림 3에서 Spurr Epoxy를 사용한 시편이 좁은 온도폭에서 저항의 변화가 급상승 및 급강하 하였다. 이는 Spurr Epoxy가 Eccogel보다 Hard한 Polymer이기 때문으로 생각된다.

그림 4에서는 측정 결과는 그림 3과 별 차이는 없으나 전이온도가 저온측으로 이동되었다.

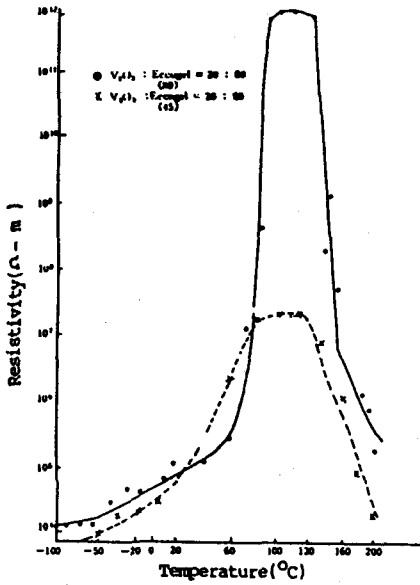


그림 1. V_2O_5 thermistor의 저항-온도 특성

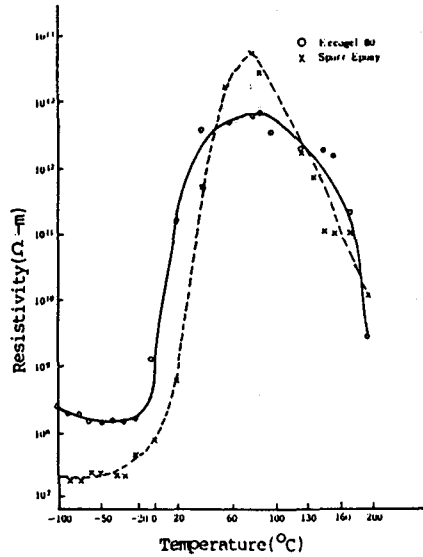


그림 3. Composite-thermistor의 저항-온도 특성

$$VO_2:Ti_2O_3: \begin{pmatrix} \text{Eccogel 80} \\ \text{or} \\ \text{Spurr Epoxy} \end{pmatrix} = 2 : 4 : 4$$

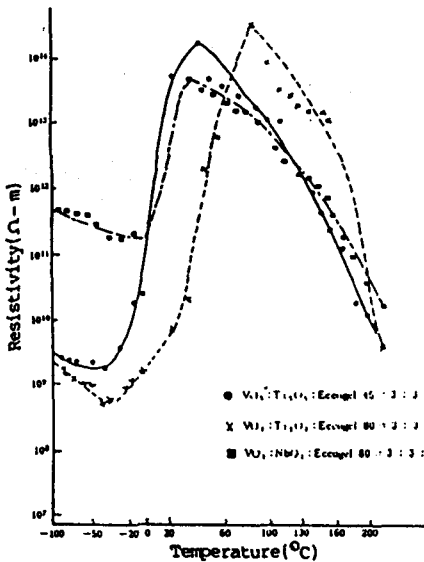


그림 2. Composite-thermistor의 저항-온도 특성

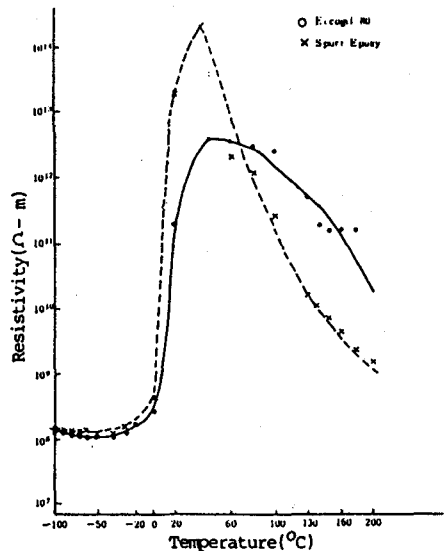


그림 4. Composite-thermistor의 저항-온도 특성

$$VO_2:Ti_2O_3: \begin{pmatrix} \text{Eccogel 80} \\ \text{or} \\ \text{Spurr Epoxy} \end{pmatrix} = 4 : 3 : 3$$

표1. Spurr Epoxy 조성비

성분	NSA	VCD	DER	DMA
무게				
중량(g)	26.0	10.0	4.0	0.4

그림 5,6은 filler V_2O_5 와 NbO_2 를 Polymer Matrix(Eccogel 80 및 Spurr Epoxy)에 혼합한 것으로 그림5는 $V_2O_5:NbO_2$:고분자 Matrix의 Volume%가 30:20:50이고 그림6은 20:40:40이다.

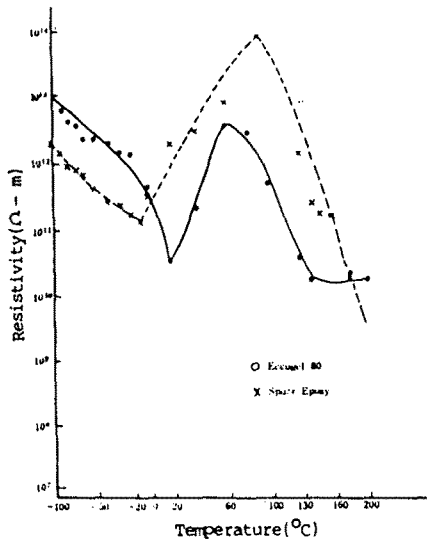


그림 5. Composite-thermistor의 온도-저항 특성

$V_2O_5:NbO_2$: (Eccogel 80 or Spurr Epoxy) = 3 : 2 : 5

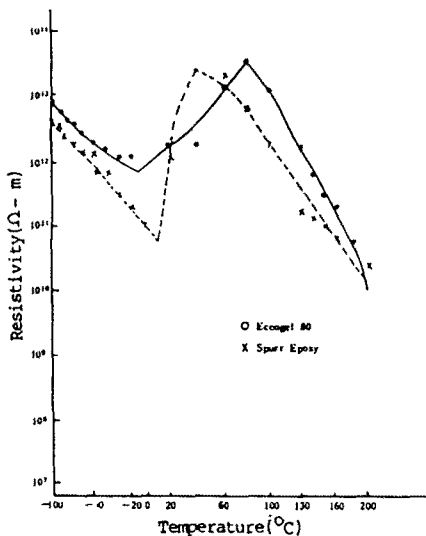


그림 6. Composite-thermistor의 저항-온도 특성

$V_2O_5:NbO_2$: (Eccogel 80 or Spurr Epoxy) = 2 : 4 : 4

Thermistor의 저항-온도곡선에서 PTC 및 NTC effect를 비교하기 위해 전압-전류 Curve등 Composite-Thermistor에 대해 연구중 이다.

3. 결 론

- (1) 금속 및 반도체 산화물과 Polymer의 최적 Volume%는 20:80 금속:반도체:Polymer일 경우 30:30:40일 때가 최적의 조건이었다.
- (2) NbO_2 와 Ti_2O_3 를 배합하면 NTC, PTC 효과를 나타내는 온도 폭이 좁아지며 조성비에 따라 전이온도의 조정이 가능하였다.
- (3) Eccogel 80과 Spurr Epoxy와 같이 Hard한 Polymer 일수록 저항률의 변화가 컸다. 보다 깊은 연구가 계속되면 무접점 스위치로서 응용 가능성이 기대된다.

참 고 문 헌

- 1) MICHAEL B. BEVER, "Encyclopedia of Materials Science and Engineering", Volume 4, The M.I.T. Press, Pergamon Press, U.S.A., (1986), PP. 3237 - 3240
- 2) [표] 山崎 清, "세라믹 유전체공학", 학현사, 동경, (1978) PP.57 - 60
- 3) Jastrzebski, "Nature and Properties of Engineering Materials", Wiley International Edition, U.S.A., (1959), PP.337 - 338
- 4) 파인 세라믹스사전 편집위원회, "파인 세라믹스사전" 기보당 출판, 동경, (1987), PP.447 - 466
- 5) R. S. Perkins, A. Ruegg, M. Fischer, P. Streit, and A. Menth, "IEEE. Trans. Component, Hybrids and Manufact. Tech. ", CHMT - 5, 225, (1982)
- 6) R. Burtnikus, "Dielectric Loss in Solids ", ASTM Tech. Pub., Philadelphia, (1982), PP. 15 - 117