

# 폴리머 후막 저항체의 제작 및 경화 온도에 따른 저항 값 변화에 대한 연구

유명재, 이상명, 박성대, 강남기  
전자소재패키징센터, 전자부품연구원

## Fabrication of polymer thick film resistor and study on resistance variation regarding curing temperature

Myong Jae Yoo, Sang Myong Lee, Seong Dae Park, Nam Kee Kang  
EM&PR center, Korea Electronics Technology Institute

**Abstract :** Polymer thick film resistor paste was fabricated using various materials. Inorganic materials of carbon black and graphite were selected as fillers and epoxy resin was selected as organic material. Solvent with high boiling temperature was applied to adjust viscosity. A designed test coupon pattern was used to evaluate fabricated resistors. Aspect ratio of 1 was selected for evaluating resistor values. Electrical properties of fabricated resistors were measured and their values analyzed in relation to paste composition. PTF fabricated using carbon black as fillers achieved resistor value of 530Ω/sq.

**Key Words :** PTF(Polymer thick film), resistor, cure, carbon black

### 1. 서론

전자부품의 소형화에 따라 프린트 기판 상에서 실장부품의 반 이상을 차지하는 저항부품을 줄이는 신기술로서 절연 분말과 폴리머를 혼합한 폴리머 후막 paste가 주목 받고 있다. 또한 폴리머 후막 paste에 의해 저항 부품 삽입 삭감, Solder-less에 의한 신뢰성 향상, 부품실장 비용 절감의 효과를 얻을 수 있다. 또한 넓은 범위의 저항값 구현과 저항체 형성의 편의성 및 타 공정에 비하여 저렴한 가격 등의 장점이 부각되고 있다. 그러나 온도와 공정 조건에 따라 형성된 저항체의 크기에 따라 상당한 저항 값의 변화가 초래되는 것으로 알려져 있으며 기판 내부에 삽입하기 위하여 기판과의 매칭성에 등에 관한 연구가 미진한 상태이다.

Component	Percentage of Total
Capacitors	40%
Resistors	33%
Miscellaneous Parts	18%
Integrated Circuits	5%
Connectors	4%

표1. 컴퓨터 보드에 실장되는 부품의 비율

표 1은 컴퓨터 보드에 있어서 실장되는 부품의 개수를 비교한 것이다. 실제적으로 많은 부분들이 저항이 차지하고 있음을 알 수 있다. 이러한 배경에 기인하여 보드 내부에의 삽입으로 인한 저항 부품 개수의 삭감 등등의 효과를 얻으려 하고 있다.

본 연구에서는 카본 블랙 및 graphite을 이용하여 열경화형 후막 저항 페이스트를 제작하고 후막 공정을 거쳐서 제작한 저항체의 경화에 따른 저항 값의 변화에 대하여 고찰하였다.

### 2. 실험

실험에 사용한 무기물 재료의 물성 및 특성은 표1과 같다.

Material	Model	Particle Size (nm)	Surf. Area N <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> /g)	DBPA (cm <sup>3</sup> /100g)	Density (g/l)
Carbon black	Vulcan XC72R	30	254	192	100
	EC-300J	36.5	950	360	
Graphite	HJS-905	4500			

표 2. 페이스트 합성에 사용된 필러 특성

저항체 페이스트 합성에 이용된 유기물의 경우는 노블락 계열의 에폭시와 경화제를 고비점 용매에 녹여서 레진을 제작하였다. 아래 그림 1은 사용된 에폭시의 화학 구조를 보여 주고 있다.

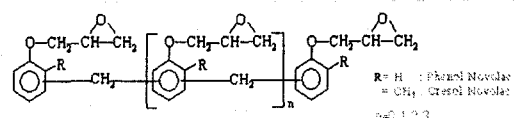


그림 1. 노블락계 에폭시 구조

저항체 페이스트는 아래 그림2에서 보여 주는 단계별로 제작을 실시하였다. 레진을 제작한 후에 무기물에 코팅 처리한 것을 경화 개시제와 함께 섞어 준 후 3 roll 밀링을 3~4회 실시하여 균일한 페이스트를 제작하였다. 밀링이 끝난 페이스트를 필터링 및 탈포를 실시 한 후에 후막 인쇄 공법으로 저항체를 FR4 기판에 형성하였다. 저항체 형성의 공정 조건은 선진사 제품으로 실험하여 기 설정된 조건을 활용하였다.

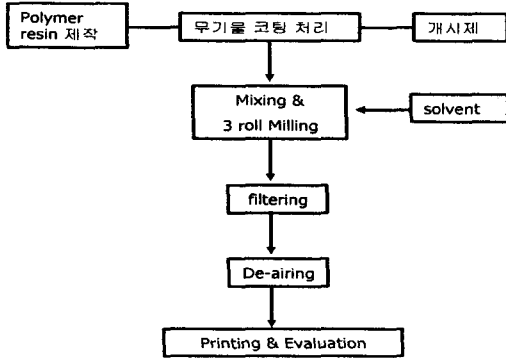


그림 2. 저항체 페이스트 제작 공정

형성된 저항체는 belt oven에서 경화를 실시 한 후에 저항 값은 4284A LCR Meter와 multimeter를 활용하여 측정 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 3는 FR4 기판에 제작한 저항체의 모양을 보여 주고 있다. 제작된 저항체의 크기는 1mm\*1mm와 2mm\*2mm의 2종이며 aspect ratio는 10이다.

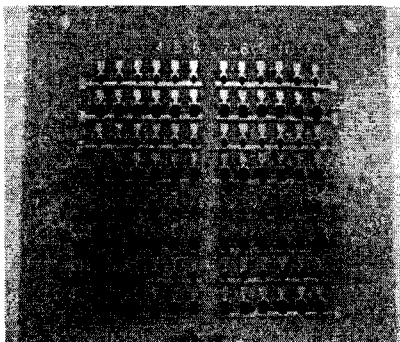


그림 3. FR4 기판에 제작된 저항체

표 3은 XC72R 카본블랙을 필러로 사용하여 제작한 저항체의 측정값을 보여 주고 있다.

	XC72R	Sheet R (kΩ/□)	Tolerance (%)
1	19wt%	125	56.4
2	29wt%	10.9	58.1
3	33wt%	1.6	4.5
4	48wt%	0.52	2.5

표 3. XC72R을 사용하여 제작한 저항체의 저항값

유기물 대비 48wt%로 카본블랙인 XC72R 투입됨에 따라 약 520Ω의 저항값을 가진 저항체를 구현할 수 있었으며 tolerance 값 또한 매우 양호하였다.

표 4는 반복 경화 실험에 따른 결과 값을 보여 주고 있다. 코팅 처리를 한 필러를 이용하였을 경우 반복 경화에 따른 tolerance가 매우 안정함을 발견하였으나 아직 이에 대한 명확한 이유는 밝혀지지 못하였다.

	XC72R	filler coating	Curing		Re-Curing	
			Sheet R (kΩ/□)	Tolerance (%)	Sheet R (kΩ/□)	Tolerance (%)
1	48wt%	O	0.53	5.1	0.7	6.1
2	48wt%	X	0.52	2.5	1.05	10.7

표 4. 반복 경화에 따른 저항체의 저항 값 변화

표 5는 각각 graphite와 ECJ300 카본 블랙을 이용하여 제작한 저항체의 측정값을 보여 주고 있다.

	Material	Sheet R (kΩ/□)	Tolerance (%)
HJS905	33wt%	16.8	30.1
	81wt%	1.9	7.6
ECJ300	19wt%	2.8	35.3
	33wt%	1.1	6.2

표 5. 필러에 따른 저항체의 저항 값

ECJ300 카본 블랙을 이용하였을 경우 XC72R에 비하여 같은 양을 이용하여 페이스트를 제작하였을 경우 더 적은 저항값을 얻을 수 있음을 고찰하였다.

### 4. 결론

본 연구에서는 카본 블랙과 graphite를 이용하여 풀리머 후막 저항 페이스트를 제작하였다. XC72R 카본 블랙을 이용하여 저항 값이 530Ω/□ 이며 tolerance가 10% 이하인 저항체를 형성하였다.

### 5. 감사의 글

본 연구는 산업자원부 핵심기술개발사업의 연구비 지원으로 수행 되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] Shen Li Fu, "Electrical characteristics of polymer thick film resistors Part 1." IEEE Comp. Hybrids & Manufacturing tech. vol CHMT-4 No 3. p283-288, 1981
- [2] P.L.Cheng "Quantitative analysis of resistance of printed resistors," IEEE Polytronic 2002 conference p205-210
- [3] 유명재, 이상명, 박성대, 이우성, 강남기, "경화 온도와 인쇄 공정 및 기판에 따른 풀리머 후막 저항체의 특성 변화에 대한 연구," Proceedings of 2005 KIEEME Annual summer Conf. p311-312