

폴리머 후막 저항 페이스트용 Photoimageable Resin 조성 연구

박성대, 박세훈, 유명재, 이상명, 강남기, 임진규, 김동국*
전자부품연구원, 한양대학교*

Study on the Photoimageable Resin Composition for Polymer Thick Film Resistor Paste

Seong-Dae Park, Se-Hun Park, Myong-Jae Yoo, Sang-Myung Lee, Nam-Kee Kang, Jin-Kyu Lim and Dong-Kook Kim*
KETI, Hanyang University*

Abstract : 본 연구에서는 PCB에 적용하기 위한 폴리머 타입 후막저항의 하나로서, 포토공정으로 저항 패턴의 형성이 가능한 페이스트를 제조하였다. 기존의 폴리머 후막저항은 스크린 인쇄를 패턴닝의 주요 방법으로 하고 있어 패턴의 정밀성이 떨어지는 단점이 있었다. 이를 개선하여 고정밀 저항 패턴의 형성이 가능하도록 Photoimageable Resin을 저항 페이스트의 개발에 도입하였다. Acrylated oligomer 및 monomer, 그리고 Novolac Epoxy를 주 기지상 재료로서 사용하였으며, acrylate와 epoxy의 함량비에 따른 저항 페이스트의 현상성 및 시트저항을 평가하였다. 전도성 Filler 재료로 카본블랙을 이용하였는데, 그 물리적 특성차와 함량이 저항 페이스트의 현상성과 저항값에 미치는 영향을 평가하였다. 실험결과 Acrylate와 epoxy의 비가 2.5:1일 때 현상성이 가장 양호하였으며, 이 조성에 XC72R 카본블랙을 2g 첨가하였을 때 시트저항의 평균값은 약 6 k Ω /□였다.

Key Words : Photoimageable, Acrylated Oligomer, Monomer, Epoxy, Resistor

1. 서 론

전자부품의 소형화에 따라 인쇄회로기판(PCB) 상에서 실장부품의 반 이상을 차지하는 저항부품을 줄이는 신기술로서 카본분말과 폴리머를 혼합한 폴리머 후막 paste가 주목받고 있다. 폴리머 후막 저항 paste에 의해 저항 부품 삽입 삭감, Solder-less에 의한 신뢰성 향상, 부품실장 비용 절감의 수단 등을 얻을 수 있다. 그러나 온도와 크기에 따라 상당한 저항치 변화를 일으키는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 PCB에 적용하기 위한 폴리머 타입 후막 저항의 하나로서, 포토공정으로 저항 패턴의 형성이 가능한 페이스트를 제조하였다. 기존의 폴리머 후막저항은 스크린 인쇄를 패턴닝의 주요 방법으로 하고 있어 패턴의 정밀성이 떨어지는 단점이 있었다. 이를 개선하여 고정밀 저항 패턴의 형성이 가능하도록 Photoimageable Resin을 저항 페이스트의 개발에 도입하였다.

2. 실험

본 연구에 사용되는 레진은 아크릴레이트계 알칼리 현상형 감광성 수지와 에폭시계 열경화성 수지를 혼합하여 제작하였다. 알칼리 현상형 감광성 수지는 acrylated oligomer 및 monomer, 광개시제를 주원료로 이루어졌으며, 에폭시 수지는 Phenol novolac형 에폭시와 curing agent로 구성되었다. Paste 특성을 조절하기 위하여 분산제, 레벨링

제, 용제 등이 소량 첨가되었다. 표 1은 본 실험에 사용된 레진의 혼합배치를 나타낸 것이다. 아크릴레이트와 에폭시의 비를 주요 변수로 하여 실험배치를 구성하였다.

표 1. 폴리머 후막 저항용 레진의 조성 배치

Resin Composition	1:1	2:1	2.5:1	3:1	4:1
Oligomer (65% sol'n)	23.1	30.8	35.4	35.4	40
Monomer	4.5	6.0	6.9	7	7.8
Photoinitiator	2.3	3.1	3.6	3.6	4.1
Sensitizer	0.6	0.8	0.9	0.9	1.0
Epoxy (60% sol'n)	32.5	21.7	20.0	16.7	14.1
Curing agent	3.9	2.6	2.4	2	1.7
Additives	dispersant, leveling agent, solvent				

본 실험에 사용된 전도체 분말은 카본블랙이며, Cabot사의 Vulcan XC72R과 Monarch 280을 사용하였다. 표 2는 두 카본 블랙의 물리적 특성차를 요약한 것이다.

표 2. 카본블랙의 물리적 특성 비교

Carbon black	Particle Size(nm)	Surface Area(m ² /g)	DBPA (cm ³ /100g)	Density (g/liter)
XC72R	30	254	192	100
Monarch 280	41	42	120	250

제작된 레진 20g에 카본블랙을 투입하여, 혼합하고 3 roll mill을 이용하여 paste를 제작한 후, 현상성 및 저항 특성을 평가하였다. 동박 패턴이 형성된 배선판에 paste를 도포하고, pre-cure 후 mask pattern을 이용하여 자외선

노광을 실시한다. 현상공정에서는 Na_2CO_3 1% 수용액을 이용하여 미노광 부분을 제거하고 수세한 후에, 현상성이 양호한 기판을 선정하여 순환식 열풍 오븐을 이용, 170 또는 180°C에서 1시간 최종 post-cure를 실시하였다. 이후 multimeter를 이용하여 시트저항을 측정하고, TCR 측정기를 이용하여 Hot TCR을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

표 3은 각 레진 조성 배치에 따른 현상성을 정성적으로 표기한 것이며, 그림 1과 2는 카본 함량에 따른 현상성 변화를 보여주는 테스트 기판의 모습이다. 현상성 평가 결과 최적의 acrylate vs. epoxy의 함량비는 2.5:1이었다. Monarch 280은 2.5:1 조성에서 XC72R과의 비교평가를 위해서만 사용되었는데, XC72R에 비하여 사이즈가 크고 비 표면적과 DBPA 값이 작아 저항값을 나타내게 하기 위해서 XC72R보다 과량 첨가되어야 했다. 현상 후에 테스트 보드에 잔류물이 많이 남는 것으로 관찰되었다.

표 3. 아크릴레이트와 에폭시 함량비 및 카본블랙 함량에 따른 현상성 평가 결과

현상성 평가결과	1:1	2:1	2.5:1	3:1	4:1
XC72R 1g	△	△	○	○	×
XC72R 2g	×	○	○	△	×
XC72R 3g	×	×	×	×	×
M280 3g	-	-	△	-	-
M280 4g	-	-	△	-	-
M280 5g	-	-	△	-	-

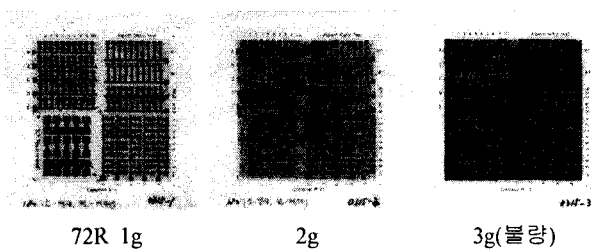


그림 1. XC72R 함량에 따른 저항 Paste의 현상특성 변화. (Acrylate:Epoxy=2.5:1 조성)

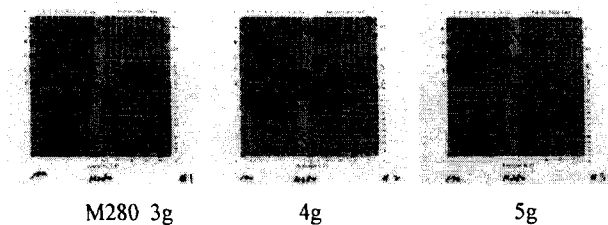


그림 2. Monarch 280 함량에 따른 저항 Paste의 현상특성 변화. (Acrylate:Epoxy=2.5:1 조성)

현상성이 양호하였던 기판을 post-cure하고 시트저항을 측정하였다. 180°C 경화시 XC72R이 1g 첨가된 페이스트

는 약 40 kΩ/□, 2g 첨가된 페이스트는 약 6 kΩ/□의 시트저항을 나타내었다. 그러나 Monarch 280을 첨가한 페이스트는 5g 첨가조성에서도 수백 kΩ/□ 이상의 값을 나타내어, XC72R과 대조를 이루었다. 이는 카본블랙의 aggregate structure에 따른 결과로 판단되어진다. 표 2에서 DBPA는 DBP 흡수율로서 카본블랙 structure 지수의 척도가 되는 값인데, 이 값이 클수록 high structure를 가진다. High structure라는 것은 aggregate가 가지(branch)를 많이 가지고 있다는 뜻으로, 가지가 많을 경우 전도체 입자간 접촉이 많아져 저항이 감소하는 결과를 나타내는 것을 본 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

한편, 2.5:1 조성에 XC72R 1g 및 2g를 첨가한 paste로 제작된 저항체의 HTCRC 측정결과, 1g 첨가시는 약 -350 ppm/°C, 2g 첨가시는 약 150 ppm/°C의 HTCRC 값을 나타내어, 카본블랙의 함량이 폴리머 후막 저항 페이스트의 TCR을 결정하는 주요인자의 하나임을 확인할 수 있었다.

그림 3은 본 실험에서 photoimageable 공정으로 제작된 저항체와 Asahi 사의 열경화성 저항 paste로 인쇄되어 구현된 저항체의 모습을 비교해 본 것으로, 포토공정에 의하여 저항체의 형상의 정밀성을 향상시킬 수 있음을 보여주는 결과이다.

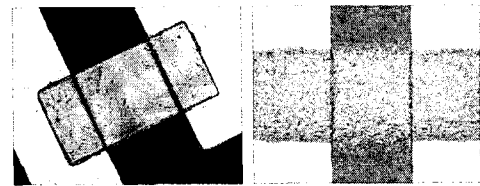


그림 3. 포토공정으로 구현된 저항체와 인쇄로 구현된 저항체의 형상 비교

4. 결론

본 연구에서는 PCB에 적용하기 위한 폴리머 타입 후막 저항의 하나로서, 포토공정으로 저항 패턴의 형성이 가능한 페이스트를 제조하였다. Acrylate와 epoxy의 비가 photoimageable paste의 현상성에 미치는 영향을 확인할 수 있었으며, 2.5:1일 때 현상성이 가장 양호하였다. 이 레진 조성에 XC72R 카본블랙을 2g 첨가하였을 때 시트저항의 평균값은 약 6 kΩ/□, HTCRC는 150 ppm/°C이었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 부품소재기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] S. D. Park, et al., *Macromolecular Research*, Vol. 12, No. 4, p 391-398, 2004.
- [2] "액상 Photo Solder Resist", www.wowchem.com