

## NCP 적용 플립칩 패키징 비교 연구

### Comparative Study on the Flip-chip Packaging using non-conductive paste

김 세실\*, 이 소정\*, 김 준기\*, 이 창우\*, 김 정한\*, 이 지환\*\*

\* 한국생산기술연구원

\*\* 인하대학교 금속공학과

#### 1. 서 론

전자패키징은 미세화, 경량화, 저가화를 지향하고 신뢰성의 향상을 위해 발전해 왔다. 플립칩 패키징은 이러한 트렌드에 부합하여 도입된 패키징 공정이다[1].

플립칩 공정의 한 방법인 adhesive플립칩 공정에 사용되는 Adhesive는 전도성 필러 첨가여부와 그 양에 따라 Isotropic Conductive Adhesives(ICAs), Anisotropic Conductive Adhesives(ACAs), Non Conductive Adhesives(NCAs)로 분류할 수 있다[2]. 이들은 그러한 전도성 입자량의 차이에 의해 각각의 공정과 특성에 차이가 있다. 기존의 플립칩 공정은 주로 C4 공정과 ACA의 한 형태인 ACF(Anisotropic Conductive Film)를 사용한 adhesive 공정으로 이루어져 왔다. ACF를 사용한 공정은 70 $\mu$ m 피치까지 적용이 가능하므로 이보다 미세한 피치에 적용할 경우 단락이 일어나는 단점이 있다[3].

비전도성 접착제(Non-conductive paste, NCP)는 ACF의 가격경쟁력과 미세피치 대응성에 대한 대안이 될 수 있는 본딩재료이다. NCP는 현재 플립칩 공정에 적용이 시도되는 단계에 있으며 NCP의 국산화를 목표로 진행된 이전 연구에

서는 NCP의 특성에 영향을 주는 성분들에 대해 연구하였으며 패키지 적용 시 그 신뢰성에 대해서 조사한 바 있다.

본 연구에서는 다양한 상용화된 NCP와 직접 제조한 NCP 3종에 대해 DSC를 사용, 열특성을 측정하고 디스펜싱 공정을 하고 그 도포성을 비교한다. 각각의 NCP를 사용한 본딩공정을 수행하여 플립칩 패키지의 접합강도를 측정, 신뢰성을 평가하는 것을 목적으로 한다. 자체 제작 NCP의 경우 고온고습 실험을 100시간 수행, 전기적 접속여부를 확인하였다.

#### 2. Experimental

##### 2.1 Material

공정 후 특성비교를 할 Adhesive로서 상용화된 NCP 1종(K), 제조한 NCP 3종(A, B, C)을 선정하여 비교평가를 수행하였다.

K는 일본제품으로서 COB용으로 생산된 제품이다. 3종의 NCP는 모두 같은 성분으로 제조하고 이에 비전도성 필러를 서로 다른 비율로 혼합하여 A, B, C로 구분하였다. NCP 제조에는 에폭

시수지와 산무수물경화제, 경화촉매, fluxing agent, thixotropic agent를 사용하였다.

A, B, C, K 4종에 관한 열분석과 접합강도, 도포성 관련 물성에 대해 조사하였으며 A, B, C 3종에 대한 신뢰성 평가가 이루어졌다.

## 2.2 Method

4종의 NCP를 dynamic DSC(Differential Scanning Calorimeter)를 사용, 열분석 곡선을 도출하여 경화 시작온도와 피크온도를 구했다. 이러한 고분자 물질의 경화기구에 대하여 isothermal DSC, dynamic DSC를 통한 조사가 널리 알려져 있다[4]. 또한 경화가 완료된 시편을 MDSC(Modulated Differential Scanning Calorimeter) 방법으로 측정하여 각각의 Tg를 비교하였다.

NCP의 Dispensability를 측정하는 데 있어서 4종의 NCP를 10cc 실린저에 담은 후 Iwashita AD-3000C dispenser를 사용하여 300KPa의 압력으로 dispensing 하였다. 결과를 해석하기 위한 기초 물성 측정으로서 TA의 AR-2000 모델의 Rheometer를 사용, viscosity와 thixotropic ratio를 측정하였다. Dispensability는 tailing과 dropping의 발생 여부로써 판단하였다. 디스펜싱된 NCP에 실리콘 더미칩을 압착, 150℃에서 1시간 경화시킨 후 Dage 4000을 이용하여 접합강도가 측정되었다.

신뢰성 평가를 위해서 칩은 총 552개의 Au범프를 지닌 플립칩(크기 5.2\*7.2mm, 100μm pitch)을 사용하고 NCP A, B, C를 적용하였다. align 부분의 Solder resist 코팅을 제거한 보드에 Panasonic FCB3를 사용하여 접합 공정을 진행하였다. 이 패키지의 접속저항을 측정하고 85℃/85% 습도의 가속 고온 고습시험을 진행하면서 시간의 경과에 따른 접속저항 변화를 측정, 신뢰성을 평가하였다.

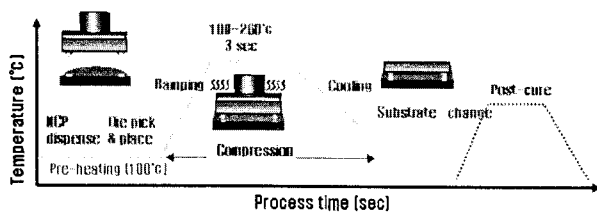


Fig.1 FCB를 이용한 Bonding profile

## 3. Result and Discussion

### 3.1 Various Properties

#### 3.1.1 Thermal analysis

DSC(Differential Scanning Calorimeter)를 사용하여 측정한 Tg와 경화 시작온도, 경화 피크온도의 경우 자체 제작한 NCP는 모두 기본조성이 같으며 필러의 함량에만 차이가 있어, 열특성은 크게 차이가 없었다. 다만 Tg의 경우에는 필러 함량에 따른 차이를 확연히 보이기 때문에 안정한 물성을 위해서 Tg 상승시키고자 할 때는 필러 함량의 최적화를 통해서 가능할 것으로 보인다.

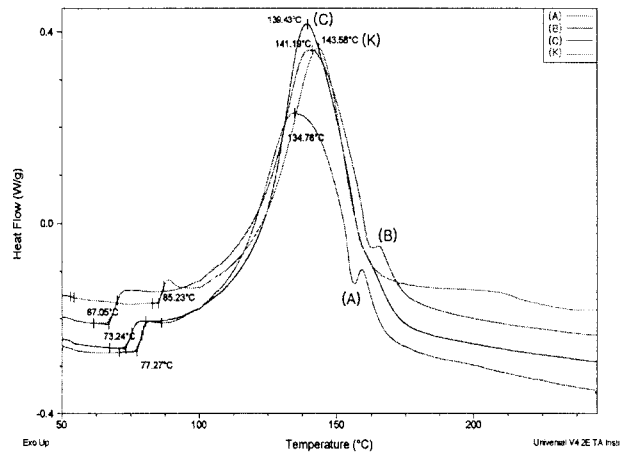


Fig.2 Dynamic DSC curve

	Tonset	Tpeak	Tg
A	77.27	134.78	72.53
B	67.05	141.19	75.50
C	73.24	139.43	82.09
K	85.23	143.58	96.60

Table.1 NCP별 Tonset, Tpeak, Tg

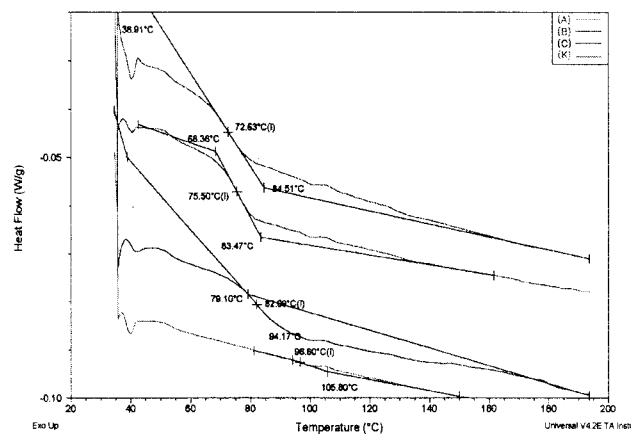


Fig.3 Modulate DSC: Tg 측정

### 3.1.2 Dispensability

필러가 증점 효과에 사용되는 만큼 점도는 다량의 필러를 첨가하였을 때 높게 나타났으나 가압시 점도가 변하는 특성인 thixotropic ratio는 사용한 필러의 종류에 따른 비율에 따라 차이가 있었다.

	viscosity at 0.5rpm(Pa.s)	viscosity at 2.5rpm(Pa.s)	Thixotropic ratio	shear(g/mm <sup>2</sup> )
A	53.74	31.56	1.702	3460.65
B	42.65	26.23	1.625	3843.58
C	82.39	35.69	2.308	3135.49
K	49	70	0.7	3121.63

Table.2 Dispensability 관련 특성

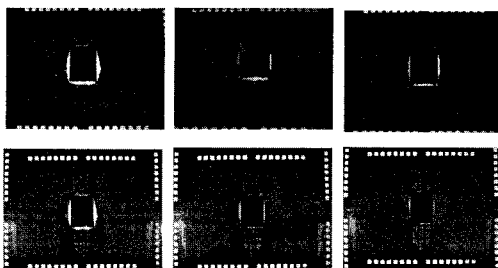
A, B, C의 경우, 공정에 적합한 dispensability를 나타내었으나 K는 도포 시에 끝이 길게 늘어지는 tailing 현상을 보여 자체 제작한 NCP가 비교적 우수한 특성을 나타내었다.

접합강도의 경우 모든 NCP가 큰 차이를 보이지 않아 비교 평가에 있어 큰 의미는 없는 것으로 판단된다.

### 3.2 Reliability

4 point probe test를 통해 접속저항을 측정 한 결과, 다음 표. 4의 0h에 해당하는 접속저항 값을 도출해 낼 수 있었다. 85℃/습도 85%의 가속 고온고습시험을 진행하면서 시간의 경과에 따라 접속 저항을 측정하고 접속을 접속의 유지 여부를 측정, 접속률을 측정하였다.

NCP A, B, C에 대한 100시간 가속 고온고습 시험 결과, 흡습성으로 인한 팽창을 보였으며 접속 저항의 증가를 나타내었다.



(A) (B) (C)

Fig.4 8시간 경과 후 칩 align 모습

	0h	8h	50h	100h
A	2.723	3.149	3.737	4.213
B	2.871	3.691	3.912	4.235
C	2.976	5.537	∞	∞

Table.3 시간경과에 따른 접속저항 변화(Ω)

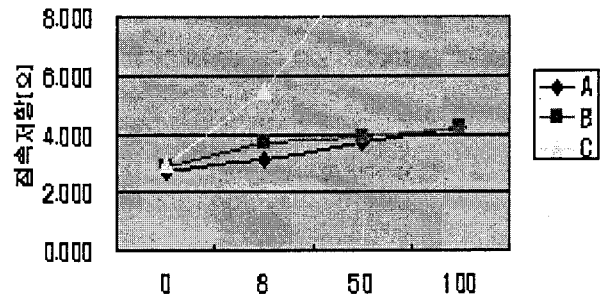


Fig.5 시간에 따른 접속저항 변화

	0h	8h	50h	100h
A	100	95.833	83.333	58.333
B	100	83.333	58.333	54.167
C	100	8.333	0	0

Table.4 시간경과에 따른 접속률 감소

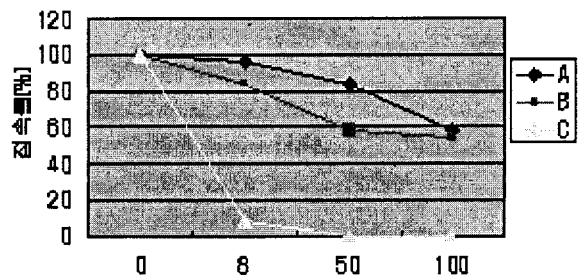


Fig.6 시간경과에 따른 접속률 감소

## 4. Summary

1) 자체 제작한 NCP인 A, B, C 3종은 상용화 제품에 비해 도포성에 관련한 특성은 우수한 것으로 나타났으나 Tg 등의 열특성은 개선이 필요한 것으로 판단된다.

2) 접합강도의 경우 4종의 큰 차이가 없었으나 필러가 비교적 적은 조성인 B 조성의 경우가 가장 큰 접합강도를 나타냈다

3) NCP A, B, C 3종에 대한 접속저항 측정 결과 필러가 가장 많은 C의 경우가 가장 높은 저항 값을 보였으며 이는 가속 고온 고습 시험에 대한 결과에서도 급격한 접속률 감소를 통해 확인할 수 있다.

4) 시간에 따른 접속저항의 급격한 증가는

NCP 성분 중 친수성을 가진 물질이 있는 것이 원인이라 판단되며 이에 대한 개선을 통해 고습에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있을 것으로 보인다.

### 참 고 문 헌

1. Horatio Quinones, Alec Babiarz , Reliability statistics for flip chip and CSP interconnection, IMAPS Nordic, Helsinki, Finland, September 1999
2. Tan, S C, Chan, Y C, Lui, Nelson S M, Process Optimization to Overcome Void Formation in Nonconductive Paste Interconnections for Fine-Pitch Applications, Journal of Electronic Materials, Aug 2005
3. Johan Liu, ACA bonding technology for low cost electronics packaging applications - current status and remaining challenges, Journal of Soldering & Surface Mount Technology, Volume: 13 Issue: 3 (2001) 39 - 57
4. Lee, T.K., Lua, E., Low, K.C., Ng, A., Ng, H.W. Bonding development for non-conductive paste (NCP) Electronic Packaging Technology Conference, 2005. EPTC 2005. Proceedings of 7th, Publication Date: 7-9 Dec. 2005, Volume: 2, On page(s): 6 pp.-