

# 다이접착필름의 조성물이 1단계 경화특성과 열기계적 물성에 미치는 영향에 관한 연구

성충현

동의대학교 고분자소재공학전공

## Effect of Die Attach Film Composition for 1 Step Cure Characteristics and Thermomechanical Properties

Choonghyun Sung

Polymeric Materials Engineering Major, Dong-eui University

**요약** 휴대용기기에 대한 경박단소 및 빠른 속도에 대한 요구는 반도체 패키징 기술에도 변화를 가져왔다. 이에 대한 대응의 하나로 stacked chip scale package(SCSP)가 업계에서 사용되고 있다. SCSP를 구현하기 위한 핵심소재 중의 하나가 die attach film(DAF)이다. 특히, 다이와 기판을 접착하거나 다이와 다이를 접착하는 경우, DAF의 접착필름은 기판의 단차나 본딩 와이어 사이를 기공의 발생 없이 채우기 위해 우수한 고온 유동성이 요구된다. 그러나 이 경우 경화 크랙의 발생을 최소화하기 위해 2단계 경화가 종종 요구되나, 공정시간 단축을 위해서는 1단계 경화가 바람직하다. 본 연구에서는 DAF 접착필름의 조성물을 경화 성분(에폭시 수지), 유연 성분(고무성분), 딱딱한 성분(페녹시수지, 실리카), 3개 군으로 분류하고, 조성물의 변화에 따른 1단계 경화시 경화 크랙, 고온 유동성, die attach (DA) 기공발생에 대한 영향을 혼합물 실험 설계법을 통해 살펴보았다. 경화 크랙은 딱딱한 성분 함량에 가장 크게 영향을 받았으며, 함량이 증가할수록 경화 크랙이 감소하였다. DA 기공의 발생은 딱딱한 성분의 함량이 감소할수록 감소하였으며, 특히, 딱딱한 성분의 함량이 적은 경우는 경화 성분의 함량이 감소할수록, 기공의 발생이 억제되었다. 고온 유동성은 100℃ 저장탄성계수와 120℃에서의 블리드 아웃(BL-120)으로 평가되었다. 100℃의 고온 저장탄성률은 딱딱한 성분의 감소가 중요하였고, 유동성 지표인 BL-120의 경우는 경화 성분의 함량의 증가와 딱딱한 성분의 감소가 동시에 중요하였다.

**Abstract** The demand for faster, lighter, and thinner portable electronic devices has brought about a change in semiconductor packaging technology. In response, a stacked chip-scale package(SCSP) is used widely in the assembly industry. One of the key materials for SCSP is a die-attach film (DAF). Excellent flowability is needed for DAF for successful die attachment without voids. For DAF with high flowability, two-step curing is often required to reduce a cure crack, but one-step curing is needed to reduce the processing time. In this study, DAF composition was categorized into three groups: cure (epoxy resins), soft (rubbers), hard (phenoxy resin, silica) component. The effect of the composition on a cure crack was examined when one-step curing was applied. The die-attach void and flowability were also assessed. The cure crack decreased as the amount of hard components decreased. Die-attach voids also decreased as the amount of hard components decreased. Moreover, the decrease in cure component became important when the amount of hard component was small. The flowability was evaluated using high-temperature storage modulus and bleed-out. A decrease in the amount of hard components was critical for the low storage modulus at 100℃. An increase in cure component and a decrease in hard component were important for the high bleed-out at 120℃(BL-120).

**Keywords** : Adhesive Film, Die Attach Film, Epoxy, Film-Over-Wire, Cure Crack, Stack-CSP

\*Corresponding Author : Choonghyun Sung(Dong-eui Univ.)

email: chsung@deu.ac.kr

Received October 14, 2020

Revised November 9, 2020

Accepted December 4, 2020

Published December 31, 2020

## 1. 서론

스마트폰, 태블릿, USB, 외장하드 등 휴대용 기기에 대한 수요는 반도체 패키징 기술에 대한 혁신을 요구하여 왔다. 특히, 작고, 빠르고, 얇은 전자기기에 대한 소비자들의 욕구는 지속적으로 증가하여 왔다.

이러한 요구에 대한 대응으로 반도체 패키징 기술도 진화하여 왔다. 반도체 웨이퍼의 두께는 지속적으로 감소하여 왔고, 와이어 본딩의 핏치도 계속 감소하여 왔다 [1-3]. 또한 접착필름을 이용하여 반도체 칩, 웨이퍼, 패키지를 적층하거나, TSV(through silicon via)를 적용하여 집적도를 높이고, 속도를 향상시키려는 시도가 계속되고 있다[4-6].

반도체 칩을 적층하여 용량을 늘리고자 하는 Stacked chip scale package (SCSP)는 현재도 반도체 전자업계에서 널리 사용되고 있다[7-9]. 이러한 패키지를 통해서 서로 다른 종류의 칩을 적층하여 집적도를 높이거나 메모리 칩을 여러 개 적층하여 용량을 늘릴 수 있다.

SCSP를 구현하는 핵심기술은 웨이퍼를 얇게 만드는 백그라인딩 기술, 와이어 본딩의 핏치를 줄이는 기술, 칩 적층 기술로 요약될 수 있다[10-12]. 칩적층기술의 핵심은 die attach film (DAF)이다. DAF는 다이를 기판에 접착시키기 위한 필름으로 통상 접착필름과 다이싱 테이프의 합지된 형태의 제품이다. 일반적으로 DAF는 우수한 내습성, 내열충격성, 스트레스를 견딜 수 있는 강인성 등이 요구된다[13-16]. DAF는 크기가 다른 다이 2개를 붙이는 경우(D2D), 다이와 기판(D2S), 그리고 동일 크기의 다이를 붙이는(FOW) 3가지의 제품군이 존재한다.

D2S나 FOW용 접착필름은 패키징 기판의 단차나 와이어 본딩 핏치를 효과적으로 채우고 기공의 발생을 방지하기 위해 고온에서 낮은 탄성률이 필요하며, 저온에서는 픽업 및 다이싱 공정성을 위해 높은 탄성률이 요구된다[17-19].

이전의 연구결과에 따르면, 고온 유동성을 높이기 위한 FOW 조성물의 경우, 에폭시 경화 시에 경화 크랙이 발생하며 이를 최소화하기 위해, 2단계 경화가 필수적인 것으로 보고되고 있다[19]. 90℃ 1시간 + 150℃ 30분의 총 90분의 2단계 경화가 요구되며, 90℃ 1시간은 경화 크랙의 최소화를 위해 필수적이며 이에 따라 경화시간을 증가시키는 문제를 야기한다. 또한 어셈블리 업체에 따라, 자동 프로그래밍을 사용하지 않는 경화 오븐을 사용하고 있어 2단계 경화를 수동으로 진행하는 경우가 발생한다. 기존의 DAF가 1단계 경화를 사용하므로 관리 차

원에서도 동일한 1단계 경화를 요구하는 경우가 종종 발생한다. 따라서, 본 연구에서는 150℃ 1시간 1단계 경화를 적용하는 경우, DAF 접착필름의 조성물에 따른 경화 크랙, die attach(DA) 기공발생, 고온 유동성의 변화를 살펴보았다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 재료 및 코팅

에폭시 수지, YDCN500-5P6(연화점 65℃), YD011(에폭시 당량 475)와 페녹시 수지 YP-50은 국도화학으로부터 구입하였다. 카르복실 말단 부타디엔 아크릴로나이트릴(CTBN13)은 현츠만으로부터 구입하였다. 수소화된 니트릴부타디엔고무(HNBR) 수지 Zetpol 2010H는 Nippon Zeon으로부터 구매하였다. 실리카(TS-720)과 glycidoxylpropyl trimethoxy -silane은 Cabot과 Aldrich로부터 각각 구입하였으며, 페놀경화제(KPN-2065)와 아민 촉진제(AMI-1)은 각각 강남화성(주)과 Airproduct로부터 구매하였다.

DAF 조성물 중에서 페놀 경화제와 아민 촉진제를 제외한 모든 성분들을 메틸에틸케톤에 분산하여 20시간 교반하였다. 특히, TS-720와 실란은 다른 재료보다 먼저 교반하여 분산시킨 후, 다른 재료들을 투입하였다. 20시간 후, 페놀경화제와 아민촉진제를 투입하고 1시간 동안 교반하고, 이 용액을 이형 PET에 어플리케이션을 이용하여 60 μm 두께로 코팅하고, 80℃ 오븐에서 10분간 건조하여 접착필름을 얻었다.

### 2.2 접착필름의 특성 평가

저장탄성계수는 DMA(Mettler, DMA/STDA861)을 이용하여 측정하였다. 60 μm 두께의 접착필름을 수동 라네미네이트를 이용하여 400 μm 정도로 적층하여 DMA 샘플로 사용하였다. 주파수 1Hz, 변형속도 1% 조건에서 측정하였다. 온도는 -20~300℃의 범위에서 측정되었다.

다이 본딩 시 필름의 유동성을 대응 평가하기 위해 블리드 아웃(BL-120)을 아래와 같이 평가하였다(Fig. 1). 먼저 6mm 폭의 접착필름을 8X8 mm 크기의 유리 칩 위에 90℃에서 5초간 간이 본더를 이용하여 부착시키고, 그 위에 다시 유리 칩을 올려놓고, 120℃에서 3kg의 하중으로 3초 동안 가압하였다. 이후 접착필름의 폭의 상대 변화율(%)을 측정하였다.

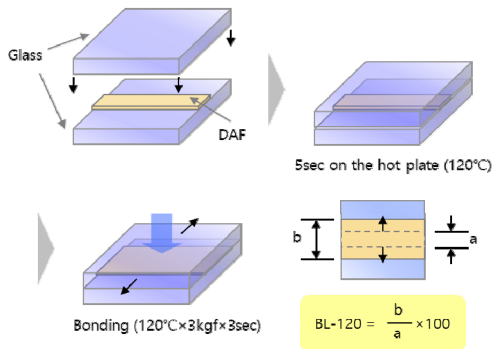


Fig. 1. Measurement method of BL-120.

다이를 기판에 DA후 발생한 기공은 표준견본샘플과의 비교를 통하여 점수를 부여하였다. 통상 DA는 다음과 같이 이루어진다. 먼저 5X12 mm 유리칩에 접착필름을 붙이고, 접착필름이 부착된 유리 칩을 실리콘 웨이퍼에 130°C, 1kg, 2sec의 조건으로 부착시킨다. 샘플 종류에 따라 다양하게 기공이 발생하며, 누적하여 테스트된 많은 샘플을 육안 평가하여 기공발생 정도에 따라 5단계의 표준 견본샘플을 만들었다. 본 실험에서 DA 샘플들을 이 표준견본샘플과 비교하여 점수를 매기고, 이를 가장 기공 발생 적은 샘플을 100점 만점으로 환산하였다(Fig. 2a).

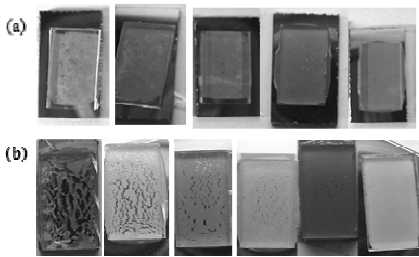


Fig. 2. Standard samples for evaluating (a) die attach void and (b) cure crack performance.

Table 1. Evaluation of adhesive film performance according to mixture design of experiment.

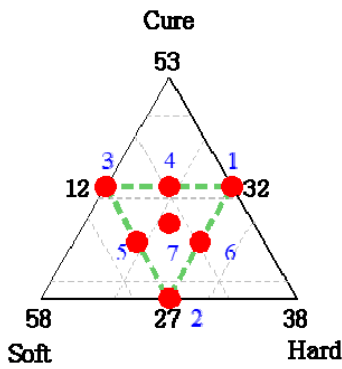
| Recipe | Cure crack | DA void | DMA storage modulus before cure (MPa) |       | BL-120 |
|--------|------------|---------|---------------------------------------|-------|--------|
|        |            |         | 30°C                                  | 100°C |        |
| 1      | 93         | 56      | 108                                   | 2.13  | 130    |
| 2      | 94         | 69      | 10.0                                  | 2.05  | 118    |
| 3      | 43         | 86      | 5.44                                  | 0.77  | 182    |
| 4      | 64         | 58      | 7.43                                  | 0.88  | 160    |
| 5      | 71         | 64      | 5.22                                  | 1.13  | 136    |
| 6      | 93         | 39      | 58.9                                  | 2.07  | 113    |
| 7      | 94         | 69      | 15.3                                  | 0.86  | 170    |

이후, DA 샘플을 150°C에서 1시간 동안 경화하였다. 경화된 샘플에서 발생하는 경화 크랙 또한 위에서 언급한 것과 같은 방식으로 6단계의 표준견본샘플을 이용하여 100점 만점으로 정량화하였다(Fig. 2b). 경화성능이 100점이면 경화 크랙이 없는 샘플이다. 경화 크랙과 DA 기공 성능은 90점 이상이 바람직하며, BL-120은 경화 전 유동성 지표로 200 이상의 값이 바람직하다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서 사용한 DAF용 접착필름의 조성물은 크게 에폭시수지, 고분자 바인더, 실리카 필러, 에폭시 경화제로 구분된다. 에폭시 수지는 bisphenol A 계열의 YD011과 다관능의 클레졸노볼락 에폭시 YDCN-500-5P를 사용하였으며 2개 성분의 비율을 조절하면, 가교밀도를 조절하는 것이 가능하다. 특히 두 에폭시 모두 65°C 정도로 연화점이 낮아 경화 전 유동성을 향상시킬 수 있다. YP-50은 에폭시와의 상용성이 우수한 바인더이며, Zetpol 2010H과 CTBN13은 DAF의 내열충격성과 리플로우 내습성을 향상시킬 수 있어 적용하였다. 특히 CTBN13은 액상으로서 유동성 향상에 기여할 수 있으므로 함께 사용하였다.

1단계 경화 적용 시, 에폭시 경화 성분이 많은 경우에 경화 크랙이 쉽게 발생하고, 필러 TS720과 같은 딱딱한 성분이 증가하면 경화 크랙이 억제되는 것을 예비실험을 통해 확인하였다. 그러나 DA시 충분한 유동성을 위해서는 연화점이 낮은 에폭시 경화 성분과 연한 성분이 바람직하다.



| Recipe | Cure | Soft | Hard |
|--------|------|------|------|
| 1      | 40.0 | 32.0 | 25.0 |
| 2      | 27.0 | 45.0 | 25.0 |
| 3      | 40.0 | 45.0 | 12.0 |
| 4      | 40.0 | 38.5 | 18.5 |
| 5      | 33.5 | 45.0 | 18.5 |
| 6      | 33.5 | 38.5 | 25.0 |
| 7      | 35.7 | 40.7 | 20.7 |

Fig. 3. Design of experiment scheme for 3 component mixture.

이에 본 연구에서는 실험방법에 기재된 9개의 조성물 중 경화제, 촉진제, 첨가제를 제외한 6개의 조성물을 크게 경화 성분(YDCN500-5P, YD011), 연한 성분(Zetpol 2010H, CTBN13), 딱딱한 성분(YP-50, TS-720) 3개 군으로 구분하고, 3성분계 혼합물 실험계획법을 적용하여 조성물의 변화에 따른 1단계 경화시 경화 크랙 성능, DA 기공 성능, 저장탄성률, BL-120의 변화를 평가하였다. 실험계획법은 상용프로그램 Minitab을 이용하여 수행하였다.

각 군의 2개의 재료의 중량비는 모두 1:1로 고정하였다. 3개 조성물 군의 합은 97%이며 나머지 실란과 촉진제의 함량은 2.9%와 0.1%으로 총 100%이다. 경화제 KPN-2065의 함량은 에폭시 당량 합과 동일하게 별도로 결정되었다.

경화 성분의 함량은 27-40%, 연한 성분의 함량은 32-45%, 딱딱한 성분은 12-25%로 성분별 상한과 하한을 정하고 총 7개의 3성분계 혼합물 실험을 실시하였다 (Fig. 3).

상기 혼합물 설계에 대해, DA 기공, 경화 크랙, 저장탄성계수, BL-120의 특성을 평가하였다 (Table 1). 이 결과를 바탕으로 개별성분이 각 특성에 미치는 영향을 등고선도와 Cox 선도를 이용해 살펴보았다.

Fig. 4는 경화 성분이 경화 크랙에 미치는 영향을 나타낸다. 등고선도를 보면, 전체적으로 딱딱한 성분이 증가할수록 경화성능이 향상되었다. 혼합물 설계 삼각형 (1-9번) 범위를 넘어서 딱딱한 성분이 증가하면, 경화 크랙 성능이 더 우수였다. Cox 선도를 보면 경향성을 확실하게 알 수 있다. 딱딱한 성분이 증가하고, 경화 성분과 연한 성분이 줄어들면, 경화 크랙 성능이 향상될 수 있음을 알 수 있다. 특히, 경화성분 또는 연한 성분의 함량비보다는 딱딱한 성분의 총 함량이 중요한 것을 알 수 있다.

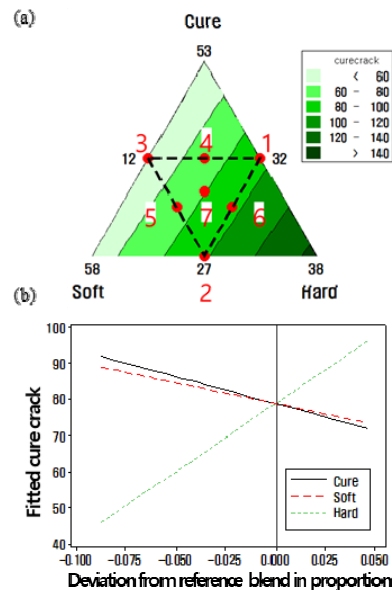


Fig. 4. (a) Contour plot and (b) Cox plot for cure crack performance.

다음으로, 조성물이 DA 기공 성능에 미치는 영향을 살펴보았다(Fig. 5). 등고선을 보면, 예상대로 대체로 딱딱한 성분이 증가할수록, DA 기공 성능이 저하되는 것으로 나타났다. 좀 더 자세한 효과를 보기 위해 Cox 선도를 살펴보았다. 딱딱한 성분의 함량이 많은 경우는 확실하게 특성이 저하가 나타나고 있다. 반대로, 딱딱한 성분의 함량이 줄어드는 경우는 경화 성분과 유연성분의 상대적인 함량이 영향을 미쳤다.

딱딱한 성분의 함량이 감소하는 경우, 유연한 성분 보다는 경화 성분의 함량이 감소하는 경우에 DA기공 성능이 우수하게 나타났다. 이는 고온에서 경화 성분의 급격한 반응이 DA 기공의 발생을 유발하는 것으로 판단된다.

Fig 6은 30℃와 100℃의 저장탄성률에 대한 등고선도를 나타낸다. 두 온도 모두에서, 대체로 딱딱한 성분이

함량이 높은 우측 꼭지점에서, 저장탄성률이 높게 나타났다. 그러나 딱딱한 성분의 함량이 낮은 경우, 경화 성분과 연한 성분의 역할을 분명히 파악하기 힘들다.

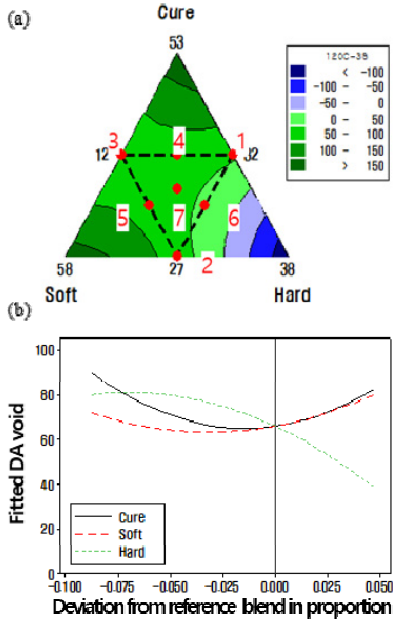


Fig. 5. (a) Contour plot and (b) Cox plot for die attach void performance.

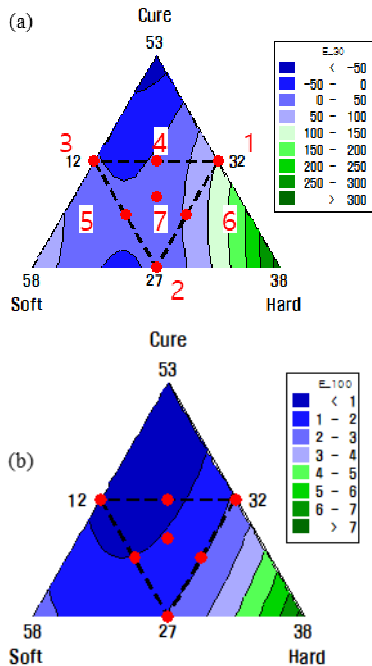


Fig. 6. Contour plot for storage modulus before cure at (a)30°C and (b)100°C

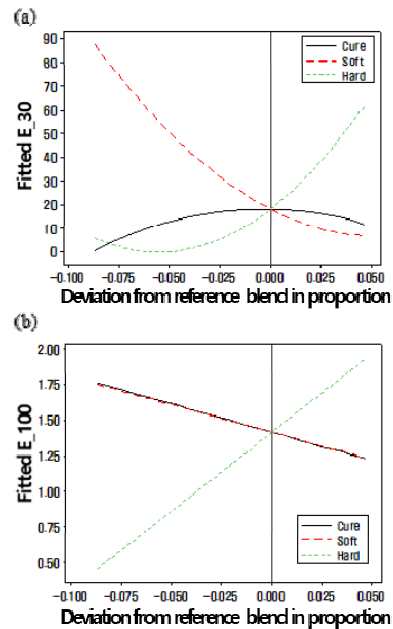


Fig. 7. Cox plot for storage modulus before cure at (a)30°C and (b) 100°C

저장탄성률에 대한 조성물의 영향을 좀 더 확실하게 파악하기 위해 Cox 선도를 살펴보았다(Fig. 7). 다이싱과 다이픽업이 이루어지는 30°C의 저장탄성률은 높을수록 좋다. Cox 선도를 보면 대체로 연한성분이 감소하고, 딱딱한 성분의 함량이 증가할 때, 저장탄성률이 높게 나타났다. 상대적으로 경화 성분의 함량은 영향이 적게 나타났다.

100°C의 경우는 절대적으로 딱딱한 성분의 영향이 가장 크게 나타났다. 딱딱한 성분이 감소할수록 저장탄성률이 크게 감소하였고, 연한 성분과 경화 성분의 영향은 상대적으로 작고 비슷하였다. 이는 100°C 고온에서는 연한 성분과 경화 성분은 연화되거나 용융되기 때문에, 딱딱한 성분인 YP-50과 TS-720의 영향이 특히 중요한 것으로 판단된다. 등선도도 동일한 경향성을 나타내었다.

마지막으로, 조성물에 대한 BL-120에 대한 영향을 살펴보았다 (Fig. 8). 등고선도를 보면, 대체로 경화 성분이 증가할수록, 성능이 우수하였다. 그러나 실험계획 삼각형 내에서는 경향성 파악이 힘들었다.

반면 Cox 선도를 통해 뚜렷한 경향성을 확인할 수 있었다. Cox 선도에 따르면, BL-120은 경화 성분과 딱딱한 성분에 대한 의존성이 크게 나타났다. 경화 성분이 증가하고, 딱딱한 성분이 감소할수록 BL-120 성능이 우수하였다. 반면, 연한성분의 함량 변화는 BL-120 성능에 큰 기여를 하지 못하였다.

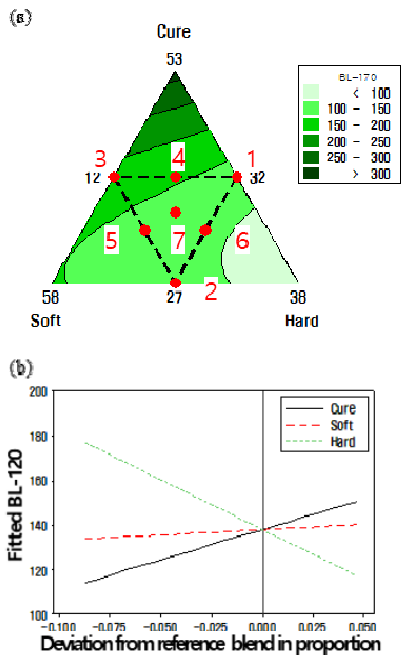


Fig. 8. (a) Contour plot and (b) Cox plot for BL-120

#### 4. 결론

본 연구에서는 DAF용 접착필름의 조성물을 경화성분, 유연성분, 딱딱한 성분의 3개 군으로 분류하고, 이 3성분에 대한 혼합물 설계를 실시함으로써, 경화 크랙 성능, DA 기공 성능, 저장탄성률, BL-120 성능에 대한 개별조성물의 영향을 살펴보았다.

실험 결과, 1단계 경화를 적용시, 경화 크랙, DA 기공 성능, BL-120을 모두 만족하는 조성물은 얻을 수 없었다. 경화 크랙 성능이 90점 이상인 조성물의 경우, DA 기공성능이나 BL-120 성능이 좋지 못하였다. 가장 양호한 결과는 경화 크랙 성능이 94점인 경우, DA 기공성능이 69점, BL-120이 170 수준으로 나타났다. 이때 조성은 경화 성분 35.7%, 유연 성분 40.7%, 딱딱한 성분 20.7% 이었다.

그러나, 본 연구를 통해 조성물의 변화가 여러 성능에 어떠한 영향을 미치는지 상세히 파악할 수 있었다. 경화 크랙 성능은 딱딱한 성분의 함량이 가장 중요한 영향을 미쳤으며, 함량이 증가할수록 성능이 향상되었다. DA 기공성능은 딱딱한 성분의 함량이 가장 중요한 인자였으며, 그 함량이 감소할수록 성능이 향상되었다. 딱딱한 성분의 함량이 적은 경우는 경화 성분의 함량이 주요 인자였으

며, 그 함량이 감소할수록, DA 성능이 우수하게 나타났다.

저장탄성계수는 30℃에서는 딱딱한 성분의 증가와 유연성분의 감소가 중요하였으며, 100℃에서는 특히, 딱딱한 성분의 감소가 중요하였다.

BL-120의 경우는 경화 성분의 함량이 증가할수록, 딱딱한 성분의 함량이 증가할수록 성능이 향상되었다. 상대적으로 유연성분은 큰 영향을 미치지 못하였다.

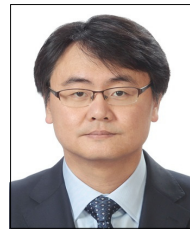
향후, 여러 성능을 동시에 만족하는 조성물을 얻기 위해서는 경화 크랙을 유지하면서도 DAF 유동성을 향상시킬 수 있는 처방이 필요하며, 각 3개 재료 군내 두 성분의 조성 비율을 조절하거나 YP50과 같은 딱딱한 성분의 종류를 변경하는 것이 가능한 접근 방법으로 판단된다.

#### References

- [1] B. Bottoms, M. Tsuriya, C. Richardson, "iNEMI packaging technology roadmap highlights", *Proceedings of 2014 International Conference on Electronics Packaging*, Toyama, Japan, pp. 188-192, April, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICEP.2014.6826686>
- [2] S. Olson, K. Hummler and B. Sapp, "Challenges in thin wafer handling and processing", *Proceedings of ASMC 2013 SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, Saratoga Springs, NY, USA, pp. 62-65, May, 2013  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ASMC.2013.6552776>
- [3] BK. Appelt, A. Tseng, CH Chen, YS Lai, "Fine pitch copper wire bonding in high volume production", *Microelectronics Reliability*, Vol. 51, Iss. 1, pp. 13-20, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2010.06.006>
- [4] SC Chong, DHS Wee, VS Rao, NS. Vasaria, "Development of package-on-package using embedded wafer-level package approach", *IEEE Transactions on Components Packaging and Manufacturing Technology*, Vol. 3, No. 10, pp. 1654-1662, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/TCPMT.2013.2275009>
- [5] CT. Ko, KN Chen, "Wafer-level bonding/stacking technology for 3D integration", *Microelectronics Reliability*, Vol. 50, Iss. 4, pp. 481-488, 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2009.09.015>
- [6] JH Lau, "Overview and outlook of through-silicon via (TSV) and 3D integrations", *Microelectronics International*, Vol. 28, Iss. 2, pp. 8-22, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1108/13565361111127304>
- [7] X. Zhang, JH. Lau, C. S. Premachandran, SC Chong, LC Wai, "Development of a Cu/low-k stack die fine pitch

- ball grid array (FBGA) package for system in package applications”, *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, Vol. 1, No. 3, pp. 299-309, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/TCPMT.2010.2100292>
- [8] S. Priyabadini, T. Sterken, L. Van Hoorebeke, J. Vanfleteren, “3-D stacking of ultrathin chip packages: an innovative packaging and interconnection technology”, *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, Vol. 3, No. 7, pp. 1114-1122, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/TCPMT.2012.2234830>
- [9] S. Yoshida, G. Fukuda, T. Noji, Y. Kobayashi, S. Kawasaki, “Ka-band 2-stacked chip-scale-package using GaAs PA MMIC with hot-via interconnections for spacecraft applications”, *Proceedings of 2013 European Microwave Conference*, Nuremberg, Germany, pp. 223-226, October, 2013.
- [10] B. H. Oh, H. Y. Loo, P. T. Oh and E. K. Lee, “Challenges in Stacked CSP Packaging Technology,” *Proceedings of International Conference on Electronic Materials and Packaging*, Kowloon, China, pp. 1-4, December, 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/EMAP.2006.4430609>
- [11] M. Karnezos, “3D packaging: where all technologies come together”, *Proceedings of EIEEE/CPMT/SEMI 29th International Electronics Manufacturing Technology Symposium*, San Jose, CA, USA, pp. 64-67, July, 2004.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/IEMT.2004.1321633>
- [12] S. R. Vempati, N. Su, CH Khong, YY Lim, K. Vaidyanathan, “Development of 3-D silicon die stacked package using flip chip technology with micro bump interconnects”, *Proceedings of 2009 59th Electronic Components and Technology Conference*, San Diego, CA, USA, pp. 980-987, June 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ECTC.2009.5074132>
- [13] L. Chen, J. Adams, HW Chu and X. Fan, “Modeling of moisture over-saturation and vapor pressure in die-attach film for stacked-die chip scale packages”, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, Vol 27, Iss. 1, pp. 481-488, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10854-015-3778-5>
- [14] HH. Ren, XS. Wang, S. Jia, “Fracture analysis on die attach adhesives for stacked packages based on in-situ testing and cohesive zone model”, *Microelectronics Reliability*, Vol. 53, Iss. 7, pp. 1021-1028, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2013.04.001>
- [15] N. Ye, Q. Li, H. Zhang, Z. Ji, X. Yang, CT. Chiu, H. Takiar, “Challenges in assembly and reliability of thin NAND memory die”, *Proceedings of 2016 IEEE 66th Electronic Components and Technology Conference*, Las Vegas, NV, USA, pp. 1840-1846, May, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ECTC.2016.226>
- [16] BU. Kang, “Interfacial fracture behavior of epoxy adhesive for electronic components”, *Journal of the Korea Academia-Industrial*, Vol. 12, No. 3, pp. 1479-1487, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.3.1479>
- [17] SN, Song, HH. Tan, PL. Ong, “Die attach film application in multi die stack package”, *Proceedings of 2005 7th Electronics Packaging Technology Conference*, Singapore, pp. 848-852, December, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/EPTC.2005.1614517>
- [18] J. Liang, C. Ku and C. Chung, “Applications of film over wire and die attached film in a stacked chip scale package”, *Proceedings of 2006 11th International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT)*, Taipei, pp. 289-292, October, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/IMPACT.2016.7800052>
- [19] CL. Chung, CW. Ku, HC. Hsu and SL. Fu, “Comparison between die attach film (DAF) and film over wire (FOW) on stack-die CSP application”, *Proc. of 2009 European Microelectronics and Packaging Conference*, pp. 1-3, Rimini, Italy, 2009.
- [20] C. Sung, “Optimization of elastic modulus and cure characteristics of composition for die attach film”, *Journal of the Korea Academia-Industrial*, Vol. 20, No.4, pp 503-509, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.4.503>

성 총 현(Choonghyun Sung) [정회원]



- 1998년 2월 : 한국과학기술원 화학공학과 (공학석사)
- 2003년 12월 : Georgia Institute of Technology 화학공학과 (공학석사)
- 2004년 3월 ~ 2009년 7월 : LS엠트론 전자부품그룹 선임연구원
- 2009년 7월 ~ 2010년 5월 : LG 이노텍 소재연구소 책임연구원
- 2014년 12월 : Texas A&M University, 화학공학과 (공학박사)
- 2015년 2월 ~ 2017년 1월 : LG 화학 정보전자소재연구소 차장
- 2017년 2월 ~ 현재 : 동의대학교 신소재공학부 조교수

〈관심분야〉  
기능성 코팅 및 필름