

다이접착필름용 조성물의 탄성 계수 및 경화 특성 최적화

성충현
동의대학교 신소재공학부

Optimization of Elastic Modulus and Cure Characteristics of Composition for Die Attach Film

Choonghyun Sung

Division of Advanced Materials Engineering, Dong-Eui University

요약 더욱 작고 얇고 빠르며, 많은 기능을 가진 모바일 기기에 대한 요구가 그 어느 때보다 높다. 이에 대한 기술적 대응의 하나로 여러 개의 칩을 적층하는 Stacked Chip Scale Package(SCSP)가 어셈블리 업계에서 사용되고 있다. 다수의 칩을 접착하는 유기접착제로는 필름형 접착제인 die attach film(DAF)가 사용된다. 칩과 유기기판의 접착의 경우, DAF가 기판의 단차를 채우기 위해서는 고온에서 높은 유동성이 요구된다. 또한 와이어 사이를 채우면서 고용량 메모리와 같이 동일한 크기의 칩을 접착하는 DAF의 경우에도, 본딩 온도에서 높은 유동성이 요구된다. 본 연구에서는 DAF의 주요 원재료 3성분에 대한 혼합물 설계 실험계획법을 통하여 고온에서 낮은 탄성계수를 갖도록 최적화하고, 이에 따른 접착 특성 및 경화 특성을 평가하였다. 3성분은 아크릴 고분자(SG-P3)와 연화점이 다른 두 개의 고상에폭시 수지(YD011과 YDCN500-1P)이다. 실험계획법 평가 결과에 따르면, 고온에서는 아크릴 고분자 SG-P3의 함량이 작을수록 탄성계수가 작은 값을 나타내었다. 100 °C에서의 탄성계수는 SG-P3의 함량이 20% 감소한 경우, 1.0 MPa에서 0.2 MPa 수준으로 감소하였다. 반면, 상온에서의 탄성계수는 연화점이 높은 에폭시 YD011에 의해 크게 좌우되었다. 최적 처방은 UV 다이싱 테이프를 적용시 98.4% 수준의 비교적 양호한 다이 픽업 성능을 나타냈다. 유리칩을 실리콘 기판에 부착하고 에폭시를 1단계 경화시킨 경우, 크랙이 발생하였으나, 아민 경화 촉진제의 함량 증가와 2단계 경화를 통하여 크랙의 발생을 최소화할 수 있었다. 이미다졸계 촉진제가 아민계 촉진제에 비해 효과가 우수하였다.

Abstract The demand for smaller, faster, and multi-functional mobile devices is increasing at a rapidly increasing rate. In response to these trends, Stacked Chip Scale Package (SCSP) is used widely in the assembly industry. A film type adhesive called die attach film (DAF) is used widely for bonding chips in SCSP. The DAF requires high flowability at high die attachment temperatures for bonding chips on organic substrates, where the DAF needs to fill the gap depth, or for bonding the same sized dies, where the DAF needs to penetrate bonding wires. In this study, the mixture design of experiment (DOE) was performed for three raw materials to obtain the optimized DAF recipe for low elastic modulus at high temperature. Three components are acrylic polymer (SG-P3) and two solid epoxy resins (YD011 and YDCN500-1P) with different softening points. According to the DOE results, the elastic modulus at high temperature was influenced greatly by SG-P3. The elastic modulus at 100 °C decreased from 1.0 MPa to 0.2 MPa as the amount of SG-P3 was decreased by 20%. In contrast, the elastic modulus at room temperature was dominated by YD011, an epoxy with a higher softening point. The optimized DAF recipe showed approximately 98.4% pickup performance when a UV dicing tape was used. A DAF crack that occurred in curing was effectively suppressed through optimization of the cure accelerator amount and two-step cure schedule. The imidazole type accelerator showed better performance than the amine type accelerator.

Keywords : Die Attach Film, FOW, Stack-CSP, Epoxy, Adhesive

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

Tel: +82-51-890-1281 email: chsung@deu.ac.kr

Received February 8, 2019

Revised March 12, 2019

Accepted April 5, 2019

Published April 30, 2019

1. 서론

본문 중 참고문헌의 인용표기는 [1] 같이 해당 참고문헌의 번호를 표기한다[2-5,9,11]. 참고문헌의 번호는 본문에서 인용한 순서대로 책정하며, 본문의 인용번호와 References의 번호는 일치하여야 한다.

스마트폰, 디지털 카메라, 휴대용 메모리 등의 모바일 IT 기기는 21세기 들어 지속적으로 성장해 왔다. 디자인 측면에서는 더욱 더 얇고, 가볍고, 크기가 작은 기기를 원하고 있으며, 기술적인 측면에서는 빠른 속도, 고용량, 다기능에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해, 반도체 패키지 레벨에서는 여러 개의 반도체 칩을 적층하는 Stacked Chip Scale Package (SCSP)가 산업계에서 널리 사용되고 있다[1-3]. 이 패키지는 로직과 메모리 칩 등을 적층하여 다기능을 구현하거나, 여러 개의 메모리칩을 적층하여 고용량을 실현한다. 또한 여러 개의 칩을 하나의 패키지에 구현함으로써 구동 속도를 증진시킬 수 있다.

SCSP는 두께가 100 μm 이하의 칩을 적층하여 제조된다. SCSP의 핵심 재료 중의 하나는 칩의 적층에 사용되는 유기 접착제이다. 단일 칩의 부착에는 에폭시 페이스트가 널리 쓰였으나, SCSP에서는 Die Attach Film (DAF)이 사용된다[4-6]. DAF는 페이스트 적용시 발생할 수 있는 블리드 아웃(bleed out)을 최소화하여 균일한 접착 두께를 유지할 수 있다. 또한, DAF는 100 μm 이하의 웨이퍼의 취급성을 향상시킨다. 산업계에서는 다이싱 테이프와 DAF가 결합된 Dicing Die Attach Film (DDAF)가 주로 사용되고 있으며, 이는 페이스트를 사용하는 경우에 비해 획기적으로 공정을 간소화할 수 있는 장점이 있다[7]. SCSP의 제조 공정은 웨이퍼 백그라인딩, 라미네이션, 다이싱, 다이 어태치(die attach), 와이어 본딩 공정, 몰딩으로 진행되며, 신뢰성 또는 생산성 측면에서 개별 공정의 최적화에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다[8-10].

SCSP와 같은 반도체 패키지는 높은 수준의 신뢰성이 요구된다. 패키지의 흡습 후, 260 $^{\circ}\text{C}$ 의 솔더 리플로우 온도에서 팝콘(pop corn) 현상이 발생하지 않는 내습성을 가져야 하며, 고온/저온의 온도 사이클에서 크랙 또는 계면파괴가 발생하지 않아야 한다[11,12]. DAF는 SCSP의 신뢰성 구현에 있어서 매우 중요한 소재로, 높은 접착력, 낮은 흡습성, 우수한 열기계적 특성이 요구된다. 특히,

다이 어태치 공정에서는 기판에 기공(void)없이 부착될 수 있어야 한다. 기공의 발생은 패키지의 신뢰성을 저하시키는 요소가 된다[13]. 또한 DDAF는 공정 특성도 매우 중요하다. 다이싱 공정에서는 DAF와 다이싱테이프 사이에서 높은 접착력이, 칩 픽업 공정에서는 낮은 접착력이 필요하다[14].

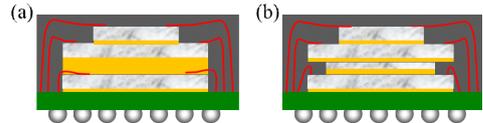


Fig. 1. Structure of SCSP using (a) FOW and (b) dummy chip

SCSP에 사용되는 DAF는 1)크기가 다른 2개의 칩 2) 칩과 기판 3)동일한 크기의 칩을 부착하는 3가지 종류로 크게 분류될 수 있다. 이들은 다이 어태치시 서로 다른 특성이 요구된다. 1)의 경우, 하부의 칩이 평평하기 때문에 기공의 발생없이 부착하는 것이 비교적 용이하다. 그러나 2)과 3)의 경우는 기공의 발생을 최소화하기 위해 DAF의 유동 특성이 매우 중요하다. 2)의 경우는 기판의 종류가 중요하다. 기판이 유기 패키지 기판인 경우, 회로로 인하여 기판에 단차가 발생하며 이 단차는 DAF의 60% 수준에 달한다[13]. 따라서 DAF는 다이 어태치 온도에서 단차를 채울 수 있는 고온 유동성이 요구된다. 3)의 경우, Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 2가지 형태가 가능하다. 하부 칩의 본딩 와이어를 채우는 특수한 형태의 DAF인 FOW (film-over-wire)를 사용하거나(Fig. 1a), FOW 대신 dummy chip을 스페이서로 사용할 수 있다(Fig. 1b). 그러나 Fig 1b는 공정이 복잡하며, 스페이서의 두께를 얇게 만드는 것이 쉽지 않은 단점이 있다[15,16]. 또한 본딩 와이어가 칩의 가운데에 있는 경우는 적용될 수 없기 때문에 FOW가 널리 사용되고 있다. FOW는 die attach시에 와이어가 눌리거나 쏠리지 않고, 와이어 사이를 채울 수 있는 매우 높은 수준의 고온 유동성과 내부식성이 요구된다[17,18]

본 연구에서는, 상온에서는 픽업 및 다이싱 성능이 우수하고, 고온에서는 FOW와 같이 유동성이 높은 DAF 처방을 개발하고자 한다. DAF 처방의 주요 원재료 3가지 성분에 대해서 실험계획법(design of experiment, DOE)을 적용하여 상온과 고온에서 최적의 탄성계수를 가지는 처방을 선정하고, 그에 따른 접착력 및 경화 특성

을 평가하였다.

2. 본론

2.1 실험 방법

2.1.1 재료 및 코팅

에폭시 단량체 크레졸 노볼락 에폭시 YDCN500-1P (에폭시 당량 200) 와 비스페놀 에폭시 YD011 (에폭시 당량 475)은 국도화학에서 구입하였다. 열가소성 아크릴 고분자 SG-P3는 나가세 캄텍스(Nagase ChemteX)로부터 구입하였다. SG-P3는 에틸아크릴레이트, 부틸아크릴레이트, 아크릴로니트릴로 구성된 아크릴 에스터 고분자이다. 이미다졸 촉진제 AMI-1은 Evonik, 3차 아민 촉진제 SA-102는 Airproduct로부터 구입하였다.

DAF의 처방은 총 100% 중에서 66%를 SG-P3, YDCN500-1P, YD011로 구성하였다. 나머지 34%는 결정성 에폭시 (YSLV-80XY, 신일본제철) 10.2%, 실리카 (TS-720, Cabot) 6.3%, 실란 (glycidoxypropyl trimethoxysilane, Aldrich) 2.3%, 페놀경화제 (KPE-F2000, 코오롱 유화) 15%, 촉진제 (AMI-1, Airproduct) 0.2%이다. 실란 페놀 경화제, 촉진제를 제외한 모든 원재료를 메틸에틸케톤에 분산하여 20시간 동안 교반하였다. 이후, 실란, 페놀 경화제, 촉진제를 넣고 1시간 동안 교반하였다. 이 용액을 어플리케이터를 이용하여 60 μm 두께로 코팅하고 80°C에서 10분간 건조하여 DAF를 얻었다. 본 연구에서는 76%를 차지하는 SG-P3, YDCN500-1P, YD011 대하여 Minitab을 이용하여 혼합물 실험 설계를 수행하였다.

2.1.2 DAF의 특성 평가

탄성계수는 DMA(Mettler, DMA/STDA861)를 이용하여 측정하였다. 60 μm 의 DAF를 라미네이션하여 약 400 μm 두께의 샘플을 사용하였으며, 주파수 1Hz, 변형속도 1% 조건에서 -20°C에서 300°C까지 측정하였다. 다이싱테이프와 DAF의 점착력은 먼저 다이싱 테이프와 DAF를 라미네이션 한 다음, 180° 박리력 테스트를 시행하였다. 픽업 테스트는 먼저 다이싱테이프를 DAF에 라미네이션하여 DDAF를 만들고, DDAF를 실리콘 웨이퍼에 라미네이션 한 후, 5×5cm의 크기로 다이싱 한 후, 픽업 장비(Shinkawa SPA-100)를 이용하여 픽업 성능을

평가하였다. 총 64개의 다이를 픽업하여 불량률을 평가하였다.

2.2 결과 및 고찰

일반적으로 DAF는 온도에 따라 다른 특성이 요구된다. 우수한 다이싱 공정 특성 및 픽업 특성을 위해서는 상온에서는 높은 탄성계수가 바람직하며, 다이어태치의 고온에서 PCB의 단차 또는 본딩 와이어를 채우기 위해서는 충분한 고온 유동성이 있어야 한다. 바람직한 DAF의 특성은 DMA의 거동을 통하여 설명할 수 있다(Fig. 2).

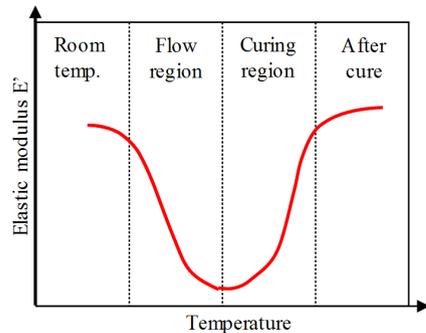
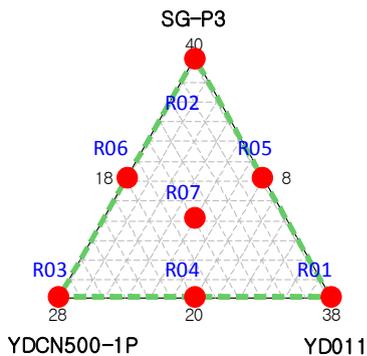


Fig. 2. Concept of thermomechanical properties of DAF

상온 영역에서는 높은 탄성계수가 필요하며, 다이 접착 온도에서는 충분한 낮은 탄성계수가 요구된다. 또한 DAF의 경화가 완결되는 보다 높은 온도에서는 경화 후 DAF의 탄성 계수가 높도록 설계되어야 한다.

이러한 DAF의 요구 특성을 구현하기 위해, 3가지 성분을 선정하고 혼합물 실험 계획법 (DOE)을 시행하였다. 3가지 성분은 아크릴 고분자 SG-P3, 고상 에폭시 YD011과 YDCN500-1P 이다. 아크릴 고분자는 DAF의 필름형성에 중요한 영향을 미칠 뿐만 아니라, 반도체 패키지에 적용되었을 경우, 내습 또는 열충격 접착성에 매우 중요한 역할을 미친다. YD011과 YDCN500-1P는 상온에서 고체인 고상 에폭시이며, 고온에서는 유동성을 나타낼 수 있는 성분이다. YD011과 YDCN500-1P의 연화점은 각각 65°C와 52°C이다. 상온에서의 높은 강도와 고온에서의 유동성에 대한 특성 평가를 위해, DMA로부터 얻어 진 30, 80, 100°C에서의 탄성 계수(E)를 평가 항목으로 설정하였다. 3성분계 혼합물 DOE와 평가 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 7개의 처방 중에서는 R04가 저온에서 가장 높고, 고온에서는 제일 낮은 탄성 계수를 나타내었다.

개별 성분이 탄성계수에 미치는 영향을 관찰하기 위해 3성분에 대한 탄성계수의 등고선도를 살펴보았다(Fig. 4). 30℃에서는 고상 에폭시 YD011의 함량이 증가할수록 탄성계수가 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 4a). 80℃와 100℃에서는 아크릴 고분자인 SG-P3의 함량이 감소할수록 탄성계수가 증가하였다(Fig. 4b, c). 가령 100℃에서는 SG-P3가 40%에서 20%로 감소한 경우, 탄성계수가 1 MPa에서 0.2 MPa로 감소하였다. 반면, 상온에서는 YD011이 18%에서 38%로 증가하면서, 17 MPa에서 24 MPa 수준으로 증가하였다.



Recipe	Component amount(%)			Elastic modulus(MPa)		
	SG-P3	YDCN 500-1P	YD011	E ₃₀	E ₈₀	E ₁₀₀
R01	20.0	8.0	38.0	8.06	0.93	0.60
R02	40.0	8.0	18.0	8.98	1.27	0.96
R03	20.0	28.0	18.0	1.06	0.40	0.30
R04	20.0	18.0	28.0	24.0	0.26	0.07
R05	30.0	8.0	28.0	14.3	0.67	0.51
R06	36.0	18.0	18.0	4.32	0.88	0.68
R07	26.7	14.7	24.7	74.6	0.66	0.38

Fig. 3. Design of experiment for 3 component mixture and experimental results.

각 성분의 탄성계수에 미치는 효과는 COX 반응 궤적을 통해 좀 더 정량적으로 볼 수 있다(Fig. 5). Fig. 5a에서 볼 수 있듯이, YD011가 증가할수록, YDCN500-1P와 SG-P3는 감소할수록 30℃에서의 탄성계수가 증가하는 것으로 나타났다. 80℃, 100℃에서의 탄성계수는 SG-P3에 의해 가장 크게 영향을 받으며, SG-P3의 양이 감소할수록 탄성계수가 감소하였다. YDCN-1P는 YD011에 비해 탄성계수에 미치는 영향은 작으나, 그 양이 증가할수록, 탄성계수가 감소하였다. YD011은 양이 너무 감소하거나 증가하는 경우, 탄성계수가 오히려 증가하는 것으로 나타났다.

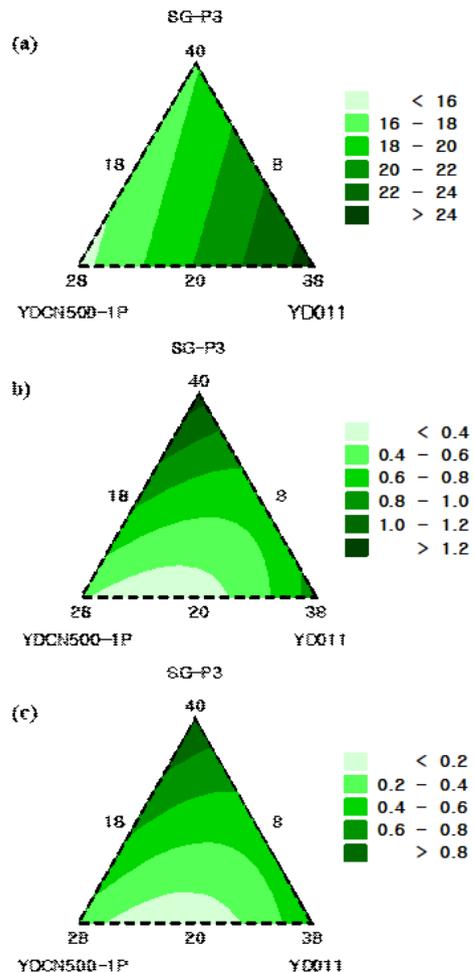


Fig. 4. Contour plot of elastic modulus (MPa) at (a) 30℃, (b) 80℃, and (c) 100℃.

상기의 혼합물 DOE에 의한 평가 결과를 바탕으로, Minitab의 반응 최적화 도구를 이용하여, 80℃와 100℃에서의 탄성계수가 최소가 되는 처방 2개를 선정하였다(Table 1). 처방 RV01은 80℃에서, 처방 RV02은 100℃에서의 탄성계수가 최소가 되는 처방이다. RV01 처방은 80℃에서 탄성계수는 0.28MPa, RV02 처방은 100℃에서 탄성계수 0.08 MPa 이었다. 미니탭의 최적화 도구를 이용하면 필요에 따라, 100℃에서의 탄성계수를 약간 증가시키더라도(즉, 고온 유동성을 희생시키더라도), 30℃에서 더 높은 탄성계수를 가지는 처방을 얻을 수 있다.

픽업 공정성을 위해서는 DAF와 다이싱 테이프와의 박리력이 낮아야 한다. 최적 처방 2개에 대하여 180도 박리력 테스트와 다이 픽업 테스트를 실시하였다(Table

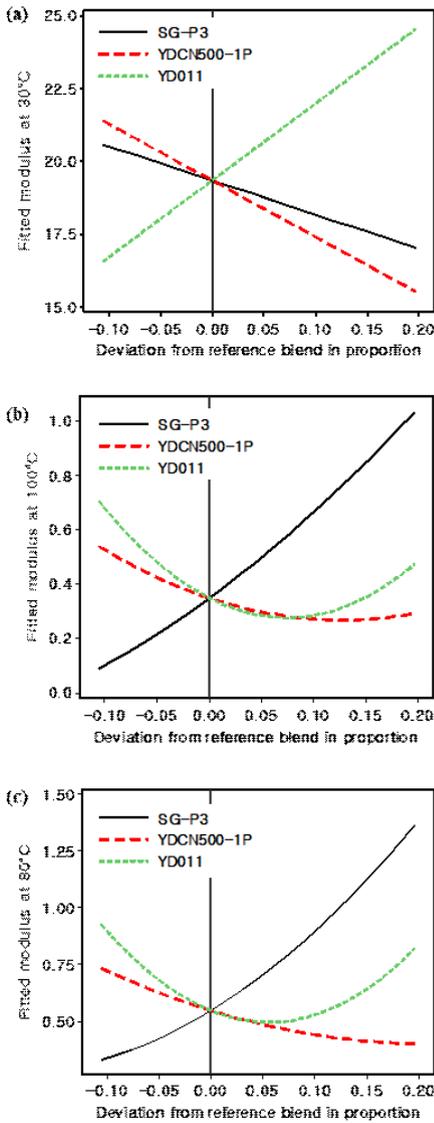


Fig. 5. Cox response trace plot for elastic modulus at (a) 30°C, (b) 80°C, and (c) 100°C.

2). 다이싱 테이프는 UV 조사형과 별도의 UV 조사가 필요하지 않은 것을 사용하였다. 두 처방 모두, UV 조사형 다이싱 테이프를 사용한 경우 픽업 특성이 우수하였다. 최고 98.4% 픽업 성공률을 나타내었다. Non-UV 다이싱 테이프를 사용한 경우도 UV 다이싱 테이프를 사용한 경우와 같이 충분히 낮은 박리력을 나타냈으나, 픽업 성능이 우수하지 않은 것으로 보아, 박리력을 이용한 픽업 성능의 대응 평가는 신뢰성이 떨어지는 것으로 판단된다.

Table 1. Optimized DAF recipe for low elastic modulus at 80°C and 100°C.

Recipe	Composition(%)			Elastic modulus (MPa)		
	SG-P3	YDCN 500-1P	YD011	E30	E80	E100
RV01	20	23	23	17.7	0.28	0.11
RV02	20	18	28	20.1	0.31	0.08

Table 2. 180° peel strength and pickup performance of optimized recipes.

Dicing tape (DT)	Recipe	DAF/DT peel strength (gf/cm)	Pick-up error rate
UV type	RV01	2.0	1/64
	RV02	5.0	3/64
Non-UV type	RV01	5.5	44/64
	RV02	4.7	41/64

다음으로는 다이 어태치 및 경화 특성을 살펴보았다. 먼저 유리칩에 DAF를 부착시키고, 이 유리칩을 140°C, 2sec, 1kgf의 본딩조건에서 실리콘 웨이퍼에 부착시킨 후, DAF를 150°C에서 1시간 동안 경화하였다. 경화 후, 필름이 찢어지는 형태의 크랙이 발생하였다 (Fig. 6a). 크랙 현상은 필름이 칩과 기판에 구속된 상태에서 급속한 경화 수축 및 에폭시와 아크릴 고분자 SG-P3 성분의 상분리에 의해 발생하는 것으로 판단된다. 이러한 크랙은 100°C, 30분 + 150°C 30분의 2단계 경화를 실시한 경우, 소폭 개선이 됨이 확인되었다(Fig. 6b).

1단계 경화에서 필름이 천천히 전체적인 망상 가교 구조를 형성하여 에폭시와 아크릴 고분자 SG-P3와의 상분리를 최소화하여, 2단계 경화에서 경화 수축이 발생하더라도, 필름 전체가 가교구조로 연결되어 크랙이 발생하는 것을 최소화할 수 있는 것으로 판단된다.

경화 크랙의 발생 수준을 개량화하기 위해, 6단계의 표준 견본 샘플 (Fig. 7)을 만들어 100점으로 경화 성능을 환산하였다. 80점 이상인 경우, 용인 가능한 수준의 크랙으로 판단하였다.

100°C, 30분 + 150°C 30분의 경화 조건에서, 크랙을 개선하기 위해, 경화 촉진제 함량을 증가시키는 실험을 실시하였다(Table 3). 경화 촉진제를 증가시키면 100°C, 30분의 1단계 경화에서 경화율을 증가시켜 2단계 경화 시 크랙 발생을 최소화할 수 있다.

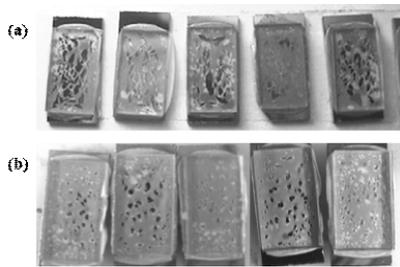


Fig. 6. Crack after (a) 1 step and (b) 2 step curing.

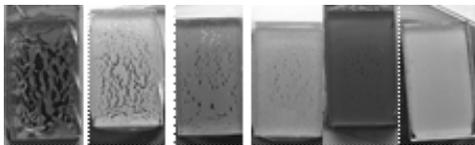


Fig. 7. Standard samples for evaluating cure crack.

Table 3. Cure crack performances according to catalyst type and amount.

Catalyst		Cure crack performance (%)
Type	Amount (%)	
No catalyst	0	37
AMI-1	0.2	48
	0.4	67
	0.6	73
SA-102	0.6	38
	0.9	58
	1.3	65

촉진제는 이미다졸계 AMI-1과 3차 아민계 SA-102를 비교하였다. Table 3에 나타난 바와 같이, 2종류의 촉진제 모두 함량이 증가하면서, 크랙 성능이 향상되었다. 크랙 개선 효과는 AMI-1이 우수하였다. 동일한 0.6% 촉진제 함량에서, AMI-1을 사용한 경우 73점, SA-102를 사용하는 경우 38점의 경화 성능을 나타내었다. SA-102는 에폭시의 경화를 촉진하는 성능이 떨어지기 때문으로 보인다. 크랙 성능을 최소화하기 위해, AMI-1 촉진제의 함

량을 더 증가시키면서, 1단계 경화 조건을 변경하여 보았다(Table 4). AMI-1 촉진제의 함량이 1.5%, 1단계 경화 조건이 90℃, 60 min인 경우 가장 우수한 경화 크랙 성능을 나타내었다. 그러나 촉진제의 함량이 증가할수록, 접착 필름의 상온경화에 의한 경시 변화 문제가 발생할 수 있으므로, 유동 특성과 보관성을 고려하여 촉진제의 함량을 결정할 필요가 있다.

3. 결론

고온 유동성이 우수한 DAF 처방을 확보하기 위해, 고상 에폭시 2종과 열가소성 아크릴 고분자의 혼합물 설계를 통하여 탄성계수의 최적화를 수행하였다. 상온에서의 탄성계수는 YD011, 고온에서의 탄성계수는 SG-P3에 의해 크게 좌우되었다.

고온에서 우수한 유동성을 가지는 최적 처방을 선정하여, DAF를 제조하여, 픽업 특성 및 다이 어태치 후 경화 특성을 평가하였다. 픽업 성능 평가 결과, UV 다이싱 테이프 사용시, 비교적 우수한 다이 픽업 성능을 나타내었다. Non-UV 다이싱 테이프를 사용한 경우, 박리력은 낮았으나 픽업 성능은 저조하였다.

다이 어태치 이후 에폭시 경화단계에서 크랙이 발생하였으나, 이미다졸 경화제의 함량 조절과 2단계 경화 조건의 최적화를 통하여 효과적으로 억제할 수 있었다.

References

- [1] X. Zhang, John H. Lau, C. S. Premachandran, Ser-Chong Chong, Leong Ching Wai, Vincent Lee, T. C. Chai, V. Kripesh, Vasarla Nagendra Sekhar, D. Pinjala and F. X. Che, "Development of a Cu/Low-k Stack Die Fine PitchBall 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.

Table 4. Effect of the amount of catalyst on the cure crack performance.

AMI-1 amount	Cure crack performance					
	80℃, 30 min	80℃, 45 min	80℃, 60 min	90℃, 30 min	90℃, 45min	90℃, 60 min
0.6%	77	86	86	77	86	86
0.9%	71	86	83	83	71	77
1.2%	71	66	64	83	83	71
1.5%	89	91	86	83	88	93

- DOI: <https://doi.org/10.1109/TCPMT.2010.2100292>
- [2] Yasuki Fukui, Yuji Yano, Hiroyuki Juso, Yuji Matsune, Koji Miyata, Atsuya Narai, Yoshiki Sota, Yoshikazu Takeda, Kazuya Fujita, Morihiro Kada, "Triple-Chip Stacked CSP", Proc. of 50th Electronic Components and Technology Conference, pp. 385-389, May, 2000.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ECTC.2000.853182>
- [3] B. H. Oh, H. Y. Loo, P. T. Oh and E. K. Lee, "Challenges in Stacked CSP Packaging Technology," Proc. of International Conference on Electronic Materials and Packaging, Kowloon, pp. 1-4, 2006
DOI: <https://doi.org/10.1109/EMAP.2006.4430609>
- [4] S. Takeda, T. Masuko, N. Takano, T. Inada, "Die Attach Adhesives and Films", Materials for Advanced Packaging. Springer, pp. 407-436, 2009.
- [5] S. C. Kheng, M. Teo and C. Lee, "Assessment of Die Attach Film for Thin Die and SiP Applications," Proc. of 2006 Thirty-First IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology Symposium, Petaling Jaya, pp. 288-293, 2006
DOI: <https://doi.org/10.1109/IEMT.2006.4456468>
- [6] A. Teng Cheung, "Dicing die attach films for high volume stacked die application," 56th Electronic Components and Technology Conference, San Diego, CA, pp. 1312-1316, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ECTC.2006.1645824>
- [7] S. Abdullah, S. M. Yusof, I. Ahmad, A. Jalar and R. Daud, "Dicing Die Attach Film for 3D Stacked Die QFN Packages," Proc. of 32nd IEEE/CPMT International Electronic Manufacturing Technology Symposium, San Jose, CA, pp. 73-75, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1109/IEMT.2007.4417054>
- [8] 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, pp. 481-488, 2016
- [9] H. H. Jiun, I. Ahmad, A. Jalar, and G. Omar, "Effect of laminated wafer toward dicing process and alternative double pass sawing methods to reduce chipping," IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing, vol. 29, no. 1, pp. 17-24, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1109/TEPM.2005.862625>
- [10] Song S.N, Tan H.H., Ong P.L., "Die Attach Film Application in Multi Die Stack Package", Proc. of 7th Electronics Packaging Technology Conference, Singapore, pp. 848-852, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1109/EPTC.2005.1614517>
- [11] J. O. Bang, K. H. Jung, Y.M. Lee, S. B. Jung, "Thermo-Mechanical Behavior of Die Attach Film on Flexible PCB Substrate for Multi-Chip Package", Journal of Nanoscience and Nanotechnology, vol. 17, pp3130-3134, 2017.
- [12] B. U. Kang, "Interfacial Fracture Behavior of Epoxy Adhesives for Electronic Components", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 12, no. 3, pp1479-1487, 2011.
- [13] Tee Swee Xian and P. P. Nanthakumar, "Dicing die attach challenges at multi die stack packages," Proc. of 35th IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology Conference (IEMT), Ipoh, pp. 1-5, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1109/IEMT.2012.6521797>
- [14] M. Teo, S. C. Kheng and C. Lee, "Process and Material Characterization of Die Attach Film (DAF) for Thin Die Applications," Proc. of 2006 International Conference on Electronic Materials and Packaging, Kowloon, pp. 1-7, 2006
DOI: <https://doi.org/10.1109/EMAP.2006.4430572>
- [15] C. H. Toh, Mehta Gaurav, Tan Hua Hong and P. L. Ong Wilson, "Die attach adhesives for 3D same-sized dies stacked packages," Proc. of 58th Electronic Components and Technology Conference, Lake Buena Vista, FL, pp. 1538-1543. 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ECTC.2008.4550180>
- [16] M. Lee, Y. Lin, P. Pan, Y. Lin and C. Lin, "Film over wire (FOW) selection for copper wire application," Proc. of 8th International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT), Taipei, pp. 306-309, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1109/IMPACT.2013.6706662>
- [17] J. Liang, C. Ku and C. Chung, "Applications of film over wire and die attached film in a stacked chip scale package," Proc. of 11th International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT), Taipei, pp. 289-292, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1109/IMPACT.2016.7800052>
- [18] C. L. Chung, C. W. Ku, H. C. Hsu and S. L. 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, Rimini, pp. 1-3, 2009.

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