

## 반도체 웨이퍼용 아크릴 변성 수지의 합성 및 접착 특성

심종배 · 신경섭 · 황택성<sup>†</sup>

충남대학교 화학공학과

(2010년 3월 3일 접수, 2010년 5월 25일 수정, 2010년 5월 25일 채택)

## Synthesis and PSA Properties of Acryl Modified Resin for Semiconductor Wafer

Jong Bae Sim, Kyoung Sub Shin, and Taek Sung Hwang<sup>†</sup>

Department of Chemical Engineering, College of Engineering, Chungnam National University, 79 Daehangno, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea

(Received March 3, 2010; Revised May 25, 2010; Accepted May 25, 2010)

**요약:** 본 연구는 2-EHA (2-ethyl hexyl acrylate), 2-EHMA (2-ethyl hexyl methacrylate), 2-HEA (2-Hydroxy ethyl acrylate), acrylic acid 모노머를 이용하여 hydroxy기를 가진 아크릴 수지 접착제를 합성한 후 MOI (Methacryloyloxyethyl isocyanate) 또는 2-isocyanatoethyl methacrylate의 투입량 조절을 통한 경화 특성을 향상시킬 수 있는 adduct 반응을 시킨 이소시아네이트 변성 아크릴 수지 접착제를 제조하였다. 시험 결과 초기 접착력과 박리 접착강도는 MOI와 가교제인 isocyanate의 양이 증가할수록 감소하였다. UV 조사후, MOI와 가교제인 isocyanate의 양이 증가할수록 높은 경화특성 때문에 박리접착 강도는 좀 더 낮아지는 결과를 가져왔다.

**Abstract:** In this study, acryl resin PSA containing hydroxyl group based on 2-EHA (2-ethyl hexyl acrylate), 2-EHMA (2-ethyl hexyl methacrylate), 2-HEA (2-Hydroxy ethyl acrylate), acrylic acid was synthesized and then, isocyanate modified acryl resin PSA prepared with adduct reaction according to the amount of MOI (Methacryloyloxyethyl isocyanate) or 2-isocyanatoethyl methacrylate that can improve the curing property. This research shows that the initial PSA and peel adhesion are decreased according to the increase of the amount of the MOI and isocyanate curing agent. After UV irradiating, the peel adhesion is decreased with increasing the amount of the MOI (Methacryloyloxyethyl isocyanate) and isocyanate curing agent, because of the high curing property.

**Keywords:** Acryl resin PSA, Synthesis, UV irradiation, peel adhesion

### 1. 서 론

우리 생활에서 주로 볼 수 있는 접착제[1,2]는 생활용품, 일반산업용, 자동차용, 전기 전자, 항공분야 등 매우 다양한 분야에 주로 이용되고 있다. 특히 전기 전자 분야에서 반도체 분야, 휴대전화 분야, 디스플레이 분야(LCD, PDP), 정밀제품 등의 운반 및 소재의 고정 및 보호시의 넓은 응용 분야에 적용되고 있는 상황이다.

최근 모바일 기기 및 평판 디스플레이(LCD, PDP 등)가 급속한 증가와 함께 전자 소재는 소형화, 박형화, 경량화가 끊임 없이 연구 개발되고 있다. 그 중에서 반

도체 웨이퍼는 최근 빠르게 대형화, 초박형화 및 원가 절감이 진행되고 있고, 이러한 추세에 효과적으로 대응하기 위해서 웨이퍼 표면의 백그라인딩 공정, 단순화 공정인 다이싱에도 종래에는 없는 기술이 필요하게 되어, 대형화 및 박형화 된 반도체 칩, 웨이퍼 공정에 필요한 접착제 재료에 관한 연구를 하게 되었다.

종래에는 다이싱 공정에서 칩을 절단한 후 칩을 리드 프레임이나 기판에 다이 본딩 할 때 페이스트 상태의 다이 본딩 접착제가 사용되었지만, 박형 웨이퍼가 칩 본딩 시 압력에 의해 칩 변형응력이 페이스트 접착제에 비해 정밀하다는 장점이 있기 때문에 웨이퍼 단계에서 필름 소재로 공급하는 방법을 끊임 없이 연구되어 왔다.

즉, 반도체 칩의 멀티 칩 공정을 일체화하기 위해서

<sup>†</sup>Corresponding author: Taek Sung Hwang (tshwang@cnu.ac.kr)

Polyolefin 필름 위에 박리형 점착제[3,4] 및 에폭시[5] 또는 아크릴 점착제를 사용하여 필름 소재를 연구하여 왔다.

박리형 점착제는 반도체 웨이퍼의 다이싱 또는 쇼잉 공정에서 웨이퍼를 고정시켜 일정한 점착력을 가지고 있다가 공정 작업 후 낮은 점착력으로 용이하게 박리시킬 수 있는 점착제로서 점착력을 저하시키는 방법으로는 자외선(UV) 경화 방법 등이 사용되고 있다.

일반적인 자외선 경화[6-11] 박리형 점착제는 아크릴 수지 점착제 및 올리고머, 반응모노머[12], 광개시제, 첨가제 등을 사용하고, 경화제[13-15]로 이소시아네이트 경화제, 아미노 경화제 및 킬레이트[16] 화합물 등을 사용하여 제조하는 방법이 알려져 있다.

본 연구는 2-EHA (2-ethyl hexyl acrylate), 2-EHMA (2-ethyl hexyl methacrylate), 2-HEA (2-Hydroxy ethyl acrylate) 및 아크릴산 모노머를 이용하여 hydroxy기를 가진 아크릴 수지 점착제를 합성한 후 MOI (Methacryloyloxyethyl isocyanate 또는 2-Isocyanatoethyl methacrylate)를 가지고 adduct 반응을 시킨 이소시아네이트 변성 아크릴 수지 점착제로서 본 연구에서 합성된 수지는 올리고머와 반응 모노머의 혼합형 자외선 박리형 수지가 아닌 단독으로 사용 가능한 박리형 점착제의 특성을 가지고 있다. 불포화기를 가진 MOI량 및 가교 밀도를 높일 수 있는 이소시아네이트 경화제량의 투입량에 따른 점착특성 및 점착력의 변화를 비교하고, 자외선 경화시 점착력에 영향을 미치는 광개시제의 투입량에 따른 점착특성 및 경시변화에 따른 특성을 비교하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 재료 및 시약

자외선 경화 반응형 아크릴 수지를 합성하기 위해서 사용한 아크릴 모노머는 2-ethyl hexyl acrylate (2-EHA, LG화학), 2-ethyl hexyl methacrylate (2-EHMA, Mitsubishi rayon), 2-hydroxy ethyl acrylate (2-HEA, Japan), acrylic acid (AA, LG chemical)를 정제하지 않고 사용하였으며, 개시제로 2,2-azobisisobutyronitrile (AIBN, Japan)과 용매는 toluene (SK energy), ethyl acetate (EAc, Korea Alcohol Industrial)를 사용하였다. 우레탄 반응을 위해 methacryloyloxyethyl isocyanate (MOI, Japan)를 사용하였다. 그리고 경화제는 isocyanate 경화제(AK-75, Aekyung Chemical)를 사용하였다. 점착제 물성 평가 시편은 polyethyleneterephthalate (PET, SKC, 두께 30  $\mu\text{m}$ ) film, polyolefin film 및 SUS304 시편을 사용하였다.

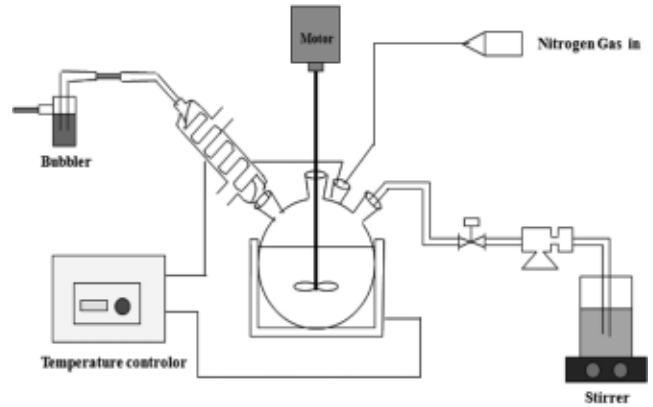


Figure 1. The synthesis apparatus for isocyanate modified acryl resin adhesives.

## 3. 실험방법

### 3.1. 아크릴 점착제 수지의 합성

아크릴 점착제 수지를 합성하기 위한 반응 장치는 Figure 1에 나타내었다. Figure 1에서 보는 바와 같이 3,000 mL 4구 플라스크(Pyrex 제품)에 환류냉각 장치 입구, 질소 가스 및 온도계 입구, 모노머 투입구, 일정한 속도로 투입할 수 있는 정량 펌프 그리고 교반장치를 사용하였다.

1단계 라디칼 반응은 용액 중합법에 의해 합성하였으며, 합성 조건은 Table 1, Figure 2와 같은 조건에서 합성하였다. 먼저 플라스크에 일정 비율의 톨루엔을 투입하고 분자량 조절을 위하여 혼합 모노머의 40 wt%를 개시제와 같이 초기에 투입하여 solvent 중에 monomer의 함량을 높여, 전체적으로 radical reaction 속도를 빠르게 하여 분자량을 조절하였다. 교반속도를 90~120 rpm의 속도로 유지하면서 1 h에 걸쳐 80°C까지 승온하였다. 일정한 온도 하에서 잔량의 혼합 모노머 및 톨루엔에 혼합한 개시제를 동시에 정량 펌프를 통하여 2 h 동안 투입하였다.

점도 변화와 고형분을 측정하여 이론 고형분 50% 이상과 점도 변화가 없을 때 반응을 종료하고 고형분 45 wt%을 유지하기 위하여 톨루엔을 투입하였다. 합성 조건별 반응 조건인 온도, 교반 속도, 모노머 투입 시간은 일정하게 유지 하였다. 그리고 2-EHMA, 2-HEA량의 투입량의 조절은 우레탄 반응시 중요한 수산기 값이 일정하게 유지하기 위하여 투입량을 조절하였다.

1차 반응에 의해 하이드록시기(Hydroxy functional)를 가진 아크릴 수지를 합성한 후 80°C의 온도에서 Table 1에서 2차 반응의 조건과 같이 MOI (Methacryloyloxyethyl isocyanate)를 30 min간 일정한 속도로 투입하고 고형분 농도가 40 wt%가 되도록 용매로 에틸아세테이트를 온도를 유지한 채 1 h 동안 투입하였다. 반응을

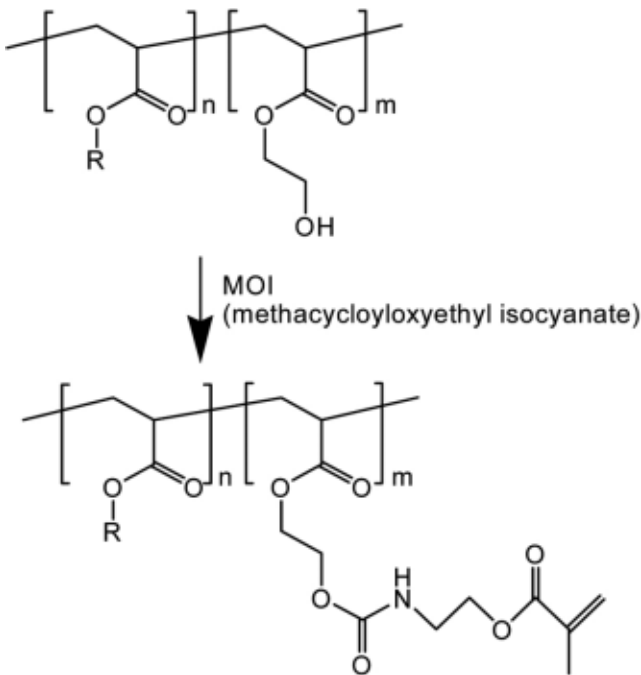
**Table 1.** Synthesis condition of acryl resin containing hydroxy group and isocyanate modified acryl resin for adduct reaction

Resin	1st reaction					2nd reaction				
	Monomer (g)					Temp. (°C)	Solvent (wt%) <sup>1</sup>	MOI (wt%) <sup>2</sup>	Temp. (°C)	Solvent (wt%) <sup>3</sup>
	2-EHA	2-EHMA	2-HEA	AA	AIBN					
JB-1	340	549.2	109.8	1.0	2	80	100	10	80	65/35
JB-2	340	509.8	149.2	1.0	2	80	100	15	80	65/35
JB-3	340	471.5	187.5	1.0	2	80	100	20	80	65/35
JB-4	340	432.1	226.9	1.0	2	80	100	25	80	65/35
JB-5	340	393.7	265.3	1.0	2	80	100	30	80	65/35
JB-6	340	354.3	304.7	1.0	2	80	100	35	80	65/35

Solvent (wt%)<sup>1</sup> : Toluene

MOI (%)<sup>2</sup> : acryl resin base

Solvent (wt%)<sup>3</sup> : Toluene / Ethyl Acetate



**Figure 2.** Synthesis scheme of urethane modified acryl resin.

진행하면서 미반응물 NCO기의 비율 및 산가를 측정하면서 NCO기가 0.1% 이하가 되면 반응을 종료하고 용매를 투입하고 합성을 완료하였다.

### 3.2. 점착제의 코팅 및 경화 전·후 박리력 측정

본 실험에서 합성한 isocyanate modified acryl resin 점착제에 가교제 및 광개시제의 첨가는 Table 2와 peel adhesion 측정을 위한 시편 제작 방법은 Figure 3에 나타내었다. 경화 전의 점착력 시험을 위해 polyolefin film에 전이시키기 위해 2 kg roller 5회 왕복하고, 60°C에서 1 h 동안 경화 시켰으며, 자외선 경화를 위한 자외선 조사 장치는 100 W 고압 수은등을 사용하고, 충분히 예열시킨 후에 20 cm 거리, 조사세기는 300 mJ/cm<sup>2</sup>

**Table 2.** Composition of urethane curing adhesive containing various amount of curing agent and photo initiator

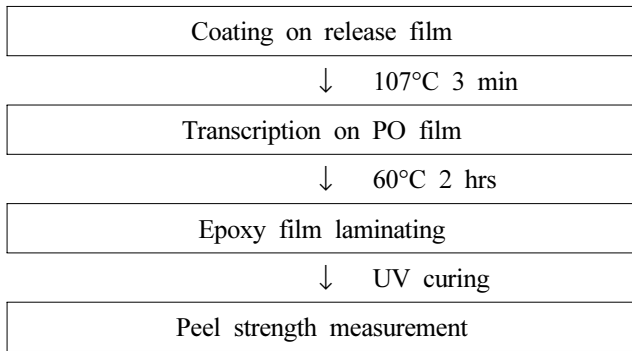
No.	Curing agent AK-75 (g)	Photo initiator Irgacure-184 (g)	Solvent (wt%) <sup>1</sup>
JB-1	0.5	0.45	25
	1.5	0.75	
	2.5	1.05	
JB-2	0.5	0.45	25
	1.5	0.75	
	2.5	1.05	
JB-3	0.5	0.45	25
	1.5	0.75	
	2.5	1.05	
JB-4	0.5	0.45	25
	1.5	0.75	
	2.5	1.05	
JB-5	0.5	0.45	25
	1.5	0.75	
	2.5	1.05	
JB-6	0.5	0.45	25
	1.5	0.75	
	2.5	1.05	

Solvent (wt%)<sup>1</sup> : Ethyl Acetate

로 조사하여 경화시켰다. 경화 전의 peel adhesion 시험 조건은 300 mm/min의 속도로 180° 박리 측정하였으며, 자외선 경화 후의 박리 시험은 자외선 조사 후 1 h, 72 h, 168 h 후 측정 실시하였다.

### 3.3. 분자량 및 분자량 분포 분석(GPC)

합성한 점착제의 수평균 분자량, 무게평균 분자량, 분자량 분포를 측정하기 위해서 column이 장착된 GPC로



**Figure 3.** The flow chart for coating and curing methods of urethane modified acryl resin.

측정하였다. 이동상은 tetrahydrofuran (THF) 용액을 사용하였으며 시료는 0.3 wt%의 농도로 완전히 용해하여 필터링 후 시료를 200  $\mu\text{l}$ 를 주입하여 1.0 ml/min의 유속으로 분자량을 측정하였다.

### 3.4. 유리전이 온도(Tg) 측정

합성한 점착제의 온도 변화에 따른 유리전이온도를 측정하기 위해서 아크릴 점착제를 유리판에 10 g 정도 도포한 후 진공 오븐에 넣고 용매가 완전히 제거 될 때까지 건조 시킨다. 시료를 10 mg 정도 채취하여 TA Q-10 (TA instrument사 제품)을 사용하여 승온 속도 10°C/min, -80~40°C, 50 mL/min N<sub>2</sub> 분위기 하에서 측정하였다.

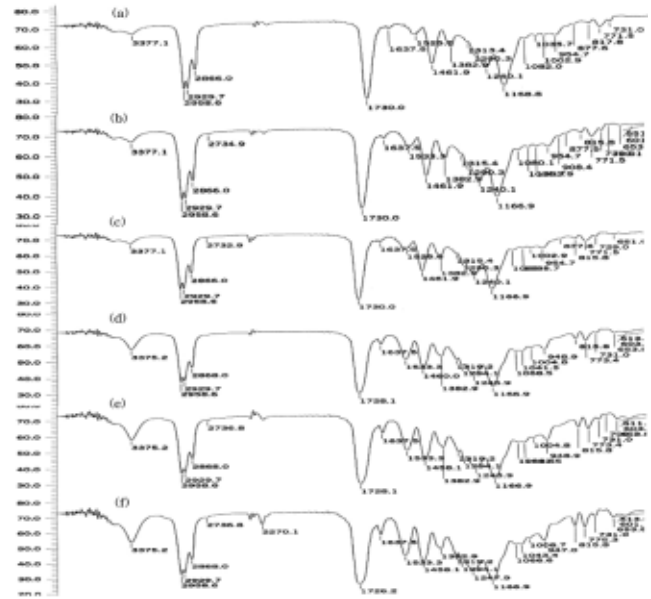
### 3.5. NMR Spectrum 분석

제조한 점착제의 구조 확인을 위하여 JEOL Ltd.사의 FT-NMR spectrometer (JNM-AL400)를 이용하여 분석하였다. 공중합체 10.0 mg를 용매 CDCl<sub>3</sub>에 녹여 시료를 제조한 후, 25°C에서 <sup>13</sup>C-NMR spectrum 분석을 하였다.

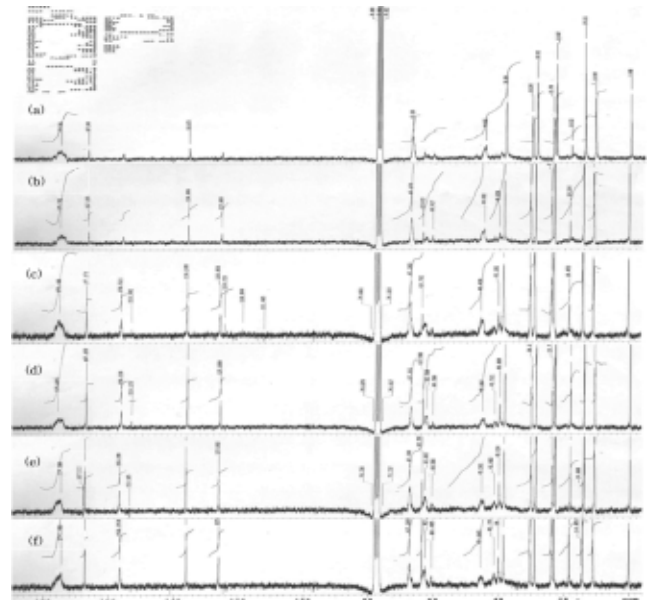
## 4. 결과 및 고찰

### 4.1. FT-IR 스펙트럼 분석

합성한 urethane modified acryl resin의 구조 확인을 위하여 ATR FT-IR 적외선 분광기를 이용하여 스펙트럼 분석한 Figure 4에 나타나 있다. Figure 4에서 보는 바와 같이 스펙트럼 3,377~3,375 cm<sup>-1</sup>은 우레탄 결합 -NH를 나타내는 특성 피크로서, MOI 함량이 10%에서 MOI 35%로 증가 될수록 -NH 특성 피크도 증가하는 것을 확인할 수 있고, 1,637 cm<sup>-1</sup> 부근의 특성 피크는 우레탄 결합의 -C=O 피크를 나타내며, 1,533 cm<sup>-1</sup>은 -NH 특성 피크로 MOI의 투입량이 증가할수록 피크의 세기가 증가하는 것을 FT-IR 스펙트럼으로 확인할 수 있다.



**Figure 4.** FT-IR spectra of urethane modified acryl resin at various MOI content : (a) 10 wt%, (b) 15%, (c) 20%, (d) 25%, (e) 30%, and (f) 35%.



**Figure 5.** <sup>13</sup>C-NMR spectra of urethane modified acryl resin at various MOI content : (a) 10 wt%, (b) 15%, (c) 20%, (d) 25%, (e) 30%, and (f) 35%.

### 4.2. NMR spectrum (<sup>13</sup>C-NMR) 분석

합성한 urethane modified acryl resin의 구조 확인을 위하여 <sup>13</sup>C-NMR 분석한 결과가 Figure 5에 나타나 있다. Figure 5에서 보는 바와 같이 156.5 ppm은 우레탄 결합의 -HNCO-에서 C 스펙트럼이고, 136과 125 ppm은 MOI의 이중결합 CH<sub>2</sub> = C의 특성피크를 확인할 수

**Table 3.** GPC results of urethane modified acryl resin at various MOI content

No.	Mn	Mw	Mw/Mn
JB-1	75,460	461,770	6.119
JB-2	77,649	542,141	6.982
JB-3	80,867	671,906	8.309
JB-4	82,091	724,021	8.820
JB-5	88,666	781,452	8.813
JB-6	90,874	814,895	8.967

**Table 4.** DSC results of urethane modified acryl resin at various MOI content

No.	Theory copolymer (°C)	DSC (°C)
JB-1	-28.1	-35.10
JB-2	-25.4	-31.98
JB-3	-22.8	-29.66
JB-4	-20.5	-28.10
JB-5	-18.2	-28.72
JB-6	-16.2	-26.09

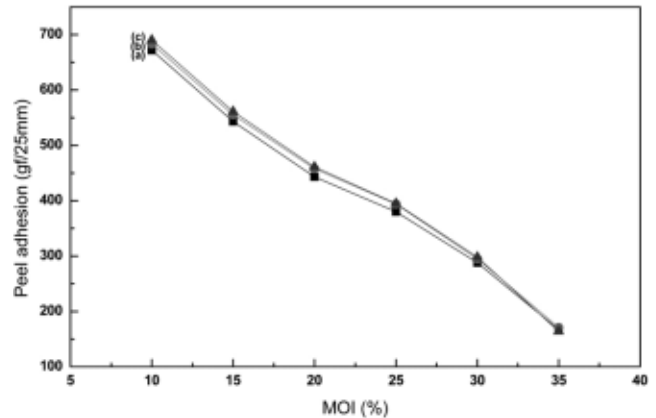
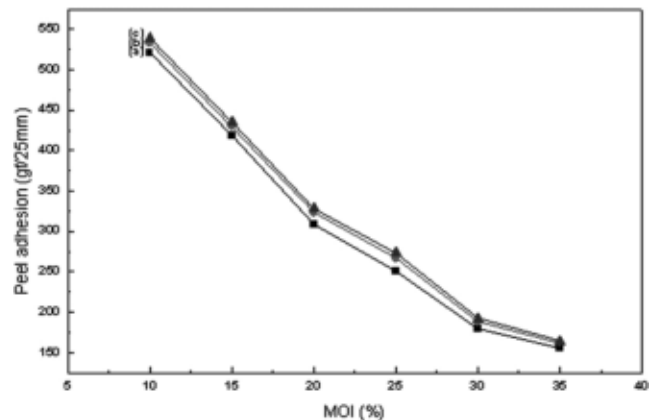
있었다. Figure 5에서 보는 바와 같이 MOI 함량이 10%에서 MOI 35%로 증가 할수록 위의 특성 피크가 증가함을 확인 할 수 있어 MOI 투입량이 증가함에 따른 adduct 반응이 증가함을 확인 할 수 있었다.

#### 4.3. 분자량 및 분자량 분포(GPC) 분석

합성한 urethane modified acryl resin 점착제의 분자량 및 분자량 분포를 측정하기 위해 GPC 측정결과가 Table 3에 나타나 있다. Table 3에서 보는 바와 같이 MOI 첨가량이 증가 할수록 수평균 분자량 및 중량 평균 분자량이 커지는 것을 알 수 있는데, 이것은 아크릴 라디칼 합성과 MOI adduct반응에 2-HEA함량과 MOI 함량의 증가 때문인 것으로 사료할 수 있다. 이러한 이유는 2-HEA의 투입량 증가 시 hydroxy group의 증가에 따른 수소결합이 증가하여 분자량이 증가하는 것으로 판단됩니다. 또한, MOI 투입량이 증가 할수록 Mw/Mn의 분자량 분포값도 커지는 것을 알 수 있다.

#### 4.4. DSC (Tg) 분석

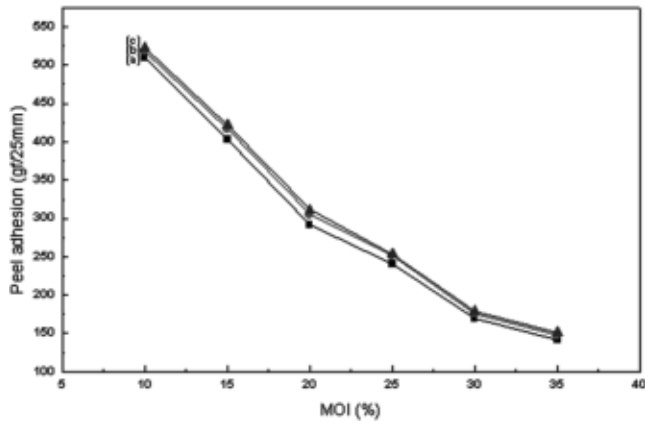
합성한 urethane modified acryl resin 점착제의 MOI 투입량에 따른 유리전이온도(Tg) 측정을 위해 DSC 측정결과가 Table 4에 나타나 있다. Table 4에서 보는 바와 같이 MOI 첨가량이 증가 할수록 이론 유리전이 온도와 DSC 측정값과 일정하게 비례해서 Tg가 높아지는 것을 확인 할 수 있었다.

**Figure 6.** Effect of peel adhesion according to MOI and time with containing 0.5 g of curing agent AK-75 : (a) after 1 h, (b) 72 h, and (c) 168 h.**Figure 7.** Effect of peel strength according to MOI and time with containing 1.5 g of curing agent AK-75 : (a) after 1 h, (b) 72 h, and (c) 168 h.

#### 4.5. MOI 투입량 및 경화제 함량에 따른 점착 물성

합성한 urethane modified acryl resin 점착제의 MOI 투입량에 따른 박리력을 측정하고, 그리고 경시변화를 측정하기 위해서 1 h, 72 h, 168 h 동안 박리력을 측정한 결과가 Figures 6~8에 나타나 있다. Figure에서 보는 바와 같이 이소시아네이트 경화제(AK-75)의 양이 많으면 박리력이 감소하나 일정량 이상이 되면 큰 변화가 없는 것을 확인 할 수 있었다. 이것은 경화제의 NCO group과 점착제의 수산기 값의 당량비에 해당하는 AK-75 1.25 g 이상에서는 점착제의 hydroxy group과 반응 할 수 없기 때문에 나타나는 결과로 볼 수 있다. 또한 당량비 보다 낮은 경화제를 사용했을 때는 낮은 망상구조를 형성하여 응집력이 약하고 박리력이 강한 것을 확인 할 수 있었다.

특히 경화제를 사용하지 않을 경우에는 에폭시 점착제와 아크릴 점착제의 층간 밀착성이 강하여 박리가



**Figure 8.** Effect of peel strength according to MOI and time with containing 2.5 g of curing agent AK-75 : (a) after 1 h, (b) 72 h, and (c) 168 h.

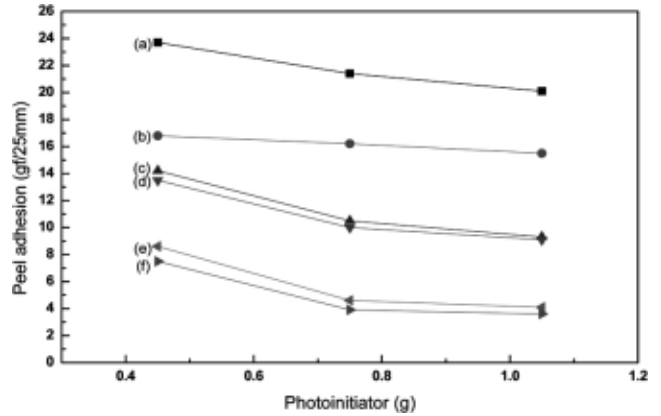
불가능 하였다. 또한 1 h, 72 h, 168 h 후의 경시변화에 따른 박리력의 변화를 살펴보면 경시에 따른 박리력의 변화가 작은 것을 확인 할 수 있었다. 이것은 초기에 점착제를 107°C에서 3 min 경화하고 다시 60°C에서 2 h 동안 점착제와 경화제간의 충분한 가교반응의 결과로 볼 수 있다. 이것은 용제 휘발로 점착제가 피착제에 물리적 힘에 의해 점착되고 화학적 변화가 발생하지 않았기 때문이라고 볼 수 있다.

또한, MOI 투입 함량이 많을수록 유리 전이 온도가 높아 박리력이 감소하는 것을 확인 할 수 있다.

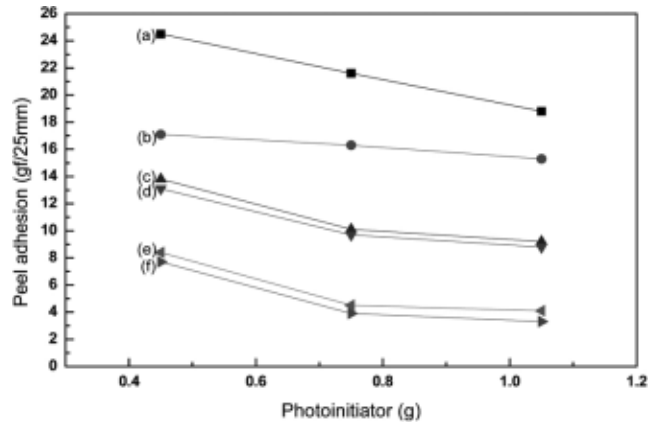
**4.6. 자외선 경화 후 MOI, 경화제, 광개시제 함량에 따른 박리력 측정**

합성한 urethane modified acryl resin 점착제의 MOI, 경화제량, 광개시제량에 따른 박리력 및 경시변화에 따른 박리력의 변화를 Figures 9~11에 나타내었다. Figure에서 보는 바와 같이 박리력은 자외선 경화 전과 자외선 경화 후에 비슷한 박리력 변화를 가지는 것을 확인 할 수 있다. 점착제 박리력은 경화제(AK-75)와 광개시제 함량이 증가할수록 박리력이 감소하는 것을 확인할 수 있는데, 이것은 경화제와 MOI의 불포화도의 영향으로 확인할 수 있다. 또한 MOI량이 적으면 불포화도가 낮아 자외선 경화 반응 시 망상구조가 적어 가교밀도 차이에 의해 박리력이 증가하는 것으로 판단할 수 있다.

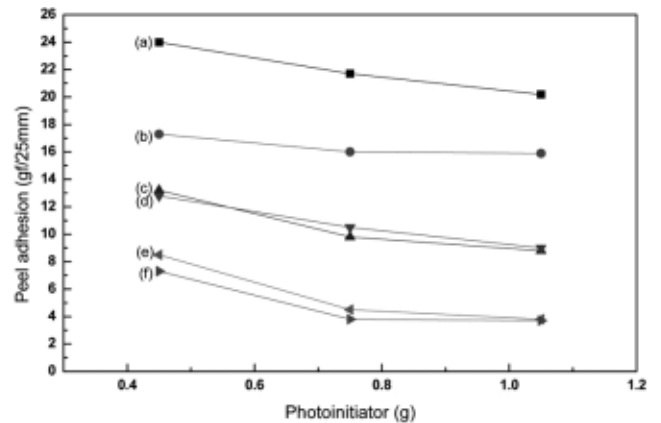
Figures 9~11에서 보는 바와 같이 MOI 함량이 증가할수록 박리력은 감소하고, 광개시제의 투입량이 0.75 g까지는 감소하며, 그 이상에서는 일정한 값을 나타낼 수 있다.



**Figure 9.** Effect of peel adhesion curve according to photoinitiator and MOI content after 1 h : (a) MOI 10%, (b) 15%, (c) 20%, (d) 25%, (e) 30%, and (f) 35%.



**Figure 10.** Effect of peel adhesion curve according to photoinitiator and MOI content after 72 h : (a) MOI 10%, (b) 15%, (c) 20%, (d) 25%, (e) 30%, and (f) 35%.



**Figure 11.** Effect of peel adhesion curve according to photoinitiator and MOI content after 168 hr: (a) MOI 10%, (b) 15%, (c) 20%, (d) 25%, (e) 30%, and (f) 35%.

## 5. 결 론

본 연구는 2-EHA, 2-EHMA, 2-HEA, acrylic acid 모노머로부터 hydroxy기를 가진 아크릴 수지 점착제를 합성한 후 우레탄 반응이 가능한 MOI의 투입을 통한 adduct 반응에 의해 중합한 urethane modified acryl resin 점착제로서, 불포화기를 가진 MOI함량 및 경화특성을 높일 수 있는 이소시아네이트 경화제 함량에 따른 점착특성 및 점착력의 경시변화를 비교하고, 자외선 경화시 점착력에 영향을 미치는 광개시제 함량 조절에 따른 점착특성 및 점착력의 변화 등을 비교하였다.

1) FT-IR 및 NMR 분석 결과 urethane modified acryl resin 점착제의 합성 및 MOI 함량 도입에 의한 -NH 도입을 확인 할 수 있었다.

2) MOI 함량에 따른 점착제는 불포화도 함량이 많으면 자외선 경화 전과 경화 후에도 동일하게 초기 점착력, 박리력이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 유리전이 온도에 따라 점착 특성이 변화 되어 점착제의 물성에 영향인자인 것을 확인할 수 있었다. 자외선 경화 후 MOI 함량이 15% 이상에서 박리력이 급격히 저하됨을 확인하였고, MOI량이 20% 이상이 되면 박리력에 큰 변화가 없는 것을 확인할 수 있었다.

3) 이소시아네이트 경화제(AK-75)의 함량에 따른 점착제는 함량이 증가 할수록 초기 점착력, 박리력이 감소하다가 점착제의 수산기와 경화제의 NCO 당량비 이상으로 경화제를 투입시 물성변화가 없는 것을 확인하였다.

4) 경시변화에 따른 urethane modified acryl resin 점착제는 경시변화에 따른 박리력의 차이가 없어 매우 우수한 결과를 확인 할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 宮城 善岡一, 接着の技術 (Adhesion technology, Japan), **24**, 2 (2004).
- 秋山 護, 岡部 年孝, 接着の技術 (Adhesion technology, Japan), **25**, 1 (2005).
- 平板 表示 装置 部品 材料 據點研究團, LCD用 部品 材料 및 應用 (2003).
- 産業教育研究所, LCD 部品 및 材料/素材 技術 및 市場分析 (2005).
- 日本 文武 科學性 科學 技術 政策 研究所, 財團法人 未來工學 研究所, 韓國科學技術 情報研究員, 2035年の 科學 技術 (2006).
- C. J. Kallendorf, *Journal of radiation curing*, **12**, 1 (1985).
- Dr. P. oldring Ph. B. A., and G. Hayward C. Chem. M. R. S. C., Resins for surface coatings, Vol II, (1995).
- 洪眞厚, Ultraviolet UV curing coating (2003).
- H. J. Kim, *J. Adhesion and Interface*, 31 (2003).
- E. W. Flick, Adhesives, Sealants and coating for the electronics industry, **4**, 7 (2001).
- J. J. Florio and D. J. Miller, Handbook of coatings additives (2004).
- Asia pacific business press inc NIIR Borad, Mordern polymer technology & applications (adhesives, caot-ing, ink, paints, resins), **2**, 185 (2001).
- P. Pappas. Ph. D., UV curing science and technology (1978).
- P. Pappas, J. H. Jilek, and L. R. Gatechair, Sixth international conference in organic coatings science and technology **14**, 103 (1978).
- 特許廳, 2000 新技術 動向報告書 (粘.接着劑), (2000).
- 田村一雄, 船木知子, 高技能 フィルム 市場の展望 と戰略 (2004).