

경화방법별로 본 기능성 접착제

서흥석·강종석

1. 서론

최근 접착제에는 접착의 단시간화, 표면처리의 간소화, 접착 내구성 향상, 접착 접합의 가역화 및 탈용제화가 요구되고 있으며, 지구환경문제, 자원의 유효이용 및 환경오염에 대해서도 많은 검토가 이루어지고 있다.

접착제를 경화방법에 따라 분류하면 실온 경화형, 가열 경화형, 핫멜트형, 습기 경화형, 광경화형 등으로 나눌 수 있다. 실온 경화형은 용제 건조형으로 수계 접착제와 유기 용제형 접착제가 있으나 유기 용제형은 환경오염으로 인해 점차 감소되고 있는 실정이다. 본 고에서는 이러한 환경문제를 감안하여 가열 경화형, 습기 경화형, 핫멜트형, 광경화형 접착제에 대하여 살펴보기로 한다.

1.1 가열 경화형 접착제

가열 경화형 접착제로서는 페놀수지, 자일렌수지, 요소수지, 멜라민수지, 불포화폴리에스테르수지, 알키드 수지, 실리콘수지, 에폭시 수지 및 우레탄 수지 등이 사용되고 있다. 특히 멜라민수지는 목재의 적층 용도에, 에폭시 수지는 전기전자분야를 비롯한 항공, 자동차분야의 금속용 접착제로 사용되고 있으며, 에폭시수지는 접착성, 물리적 강도, 전기특성, 내약품성이 우수하여 전기전자분야에서는 절연성 재료로서, 자동차분야에서는 구조용, 준구조용 접착제로서 오늘날 널리 사용되고 있다.

1.2 습기 경화형 접착제

습기 경화형 접착제는 공기중의 습기를 흡수함으로써 수분에 의해 경화가 개시하는 접착제로서 수분이 존재하지 않는 상태에서는 안정하기 때문에 대부분 일액형으로 사용되고 있다. 따라서 접착작업을 간소화할 수 있고, 가열 등의 경화처리가 필요 없어 실온에서 경화가 가능하며, 열에 약한 재료나 가열에 의해 처리할 수 없는 피착재에도 적용할 수 있다. 그러나



서흥석

- 1988 한양대학교 공업화학과 박사졸
- 1971 한국과학기술정보센터
- 1979 (KORSTIC) 정보처리부 문헌사
- 1979 한국과학기술정보센터
- 1982 특허정보실장
- 1982 산업연구원 특허정보처리부장
- 1991
- 1986 한국지적소유권 이사
- 1992
- 1997 과기처 출연기관 종합평가단
- 1997 위원
- 1998 산업기술정보원 연구기획조정
- 1999 실장
- 1998 서울지방중소기업청 기술향상
- 1999 추진협의회 위원 역임
- 현재 한국과학기술정보연구원 전문연구위원



강종석

- 2002 한양대학교 공업화학과 박사 졸
- 현재 한국과학기술정보연구원 선임연구위원

공기와 접촉하고 있는 표면에서부터 경화가 진행하기 때문에 내부까지 경화되려면 시간이 걸리는 단점이 있다. 습기 경화형 접착제는 우레탄 수지, 변성실리콘 수지, 실리콘 수지, 시아노아크릴레이트 수지를 베이스로 한 접착제 등이 있으며 최근 에폭시계 접착제가 등장하고 있다.

우레탄계 접착제는 폴리올과 폴리이소시아네이트로부터 합성된 우레탄 프리폴리머 (precursor)가 주성분이며,¹ 습기 경화성을 조절하기 위해 경화촉매가 사용되고 있다. 경화촉매로서는 3급아민을 함유하는 아민계 촉매, 주석, 비스무트, 납 등 금속촉매가 사용되고 있으며, 이들 가운데에서 아민계 촉매는 속경화성과 저장 안정성이 우수하기 때문에 속경화형 우레탄 접착제로서 사용되고 있다.

에폭시수지계 습기경화의 경우 목적으로 하는 용도특성에 따라 여러 가지 경화제가 개발되어 있으나, 대부분 주체와 경화제로 된 이액형이며, 가열경화에 의한 일액형 등도 개발되어 있다.² 최근에는 상온에서 경화될 수 있는 일액형 습기경화형 에폭시 수지도 연구 개발되고 지고 있다.³

변성 실리콘계 습기 경화형 접착제로서는 폴리옥시플로펜렌글리콜의 양말단에 디알콕시실릴기를 도입한 것이 사용되며, 경화촉매의 선택에 따라 일성분계과 이성분계으로 나누어진다. 변성실리콘수지의 특징은 분자량이 크에도 불구하고 점도(viscosity)가 낮기 때문에 용제를 사용하지 않아도 접착제의 성능을 확보할 수 있고, 각종 수지와와의 상용성도 우수하다.

1.3 핫멜트 접착제

핫멜트 접착제는 열가소성 수지를 기초로 한 접착제로, 가열 용융에 의해 접착되기 때문에 접착의 가역성, 단시간 접착, 무공해 접착으로서 주목되고 있다. 특히 접착의 가역성은 자원의 유효이용을 목적으로 하는 접착제로서 수요가 높아지고 있다. 대부분 핫멜트 접착제의 조

성은 EVA(ethylene vinyl acetate) 계가 대부분을 차지하였으나 최근에는 열가소성 에폭시 수지나 폴리아미드, 폴리우레탄 등을 이용한 접착제도 등장하고 있다.

1.4. 광경화형 접착제

광경화형 접착제는 무용제형으로 환경문제가 없고, 경화속도가 빨라서 생산성이 우수하며, 저온경화가 가능하기 때문에 열가소성 수지에 대한 열 손상을 줄일 수 있고, 또한 접착성, 내구성, 물성 등을 비교적 조절하기 쉽다.

광경화형 접착제는 차광 상태에서는 액상을 유지하고, 광이 조사되면 경화반응을 개시하는 접착제로서 광의 파장에 따라 UV경화형 접착제 (200~400 nm 자외선 조사), 가시광 경화형 접착제 (400~500 nm의 가시광 조사), 전자선 경화형 접착제로 나눌 수 있다.

광경화형 접착제는 라디칼 중합형 (Rdical polymerization)과 양이온 중합형 (Ionic polymerization)의 2종류로 대별할 수 있으며, 기본적으로는 반응성 올리고머, 반응성 희석제, 광중합 개시제 및 광증감제, 착색제, 증점제 및 중합금지제로 구성되며 (표 1), 라디칼중합형 반응성 올리고머로는 아크릴계 및 폴리엔/폴리티올계 및 스피란 수지계가 이용되며, 양이온 중합형 반응성 올리고머로는 에폭시, 옥세탄 및 비닐에테르계 수지가 사용되고 있으며, 이들 수지와 광조사에 의해 양이온을 생성하는 중합촉

표 1. The classification of photo-induced curing adhesives.

경화 메커니즘	반응성 수지성분	광중합 촉매
라디칼 중합	아크릴	벤조인알킬에테르 티옥산손 유도체
	폴리올/폴리티올	알파-디케톤 티타노센
양이온 중합	에폭시	방향족 디아조늄염
	비닐에테르	방향족 술포늄염 방향족 요도늄염
	옥세탄	메타로센 화합물

매로 구성된다. (표 1)

아크릴계 및 폴리엔/폴리티올계 광경화형 접착제에 배합되어 있는 광중합 개시제는 UV나 가시광이 조사됨으로써 광개열이나 수소인발에 의해 중합에 필요한 활성 라디칼이 생성된다. 광 개열형은 광 에너지흡수 후 여기상태로 이행되고, 분자 개열에 의해 자유라디칼 (Free radical)이 생성된다. 또한 수소 인발형은 에너지 흡수 후, 여기상태로 이행되어 에너지전이와 수소 인발에 의해 자유라디칼 (Free radical)이 생성된다. 또한 에폭시계 및 비닐에테르계 광경화형 접착제에 배합되어 있는 광중합 개시제 (photo-initiator)는 UV가 조사됨으로써 중합에 필요한 양이온을 생성한다.

2. 기술개발 동향

2.1 가열 경화형 접착제

가) 에폭시계 접착제

가열경화형 에폭시 수지의 경화제로서는 활성수소를 가진 아민계 경화제, 페놀성 수산기를 가진 경화제 및 산무수물 경화제가 주로 사용되고 있다. 특히 아민계 및 페놀계 경화제는 일액형 재료로서 많이 이용되고 있다. 일액형으로 사용되는 아민계 경화제는 잠재성 경화제라고 하는 분말상으로 실온에서는 에폭시 수지 중에 용해되지 않고 분산되어 있기 때문에 반응의 진행이 매우 느려 저장안정성이 우수하고, 아민의 용접 이상으로 가열하면 에폭시 수지와 반응하여 경화된다. 아민계 경화제중 가장 많이 이용되고 있는 경화제로서 디시안디아미드(DICY)가 있으며 그 반응메커니즘¹⁾을 그림 1.에 표시한다.

DICY만으로 경화시킬 경우 상온에서의 포트라이프는 6-12개월로 저장안정성은 우수하지만, 150 ℃ 이상의 온도에서 장시간 반응을 필요로 하는 결점이 있다. 그래서 일반적으로는 반응온도의 저온화와 경화속도의 향상시키기 위해 경화촉진제가 병용되고 있다. 경화촉진제로서는

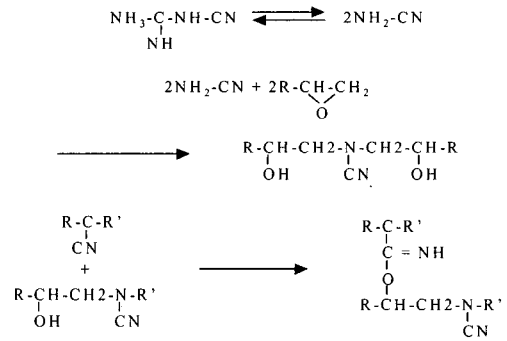


그림 1. The reaction mechanism of dicyandiamide

이미다졸류와 요소유도체가 이용되고 있으며, 촉진제를 사용함으로써 저장안정성이 양호해지며, 150 ℃에서 단시간 경화가 가능해진다.

전기전자분야를 중심으로는 저온 속경화가 요구되고 있으며, 저장안정성, 경화촉진성이 우수한 아민 부가물 경화제나 반응성이 높은 이미다졸류를 마이크로캡슐화 한 것도 실용화되고 있다. 아민부가물 경화제는 아민계 화합물과 에폭시수지의 반응물 또는 아민/이소시아네이트/요소 반응물이 검토되고 있다. 이들 반응물은 모두 고체이기 때문에 미분말화하여 에폭시수지에 분산하여 사용되며, 분말표면에 에폭시수지에 활성인 작용기가 존재하기 때문에 표면처리제로서 이소시아네이트 화합물이나 산성물질 등을 사용하여 안정화한다.

아민 부가물을 디시안디아미드의 경화촉진제로 사용할 경우 종래의 이미다졸류와 비교하여 저장안정성이 우수하고, 100-120 ℃에서 경화가 가능하다. 최근에는 마이크로캡슐형 경화제와 경화촉진제도 많이 제안되고 있으며, 저온 속경화가 기대되고 있다. 마이크로캡슐 재료로는 폴리스티렌, 폴리메타크릴산메틸, 에틸렌-초산비닐 공중합체, 폴리우레아수지, 폴리우레탄수지 등이 검토되고 있다. 또한 디시안디아미드 이외의 접착성이 우수한 잠재성 경화제로서는 아민 부가물 경화제와 유기산히드라이드 등이 있으며, 디시안디아미드계와 비교하여 첨가량이 매

우 많아지고, 에폭시 수지의 점도가 높아지는 문제가 있다. 현재로서는 열 경화형으로써 일액형 에폭시계 접착제로는 디시안디아미드와 경화촉진제를 조합하는 방법이 가장 일반적으로 사용되고 있다.

한편 에폭시계 트랜스퍼몰드용 반도체 봉지재의 경화제로는 수산기를 가진 경화제가 사용되고 있으며, 에폭시수지와 크레졸형 또는 노블락형 수지가 주로 사용되고 있다. 이들 반응은 무촉매에서도 비교적 용이하게 진행하며, 3급아민이나 트리페닐포스핀이 사용되고 있다. 특히 트리페닐포스핀을 사용할 경우 에폭시 수지의 자기중합이 없고, 수산기와 에폭시기의 반응만을 촉진하지만, 저장안정성이 악화되기 때문에 화학적 또는 물리적 표면처리를 하여 사용하고 있다. 이들 반응에서는 경화 후 수산기가 생성되기 때문에 접착성이 우수하다. 페놀수지는 실온에서 고형 타입이 주류이지만, 알킬쇄가 존재하기 때문에 경화물의 유리전이온도가 낮은 문제가 있다. 3급아민을 촉매로 사용할 경우 아민이 구핵적으로 산무수물에 작용하여 카르복시 음이온이 생겨 에폭시 수지와 반응이 진행된다. 이 음이온반응이 진행되는 한 에테르결합은 생성되지 않는다.

나) 우레탄계 접착제

열경화성 우레탄 재료는 주로 이소시아네이트기를 에타-카프로락탐 등으로 블록하여 실온에서 안정화 시키고, 가열에 의해 블록제를 해리함으로써 활성 이소시아네이트가 생성되어 디아민계 경화제와 반응하여 경화되는 시스템이다. 이 경화방법에서는 저온에서 경화 시키기 위해 해리 촉매와 블록제의 구조가 중요한 인자로 된다. 그러므로 경화온도는 100 ℃가 한계이며, 반응시간도 20분 정도 필요하다. 이를 개선한 방법으로 이소시아네이트기를 블록하지 않고 열경화 재료를 얻기 위해 특수한 잠재성 경화제를 사용함으로써 실온에서 저장안정성이 우수하고, 저온에서 단시간에 경화할 수 있는 재료가 개발되어 있다.

2.2 습기 경화형 접착제

가) 우레탄계 접착제

우레탄계 접착제의 주성분은 폴리올과 폴리이소시아네이트로부터 합성된 우레탄 프리폴리머이며, 습기 경화성을 조절하기 위해 경화촉매를 사용하고 있다. 또한 강도 증강과 증량제로서 카본블랙, 탄산칼슘, 미분말 실리카 등의 분체가 사용되고 있다. 우레탄 프리폴리머는 분자중에 우레탄기를 가지고 있기 때문에 점도가 높아지는 경향이 있으며, 점도 저하를 위해 가소제나 용제를 사용하고 있다.

우레탄 프리폴리머의 합성은 말단 이소시아네이트기를 갖게끔 설정되어 있으며, 이소시아네이트기가 물과 반응하여 경화된다. 또한 3작용성 우레탄 프리폴리머가 많으면 접착제의 강도가 증가되며, 2작용성 우레탄 프리폴리머가 많으면 유연성이 풍부한 접착제가 가능하다. 2작용성, 3작용성의 우레탄 프리폴리머의 비율에 의해 강도·탄성을 조절할 수 있다.²⁾(그림 2.)

우레탄 수지의 습기경화는 우레탄 프리폴리머의 말단 NCO기와 물이 반응하여 아미노기가 발생하고, 아미노기가 NCO기와 반응하여 우레아 결합을 형성함으로써 경화가 진행된다.

이소시아네이트기(NCO)와 물이 반응하여 아민기를 발생하고, 아민기와 이소시아네이트가 반응하여 요소결합을 만든다. 이 요소결합으로부터 네트워크상으로 경화가 진행된다.(그림 3.)

우레탄수지의 특징으로서는 인열강도가 높고, 내피로성이 우수하지만 내후성이 떨어진다. 원

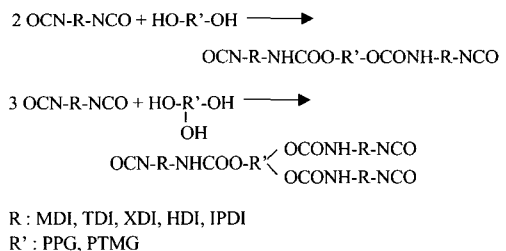


그림 2. The synthetic method of urethane precursor

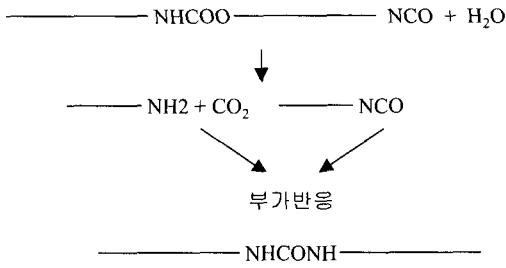


그림 3. The curing mechanism of urethane precursor

료인 폴리올, 이소시아네이트의 분자량, 작용기 수 및 반응물 비에 따라 경화물의 물성, 우레탄의 경화성 및 발포성을 조절할 수 있기 때문에 재료설계의 자유도가 크다.

우레탄계 접착제의 경화반응에서 문제는 이소시아네이트기와 물이 반응할 때에 탄산가스가 발생하는 것이다. 즉 발생한 탄산가스가 재료 중에 기포로서 남기 때문에 재료강도 저하나 접착 계면에서의 접착 불균일을 발생시키는 것이다. 발생하는 탄산가스에 대하여 다음과 같이 대응하고 있다.

(1) 이소시아네이트 함유량을 저하시킨다. : 발생량은 저감할 수 있지만 경화물성도 저하되므로 최적함유량을 설계할 필요가 있다.

(2) 이소시아네이트의 수분과의 반응성을 조절한다. : 이소시아네이트는 종류에 따라 수분과의 반응성이 달라지기 때문에 우레탄 프리플리머의 말단 이소시아네이트기를 조정한다.

(3) 발생된 탄산가스를 접착제 중에 흡수하기 위해, 접착제에 함유되어 있는 가스를 충분히 탈기하거나, CaO와 같은 탄산가스를 흡수할 수 있는 재료를 첨가한다.

습기경화에 있어서도 이소시아네이트기와 수분이 직접 반응하는 것은 아니고, 잠재성 경화제를 사용하는 것이며, 수분과 잠재성 경화제가 반응하여 반응한 잠재성 경화제와 이소시아네이트기가 반응하는 것으로 탄산가스의 발생을 제거할 수 있다. 잠재성 경화제로서는 이민, 에나민, 옥사졸리딘 등의 이민생성형, 실릴에테르

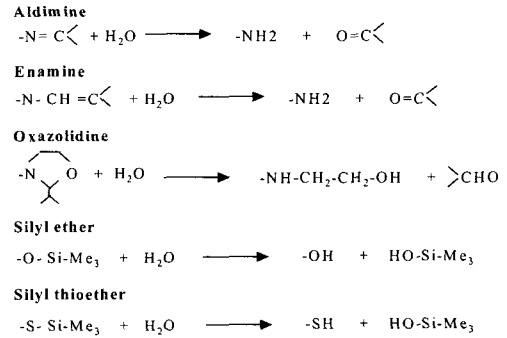


그림 4. The potential curing materials of urethane.

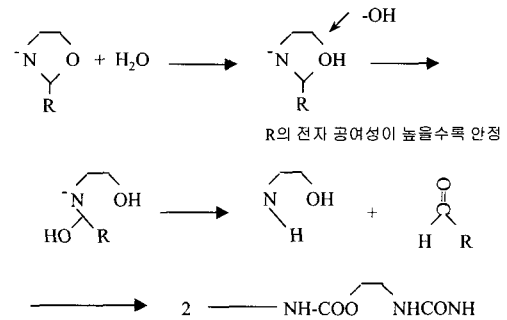


그림 5. The initial reaction of oxazolidine for the moisture-based curing.

등의 수산기생성형, 티오실릴에테르 등의 티올 생성형이 있으며 물과의 반응을 그림 4.에 나타낸다.

옥사졸리딘의 습기경화 반응성을 높이기 위해 반응촉진 촉매계가 검토되고 있다. 옥사졸리딘의 가수분해는 산 또는 주석이 촉매로서 유효하다고 알려져 있으며, 특히 p-톨루엔술포닐 이소시아네이트로부터 유도된 화합물이 우수하다고 보고되어 있고, p-톨루엔술포닐 이소시아네이트 유도체를 사용함으로써 속경화가 가능하며, 옥사졸리딘의 구조에 의해서도 습기 경화성이 제어될 수 있다. (그림 5)

나) 에폭시계 접착제

에폭시 수지의 습기경화에 대해서는 이민화합물을 중심으로 검토되고 있으며, 실용적으로는 아직 불충분한 상태이다. 에폭시 수지의 습

기경화제로서는 케티민, 옥사졸리딘^{3,4} 등이 사용되고 있다. 키티민의 아민화합물에 1,3-비스아미노메틸시클로hex산을 사용하여, 블록제의 케톤을 카르보닐탄소의 α 위치의 알킬기를 변화시킨다. 알킬기의 분자량이 커질수록 키티민⁵의 질소 근방에 입체장애가 생김으로써 저장안정성은 양호해진다. 또한 습기경화성은 일정 분자량까지는 저하되지 않기 때문에 습기경화성과 저장안정성의 양립이 가능해진다.

다) 변성 실리콘계 접착제

변성실리콘 수지는 폴리옥시플로필렌글리콜의 양말단에 디알콕시실릴기를 도입한 것이며, 경화촉매의 선택에 따라 일성분형, 이성분형으로 나눌 수 있다. 변성실리콘수지의 특징으로서 분자량이 크어도 불구하고 재료의 점도가 낮기 때문에 용제를 사용하지 않아도 접착제로서의 작업성을 확보할 수 있고, 각종 수지와 상용성도 우수하다.

습기경화는 주석촉매와 공기중의 수분에 의해 개시된다. 즉 변성실리콘의 경화반응은 경화촉매인 주석과 수분이 공존해야만 한다. 경화촉매나 수분만의 경우에는 습기경화는 개시되지 않기 때문에 저장 안정성은 양호하다고 할 수 있다. 변성실리콘의 습기경화반응은 주석촉매의 존재 하에서 수분에 의해 말단의 디메톡시실릴기가 가수분해하여 실라놀기로 되고, 이 실라놀기가 다른 실라놀기와 메톡시실릴기와 반응하여 실록산 결합으로 되어 경화한다.

습기경화 변성 실리콘계 접착제는 촉매의 선택에 따라 습기경화가 비교적 빠르게 할 수 있고, 내후성 내구성, 내열성, 내한성이 우수하다. 특히 접착성은 각종 피착체에 대하여 양호하기 때문에 논프라이머형 범용 접착제로서 사용되고 있다. 또한 변성 실리콘계 접착제는 변성실리콘 수지가 각종 수지와 상용성이 양호하기 때문에 고탄성 에폭시 수지와 병용하는 등 신규 접착제가 개발되고 있으며, 앞으로 전개가 기대되는 접착제이다.

2.3 핫멜트 접착제

핫멜트 접착제는 1960년대 미국의 DuPont에서 개발하였으며, 열가소성 수지를 기초로 한 접착제로 가열 용융에 의해 접착되기 때문에 접착의 가역성, 단시간 접착, 무공해 접착제로서 주목되고 있다.

핫멜트 접착제의 조성은 EVA(ethylene vinyl acetate)계가 대부분이며, 최근에는 열가소성 에폭시, 폴리아미드, 폴리우레탄 등을 베이스로 한 접착제도 등장하고 있다. 에너지 절약 차원에서 수성 핫멜트 접착제 등도 검토되고 있다. 통상의 핫멜트 접착제는 열가소성 폴리머가 주성분이므로 내열성에 한계가 있으며, 이를 보완한 것으로 반응성 접착제가 개발되어 기존 핫멜트 접착제의 단점인 내열성, 내약품성 등이 개선되고 있으며, 기존 핫멜트 접착제의 고속 접착과 무용제라는 이점을 살리면서 내열성을 크게 향상시킴으로써 건재, 자동차 산업용으로 주목을 받고 있다.

반응성 핫멜트 접착제로는 습기 경화형 우레탄 베이스 반응성 핫멜트와 가열 경화형 에폭시 반응성 핫멜트가 있으나 습기 경화형이 많이 연구 개발되고 있다. 그러나 경제성이 기존의 핫멜트 접착제보다 2-3배 고가이고, 국내시장 미성숙으로 수요는 미미한 상태이다. 환경 대응 접착제가 주목되는 가운데 반응형 핫멜트는 광경화형 접착제나 수성접착제 등과 함께 시대의 요청에 부응하는 기술의 하나이며, 자동차산업, 건재업계 등에서 널리 보급되고 있다.

기본조성으로는 양말단이 이소시아네이트기로 캐핑된 우레탄 프리폴리머가 주성분이며, 종래의 핫멜트와 비교하면 초기강도를 유지하면서 고강도, 고내열성을 나타낸다. 또한 이소시아네이트를 함유하는 프리폴리머를 가열 용융하여 사용하기 때문에 도포 접착 시 작업자에 대한 안전성도 고려할 필요가 있다.

반응성 핫멜트 접착제의 주성분인 양말단 이소시아네이트의 우레탄프리폴리머는 폴리올과 디이소시아네이트(MDI)의 반응에 의해 합성되

며, 폴리올의 분자량, 결정성, Tg 등에 의해 최종제품의 용융점도, 오픈타임 (접착제도포 후의 침합 가능시간), 세트타임(접착으로부터 일정 강도에 달할 때까지 필요한 시간)을 조절함으로써 여러 가지 물성, 접착특성, 작업성을 가진 접착제가 개발되어 있다.

폴리올의 분자량은 접착제의 실용특성에 큰 영향을 미친다. 폴리올의 분자량이 클 때에는 초기접착강도는 빠르지만 오픈타임이 짧아져 버린다. 그 때문에 빠른 접착작업이 필요해진다. 또한 분자량이 너무 크면 용융점도가 높아져 도포가 어려워진다. 또한 피착제에의 젖음성도 저하하기 때문에 접착강도에도 영향을 준다. 따라서 작업성, 접착특성을 조율한 최적의 분자량영역을 선택할 필요가 있다.

폴리올(디올)의 OH기와 이소시아네이트의 NCO기의 비는 생성되는 프리폴리머의 분자량에 영향을 준다. NCO/OH=1.0일 때 이론적으로는 분자량은 무한대로 된다. 한편 NCO/OH=2.0 일때는 디올의 양말단이 이소시아네이트로 봉지된 만큼 올리고머로 된다. NCO/OH=1.0에 가까울 때에는 프리폴리머의 분자량은 커서 도포 직후부터 높은 물성이 기대할 수 있으나, 용융점도가 너무 높아지기 때문에 취급이 어려워진다.

한편 NCO/OH=2.0에 가까울 때에는 프리폴리머의 분자량이 낮기 때문에 오픈타임을 충분히 확보할 수 있고, 도포작업도 쉽다. 그러나 경우에 따라서는 초기강도가 부족할 수도 있다. 습기에 의한 가교형 핫멜트 접착제로서는 알콕시실릴기를 이용하는 것으로 알콕시실릴기를 프리폴리머 또는 올리고머에 도입하여 공기중의 습기에 의해 가교시키는 것으로 실리콘계 실란트 등의 분야에서 이미 실용화되어 있다.

이소시아네이트기를 이용하는 것으로 이소시아네이트기(-NCO)와 공기 중의 습기와 반응을 이용한 NCO기를 함유하는 우레탄 프리폴리머는 이미 일성분형 우레탄계 실란트와 도료분야에서 이용되고 있다.

표 2. The curing mechanism and composition of photo-curing adhesives

경화 메커니즘	반응성 수지성분	광중합 촉매
라디칼 중합	아크릴	벤조인알킬에테르 티옥산손 유도체 알파-디케톤 티타노센
	폴리올/폴리티올	
양이온 중합	에폭시	방향족 디아조늄염 방향족 술포늄염 방향족 요도늄염
	비닐에테르	메타로센 화합물
	옥세탄	

2.4 광경화형 접착제

광경화형 접착제란 차광 되어 있는 상태에서는 액상을 유지하고, 광이 조사되면 경화반응을 개시하는 접착제이다. 또한 감광하는 광의 파장에 따라 UV경화형 접착제나 가시광 경화형 접착제로 분류된다. 광경화형 접착제는 라디칼 중합형과 양이온 중합형의 2종류로 대별할 수 있는데 (표 2), 라디칼 중합형에는 반응성 수지로서 아크릴계 및 폴리엔/폴리티올계가 있고, 이들 수지와 광조사에 의해 라디칼을 생성하는 중합촉매로 된 것이다. 양이온 중합형은 반응성 수지로서 에폭시, 옥세탄 및 비닐에테르가 있으며, 이들 수지와 광조사에 의해 양이온을 생성하는 중합촉매로 된 것이다..

라디칼생성 메커니즘 및 양이온생성 메커니즘을 살펴 보면, 아크릴계 및 폴리엔/폴리티올계 광경화형 접착제에 배합되어 있는 광중합개시제는 UV나 가시광이 조사 됨으로써 중합에 필요한 활성 라디칼을 생성한다.

아크릴계 광경화형 접착제²⁰로서 표 3에 나타낸 바와 같은 혐기 경화성, 열경화성 등의 복합 경화형과 자외선(이하UV) 경화형 접착제, 및 UV투과성이 나쁜 재료에 적용할 수 있고, 저수축과 후막경화 등의 기능을 가지며, 광일렉트로닉스, 액정관계를 중심으로 용도개척이 추진되고 있는 가시광 경화형 접착제에 대하여 나타낸 것이다.

표 3. The UV-based complex curing adhesive

경화형태	미노광부의 경화			적용 예
	경화반응	경화조건	경화시간	
UV+협기	레독스 (라디칼) 중합	협기+피착 금속재료	분-시간 단위	-프린트기판과 코일의 접착. -압전소자의 접착
		협기+표면을 프라이머 처리	초-분 단위	
UV+열	열 (라디칼) 중합	가 열	분-시간 단위	칩의 고정
UV+습기	습기중합	습 기	시간 단위	협기, 열중합으로 대응할 수 없는 부분

에폭시계 및 비닐에테르계 광경화형 접착제에 배합되어 있는 광중합 개시제는 UV가 조사됨으로써 중합에 필요한 양이온을 생성되며, 중합 메커니즘은 양이온 중합을 따르며, 아크릴계 광경화형 접착제는 라디칼 중합성을 가진 아크릴 올리고머, 아크릴 모노머, 광중합 개시제 (UV용: 벤조인에테르계, 벤조페논계, 아세토페논계, 티옥산텐계 등, 가시광선용: 캄페퀴논, 벤질, 4,4'-디메톡시벤질), 광중합제 (디메틸아미노에틸메타크릴레이트, n-부틸아민, 트리에틸아민, 4-디메틸아미노안식향산이소아밀)로 구성되며, UV경화형과 가시광 경화형의 차이는 개시제의 적용에 있다.

3. 국내·외 특허출원 동향분석

3.1 습기 경화형 접착제

습기 경화형 접착제에 대한 국내외 특허출원 동향을 표 4에 소개한다.

가) 국내특허기술동향

(1) 우레탄계 습기경화형 접착제로서 폴리올 혼합물을 이소시아네이트 화합물과 반응시켜 얻은 우레탄 프리폴리머와 폴리에스테르 폴리올을 헥사메틸렌 디이소시아네이트와 반응시켜 우레탄 프리폴리머를 만들어 자동차 방풍유리 접착 밀봉용으로 사용하는 습기경화형 우레탄

표 4. The number of patent application by country

기술분야	출원건수				계
	한국	미국	일본	유럽	
우레탄	10	19	22	16	67
실리콘	1	12	9	10	32
에폭시	1		4		5
아크릴			3	3	6
폴리에테르	1		2		3
폴리올레핀	3		2	1	6
기타	1		4	5	10
계	17	31	46	35	129

접착제로서 최종 결합 강도와 초기 부착강도가 우수한 습기경화형 접착제²¹가 개발되고 있다. 또한 특정 분자량 및 용점을 갖는 방향족 폴리에스테르 폴리올과 분자량과 용점이 다른 지방족 폴리에스테르 폴리올을 이소시아네이트와 반응시킴으로써 종래의 용제형 접착제보다 초기접착력이 우수하고 무용제로서 접착제의 냄새나 용제의 휘발이 없고 작업환경이 양호한 속경성 습기경화 폴리우레탄 접착제²²도 개발되고 있다. 한편 비결정성 폴리올 혼합물과 디이소시아네이트를 반응시켜 말단이 디히드록시 폴리에스테르 형태를 갖는 저분자량 열가소성 폴리우레탄 수지를 합성하고, 여기에 폴리올 혼합물과 디이소시아네이트를 첨가하여 반응시켜 디이소시아네이트 말단을 갖게함으로써 초기접착력과 경화된 후의 접착력이 우수하고 폴리염화비닐(PVC), SMC와 같이 접착시키기 곤란한 피착재를 포함하는 광범위한 피착제에 대하여 개선된 접착력을 나타내는 수분경화형 핫멜트 폴리우레탄 접착제²³도 개발되고 있다. 또한 폴리옥시프로필렌글리콜을 함유하는 우레탄 예비중합체에 점도부여 화합물을 혼합하는 자동차 유리용 접착제로서 접착성, 탄성, 강도, 수밀성 등이 우수한 실링재로 습기에 의한 경화가 빠르고 점성이 높아 초기경화시 유리의 지지를 위한 테이핑 작업 및 고무댐 부착공정을 생략

할 수 있는 습기경화성 일액형 우레탄 접착제²⁴도 개발되고 있다.

(2) 에폭시계 습기 경화형 접착제로서 수분이 제거된 디이소시아네이트에 폴리올, 에폭시 수지 및 소포제를 반응, 숙성시켜 폴리에틸렌 등 합성수지의 표면을 개질하는 전처리 공정이 필요 없는 일액형 습기경화형 접착제²⁵가 개발되어 있다.

나) 해외 특허기술 동향

(1) 미국에서는 우레탄계와 실리콘계 습기경화형 접착제의 개발이 주류를 이루고 있으며, 실리콘계 습기경화형 접착제로서는 실리콘계 울리고머와 가교제, 접착부여제를 함유하는 와이어나 케이블의 절연용 습기경화형 접착제,²⁶ 알킬아크릴레이트와 알킬메타크릴레이트를 가진 코폴리머와 비정질 분말을 블렌딩하여 투명성과 작업성, 저장안정성이 개선된 습기경화형 접착제, 알콕시 라디칼이나 유기폴리실록산으로 된 습기경화형 실리콘 감압접착제 등이 개발되어 있다.

(2) 폴리우레탄계 습기경화형 접착제로는 폴리올과 다기능성 이소시아네이트로 된 일액형 감압접착제,²⁷ 반응성 이소시아네이트 성분을 함유하는 제1성분과 경화상태에서 이소시아네이트와 반응하는 옥사졸리딘과 습기 존재하에 이소시아네이트와 히드록시 성분의 반응을 촉진하는 촉매로 된 폴리우레아 함유 경화성조성물로 된 제2성분을 함유하는 이액형 습기경화형 접착제²⁸ 및 폴리이소시아네이트와 이소시아네이트의 반응생성물인 폴리우레탄 프리폴리머로 된 일액형 폴리우레탄계 습기경화형 접착제²⁹ 등이 개발되어 있다.

(3) 일본에서는 이소시아네이트기를 말단에 가진 프리폴리머와 친수성 실리카 입자 및 이산화마그네슘 이산화탄소 흡수제로 된 우레탄계 습기경화성 접착제,³⁰ 스티렌계 열가소성 고무, 폴리올레핀 및 접착성 부여제로 된 습기경화형 핫멜트 접착제,³¹ 폴리옥시알킬렌 구조와 알콕시기 및 히드로카르빌기를 가진 실리콘 베

표 5. The number of patent application by country

기술 분야	출원 건 수				계
	한국	미국	일본	유럽	
생분해	1	11	7	7	26
광경화	-	6	14	7	27
습기경화	2	27	36	25	90
내열성향상	3	7	10	11	31
축 배	-	1	1	1	3
가열경화	-	5	5	3	13
잠재반응성	-	1	1	2	4
계	6	58	74	56	194

이스 수지와 알킬메타크릴레이트 폴리머로 된 실리콘계 습기경화성 콘택트 접착제³² 등이 개발되어 있다.

3.2 핫멜트 접착제

표 5에 기능성 핫멜트 접착제의 국내외 출원 동향을 소개한다.

가) 국내 특허기술 동향

(1) 고무변성 다작용성 이소시아네이트와 모노이소시아네이트 혼합물, 블록 공중합체로 된 열가소성 탄성체를 함유하는 접착제, 또는 에틸렌비닐아세테이트 공중합체, 로진, 왁스, 유기인산에스테르 접착 조성물에 우레탄 프리폴리머를 배합한 반응성 핫멜트 접착제가 개발되고 있다.

(2) 비결정성 폴리올 혼합물과 디이소시아네이트를 반응시켜 말단이 디히드록시폴리에스테르 형태로 얻어지는 저분자량 열가소성 폴리우레탄 수지를 합성하고, 폴리올과 디이소시아네이트를 첨가하여 반응시켜 디이소시아네이트 말단을 갖는 습기경화형 폴리우레탄 수지로서 초기 접착력과 경과후 접착력이 우수하며 PVC, SMC 와 같이 접착시키기 곤란한 피착체를 접착하는 접착제가 개발되고 있다.

(3) 기존의 폴리아미드 대신에 폴리프로필렌, 부텐-프로필렌 공중합체, 폴리올레 왁스, 디시클

로펜타디엔 수지 및 폴리부텐을 배합함으로써 내열성, 내한성, 고온정성이 개선된 전자부품용 핫멜트 조성물이 개발되고 있다.

나) 외국 특허기술 동향

(1) 양말단에 이소시아네이트를 갖는 우레탄 프리폴리머와 이에 상응하는 쿠마론 수지 또는 쿠마론-인덴 수지, 테르펜-페놀 수지, 로진 유도체, 스티렌계 수지, 점착성 부여 수지, 방향족계 오일을 함유하는 저온에서 코팅이 가능하고 내열점착성을 갖는 폴리우레탄계 접착제, 우레탄과 폴리에스테르를 복합적으로 사용한 가열안정성과 내습성을 가진 접착제, 우레탄에 에폭시 성분을 배합하여 고온화 점도 안정성을 갖는 접착제가 개발되고 있다.

(2) 자동차 부품 접착에 유용한 우레탄에 크실렌, 쿠마론, 스티렌을 함유하는 탄성 및 초기 접착력이 우수한 접착제, 경화속도를 향상시키기 위해 우레탄에 디에틸에테르를 촉매로 사용한 접착제, 폴리올, 이소시아네이트, 폴리에스테르를 복합적으로 사용한 반응성 핫멜트 접착제, 이소시아네이트의 반응생성물, 폴리에테르-폴리올 다기능의 카르복시산, 지방족 또는 시클로지방족 디올 또는 트리올의 반응에 의한 우레탄 프리폴리머를 구성 성분으로 하는 저장안정성 접착제도 출원 되어 있다.

(3) 우레탄계 외에 다른 성분을 사용한 반응성 접착제로서 비닐 및 비닐옥사졸 공중합체를 사용한 보존성이 뛰어난 접착제, 측쇄에 아크릴로일기를 갖는 폴리아미드 수지를 사용하여 내열성 및 내용제성이 우수한 반응성 핫멜트 접착제가 개발되어 있다.

(4) 최근에는 에폭시 수지를 사용한 접착제도 개발되고 있다. 에폭시 및 에피클로로히드린을 사용하여 유연성과 내장성을 갖는 접착제와 에폭시를 가진 폴리올레핀을 사용하여 내열성이 강화된 반응형 핫멜트 접착제 등이 개발되고 있다.

(5) 생분해성 핫멜트 접착제로서는 폴리(비닐알콜)-폴리(비닐아세테이트) 공중합체에 말단

카르복시기 형성 지방족 폴리에스테르를 부가한 공중합체로서 비교적 저온에서 무용제로 용융 또는 분체상태에서 피복되는 것, 열가소성 수지와 폴리(젯산) 또는 젯산 공중합체를 배합한 생분해성과 순간점착성을 가진 것, 비닐모노머와 폴리알킬렌옥사이드 공중합체, 점착제, 극성 왁스 및 산화방지제로 된 담배필터용 습기분해성 생분해성 점착제 등이 개발되고 있다.

(6) 광경화성 핫멜트 접착제로서는 에폭시 화합물과 폴리카프로락톤 및 양이온 중합개시제를 함유하는 조성물로서 활성 조사선에 의해 경화되는 내열성이 우수한 것, 에폭시화합물과 폴리카보네이트 수지, 양이온 중합 개시제로 된 활성 에너지선에 의해 경화되는 내열성과 내수성이 우수한 것, 조사경화성 수지와 히드록시 작용성 수지, 광개시제로 된 조사경화성 핫멜트 접착제 등이 개발되어 있다.

(7) 말단에 아크릴기를 가진 폴리우레탄에 가시광 경화제를 배합한 광디스크용 가시광경화형 핫멜트 접착제도 개발되고 있다.

(8) 핫멜트 코팅을 하는 온도에서는 가교하지 않지만, 접착후 다시 고온으로 가 하면 가교하여 내열성, 내용제성이 발휘되는 잠재성 경화형 핫멜트 접착제로서, 에폭시, 우레탄 등의 올리고머에 특수한 경화제를 배합하든지, 소량의 경화제를 사용하는 기술이 개발되고 있다. 또한 고온경화의 경화제를 사용한 에폭시 핫멜트로서 글리시딜(메타)아크릴레이트를 공중합한 올레핀과 아미노화합물로서 9,9-비스(3-메틸-4-아미노페닐)플루오렌을 배합하는 것, 2,2-dimorpholinoethyl ether 또는 di(2,6-dimethyl morpholinoethyl)ether기를 함유하는 특수한 경화제를 소량 사용함으로써 폴리우레탄의 핫멜트 접착을 하여, 포트라이프가 50% 습도에서도 수시간이며, 비닐필름과 목재의 접착에서 우수한 잠재성 경화형 핫멜트 접착제도 개발되어 있다.

(9) 생분해성 핫멜트 접착제로서는 천연물계는 다당류가 많고, 합성계의 대부분은 폴리에스테르이며, 열가소성이므로 핫멜트 접착제로서

사용할 수 있다. 젖산을 주석분말과 라우릴 알콜 존재하에서 크실렌 중, 질소기류에서 탈수 축합하여 폴리 젖산을 얻고, 젖산과 젖산메틸을 축합하여 얻은 젖산 올리고머를 점착부여제로 사용하여 젖산 폴리머와 올리고머를 배합한 핫멜트 점착제, 폴리젖산을 주체로 하고 점착부여제, 가소제, 왁스 안정제 등을 혼화하는 핫멜트 점착제, 폴리젖산과 다른 폴리머, 점착부여제, 유화제, 가소제 등을 혼합한 핫멜트 점착제로서 페이퍼타올, 토일렛페이퍼, 나프킨, 베드커버 등의 점착에 사용되는 것, 디카르복시산과 디글리시딜 화합물을 반응시킨 수산기를 함유하는 폴리에스테르계 핫멜트 점착제가 출원되어 있다.

(10) 아크릴산부틸·히드록시에틸아크릴레이트 폴리머에 젖산을 그래프트한 폴리머를 핫멜트 점착제도 개발되어 있으며, 이 외에 아디핀산·부탄디올·카프로락탐의 공중합물을 사용하는 것, 아세틸화스타치와 1,4-부탄디 올젖산 코폴리머 배합물을 1,6-헥사메틸렌디이소시아네이트로 가교한 핫멜트 점착제도 개발되어 있다.

(11) 또한 변성 전분 에멀션을 응용한 폴리젖산 에멀션도 개발되어 있으며, 종이나 세라믹스의 점착, 코트지 등으로 전개되고 있다.

3.3 광경화형 점착제

1992년 이후 공개된 대한민국공개특허(KUPA), 일본공개특허(JEPA), 미국특허(USPA) 및 유럽공개특허(EUPA)를 대상으로 분석하였다.(표 6)

(1) 자외선 경화형 점착제의 결점인 불투명한 재료의 점착이나 복잡한 형상을 하고 있는 부분이 미경화 상태로 남아있는 자외선 미경화부의 경화 방법으로서 최근 라디칼 중합형에서는 가열경화, 험기경화, 프라이머 경화, 2액 경화, 습기 경화 등의 듀얼 경화기능을 가진 자외선 점착제가 개발되고 있다.

(2) UV 경화형 점착제는 1액형으로 작업성이 우수한 장점을 갖고 있으나, UV광을 투과할 수 있는 것은 석영 글라스나 소다글라스 등에 한

표 6. The number of patent application by country

출원거수 기술분야	출 원 건 수				
	한국	미국	일본	유럽	계
아 크 릴 계	10	13	41	32	96
에 폭 시 계	3	11	13	14	41
폴리에스테르계	-	-	6	7	13
우 레 탄 계	-	6	6	4	16
고 무 계	-	-	3	-	3
폴리올레핀계	2	1	2	3	8
계	15	31	71	60	177

정되며, 폴리카보네이트, 염화비닐 수지 등의 플라스틱류는 UV경화형 점착제로는 점착하기 어렵다. 이 경우 열경화와 험기경화를 병용한 복합경화형 점착방법이 사용되어 왔으나 단시간 경화성이 손상된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 재료를 투과할 수 있는 가시광을 이용한 점착제가 개발되어 있다. 기본적인 조성은 UV 경화형 점착제와 같지만 광중합 개시제에 특징이 있다. 또한 사람이나 환경에 보다 친화적인 점착제도 개발 되고 있다.

가) 국내특허출원동향

(1) 아크릴산, 아크릴산 에스테르, 단일작용기를 가진 페닐 에테르 아크릴레이트와 비스페놀 A 에테르로부터 자외선 경화형 자동차 유리 보호용 아크릴 점착제³³가 개발되어 있다. 이 점착제는 경화되는 동안 수축현상이 적고, 젖음성이 좋아 작업성을 향상시킬 수 있으며 굴절률이 유리와 비슷하여 자동차용 유리 수리용으로 적합하다.

(2) 포화 또는 불포화 모노머 및 올리고머와 자외선 개시제 및 점도와 반응성 조절을 위해 반응성 희석제를 함유하는 샌드위치 패널과 발포 폴리스티렌 접합용 일액형 자외선경화 점착제³⁴가 개발되어 있다.

나) 외국특허출원동향

(1) 아크릴계 감압점착제 수지, 에틸렌계 불

포화폴리에스테르와 자외선 감광제로 구성된 멤브레인 스위치에 사용되는 전단 접착력을 개선한 자외선 후경화 접착제³⁵가 개발되어 있다.

(2) 우레탄메타크릴레이트와 N-비닐카프로락탐, 이소보르닐아크릴레이트의 반응생성물과 광개시제, 접착촉진제로 된 카보네이트와 금속을 접착시키는 자외선 경화형 폴리우레탄계 접착제,³⁶ 우레탄 아크릴레이트와 에폭시화 노닐페놀아크릴레이트, 테트라히드로풀푸릴아크릴레이트, 2,4,6-트리메틸벤조일디페닐포스핀옥시드를 배합한 광디스크용 우레탄계 자외선 경화형 접착제³⁷도 개발되어 있다.

(3) 또한 폴리에스테르아크릴레이트와 N-비닐피롤리돈, 트리메틸올프로판에톡실레이트트리아크릴레이트, 비닐스테아레이트, 벤조일시클로헥산올 등을 배합한 자외선 경화형 접착제³⁸도 개발되어 있다.

(4) 한편 요도늄염, 가시광선 감광제, 전자 공여성 화합물로 된 가시광선 경화형 양이온 중합성 접착제³⁹도 개발되어 있으며, 최근에는 가시광 영역의 수지로서 아르곤이온레이저용 감광제 및 He-Ne 레이저용 감광제도 개발되고 있어 고감도화가 시도 되고 있다.

4. 전 망

반응형 핫멜트 접착제는 용제가 필요 없고, 일액성이며, 건조공정이 필요 없어 작업성이 좋다. 한편 상온에서 고형이며, 코팅온도가 낮아 범용 플라스틱에도 적용할 수 있으며 내열성, 내용제성, 저온물성 및 내한성이 우수하다. 그러나 설비투자비가 크고, 가격이 비싸며, 원료인 이소시아네이트가 독성이 있고, 고온에서 가스가 발생해 환경호르몬 문제가 있다. 기술적 측면에서는 경화시간이 1-2시간 정도인 속경화형이 제품화되어 있으나 아직 개발할 여지가 많다. 열 경화계는 실온에서 속경화 가능한 아크릴계의 SGA 접착제와 열가소성 재료 등 이용영역이 확대됨에 따라 약간 사용분야가 감소하고 있다. 에폭시 수지의 열경화계에는 점접

생산성을 중시한 속경화성이 요구되고 있으며, 새로운 경화제나 경화촉진제의 개발이 요구된다.

습기 경화형 접착제는 경화제의 혼합이나 가열 등의 처리가 필요 없고, 베이스제의 종류도 풍부하기 때문에 각종 용도로 사용할 수 있는 등 이점이 있다. 그러나 공기중의 수분을 이용하는 것이므로 경화속도가 환경조건에 좌우된다. 앞으로 환경조건에 영향을 받지 않는 습기 경화의 검토 및 저온·저습도에서도 속경화가 가능한 습기경화기술의 개발이 요망된다.

우레탄계 접착제는 베이스로 사용하고 있는 우레탄 프리폴리머가 고점도이기 때문에 용제를 사용하고 있어 VOC 규제로 인해 무용제화가 요구되고 있으며, 논프라이머화를 실현시키기 위해 접착부여제의 검토가 추진되고 있다.

에폭시 수지의 습기경화에 대해서는 에폭시 수지에 인산기를 도입하는 방법, 경화제로서 사용하는 티올기나 아미노기를 트리메틸실릴기 등으로 블로킹하는 방법, 가수분해에 의해 2급 아민이 생성되는 옥사졸리딘 화합물이나 1급 아민으로 되는 케티민 화합물 등의 잠재성 경화제를 사용하는 방법이 제안되어 있다. 따라서 이들 습기 경화형은 작용기를 블로킹하는 반응을, 화합물의 순도는 물론 엄밀한 수분관리 등 저장안정성의 확보가 중요한 과제이며, 가수분해한 후에 에폭시기와 반응하는 과정을 경유하기 때문에 속경화성을 달성하는 것도 큰 과제의 하나이다.

자외선 경화형 접착제는 가열경화, 험기경화, 프라이머경화, 2액경화, 습기 경화 등 복합 경화 기능을 가진 자외선 경화성 접착제가 개발되어 응용분야가 점차 확대되고 있다. 환경 측면에서는 무용제형이 생산되고 있어 큰 문제는 없지만 자외선 조사에 의해 피부의 화상이나 시력 저하 등을 일으킬 위험성이 있고, 오존이 발생하는 문제가 있기 때문에 작업 환경에 대한 배려도 중요하다. 앞으로 자외선 경화형 접착제의 주요 원료인 모노머는 에폭시아크릴레

이트와 우레탄아크릴레이트가 주체가 될 것이다.

전자선 경화형 접착제는 라디칼이 발생하여 중합, 고화 되기 때문에 중합 개시제가 필요 없어 변질의 염려가 없는 장점이 있다. 최근에는 소형·안전·고속경화가 가능한 조사장치가 개발되어 고속 라미네이트나 각종 자기 테이프의 바인더 경화, 감압접착제의 경화 또는 필름 접합, 동판의 제조, 플렉시블 인쇄 배선판용 금속박 부착 기관의 제조, 직물의 접착, 포장용 필름의 접착 등에 널리 이용되고 있다.

가시광선 경화형 접착제는 자외선 투과성이 낮은 재료나 자외선에 약한 제품, 특히 전자나 의료분야에서 유망 시 되고 있으며, 앞으로 적용 분야의 확대와 광 개시제의 저가격화에 따라 중장기적으로 급속한 시장확대가 예상된다. 기술적 과제로서는 전자선 경화형보다 속도가 약간 느린 점과, 광의 투과성이 좋기 때문에 피착물에 대한 심부 경화성은 우수하지만 에너지 부족에 따른 표면 경화성이 좋지 않은 점 등 개발의 여지가 있다. 환경 측면에서는 1액성 무용제형이 거의 대부분이며, 아크릴계 수지를 주성분으로 하고 있기 때문에 가벼운 피부 자극성은 있지만 특별한 문제는 없다.

앞으로 자외선 투과성이 낮은 엔지니어링 플라스틱, 액정 표시 소자 등 자외선에 약한 제품에는 자외선 경화형으로부터 대체가 추진될 것이며, 용도면에서는 액정 표시조사, 의료기구, 장식 유리 및 태양열을 이용한 옥외 시설재료의 고정 등 건축분야에서의 전개가 검토되고 있다.

참 고 문 헌

1. 材料科學, 37(6), 294-298, 2000
2. 材料科學, 37(6), 279-284, 2000
3. 接着의 技術, 20(4), 40-44, 2001
4. 日特開 1998-131528
5. 日特開 1993-132541
6. 接着, 45(2), 49-55, 2001
7. 日特開 1996-291,278
8. USP 6,020,429
9. 日特表 1994-508,650
10. 日特開 1993-339,557
11. USP 5,252,646
12. USP 5,312,850
13. 日特開 1996-92,359
14. EP. Appl. 1996-741,178
15. Ger. 2000-19,847,810
16. EP. Appl. 1999-899,274
17. Ger. 1997-19,615,899
18. 日特開 1997-77,910
19. 日特開 1998-101,911
20. 材料科學, 37(6), 271-278, 2000
21. 한특개 2002-54551
22. 한특개 2002-55924
23. 한특개 2000-725
24. 한특개 1998-61685
25. 한특개 2000-67191
26. USP 6,395,856
27. USP 5,852,103
28. USP 5,672,652
29. USP 5,976,305
30. 日特開 2001-342,339
31. 日特開 2001-288,441
32. 日特開 2001-200,230
33. 한특개 2001-731
34. 한특개 1998-14,256
35. USP 6,342,122
36. USP 5,484,864
37. 日特開 1999-182,779
38. WO 1988-97
39. EP 1,133-971