

# 표면 기능 부여용 특수 코팅 소재 기술 및 시장 현황 I Technological Trend of Special Coating Materials for Surface functionalisation

김나혜<sup>1</sup> · 김주영<sup>1\*</sup> · 임호선<sup>2</sup> · 김세현<sup>3</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 신소재공학과, <sup>2</sup>숙명여자대학교 화공생명공학부, <sup>3</sup>영남대학교 화학공학부

Nahae Kim<sup>1</sup>, Juyoung Kim<sup>1\*</sup>, Ho-Sun Lim<sup>2</sup>, and Se-Hyun Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept of Advanced Materials Engineering, College of Engineering,  
Kangwon National University, 346 Joongang-ro, Samcheok, Ganwon-do, Republic of Korea

<sup>2</sup>School of Chemical and Biological Engineering, Sookmyung Women's University,  
100 Cheongpa-ro 47-gil, Yongsan-gu, Seoul, Republic of Korea

<sup>3</sup>School of Chemical Engineering, Yeungnam University, 280 Daehak-ro, Gyeongsan-si,  
Gyeongsangbuk-do, Republic of Korea

(2017년 3월 13일 접수)

## 1. 서론

최근 다양한 환경 및 조건에서 다양한 기능을 발현할 수 있는 소재에 대한 중요성이 대두되면서, 플라스틱 및 금속 표면에 다양한 기능 발현이 요구되고 있으며 이로 인해서 현재 코팅 소재 기술의 동향은 단순한 기재 보호에 국한되지 않고 기재 표면에 다양한 기능을 부여하는 코팅 소재에 대한 요구가 급격하게 증가하고 있는 실정이다. 기재 표면에 부여되는 기능 중에서 산업적으로 관심이 큰 기능은 고경도, 친수, 발수, 방청, 전자파, 산소·수분 차단성 등이며 이러한 기능을 부여할 수 있는 코팅 소재 개발에 연구 및 상품 개발이 집중되고 있다. 최근 국내에서도 이러한 표면 기능 부여가 가능한 특수 코팅 소재에 대한 중요성을 인식하고 다양한 표면에 표면 특성 부여가 가능한 코팅 소재에 대한 연구 개발이 진행되어져 왔으나, 원천 소재에 대한 특허권이나 관련 원천 기술 확보에 어려움을 겪고 있는 상황이며, 현재 이러한 특수 코팅용 소재들은 대부분 유무기 하이브리드 기반 소재들이나 실란 및 실라잔과 같은 무기물 소재들이 사용되고 있으며 이러한 소재들의 다양한 기재 표면에 대한 부착력, 내구성 및 여러 가지 물성 개선을 위하여서 다양한 연구가 진행되고 있다. 현재 유무기 하이브리드 기반 소재들이나 실란 및 실라잔과 같은 무기물 소재들은 대기업보다는 중소·중견 기업을 주도 생산 판매가 진행되

고 있는 실정이다.

최근 반도체, 휴대폰, 디스플레이와 같은 전자소자의 박막화 및 슬림화 추세로 인하여, 유연하면서도 고경도와 내구성 가지고 우수한 화학적, 광학적 성질 등 다양한 표면 기능을 가지고 있는 소재의 개발이 요구되고 있다. 다양한 소재 (플라스틱, 금속, 유리 소재) 표면에 다양한 기능부여용 코팅 소재로는 유/무기 하이브리드를 사용하거나 원료 자체의 표면을 기능성화 시킴으로써 제조될 수 있으며, 토목/건축용, 자동차/선박용, 에너지용 전극, 전자/디스플레이용(경박단소화 전자 제품; 스마트폰 터치패널, 투명 전극, 플렉시블 디스플레이, 태양전지), 군수(국방)용, 섬유용, 의료 및 식품 포장용, 정전지 방지 및 전자파 차단 필름, 인쇄전자(전자종이, 3D 프린터), 선박, 탱크, 광학용 등에 적용되고 있는 실정이다.

## 2. 본론

### 2.1. 표면 기능 부여용 코팅 소재의 개요

#### 2.1.1 고경도 및 표면 보호 코팅 소재

최근 디스플레이 소자의 박막화 및 슬림화 추세로 인하여, 플라스틱 보호창을 대신할 수 있는 고경도 하드코팅 광학필름의 개발이 요구되고 있다. 이러한 하드코팅제는, 이동통신 단말기, 평판디스플레이 전면판, 플라스틱의 코팅 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 대

부분의 경우, PMMA나 PET와 같은 상용화 된 필름표면에 경도가 우수한 코팅제를 박막으로 코팅하고 경화시키는 공정이 가장 널리 사용되고 있으며, 광경화형 아크릴계 코팅제는, 짧은 시간에 경화가 가능하고, 상온 경화가 가능하며, 각종 플라스틱 제품들의 일반 표면보호 코팅제로 사용되고 있다. 이러한 광경화형 아크릴계 코팅제가 디스플레이 코팅제로 적용되기 위해서는, 우수한 경도와, 아울러, 플라스틱 필름과의 부착력, 도막의 외관에 있어서 필름의 커일(curl)현상 및 레인보우(rainbow)현상 등이 없는 특성을 함께 지녀야 한다. 이러한 광경화형 아크릴계 코팅제나 우레탄 아크릴레이트 수지들은 범용적으로 사용되는 플라스틱 필름에 대해서는 우수한 부착력과 경도를 부여하기는 하지만, 현재 이동통신 단말기, 평판디스플레이 전면판에 요구되는 경도가 유리과 유사한 수준 (연필경도 7 - 8 H)이므로 이러한 요구에 부합되는 아크릴레이트 수지는 존재하지 않으므로 광경화 및 저온 열경화가 가능한 유-무기 하이브리드 형태의 수지나 무기물 나노 입자들이 나노 분산된 아크릴레이트 조성물을 개발하는 방향으로 연구 개발이 진행되고 있다. 필름 표면에 요구되는 경도, 내마모성, 차단성에 대한 요구 조건에 크게 증가하고 있어서 기존의 고분자 기반 코팅 소재들의 한계를 극복할 수 있는 대안으로 최근 유무기 하이브리드 물질을 이용한 다양한 코팅 소재 개발에 대한 크게 증가하고 있다.

### 2.1.2. 친수·소수성 표면 코팅 소재

친수·소수성 표면 코팅 기술은 일반 장식용부터 국가의 주요 수출 산업인 자동차, 기계, 전기전자, 철강 및 조선 등의 핵심 부품에 친수 또는 소수의 기능을 부여하여 제품의 성능을 향상시키기 위해 적용되는 고부가가치 기반기술로서 소재·부품의 미관 및 내구성을 개선시키거나 기능을 부여하기 위해 표면에 물리·화학적으로 처리하여 표면 특성을 변화시키는 코팅 기술을 의미한다. 친수·소수성 표면 코팅 기술은 응용 범위에 따라 반도체·디스플레이, 광학·필름, 자동차, 인체·의료용, 기계·산업 분야 등 전 산업에 적용 가능한 기술로서 기존 기술 대비 주기성이 매우 빠른 높은 발전 속도를 특징으로 하는 산업 분야임에도 불구하고, 소재의 특성 및 응용 분야에 따라 코팅 기술이 차이가 나기 때문에 기초 및 원천 기술 없이는 경쟁력 확보가 어려운 산업 분야이다. 친수·소수성 표면 코팅 기술은 제품 또는 부품의 마무리 공정 단계에서 부가적인 기능을 부여하기 위해 적용되며, 대기업 보다는 중소기업에 특화된 전문화 업종으로 맞춤형 소량 생산이 이루어지는 형태이다.

### 2.1.3. 산소 및 수분 차단용 표면 코팅 소재

최근 정보통신 기술의 발전으로 인하여 IoT 기반의 유비쿼터스 시대의 도래는 디스플레이 산업을 평판형 디스플레이에서 플렉시블, 웨어러블 형태의 디스플레이로 변화시키고 있음. 특히, 플렉시블, 웨어러블 디스플레이의 출현은 디스플레이 소재 있어서 유연성 및 용액 코팅 공정이 가능한 유기발광다이오드 (Organic Light Emitting Diodes, OLEDs) 소재 및 소자의 개발을 촉진 시키고 있다. OLED 소자는 외부 수분이나 산소에 의해 발광재료의 산화등에 의해 수명이 단축되기 때문에, 봉지막 (encapsulation) 기술의 개발 필수적임. 특히, 플렉시블 OLED의 경우, curved/bendable 형태에서 foldable/rollable 형태로 진행될 것으로 예상되고 있음. 유리나 금속호일 보다 굽힘시 발생하는 인장/압축 응력에 변형이 일어나지 않으며, 수분/산소 투과도가 낮은 봉지소재의 개발이 필요함. 또한 저비용, 대면적 생산을 위해서는 화학적 증착법, 스퍼터링과 같은 진공증착 방식을 벗어나, roll-to-roll과 용액 코팅 공정을 위한 소재 개발이 필요하다.

### 2.1.4. 전자파 차폐 코팅 소재

전자기기의 전자파의 인체 영향에 대한 논란이 지속되고 있으며, 2011년 6월 WHO IARC (국제암연구소)는 휴대전화 사용시 일부 뇌암의 발생 위험 증가에 관련된 연구결과를 발표하였고, 휴대전화 통화를 암유발물질 2B 등급으로 분류하였으며, 국내·외적으로 SAR (전자파흡수율) 규제를 시행하고 있음. 그러나, 전자산업 패러다임이 웨어러블, 사물인터넷 등 인체와 밀접해지고 있으므로 전자파 차폐에 대한 관심 및 관련 코팅 소재에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 전자파 차폐 코팅 소재로서, 전도성 페이스트, 탄소/고분자 복합제, 금속분말 함유 고분자 복합제 등이 있으며, 제조방법으로 진공증착, 무전해 도금, 스퍼터링과 같은 방법과, 라미레이팅, 스프레이, 코팅 등의 방법이 있다. 표면 기능 부여용 코팅 소재 산업은 지식, 기술 및 자본 집약적인 산업으로, 독자적인 산업으로 발전할 뿐만 아니라 관련 산업과 연계하여 발전하므로 전,후방 산업을 연계시키는 매우 중요한 교량 역할을 하고 있음. 특히 기능성 재료의 제조와 배합기술이 중요하여 중소기업에 적합하다는 산업 특성이 있다.

표 1. 표면 기능 부여용 코팅의 분류표

대분야	중분야	소분야
표면 기능 부여용 기능성 코팅	물리화학적 코팅	자기마모형(SPC)코팅, 초후막코팅, 하이솔리드코팅, 선저 방오 코팅, 고내후성코팅, 수중경화 코팅
	광 및 열적기능 코팅	형광코팅, 절연코팅, 전자파차폐코팅, UV경화코팅, 내열코팅, 방열코팅, 반사코팅, 대전방지코팅, EMI/EMC코팅
	세라믹 코팅	내열코팅, 불연/난연코팅, 윤활코팅, 결로방지코팅, 부착방지코팅, 오염방지코팅, 이형코팅
	친환경 코팅	UV코팅, VOC-free코팅, 분체코팅, 환경정화형코팅, 저오염 중방식코팅



**Applications**

- **Construction** : Self-healing coating, Hydrophobic coating, Corrosion protection coating
- **Automotive and Marine** : Corrosion sensing, Self repairing, Color shifting, Biodegradable Anti-fouling coating
- **Energy** : Self-dimming window coating
- **Electronic and Displays** : Antimicrobial, Anti-fingerprint coating
- **Military** : Bio-sensing, Antimicrobial coating, Anti-fouling coating
- **Textile** : Shape memory polymer, Fire-retardant, Self-cleaning coating
- **Medical** : Antimicrobial coating, Self-assembling, protection against harmful microorganism and electromagnetic radiations

그림 1 표면기능 부여용 코팅

표 2. 표면 기능 부여용 코팅의 분석

	저해요인	촉진요인
사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 코팅관련 산업이 환경공해 산업이라는 사회적 인식</li> <li>- 산학연 협력체계 및 관련 산업 기반 투자 자본 미약</li> <li>- 미국, 유럽 등 선진국의 환경규제 정책에 따른 휘발성 유기화합물 (VOC) 저감 대책 강화</li> <li>- 화학물질 생산시설에 대한 수도권 및 광역 공장개발 제한</li> <li>- 수요자 측면에서 저에너지기술 및 친환경 적용을 위한 비용 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기능성 코팅의 수요 증가에 따른 지속적인 기능성 코팅 시장 확산</li> <li>- 기능성 수요에 대한 빠른 대처 능력</li> <li>- 다양한 기능성 코팅 제품 분야에서 의 자체 기술 개발</li> <li>- 한국산 제품의 수요증가</li> <li>- 녹색성장 정책 강화로 관심도 상승</li> <li>- 에너지 저감 및 고부가가치 산업으로의 전환 촉진</li> </ul>
기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원천기술 미흡 및 원자재 산업 취약으로 선진국에 의존적</li> <li>- 지적재산권 마찰에 대한 대응 취약</li> <li>- 선진국의 기술 보호 강화 및 후발 개도국의 시장진입</li> <li>- 주변기술의 동시 발전 견제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고가의 소량 다품종 고부가가치 산업</li> <li>- 특수 용도의 시장 확대</li> <li>- 국내 주요산업의 기술 및 시장 우위성</li> </ul>

2.2. 표면부여용 코팅 기술 및 시장 동향

2.2.1 표면 기능 부여용 코팅 국내·외 시장규모

o 고경도 및 표면 보호용 코팅 소재의 시장현황 및 분석

국내외 모두 고경도 및 표면 보호용 기능성 코팅 소재의 수요가 지속적으로 증가함에 따라 기능성 코팅 시장은 지속적으로 확대될 전망이다.

표 3. 고경도 및 표면 보호용 기능성 코팅 세계시장 (단위 : 억엔)

년도	2011년	2012년	2016년
금액	1조 4,364	1조 5,330	2조 651

\* Source: 일본 후지카메라 총연 2012년

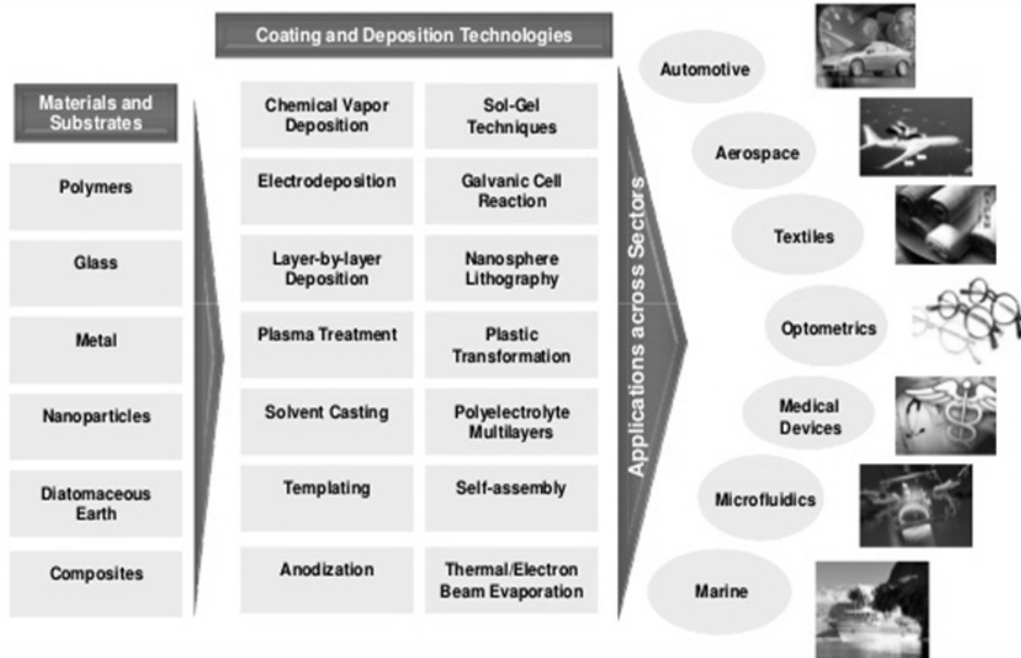
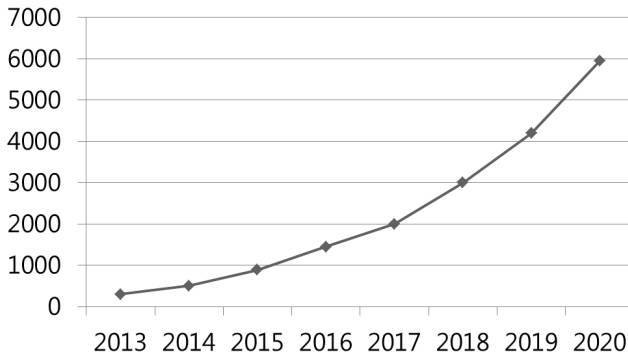


그림 2. 기능성 코팅용 소재 기술 및 응용 분야

**Smart Coatings Market**



\* Source: Opportunities for smart coating, 2013 NanoMarkets LC

**그림 3.** 고경도 및 표면 보호용 기능성 코팅 시장

- 세계의 코팅 및 코팅 수요는 연간 5.2%의 성장률로 증가해 2017년에는 5,160만 메트릭톤(1,860억 달러) 규모로 성장할 전망이며, 이러한 성장은 특히 북미와 유럽, 일본 등 세계의 건설 지출 회복에 의해 촉진될 전망이다[1].
- 최근 중국의 3C(컴퓨터, 통신기기, 소비제품)산업이 장족의 발전을 이루어내면서 소비가전시장 규모도 2008년 8,000억 위안에서 2010년 수 조 위안 이상으로 성장이 예상된다.

- 전술한 것처럼, 플라스틱 보호창을 대신할 수 있는 고경도 하드코팅 광학필름 제조를 위해서, 이동통신 단말기, 평판디스플레이 전면판, 플라스틱의 코팅용 고경도 코팅제는 대부분의 경우, 광경화형 아크릴계 코팅제가 가장 널리 사용되고 있음. 이러한 광경화형 아크릴계 코팅제나 우레탄 아크릴레이트 수지들은 범용적으로 사용되는 플라스틱 필름에 대해서는 우수한 부착력과 경도를 부여하기는 하지만, 현재 이동통신 단말기, 평판디스플레이 전면판에 요구되는 경도가 유리나 유사한 수준 (연필경도 7 - 8 H)이므로 이러한 요구에 부합되는 아크릴레이트 수지는 존재하지 않으므로 광경화 및 저온 열경화가 가능한 유-무기 하이브리드 형태의 수지나 무기물 나노 입자들이 나노 분산된 아크릴레이트 조성물을 개발하는 방향으로 연구 개발이 진행되고 있다.

**o 방청 코팅 소재의 시장 현황 및 분석**

- 철강업체, 자동차 부품업체, 그리고 정밀부품 업체 등 방청관련 제품이 현재 많이 사용되고 있음. 국내 관련업체들은 국내 시장의 한계점을 극복하기 위하여 내부 보다는 수출을 지향하고 있기 때문에 관련제품의 수요는 계속 증가하고 있음. 특히 자동차 부품 생산업체들은 기존의 국내 자동차에 의존하던 것을 자체 브랜드화하여 유럽을 중심으로 미

**표 4.** 고경도 및 표면 보호용 기능성 코팅 소재 시장 현황 및 전망[2-8]

(단위 : 백만 달러)

구분	성장률	2017	2016	2015	2014	2013	2012
국내시장	23.0%	578	527	482	423	398	368
해외시장	25.5%	14,271	12,890	11,490	10,355	9,534	8,683

\* Source: 한국페인트잉크공업협동조합 2011년 페인트 성분별 생산실적(2012), 씨스켄닷컴(주) 최신 국내 및 세계의 코팅(Paints &Coatings)시장 및 환경규제 현황 보고서(2006), 산업연구원, 관세청(2008), BCC Research (2011) Globla Markets and technologies for Paints and Coatings, 통계청 광업제조업조사(2012), Fuji Chimera Research Institute 2009 기능성 필름의 현황과 미래 전망, Elsevier Advanced Tech, Profile of the International Membrane Industry (2009), 한국과학기술정보연구원 코팅/코팅제(2008), KIET 기능성 코팅, 코팅 시장 현황과 장래전망(2010)

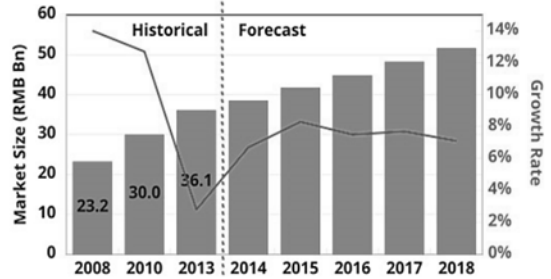
**표 5.** 고경도 및 방청 코팅 관련 국내외 기업

코팅 유형	구분	기업명
	고경도 코팅	국내
국외		SCHOTT, Tekra, KRIYA, Dow coming, Fraunhofer, MITSUBISHI, JSR Corporation, MSK(Meihan Shinku Kogyo Co., Ltd.), NANONIX, HI-TECH,
방청 코팅	국내	BWC(범우특수유화), (주)엘레파츠, 켐솔코리아(Chemsol Korea), OKPACK(주), JM(제이엠), 엘베스트지이에이티(주), (주)엔지텍, 유니온테크(Union-tech), 엑스포넷(주), 건설화학 SG산업
	국외	SCHOTT, CORTEC Corporation, MC(Metal Coatings; DACROMET), NEI Corporation, 3M, MISUMI, BASF, DuPont, Automotive Solutions, Evonik Industries

국과 중국에 많이 수출하고 있음. 현재 방청관련 제품들의 시장 규모는 방청관련 업체의 매출로 추정할 경우, 자동차 관련업체의 경우 연간 100억원, 철강업체의 경우 연간 150억원, 그리고 기타 580억원 정도이다.

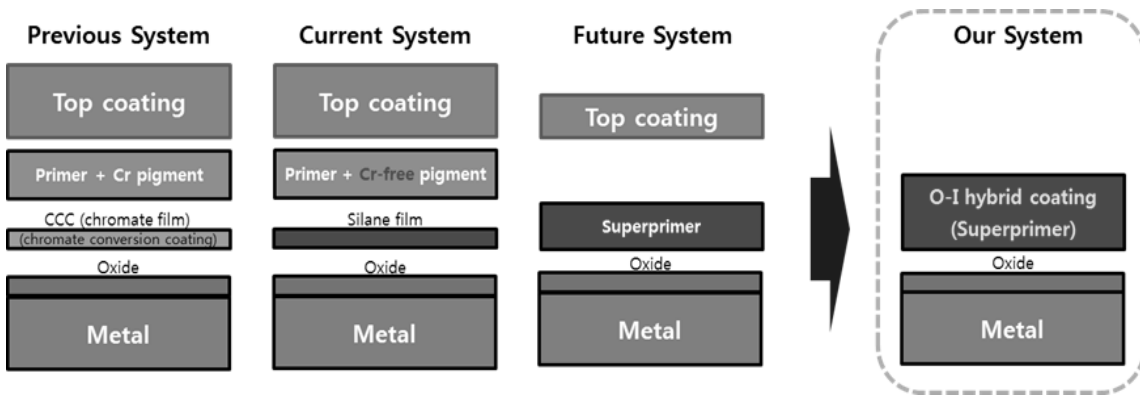
- 특히, 수성 공정 기술의 사용은 2023 고성능 부식 방지 코팅 시장, 용매 계 피복 시스템을 위한 잠재적인 대체물 중 하나가 될 것으로 예상된다.

China's Anti-Corrosion Coatings Market



\* Source: GCiS China ACC Report 2009, 2011 and 2014

그림 4. 중국의 방청 코팅 시장



Family of superprimers

Substrate	For AA2024-T3	For AA2024-T3	For AA2024-T3	For HDG steel
Resin system	Epoxy-acrylate	Novolac-epoxy-PU	Polyurethane (PU)	Two epoxides + PU
Crosslinker	Isocyanate silane	Amine adduct	None	Amine adduct
Silane	Bis-sulfur	Bis-sulfur	BTSE	Bis-sulfur or Bis-benzene
Typical pigment	Zinc phosphate	Zinc phosphate	CZM (Calcium zinc molybdate)	NaVO <sub>3</sub> +Corrosion (Ca, Zn, P, Si, O)

\* Source: W.J. van Ooij, A. Seth, T. Mugada, G. Pan, D.W. Schaefer, A novel self priming coating for corrosion protection, in: Proceedings of the Third International Surface Engineering Congress, Orlando, FL, August 2-4, 2004 (on CD). / Progress in Organic Coatings 58 (2007) 136 [9-10]

다음에 계속