

광학용 플라스틱 산업 시장동향

박영서 / 한국과학기술정보연구원

I. 서론

21세기 들어서 빛을 응용한 기술 및 제품의 혁신 속도가 점차 가속화되고 있으며, 그 중에서도 광학용 플라스틱은 광기술의 핵심재료로써 더욱 각광을 받고 있다.

이 분야의 연구개발 및 상용화는 일본이 거의 독점하고 있으며, 국내 LG화학 및 LG MMA를 중심으로 일본을 추격하고 있는 중이다. 그러나 아직 국내의 광학용 플라스틱은 수요의 대부분을 수입하는 상태이다.

21세기에는 광통신 등의 광기술과 더불어 광학용 플라스틱 등의 소재산업의 기반기술 확보가 국가 경쟁력의 중요한 인자가 될 것으로 전망되고 있다.

광학용 플라스틱 산업은 기술의 정도에 따라 고부가가치화가 가능한 기술집약적인 고부가가치의 부품소재산업으로서 지식기반 산업사회에 적합한 기술이라 할 수 있으므로, 산학연 및 정부가 체계적이고 전략적으로 육성해 나가야 할 산업이라고 할 수 있다.

II. 기술개발 동향

1. 광학용 플라스틱의 개요

광학용 플라스틱이란 광학용(optical) 또는 광전자학용(optoelectronic)으로 응용되는 투명 플라스틱을 말한다.

광학용 투명 플라스틱은 무기질인 유리와 비교해 비중이 작고 자동차와 전자재에 이용되어 경량화를 달성할 수 있어 에너지절약에 기여할 수 있는 환경친화적인 우수한 재료로 관련 수요업계의 주목을 받고 있다. 이전에 투명재료로써 다양하게 사용된 무기유리는 광학특성과 내구성이 우수한 특징을 가지고 있다.

그러나 무기유리는 비중이 플라스틱의 2배 가량 높고 성형이 어렵다는 점과 표면성질을 향상시키기 위

해서 복잡한 연마공정을 필요로 하는 등의 단점을 가지고 있다. 이러한 이유로 투명재료를 사용하는 부품이나 기기의 경량화, 소형화 및 저비용화 측면에서 투명 플라스틱으로의 대체가 진행되고 있다.

광학용의 투명 플라스틱은 그 소재의 종류가 매우 다양하지만 현재 응용되고 있는 소재의 대부분은 PMMA(poly(methylmethacrylate))와 PC(poly-carbonate)이 대부분을 차지하고 있다.

광학용 투명플라스틱으로는 기존의 PMMA와 PC의 물성을 향상시키려는 연구개발 노력이 활발하다. 고순도의 플라스틱을 제조하여 광학특성을 높이거나 새로운 단량체와의 다양한 공중합체를 제조하여 우수한 물성의 광학용 플라스틱을 제조하려는 노력이 수반되고 있다. 이와 더불어 새로운 투명고분자의 개발 노력도 활발하다. 특히 COP(cyclic olefin polymers)는 양호한 치수안정성(낮은 수분흡수성)과 내열성으로 인하여 광학용으로 수요가 서서히 증대될 것으로 기대되고 있다.

2. 광학용 플라스틱의 종류와 용도

광학용 플라스틱은 재료의 주요특징 및 사용용도(용도에 따른 플라스틱의 종류, 요구물성 및 경쟁재료가 다름)에 따라 각각 구별할 수 있다. 광학용 플라스틱의 가장 중요한 특징은 재료가 투명해야 한다는 점이다. 따라서 투명고분자(transparent polymers)의 범주에 모든 광학용 플라스틱이 포함된다.

기존에 투명 재료로서 사용되는 무기질 유리는 광선 투과율이 90%수준이며, PMMA는 유리보다 높은 93% 수준의 광선투과율을 나타내고 있다. 따라서 현재 광학용 플라스틱 수요의 대부분을 PMMA가 차지하고 있으며, 향후에도 이러한 추세는 계속 유지될 것으로 판단된다.

광학용 플라스틱의 용도는 LCD용의 도광판, 프리즘

시트, 편광판, 위상차판, 시야각 보정필름과 차세대 평판 디스플레이의 PDP(Plasma Display Panel), LED(Light Emitting Diode), 기타 플라스틱 광섬유(POF), 광커넥터, 광학용 디스크 기재(optical disk substrates), CD/CD-ROM, DVD용으로 나눌 수 있다.

3. 광학용 플라스틱의 특징

광학용 또는 광전자학용으로 응용하기 위해서는 변화하는 외부환경(높은 온도와 습도)에서도 다음과 같은 특징을 꾸준히 발현하는 물리적 성질이 필요하다.

- ① 높은 투과도 (High transparency)
- ② 매우 낮은 수분흡수도 (Very low water absorption)
- ③ 낮은 복굴절 (Low birefringence)
- ⑤ 높은 순도 (High purity)
- ⑥ 높은 표면강도 (High surface hardness)
- ⑦ 낮은 밀도 (Low density)

4. 광학용 플라스틱의 개발동향

광학용 플라스틱의 요구물성은 각각의 응용되는 용도에 따라 다양하다. 따라서 각각의 용도에 따라 적절한 단일 고분자 또는 공중합체를 사용하거나 그의 복합체를 사용하기도 한다.

광학용 소재로서 투명고분자(transparent polymers)의 연구개발은 궁극적으로 투명도와 물성을 모두 만족시키는 재료를 개발하는 것이 최종적인 방향이다. 그러나 이는 매우 어려운 문제이므로 이를 해결하기 위하여 먼저 전혀 새로운 종류의 고분자를 개발하는 방법과 기존의 광학용 플라스틱의 특성 중 서로 상충하는 특성을 최적화하여 약점을 보완하는 방향으로 진행되고 있다.

각 소재별, 업체별로 진행되고 있는 연구개발 방향을 아래에 정리하였다.

(1) 소재(특히 PMMA, PC, COP 등)의 연구개발 방향

① PMMA, PC, COP : Polymerization과 Purification 방법의 향상으로 고순도의 고분자제조

② PC : 좁은 분자량분포를 가진 고분자제조

③ PMMA, PC, COP : 공중합 또는 기재 고분자의 Modification

④ COP : 고분자 블렌드를 통한 복굴절도, 충격강도 그리고 공정성 조절

(2) 업체별 연구개발 제품

① Mitsubishi Rayon : POF, lens sheets, prism sheets (PMMA)

② Asahi Kasei : POF, diffuser sheets, prism sheets (PMMA)

③ Sumitomo Chem. : Optical films, sheets (PMMA)

④ Kuraray : Projection screens (PMMA)

⑤ Teijin : Optical films, LCD front sheets (PC)

⑥ Nippon Zeon : Lightguides (COP) -그룹사에서 제조

⑦ Asahi Glass : POF, antireflection film(불소함유고분자)

(3) 업체들의 경우, Optical disks, waveguides, light-guides 그리고 렌즈의 정밀한 몰딩분야 연구개발에도 치중하고 있다.

용도에 따른 개발동향은 광학용 플라스틱 재료의 성능향상을 위한 노력보다는 기존 재료의 특징을 이용한 시스템의 구성 및 미세한 물성의 조절에 방향성을 두고 있다.

III. 산업 시장 동향

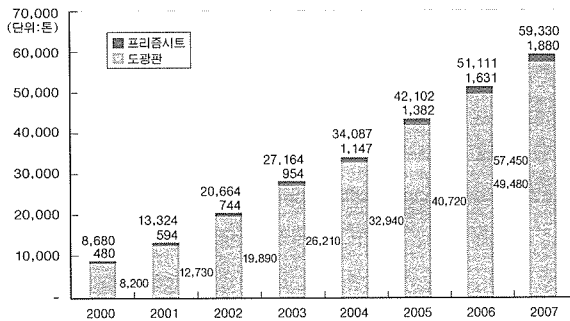
1. 소재별 산업·시장 동향

가. PMMA 동향

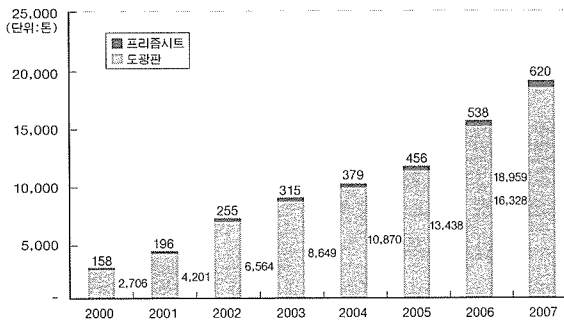
PMMA는 플라스틱 가운데 가장 우수한 투명성을 가졌으며, 가시광선에서 400nm의 파장까지의 영역에서 고도의 투과성을 유지한다. 그런 점에서 PMMA는 광디스크 최초의 제품인 비디오디스크에 사용되었

다. 하지만 흡수성이 상대적으로 높고 내열성이 부족해서, 그 후에 나타난 CD, 광기록용 디스크, DVD에는 PC가 주로 사용되고 있다. 주요 용도로는 광학분야 이외에 차량부품, 건재, 간판, 디스플레이, 조명, 전자부품, 잡화 등이다.

기존의 PMMA 수요 중 광학용을 별도로 분리하여 <그림 1>에 나타내었다. 주로 도광판과 프리즘시트로 사용되고 있다. 여기서는 광학용을 별도로 분리하여, 그 양이 크다고 할 수 있는 도광판과 프리즘시트로 사용되는 PMMA의 시장규모를 살펴보았다. 2002년을 보면 도광판용 19,890톤, 프리즘시트용 774톤을 합하여 20,324톤의 광학용 PMMA가 사용되었다. 2007년에는 각각 57,450톤과 1,880톤으로 늘어나 59,330톤까지 증가할 것으로 여겨진다.



<그림 1> 세계 광학용 PMMA 용도별 수요량 추이
(자료: 富士キメラ總研, "2003 有望電子部品材料" 2003)



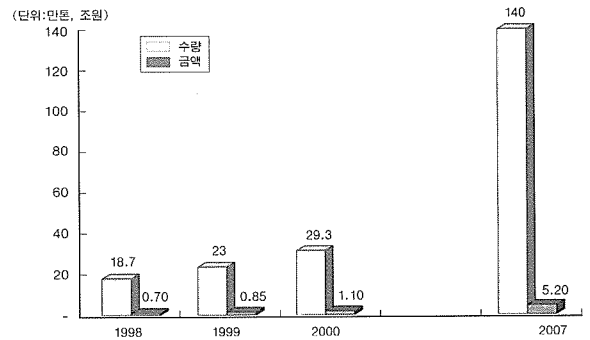
<그림 2> 국내 광학용 PMMA 용도별 수요현황
(자료: 富士キメラ總研, "2003 有望電子部品材料" 2003)

<그림 2>에는 국내수요를 나타내었다. 2002년 LCD 생산량을 참고하여 계산해보면 도광판용 6,564톤, 프리즘시트용 255톤을 합하여 6,819톤의 광학용 PMMA가 사용된 것으로 추정되고 있으며, 2007년에는 각각 8,959톤과 620톤으로 늘어나 9,579톤이 사용될 것으로 여겨진다.

나. PC 동향

폴리카보네이트 수지(PC)는 대표적인 광학용 플라스틱으로 내충격성, 내열성, 치수안정성, 투명성, 자기소화성 등의 우수한 특성을 가지고 있어, 현재 전기전자분야, 정밀기계분야, 자동차분야, 보안, 의료분야, 식품, 일용잡화분야 등으로 폭넓게 사용되고 있다.

기존의 PC 수요 가운데 광학용 수요를 별도로 분리하여 <그림 3>에 나타내었다. 여기서는 PC가 광학용으로 주로 사용되고 있는 광미디어용의 수요를 살펴보았다. 2000년을 보면 29.3만톤의 PC가 광미디어용으로 사용되었고 2007년에는 140만톤까지 수요가 증가할 것으로 여겨진다.



<그림 3> 세계 광학용 PC 수요량 추이
자료 "화학:연감 2002" 를 토대로 KISTI 작성

국내수요는 2002년에 456톤의 PC가 광미디어용으로 사용되었고 2007년에는 558톤으로 수요가 증가할 것으로 여겨진다.

PC는 고유동 내부식성을 특징으로 한 광디스크, 렌즈, 저복굴절이 특징인 고밀도 광학디스크가 개발되고 있다. 또한 난연성으로 광반사성 및 광확산성을 특

정으로 하는 제품은 LCD의 백패널 재료에 사용되고 있다. PC는 가시광역에서 우수한 투과성을 갖고 있다. 자외역인 400nm 근처부터 투과율이 저하하여 300nm 이하에서는 완전히 차단된다. 가시광을 대상으로 한 광학제품이 PC에 가장 적합하다.

2. 용도별 산업 시장 동향

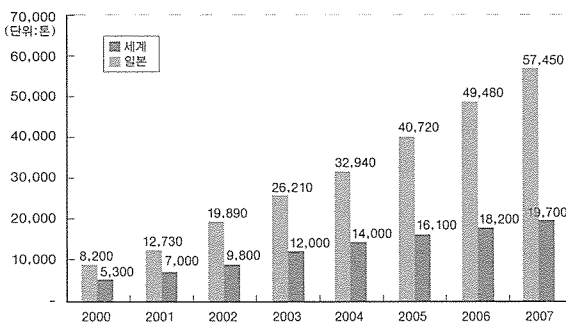
광학용의 투명 플라스틱은 그 소재의 종류가 매우 다양하지만 현재 응용되고 있는 소재의 대부분은 PMMA와 PC가 대부분을 차지하고 있다. 따라서 본 절에서는 각 용도별 사용되는 PMMA와 PC의 주요시장을 중심으로 분석하고자 한다.

가. 도광판 재료

도광판은 백라이트와 프로트라이트에 사용되며, 선광원을 면광원으로 변환시켜주는 구성요소이다. 주로 아크릴 수지인 PMMA (polymethymethacrylate)가 사용되며 전체의 97%로 거의 대부분이다.

도광판재료의 시장을 살펴보면 <그림 4>과 같다. 세계시장의 경우 2002년에 19,890톤이었으나, 2007년에는 57,450톤까지 증가될 것으로 예상되고 있으며, 일본시장의 경우에도 2002년에 9,800톤이었으나 2007년에는 19,700톤까지 늘어날 것으로 여겨지고 있다.

도광판재료의 국내시장의 경우 2002년에 대형LCD의 경우 국내업체들의 점유율이 36%, 중소형에서는 28%인 점을 참고하여 잠재시장을 추정하였다.

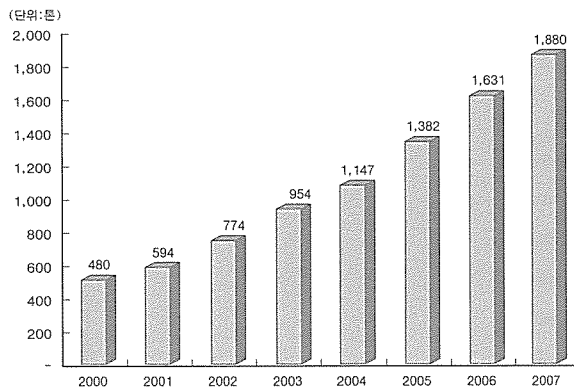


<그림 4> 도광판재료 세계 및 일본시장추이(수량)
자료: 富士キメラ總研, "2003 有望電子部品材料"

2002년에 6,565톤(184억원)이었으나, 2007년에는 18,959톤(439억원)까지 증가될 것으로 예상된다.

나. 프리즘 시트

세계시장의 프리즘시트 제품에 사용되는 광학용 플라스틱(PMMA) 사용량은 <그림 5>와 같이 2002년 774톤에서 2007년 1,880톤으로 늘어날 전망이다. 프리즘시트의 국내시장 규모는 세계시장의 약 33% 수준이다.



<그림 5> 프리즘시트 PMMA 세계 사용량(수량)
자료: 富士キメラ總研 "2002 液晶關聯市場の現状と 將來展望"

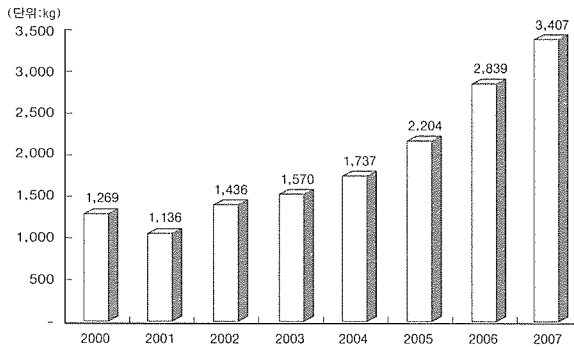
다. 광섬유

플라스틱 광섬유에 들어가는 PMMA의 세계시장은 <그림 6>과 같이 2002년 1,570kg(43만km)에서 2007년 3,407kg(102만km)로 늘어날 것으로 여겨지고 있다.(POF용 PMMA 밀도 1.18 g/cm³, POF 평균직경 50~65마이크론 참조)

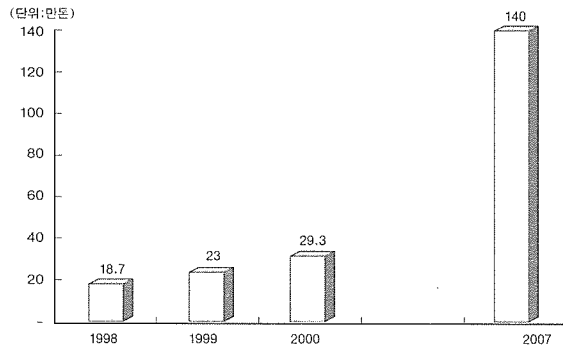
우리나라의 플라스틱 광섬유(POF)의 수요량은 2000년 약 66kg(1.8만km) 규모이고 2001년 84kg(2.3만km) 규모였다. 2007년에는 290kg(8만km) 규모로 시장규모가 커질 것으로 예상된다.

라. 광기록매체

광디스크 용도로 사용되는 대부분의 광학용 플라스틱은 PC이다. 광디스크용 PC의 세계시장은 2000년 29만 3000톤(1억원)으로 나타났으며 2007년에는 140만톤(5.2억원)으로 나타났다.



〈그림 6〉 플라스틱 광섬유용 세계 PMMA 수요규모(수량)
 자료 : 富士キメラ總研 “2003 有望電子部品材料”를 토대로 KISTI 작성



〈그림 7〉 광디스크용 PC 세계시장규모추이(수량)
 자료 : "화학연감 2002"를 토대로 KISTI 작성

3. 소재별 사업전략

대표적인 광학용 플라스틱 제품이라 할 수 있는 도광판재료와 플라스틱 광섬유(POF)는 전세계 국가 가운데 일본에서만 생산되어 전세계에 공급되고 있다. 따라서 주요업체들은 모두 일본업체들을 중심으로 구성되어 있으며, 이들의 소재별 사업전략을 분석하였다.

가. PMMA

PMMA는 해외제품의 일본 내 유입도 없고, 참여업체 4개사의 시장점유율 구성도 고정되어 있으며, 시장규모도 비교적 순조롭게 확대되어, 지금까지 광학용 플라스틱 중에서도 안정된 시장을 유지하고 있다.

관련 분야의 해외 이전의 진전, 일본 시장의 혼미 등으로 PMMA 시장이 지금까지의 안정기에서 경쟁기로 진입한 것으로 판단하고 있는 각 업체에서는 아시아권 전체로 확대된 시장을 더 많이 확보하기 위한 사업전략을 수립하고 있다.

일본의 국외 생산체제 확립 및 강화 : 글로벌 경쟁이 심화되면서 성장이 전망되는 지역에서의 생산 및 공급지를 우선적으로 확보하는 것은 시장점유율 확대와 경쟁확보의 가장 중요한 포인트이다. 또한 최근 IT 관련기기의 생산지가 대만, 한국에서 중국으로 이동하면서 동아시아지역에서의 수지 수요도 향후에 일반용에만 그치지 않고 광학용 등 고기능용이 증가할 것이므로 경쟁력 강화를 위해 이러한 수요에 대한 대응력을 제고해야 한다.

범용품의 코스트 경쟁력 강화 : 일본의 계속되는 경기하락에 따른 부품시장 부진으로 이용자의 극심한 가격 요구, 해외 이전의 진전에 의해 수지의 가격경쟁이 격화되어 수익성도 저하되고 있다. 생산성 향상과 코스트다운 등의 합리화 대책을 어떻게 실현해 수익을 확보할 것인가가 업체의 경쟁력과 직결되며, 구체적인 사례로서 쿠라레와 住友化學은 상호 생산위탁에 의한 업무 제휴 등으로 코스트 다운의 성과를 올리고 있다.

신규용도 개척 : 투명성, 내후성, 내충격성과 같은 PMMA 본래 기능에 새로운 성능을 플러스함으로써 지금까지 PMMA로 대응하기 힘들어 다른 광학용 투명수지가 사용되었던 용도로 사업전개를 하는 등 향후 지속적인 수요개척이 기대되고 있다.

나. PC

PC는 Skelton Boom은 물론이고 광디스크 등 광학 관련 용도의 확대, OA 기기 하우징의 논할로젠 및 난연 수요의 확대에 의한 얼로이 제품의 성장 등으로 2000년까지 순조롭게 판매를 확대, 세계적으로도 시장을 보여왔다.

불투명한 경기에도 불구하고 최근 PC가 휴대전화 보편으로 사용되는 라이트 키, 필름 키용의 필름에 적용

되는 외에 편광판 위상차 필름과 액정 플라스틱 기판 용으로도 적용되기 시작하는 등 수요개발에 따른 시장확대의 가능성이 엿보이고 있다.

아울러 기능보다 가격이 우선하고, 시장은 크지만 상황이 혼미한 PC 시장의 현재 상황에 대처하기 위하여 각 PC 업체에서는 아래 방법 중에서 하나를 선택해야 하는 상황에 직면하고 있다.

- ① 물량을 추구한다
선두업체에 대항할 수 있는 정도의 코스트 경쟁력의 강화
- ② 물량은 포기한다
특수 제품에 의한 부가가치 우선
- ③ 물량과 품질 모두를 추구한다
범용품에서의 코스트 경쟁력 강화와 고부가가치 전략

다. COP
시장전개가 본격적으로 시작된 지 4~5년 밖에 되지 않아 시장규모도 작은 COP는 종래 투명수지와 유리의 장점을 모두 갖추고 있어 최근 광학분야를 중심으로 시장이 급속히 확대될 것으로 전망된다.

도광판 시장의 경우 COP와 PMMA의 가격차가 3~4 배에 달하지만, 치수 안정성과 성형성을 고려하면 그렇게 큰 편은 아니다. 그러나, 최근 퍼스컴과 PDA 등 액정기기가 저가격화되면서 업체측에서는 철저한 코스트 다운을 진행시키고 있기 때문에 향후 PMMA와의 가격차를 어떻게 극복하는가가 수요확대의 관건이 될 것으로 보인다.

그리고 지금까지와 같은 광학 관련만의 사업전개에서는 공급과잉이 될 가능성이 높아 가동율 향상이란 측면에서도 향후에는 일정량 이상의 규모를 갖는 새로운 주요 용도의 확립이 중요하다.

수요확대를 위해서는 다소 가격은 낮더라도 물량을 겨냥한 범용 용도에서의 사업전개가 필요하며, 업체측에서는 기존의 투명수지 시장개발 관점의 개발로 방향을 전환해 나가야 할 것으로 보인다.

III. 결론

광학용 플라스틱은 고분자의 특징인 소재, 조성설계, 가공성 등의 장점으로 인하여 21세기 첨단소재로 각광받고 있다. 광학용 소재로 여러 가지 광학용 플라스틱 중에서 PMMA와 PC가 가장 많이 응용되고 있지만, 앞으로는 치수안정성 등 우수한 성능을 가지고 있는 COP가 광학분야에서 점차 두각을 나타낼 것으로 보인다.

PMMA는 확산판 제조에 첨가되는 비드와 플라스틱 광섬유로 쓰이고 있지만 그 양은 미미하고, 주로 도광판과 프리즘시트로 사용되고 있다. PMMA의 시장규모(수량)는 2002년을 보면 도광판용 19,890톤, 프리즘시트용 774톤을 합하여 20,324톤이 광학용으로 사용되었다. 2007년에는 각각 57,450톤과 1,880톤으로 늘어나 59,330톤까지 증가할 것으로 예상된다. 국내의 경우에는 2002년 도광판용 6,564톤, 프리즘시트용 255톤을 합하여 6,819톤이 사용되었을 것으로 추정되며, 2007년에는 각각 8,959톤과 620톤으로 늘어나 9,579톤이 사용될 것으로 예측되고 있다.

PC 역시 광학용 소재로 다양하게 사용되고 있지만 주로 광미디어용으로 사용되고 있다. 광학용 즉 광미디어용 세계수요는 2000년 29.3만톤에서 2007년 140톤으로 수요 증가가 예상되고 있고, 국내의 경우에도 2002년 456톤에서 2007년 558톤 수요가 증가될 것으로 예상된다.

국내에서 사용되고 있는 광학용 플라스틱은 전량 수입되고 있다. 세계 평판디스플레이 시장에서 우리나라가 차지하는 비중을 생각해볼 때, 광학용 플라스틱의 국산화가 시급한 문제라 할 수 있다. 다행히 최근 LG MMA 등에서 국산화에 박차를 가하고 있어 좋은 성과가 기대되고 있다.