

고기능성 필름의 최근 조류

金井 俊孝*

머리말

고기능성 필름 개발은 최근, 급속한 진보를 이루고 있다^{1), 2)}. 고투명이고 고기능인 필름은 모바일 기기나 텔레비전 등에 사용되고 있는 액정 디스플레이용 각종 필름, 유기 EL용 배리어 필름, Li 이온 전지용 필름, 표면장식 필름, 더욱이 식품·의약품 포장에서는 배리어성이 향상하여 Long life화가 진행되고 있다.

포장용 필름으로서 레토르트 파우치, 리필용 파우치, 전자 레인지로 데울 수 있는 식품용 필름·트레이가 방대한 양으로 사용되어 일상 생활 상, 플라스틱 필름은 없어서는 안되는 존재가 되고 있다. 일본의 핵가족화가 진행하면서 고연령화, 독신 생활, 식사 준비 시간 단축화 등의 환경 변화로 인해서 식생활 양상도 크게 변화되었고, 또한 그에 따른, 플라스틱 필름의 사용량도 많아지고 있다. 포장용 필름은 식품 포장용 뿐만 아니라, 휴대 전화로부터 EV 자동차용 전지 패키지, 의약품 포장에 이르기까지 널리 사용되고 있다.

장래적으로 성장이 기대되는 기능

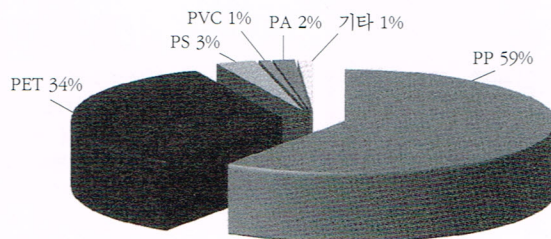
성 필름으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- ① iPhone이나 iPad로 대표되는 스마트폰이나 태블릿형 단말 등으로 앞으로의 전개가 주목되고 있는 유기 EL 디스플레이용 필름이나 광도장 분산형 위상차 필름, 플렉서블 필름이나 터치 패널용 필름
- ② 모바일 기기나 하이브리드 자동차, EV 자동차에 중요한 Li 이온 전지의 세퍼레이터나 소프트 패키지, 고용량 박막 캐퍼시터 필름
- ③ 재생 가능한 에너지인 태양 전지 등에 사용되는 기능성 필름
- ④ 식품 포장이나 의료 포장의 하이 배리어 필름
- ⑤ 인쇄된 필름을 이용한 자동차의 내장재, 오토바이, 전자재, 가전, 스마트폰용 표면장식 필름³⁾

- ⑥ 전자 페이퍼나 굴곡 성형해도 센서 기능을 발현할 수 있는 CNT 투명 전극이나 고집적 회로용 고방열 필름
 - ⑦ 에너지 효율을 높이는 차열(遮熱) 필름
 - ⑧ 화석 연료를 사용하지 않는 PLA 필름이나 셀룰로오스 나노 파이버 필름
 - ⑨ 나노 미터 레벨로 미세 분산된 고기능 부여 필름
- 그래서 여기서는 고기능 필름을 제재로 디스플레이 부자재, 차세대 전지, 일렉트로닉스, 표면장식 관련 필름 등, 공업용 필름이나 식품 포장용 필름을 중심으로 다루었다.

1. 최근의 필름 개발 동향

플라스틱 필름은 플라스틱 가공품 전체의 약 37%를 차지하며 대단히 큰 비



원재료	PP	PET	PS	PVC	PA	기타	합계
× 1,000 tpa	11,520	6,600	603	170	322	230	19,450

[출전 : FILM PROCESSING ADVANCES, 제7장 J, Breil (Hanser사, 2014)]

<그림 1> 2축 연신 필름의 세계 생산능력

* Toshitaka Kanai
 KT Polymer
 Tel./Fax. 0438-62-4411
 兼任 京都工芸繊維大学 特任教授

을 이루고 있다. 그 중에서도 2축 연신 PP 필름은 포장 필름 용도를 중심으로, 2013년의 실적에서는 세계 BOPP의 제조 능력이 1,152만 ton, BOPET의 제조 능력은 660만 ton, 2축 연신 필름 전체로는 1,945만 ton이 되었고, 2016년 현재에는 2,000만 ton을 넘어섰다(그림 1)⁴⁾.

2012년도 일본의 포장·용기 출하 통계 실적을 [표 1] 및 <그림 2>에 나타낸다⁵⁾.

표에서 보는 것처럼 전체의 출하 금액은 5조 6,453억 엔, 그 중 플라스틱 제품은 1조 6,260억 엔, 전체 출하 수

량은 1,838만 ton, 그 중 플라스틱 제품 수량은 347만 ton으로 되어 있다.

코스트 면에서 2000년대 초반부터 일본의 엔화 상승 문제도 있어서 세계 포장 분야의 생산은 동남아시아에서의 제조가 증가하고 있는 경향에 있지만, 일본 필름의 연구 개발력은 여전히 우위의 입장에서 서 있다. 기능성 필름 분야에서도 일본에서의 고부가가치 상품 제조가 기대된다. 일본에서 활발히 연구·개발된 기능성 필름·시트의 테마

를 [표 2]에 나타낸다.

2. 기능성 필름 용도

2.1 자동차·모바일용 필름

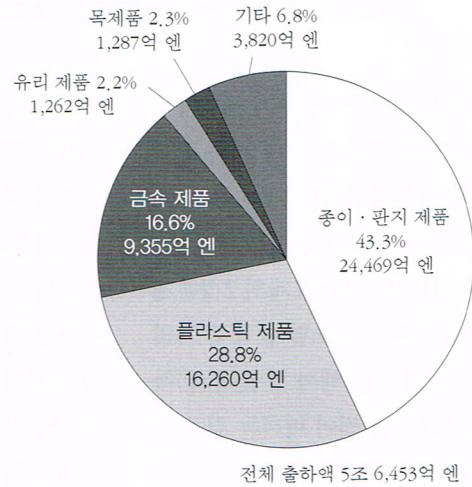
앞으로의 수요 신장이 기대되는 Li 이온 전지용 필름으로서 세퍼레이터나 전지용 소프트 패키지가 있다.

(1) 세퍼레이터

세퍼레이터용 HDPE는 Li 이온 전지의 135℃ 이상의 폭주 반응을 방지하

[표 1] 일본의 포장·용기 출하 수량 (2012년도)

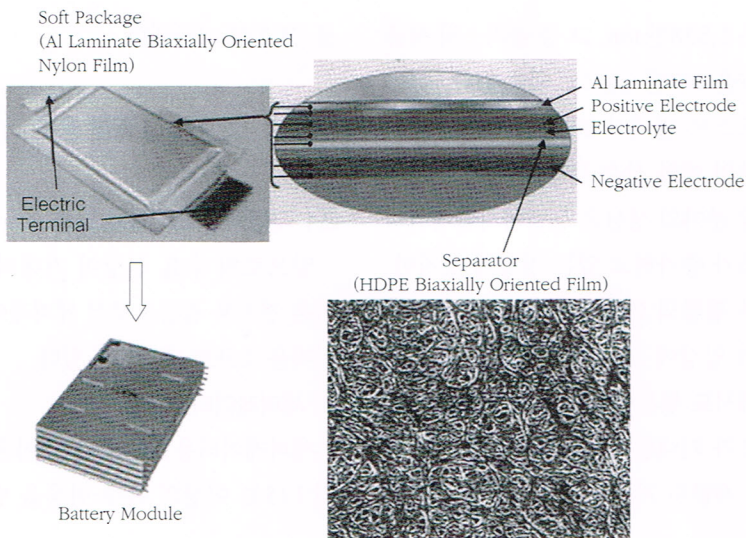
항목	출하 금액		출하 수량	
	출하 금액(억엔)	구성비(%)	출하 수량(천ton)	구성비(%)
종이·판지 제품	24,469	43.3	11,429	62.2
플라스틱 제품	16,260	28.8	3,467	18.9
금속 제품	9,355	16.6	1,600	8.7
유리 제품	1,262	2.2	1,286	7.0
목제품	1,287	2.3	596	3.2
기타	3,820	6.8		주)
포장·용기 합계	56,453	100	18,378	100



<그림 2> 일본의 포장·용기 출하 금액 (2012년도)

[표 2] 고기능 필름의 테마

필름의 종류	고기능 필름	용도	요구 특성	생산상의 과제
액정용	편광, 이형(離型), 위상차 시야 확대, 반사 프리즘, 확산 프로텍트	대형 TV, 퍼스널 컴퓨터, 휴대전화, PDA	고투명, 치수 정밀도, 저잔류 응력, 낮은 위상차, 내열·투명 박막, 저(低) 이물, 하이 배리어	두께 균일성, 코팅, 전사성, 배향 균일성, 양호한 표면 외관, 저(低) 이물, 저(低) 보잉, 표면 처리 기술 위상차, 내열·투명 박막, 저(低) 이물, 하이 배리어
표시용	유기 EL용 배리어	조명, TV, 휴대		
	도전성 필름	터치 패널		
	전자 페이퍼	전자 서적		
전지 관련	백시트	태양 전지	내후성, 내열, 반사성, 저흡수	
	봉지재 시트		내광성, 내열, 저온 봉지(封止), 저흡수	
	세퍼레이터	Li 이온 전지	균일 구멍 지름, 용접, 자기수복	
	소프트 패키지		고강도, 히트셀(heat seal), 딥드로잉	
	초박막 필름	대용량 컨덴서	박막, BDV, 요철	연속 성형성, 두께 균일성, 가공 안정성
환경 대응	PLA, 생분해성, 식물 유래 재료 CNF	쓰레기 봉투, 농업 자재, 스피커 콘, 미세 발포체	가공성, 생분해, 고탄성	
식품 포장	하이 배리어	장기 보존 식품	하이 배리어	
	레토르트 필름	레토르트 식품	이열성(易裂性), 충격성, 보일 특성	
투명 포장·트레이	고투명 필름	문구, 화장품 패키지, 전자 레인지 대응 트레이	고투명, 강성	급냉, 결정 제어
표면장식	표면장식 필름	자동차, 가전, IT	고투명, 인쇄	부형성(賦型性), 두께 균일성



<그림 3> Li 이온 전지 (세퍼레이터, 소프트 패키지)

기 위해서 안전면에서 필수 재료이다⁶⁾. HDPE와 PP의 원료는 촉매 금속 잔사를 저장한 고분자량 원료가 사용되고, 성형법으로는 습식과 건식법이 있다. 습식법은 HDPE / WAX계의 2성분계 또는 3성분계의 스피노달 분해 후기의 상(相) 구조 제어를 해서 연신(延伸)하고, 그 후 WAX를 씻어 버리는 건조 공정도 필요해서 상당히 복잡한 제조 공정으로 이루어지고 있다⁷⁾.

평균 0.04 μm 의 미세 구멍 지름을 중심으로 한 미세 구멍 지름 분포는 0.02~10 μm 의 분포이지만, 균일한 구멍 지름 일수록 좋아지고 두께도 16 μm 로부터 더욱 박막화되는 경향에 있다⁸⁾.

HDPE 필름의 내열성도 부족하기 때문에 PP와 HDPE의 다층 구조를 쓰고 있는 경우가 많다(그림 3). 가열 폭주 온도에 달하면 HDPE의 용점(HDPE 필름은 안전 대응)에서 녹아 버리면 전지를 사용할 수 없게 되는 문제가 있기 때문에 내열성을 향상시키기 위해서, PP(예: PP / HDPE / PP)나 더욱 내열성이 있는 필름층을 마련하고 있는 것

이 현상이다.

PP / HDPE / PP의 건식 방식에서 결정의 라멜라(Lamella) 구조의 비결정부를 2축 연신 텐타법으로, nm 오더 레벨의 미세 구멍을 다수 가진 3차원 구조를 형성시키는 세퍼레이터도 제조되어 있어서 이온을 막 전체에 균일하게 이동시킬 수 있다⁹⁾. 과일 방지의 퓨즈 효과를 기대하며 135 $^{\circ}\text{C}$ 를 용점으로 하는 고분자량 HDPE와 160 $^{\circ}\text{C}$ 의 PP의 구성이지만, 최근에는 한층 더 고내열성이 요구되고 있다.

Li 이온 전지 제조는 해외에서의 추격이 격심해서 서서히 일본의 입장이 힘들어지고 있다. 개발 당초에 일본의 세어가 대부분을 차지했지만, 현재는 LG나 삼성 등의 한국 기세나 독일, 중국의 추격까지 가해져서 일본 생산량의 비율이 저하되는 경향에 있다.

Li 이온 전지의 신장은 모바일 신장으로 지탱되어 왔지만, 앞으로의 큰 수요 신장은 전기 자동차가 어떻게 되느냐에 따라 결정된다. Li 이온 전지의 과제는, ① 대전류 충방전, ② 급속 충전,

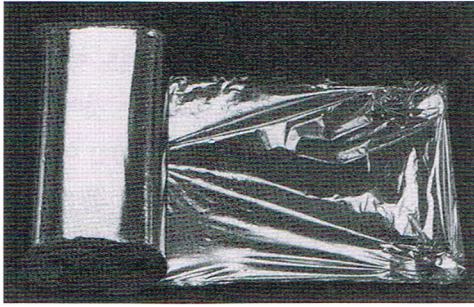
③ 절대 안전성, ④ 저코스트화이다.

현재의 세퍼레이터 제조 속도가 대단히 느리고, 전기 자동차가 각 사에서 시작되는 경우에는 충분한 생산 속도를 확보할 수 없게 될 가능성이 높다. 연신(延伸)하기 어려운 고분자량 HDPE에 가하여 첨가한 성분의 용제에 의한 제거와 건조 공정 속도가 골칫거리라서 용제를 사용하지 않는 건식 방식의 고품질, 저코스트화가 기대된다. 소형·경량화, 저코스트화를 위해서 전기 용량을 높이려면 양극과 음극에도 좌우되지만 세퍼레이터의 박막화와 다공지름과 수를 제어하는 것이 중요하다.

(2) 소프트 패키지

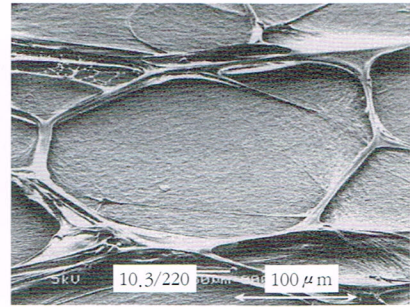
Li 이온 전지의 정극, 세퍼레이터, 전해액, 음극의 구성을 감싸는 소프트 패키지가 사용되고 있다. 현재, iPhone이나 iPad로 대표되는 것처럼 휴대 단말이나 태블릿형 단말에서의 수요 신장이 크고, 장래적으로는 가솔린 자동차로부터 EV 자동차로의 비율이 높아짐에 따라, 크게 신장할 수 있는 기대되는 분야로서 주목받고 있다.

라미네이트 필름으로서 모바일용은 Nylon 25 μm / AL40 μm / PP50 μm 의 필름 구성이며, 차량 탑재용으로는 PET12 μm / Nylon 15 μm / AL40 μm / PP80 μm 의 필름 구성이다. PP의 히트씰(heat seal)층 구성이나 씰(Seal) 조건에 노하우가 있다^{10), 11)}. PP는 내부의 압력에 강하지만, 장시간의 압력에는 약하다. PP의 씰(Seal)성은 안전면에서도 대단히 중요하고, 또한 나일론 필름은 배리어층으로서의 AL 층에 대하여 강도·열 성형성을 부여하여 변형 추종성을 갖게 하는 것이어서 필름의 모든 방향에서의 신장, 강도의 균일성이



Thickness 3 μm
2축 연신 PP 필름

<그림 4> 필름 컨덴서 (HYBRID CAR and EV CAR)



범위내 수치 : 10점 평균 조도 Rz (μm) / 크레이터(crater) 지름(μm)

<그림 5> 필름 표면의 요철 제어 (SEM 사진)

필요하다. 이 분야에서도 한층 더 박막화에 대한 요청이 강하다.

자동차 이외에는 휴대전화, PC 퍼스널 컴퓨터, 전기 자전거, 전기 모터 바이크, 게임, 스마트폰이나 태블릿형 단말, 모바일 제품, 로봇, 로켓, 전동 공구 등은 꾸준히 성장하고 있다.

(3) 컨덴서용 극박 필름

컨덴서 시장은 2015년도에 약 1.7조 엔이었지만 필름 컨덴서 시장은 1,600억 엔 정도이다. 앞으로 하이브리드 자동차, 전기 자동차가 신장하고 고전압이 기대되는 분야가 신장하면, 또한 그에 따른 필름 컨덴서의 큰 신장을 기대할 수 있다.

필름 컨덴서로서 PP, PET, PPS가 생각되지만, <그림 4>에 나타내는 PP 필름 컨덴서의 메리트는 절연 저항이 높고 자기 회복성이 우수하며, 고압 캐퍼시터용으로서 우수해서 내구성도 우수하다. 전압 변동의 안정화를 위해서는 대용량 캐퍼시터가 필수적이다. 자기 회복성이란 알루미늄, 아연 등의 금속 증착에 의해서 전극을 마련하고 국부적으로 절연 파괴하더라도 방전부 주변의 증착막이 비산하면서 절연을 회복하고, 캐퍼시터 전체의 기능을 유

지하는 것이다¹²⁾.

캐퍼시터의 단위 체적당 정전 용량(C/V)은 유전체(필름) 두께의 2승에 반비례하기 때문에 필름의 박막화는 대단히 중요하다. BOPP는 하이브리드 자동차의 캐퍼시터 형상으로부터 3μm가 필수로 되고 있지만, 이미 개발품은 2.5μm의 레벨로 되어 있다. 제조는 순차 2축 텐타법이지만, 손상 방지나 필름 물성의 밸런스로부터 동시 2축법도 적용되고 있다. 인플레이션법은 기름의 함침성(含浸性)은 우수하지만 편육 정밀도나 박막화에 문제가 있어서 현재는 수 μm이며 얇은 물품에는 적용할 수 없다.

절연 파괴 전압(BDV)을 올리는 것이 중요하다. 제조법은 순차 2축 연신법이지만, 최근에는 표면 결점 없음·물성의 등방화를 피하여 동시 2축 연신법도 적용되게 되었다. 박막화에 따른, 가공 공정의 취급 약화에 의한 제품 비율 저하도 있지만 BDV의 저하가 큰 문제이다. 개선 방법으로는 필름의 결정화도 향상, 유리전이 온도의 향상, 불순물 저감을 들 수 있다.

필름의 박막화에 따른 성형성, 연신성(延伸性), 반송 주름, 정전기 제어,

표면 조도, 치수 정밀도가 중요한 포인트가 된다.

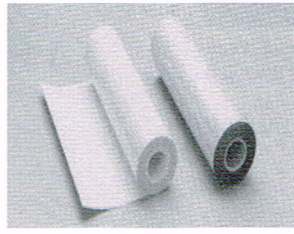
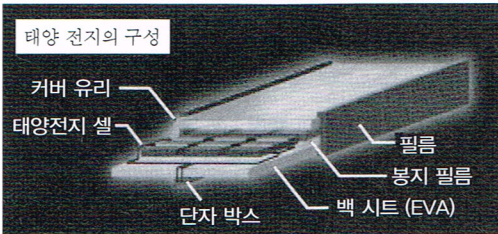
(a) 내열성 향상

자동차 분야에 채용되기 위해서는 내열성이 중요한 인자이며 PP로서는 고입체 규칙성인 것이 사용된다. 그러나, 고입체 규칙성 PP는 결정화 속도가 빠르기 때문에 연신(延伸) 전의 원반 시트 단계에서 결정화도가 높아지기 쉬우므로 연신(延伸)하기 어려워지는 경향이 있다. 게다가 첨가제는 무첨가로, 또한 표면 요철이 필요하기 때문에 연신(延伸)할 수 있는 온도 폭도 좁아서 연신기(延伸機) 내의 온도 균일성이 중요하다.

입체 규칙성 향상에 의해서 고내열화를 피하지만, 내열 온도 150℃ 이상이 요구되게 되면 내열 PET, 엔지니어링 플라스틱을 이용한 박막 컨덴서 개발이 필요하게 된다.

(b) 표면의 조면화

박막화에 있어서 BDV에 대한 필름 표면 조도는 무시할 수 없다. 벌크 내전압 특성은 동일해도 표면 조도가 지나치게 크면 거친 홈통 부분이 전기적인 약점이 되므로 BDV가 저하한다. 한편, 필름 캐퍼시터의 제조 공정에서는 필름을 길게 오래 감지만, 필름에 적절



백 시트(PET)

<그림 6> 태양 전지 부재

한 유효성이 없으면 소자 형성이 안정하지 않아서 전기 특성에 영향을 줄 우려가 있어서 적절한 표면 조도가 요청된다(그림 5). 표면 조도의 제어 기술이 대단히 중요하므로 β 결정 제어나 트랜스 크리스탈 구조의 결정을 크게 할 필요가 있기 때문에^{13)~15)}, 냉각 롤 온도는 높게 설정해야 한다. 연구에서는 β 결정을 보다 많이 생성하기도 하고, PP에서는 입체 규칙성 제어 뿐만 아니라 분자량 분포나 장쇄 분기 도입에 의한 결정 구조 제어 검토도 이루어지고 있다.

(c) 소형 박막화

에코 자동차로서 사이즈를 1/2로 줄이기 위해서는 3.0→2.5→2.0μm를 개발해야 하는데 이미 BOPP의 박막화 기술은 실용화 레벨까지 되어 있다. 그러나 핸들링 기술이 어려워져서 제품 비율이 나쁘다. 내전압은 600V/μm→700V/μm가 목표로 되어 있다. 장래 전망으로서 소형화, 내열, 내전압화가 요청된다.

또한, 증착 전극막의 박막화나 균일

화도 중요한 테마이다.

2.2 태양 전지용 필름 · 시트

(1) 봉지재

태양 전지의 봉지재로서 95%가 EVA이다. EVA는 에틸렌과 초산비닐(VA)의 공중합체이고 VA량으로 융점, 유연성, 배리어성 등이 변화된다. 태양 전지의 봉지재로는 VA25~33%, MFR4~30의 범위에서 유기 과산화물의 가교제와 Si 커플링제가 첨가되어 있다. 현재, 제품 사이즈는 1,800mm 폭, 4.5mm 두께가 주류이고 일반적으로는 시트 성형 라인으로 제조되고 있다¹⁶⁾.

융점 70℃의 EVA가 일반적이고, 압출 성형시에는 저온 성형으로 시트 성형(450μm)하고, Si 태양 전지 셀을 봉지할 때 고온 하에서 155℃에서 100% 가교제를 소비시켜서 가교 반응을 시작하고, 3차원 가교 구조로 하여 내열성을 부여함과 동시에 Si 커플링시켜서 유리와의 밀착성을 부여한다. 내후성을 부여하기 위해서 UV 흡수제도 첨가하여 성형시의 산화 방지제도 첨가되

는 것이 일반적이다.

오랜 세월 사용해도 황변하지 않고서 투명성을 유지하는 것이 중요해서 수증기 배리어성, 100℃ 이상의 내습열, 내열성이나 겨울철 환경 하에서의 내한성, 절연성도 중요 사항이다. EVA는 VA 함량에 따라서도 값이 다르지만, 폴리올레핀의 약 2배의 저코스트라는 이유도 있어서 오랜 세월 널리 사용되며 최근 급성장을 계속하고 있다.

태양광 에너지를 모든 파장으로 유효하게 이용할 수 없기 때문에 발광 효율이 저하하지만, 파장 변환하기 위해서 봉지재에 형광제를 첨가하는 것에 의해서 발전 효율이 12.93%→13.17%로 향상하는 결과가 만들어진다. 그 데이터의 신뢰성 확인과 개발품 출시를 향하여 검토되고 있다¹⁶⁾.

EVA의 대체 재료 검토도 이루어지고 있고 가교 반응, 반응에 의한 투명성 유지, 내한성 등까지 고려한 검토도 이루어지고 있다.

(2) 태양 전지용 백 시트

LCD의 반사 필름 기술을 태양광의 반도체 패널 아래 설치하고(그림 6), 반사 효율을 높이는 필름이 개발 판매되고 있다. 원리적으로는 미세 다공의 PET 연신(延伸) 필름이다. 봉지 수지와 일체 접합되기 때문에 내후성, 수증기·가스 배리어성, 전기 절연성, 접착성 등의 특성이 중요하므로, 잡다한 기능을 만족시키기 위해서 다층 필름 구성으로 되어 있다¹⁷⁾.

(3) 유기 박막 태양 전지

최근에는 실리콘계 뿐만 아니라 프라렌 유도체를 이용한 유기 박막 태양 전지의 에너지 변환 효율도 10%의 레벨에 달하면서 현실성을 보이기 시작했



선도 유지 간장 용기



선도 유지 용기 PID
(Pouch In Dispenser)
[야마사 홈페이지에서]

<그림 7> 선도 유지 용기

다. 유기 화합물을 이용하고 있기 때문에 경량 또한 플렉서블한 태양 전지가 만들어진다. 인쇄 기술을 응용하여 태양 전지가 만들어지기 때문에 간단한 프로세스로 태양 전지가 만들어진다. 모바일, 자동차, 창문 유리, 전자재 등에도 응용할 수 있기 때문에 기존에 없었던 태양 전지 분야의 활용이 가능하다. 앞으로는 장수명이고, 고효율인 유기 박막 태양 전지 개발이 기대되므로, 박막으로 플렉서블한 전지로 하기 위해서는 배리어성, 특히 수증기 배리어성이나 내후성이 뛰어난 기재도 필요하게 된다.

2.3 포장용, 의료용, 표면장식 필름 · 시트

(1) 배리어 필름

배리어 성능을 가진 필름은 오랜 세월 식품을 장기 보존할 수 있는 포장용 중심으로 요청되었던 필름이다. 또한, 의약품을 안전하게 보호할 수 있는 필름, 유기 EL이나 전지 패키지 등으로 대표되는 전자·공업 용도에서의 고도한 배리어 필름은 그 대표적인 예이다.

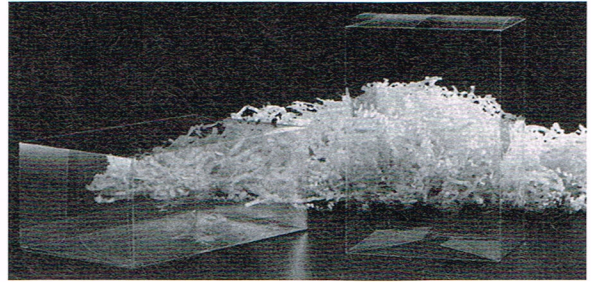
배리어 필름은 산소 투과성을 현저하

게 억제할 수 있다. 이러한 필름이 만들어진 것으로는 가스오부시 팩 등이 있고, 또한 마요네즈 병 등은 상미기한을 10배까지 연장시킬 수 있게 되었다¹⁸⁾.

하이 배리어성 수지라고 불리는 PVA, PVDC, PAN은 모두 용점과 분해점이 접근하고 있기 때문에 열용융 가공에 난점이 있었다. 이 점을 더욱 더 유리하게 극복해서 실용화된 것이 에틸렌과 비닐 알코올의 공중합체 EVOH이다. 다층 필름의 배리어층으로서 최초의 응용 분야인 식품 포장 시장에 대한 도입으로부터 시작된 용도는 의약품이나 비식품 포장 등 내용물의 다양화나 대상 가스의 종류도 산소 뿐만 아니라 이산화탄소나 냄새 성분·유기 증기 등으로 종류도 늘고, 또 포장 이외의 자동차(가솔린 탱크), 전자재, 지구 환경 관련 등의 분야로도 널리 응용 범위를 확대하고 있다. EVOH의 2축 연신 필름은 라미네이트 기재로서도 이용되고 있다.

(2) 선도 유지 간장 용기

야마사 간장이 2009년 8월에 발매한 간장 용기(그림 7)^{19), 20)}는 부드러운 필름계의 2중 봉투 구조 용기(PID /

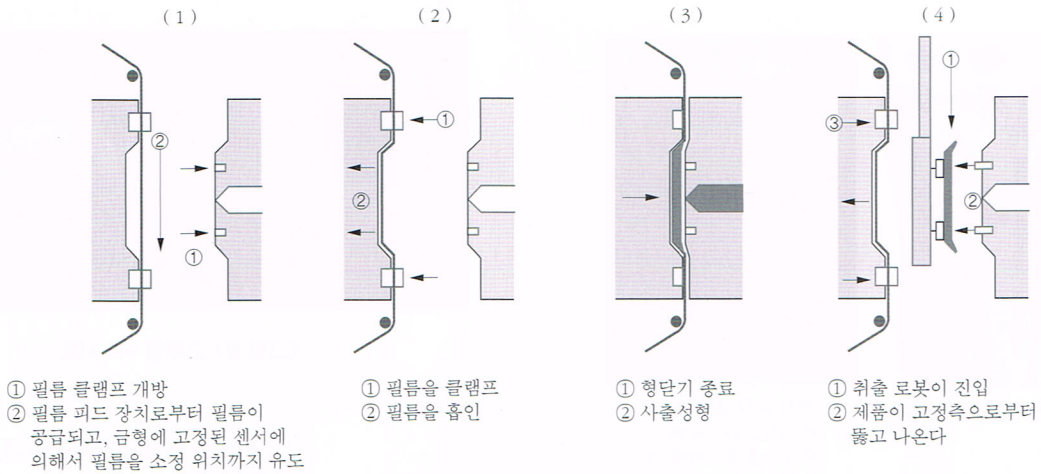


<그림 8> 고투명 PP 시트

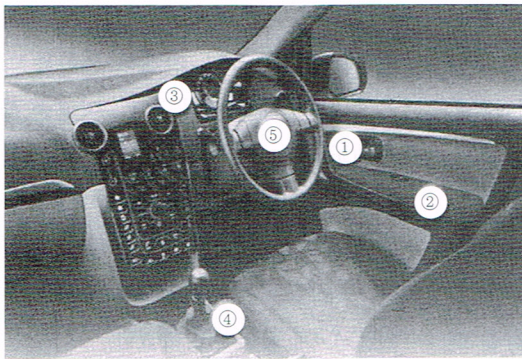
Pouch in dispenser)인데, 특수 얇은 필름의 주입구에 의해서 용기로부터 간장을 부으면 봉투는 쪼그라들지만 체크 밸브 덕분에 내부로 공기가 들어가기 어렵다. 따라서, 간장의 산화를 막을 수 있기 때문에 개봉 후, 여러번 사용해도 봉투 안으로 공기가 들어가기 어렵다. 그래서 산화를 방지하므로 상온에서도 장기간 선도를 유지할 수 있다. 이 선도팩은 니가타현 산조시의 유신(悠心)과 공동 개발하였다.

잠금 스토퍼 부착으로 스토퍼를 사용하면 갑자기 쓰러져도 내용물이 잘 흘러나오지 않는다. 또한, 모양새도 스마트하고 콤팩트하기 때문에 자동차 등에서도 다루기 쉽고 쓰레기량도 감소시킨다. 현재의 간장 용기는 조금씩 진화하고 있다.

기꼬망은 2012년 7월, 새로운 용기 「말랑한 밀봉 병」을 채용한 상품을 발매하였다²¹⁾. 이 간장병은 이중 구조로 되어 있고, 유연성과 강성을 더불어 갖춘 외부 용기의 안쪽에 필름제 봉투를 넣고 봉투 속에 간장을 충전하고 있다. 외부 용기를 누르면 주입구에서 간장이 나오고, 누르는 힘을 약하게 하면 외부 용기와 내부 봉투의 틈에 외기가 유입하고 외부 용기는 원래의 형상으로 되돌아간다. 요시노공업소와 공동 개



<그림 9> 니혼사진인쇄의 Nissha IMD 공정 개념도²⁶⁾



① door handles ② door switch covers ③ instrument panels
④ center consoles ⑤ steering wheels

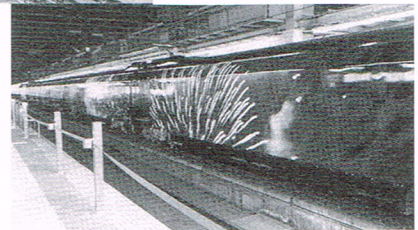
<그림 10> 3M™ 인테리어 트림 필름의 실시예

발한 것인데 이 용기의 내부 봉투 재질은 다층 구조이고 배리어층과 산소 포착층이 있다고 추정된다.

(3) 고투명 PP 시트

기준에 결정성 수지는 고투명성을 가진 분야에는 잘 적용하지 못했었지만 결정성 수지라도 시트 성형의 양면 급냉으로 열처리를 하는 것에 의해서 구정(球晶) 사이즈를 최대한 작게 하고, 또한 구정(球晶)과 매트릭스의 굴절률을 같게 하는 것에 의해서 고투명화가 가능하다²²⁾. 또한, 표면에 저점도 수지를 흘리는 것에 의해서 전단 응력을 덜어뜨려서 배향 결정화를 억제²³⁾하고, 굴절률이 같은 제3성분을 첨가하여 구

정(球晶) 생성을 억제하는 것에 의해서 더욱 투명성이 향상하므로 <그림 8>에서 보는 것처럼 PP로도 유리같은 시트가 만들어진다²⁴⁾. 사무용품, 화장품이나 과자 패키지 등의 용도 외에 고투명감, 고강성, 열성형성이나 내열성을 활용, 전자 레인지 가능 또한 도시락 용기 및 PTP 포장이나 표면장식 필름으로서 자동차나 오토바이, 가전 제품 장식으로도 전개되어 있다.



한여름 밤하늘을 수놓는 나가오카의 불꽃이 6량에 걸쳐 그려진 디자인으로서 그 디자인의 재현성, 운행 기간 중에 퇴색 등이 생기지 않는 내후성, 안전성 등의 면에서 「3M TM 스카치칼 TM 필름」이 채용. 필름 제조나 내후성을 갖춘 인크에 의한 인쇄, 고속 주행에 맞는 특수 가공, 게다가 차체에 하는 첨부 작업 지도까지 일관된 서비스를 제공

<그림 11> GENBI SHINKANSEN (현미시간선)

최근에는 상미기한을 늘리기 위해서 히트씰(heat seal) 층을 추가하여 본체 용기와 히트씰하고 내부에 질소 가스를 충전하는 것으로서 식품 폐기를 감소시키는 용도가 늘어나고 있다.

(4) 표면장식 필름 자동차, 오토바이,

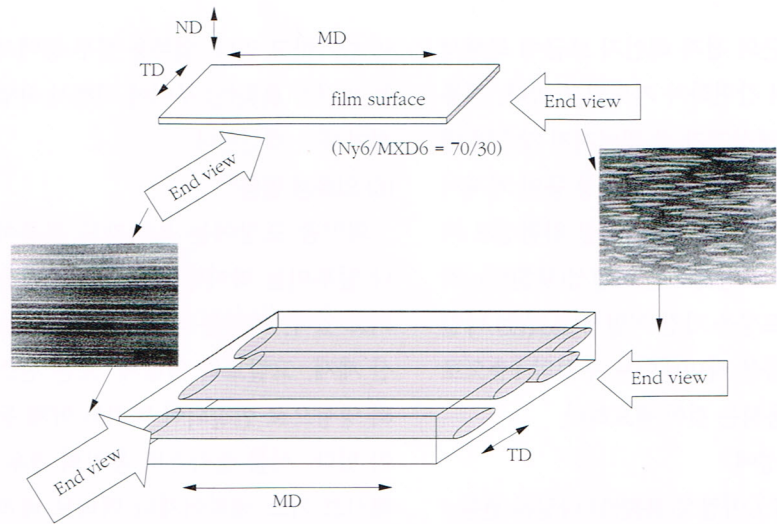
철도, 가전, IT·스마트폰, 주택 설비
표면장식 필름은 자동차 부품, 가전 제품, 주택 설비, 스마트폰 / 태블릿 단말 등, 폭넓은 용도로 전개되어 현재

1,112억 엔 규모의 시장이 되고 있다²⁵⁾.

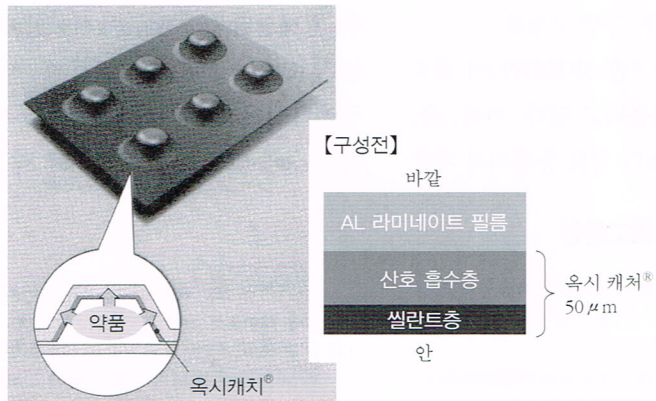
성형 방법으로는 사출 성형에 의한 인몰드 성형이 중심이지만(그림 9), 성형품에 뒤에서 접합, 전사시키는 오버레이법이 개발되어²⁶⁾, 형상 적응성이 더욱 넓어지고 있다. 인몰드 성형은 더욱이 인몰드 라미네이션과 인몰드 전사로 분류된다.

인쇄, 도장, 진공 증착, 착색 등으로 표면장식한 필름 또는 시트를 사용해서 필름을 성형품 표면에 접합시키고, 또는 인쇄, 도장, 진공 증착 등의 표면장식면을 전사시키는 표면장식 기술은 모바일 기기, 통신 기기, 소프트감을 필요로 하지 않는 자동차 내장품 등에 적용하기 쉽다. <그림 10>은 진짜 나무 같은 외관을 만들기 위해서 3M이 인터리어 트림 필름을 개발하여 진공 압공 성형에 의해서 기재에 부착하는 방식으로, 모든 곡선에 필름이 추종할 수 있게 되었다. 인쇄 패턴은 미리 늘려진 상태로 나무처럼 보이도록 설계되어 있다²⁷⁾. 표면장식 기술 이용에 의해서 각종 패턴, 컬러 등을 만들 수 있어서 활발한 움직임이 있는 기술이다.

올해, 조에쓰 신간센에서 현미 신간센이 운행 개시되었는데, 이 신간센에도 표면장식 필름이 사용되어 선명하게 디자인된 차체가 주목받고 있다. 디자이너에 의한 현대미술을 신간센에 적용하여 세련되고 보다 임팩트가 높은 것으로 완성하고 있다(그림 11)²⁸⁾. 앞으로, 환경 문제나 절력화, 부가가치 향상, 경량화의 관점에서 점점 더 자동차 산업에서의 도장 대체 표면장식 필름의 요구가 커져서, 도장 라인이나 도금 라인이 필요한 자동차 제조도 가까운 장래에 실현될 가능성이 높다.



<그림 12> 이열성(易裂性) PA6 연신(延伸) 필름의 투과형 전자현미경 관찰 (TEM)



<그림 13> AL 라미네이트 - 산소 흡수 PTP 포장

(5) 직선 커트성 필름²⁸⁾

이열성(易裂性) 나일론 필름은 환경 문제 대응의 일환으로서 탈염소화로서의 이용, 편리함이나 제품 안전(PL법) 대응으로서 개봉성의 관점에서 이열성(易裂性)·직선커트성 향상, 절성향상에 의한 자동 충전 기계 적성의 개량, 내열성 향상화 등이 주된 채용 동기로 되어 있다. 포장 재료에 이열성(易裂性)을 부여하기 위해서는 <그림 12>에서 보는 것처럼, 기존에는 라미네이트 구성의 중간층에 1축 연신 폴리올레핀 필름을 배치하고, 강도를 유지하기 위해서 가장 바깥층에 2축 연신 나일

론 필름을 배치한 3층 구성품이 필요하였지만, 이열성(易裂性) 나일론 필름을 사용하는 것에 의해서 이열성(易裂性)과 고강도를 단층 필름으로 만족할 수 있기 때문에 2층 구성의 라미네이트·제대품으로 목적을 달성하는 것이 가능해졌다. 이것에 의해서 라미네이트(laminate) 층수를 줄일 수 있고 코스트 메리트도 있으며, 또한 배리어성도 부여할 수 있다.

레토르트 식품에서는 중탕하여 따뜻한 상태로 개봉하고, 내용물을 원활하게 꺼내기 위해서 포장재의 이열(易裂) 성능이 요청된다. 레토르트 식품에서

도 최근의 전자 레인지 보급에 의해서 조리의 간편화가 기도되고 있다. 개봉할 때 포장재가 잘 찢어지지 않으면 내용물이 넘쳐 흐를 위험성 등이 커져서 화상 등의 사고로 이어질 위험성도 커지므로 포장재로는 이열성(易裂性), 직선 커트성을 가진 이열성(易裂性) 나일론 필름을 라미네이트 구성의 1층으로 사용하는 것이 필요하다.

〈구성예〉

PET / 이열성(易裂性) 나일론 필름 / AL / CPP (알루미늄 구성품)

투명 증착 PET / 이열성(易裂性) 나일론 필름 / CPP (투명 구성품)

등, 고강도와 이열성(易裂性)이 필요한 분야에서 사용되고 있다. 카레, 죽, 파스타 소스, 조리 식품 등에서의 채용

이 증가하고 있다. 업무용 봉투 등에서는 이열성(易裂性) 부여에 의해서 작업성이 대폭 개선된다.

(6) 의료용 필름²⁹⁾

의약품 포장에는 옥시가드 필름이나 알루미늄 라미네이트 필름이 사용되고 있다. 의약품 점적제에는 아미노산 제제, 고칼로리 영양제, 또는 산소의 영향으로 변질되어 버리는 약제 등이 있다. 식품 플라스틱 용기의 경우, 패시브 가스 배리어재나 액티브 배리어재와 복합화하는 방법이 일반적으로 적용되고 있지만, 의약품 포장의 경우, 약제사범 관계 때문에 사용할 수 있는 재료에 제약이 있다. 이것 때문에 폴리에틸렌제 수액병을 양면 알루미늄박 구성의 외장 파우치에 넣고 탈산소

제를 봉입하는 방법이나 액티브 배리어 기능을 가진 외장 파우치를 적용하는 방법이 채용되어 있다. 이 액티브 배리어 외장 파우치의 구성은, 한쪽이 PET / 알루미늄박 / 옥시가드 필름 / 씰(Seal)층이며, 다른 면은 PET / 패시브 배리어층 / 씰(Seal)층이고, 투명 다층 필름이 쓰이고 있다. 한 면이 투명하기 때문에 수액병의 표시 라벨을 볼 수 있어서 파우치에 라벨을 부착할 필요가 없다는 이점도 있다. 협심증의 치료용 점적제 제품은 레토르트 살균이 필요하고 수액병을 「옥시가드」 파우치에 충전한 후에 레토르트 살균되고 있다. 앞으로 정제의 PTP 포장은 배리어성에서 더욱 엄격한 요구가 요청되고 있어서, 〈그림 13〉에서 볼 수 있는 PTP 포장이나 알루미늄 라미네이트의 시트등이 검토되고 있다.

일본 "PLASTICS AGE" 2016년 9월호 전제

참고문헌

- 1) 金井俊孝監修, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第一巻 (Andtech, 2010).
- 2) 金井俊孝監修, フィルムの機能性向上と成形加工・評価技術 第二巻 (Andtech, 2013).
- 3) 桐原 修ほか, 加飾フィルム・材料・加工技術の最新開発と自動車用途展開 (Andtech, 2015).
- 4) J.Breil, フィルム成形のプロセス技術, 金井俊孝監修 (Andtech, 2016).
- 5) 日本包装技術協会ホームページ, 平成24年日本の包装産業出荷統計
- 6) 吉野 彰, 次世代リチウム二次電池と高分子, 成形加工, 22 (6), 274-278 (2010).
- 7) 辻岡則夫, 高分子学会フィルム研究会第108回講演会 (2009).
- 8) 伊藤達也, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第4章第2項 (Andtech, 2013).
- 9) 中島孝之, プラスチック成形加工学会企画講演会 Liイオン電池講演会 (2011).
- 10) 奥下正隆, プラスチック成形加工学会第112回講演会-将来のエネルギーの技術を担う太陽電池・二次電池の開発の最前線 (2009).
- 11) 奥下正隆, リチウム二次電池のラミネート外装材, 成形加工, 22 (6), 279-286 (2010).
- 12) 伊藤達也, プラスチック成形加工学会第99回企画講演会 "最先端の二次電池・キャパシタの開発動向" (2007).
- 13) S.Tamura, K.Ohta, T.Kanai, *J.Appl.Polym.Sci.*, 124, 2725 (2011).
- 14) S.Tamura, K.Takino, T.Yamada, T.Kanai, *J.Appl.Polym.Sci.*, 126, 501 (2012).
- 15) S.Tamura, T.Kanai, *J.Appl.Polym.Sci.*, 136 (5), 3555 (2013).
- 16) 瀬川正志, 高分子学会フィルム研究会第45回講座 (2009).
- 17) 小山松 敦, 高分子学会第46回フィルム研究会講座 (2010).
- 18) 猪狩恭一郎, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第6章第1節 (Andtech, 2013).
- 19) ヤマサ醤油 ホームページ 商品情報
- 20) 悠心 ホームページ 製品紹介
- 21) キッコマン ホームページ 商品情報
- 22) A.Funaki, T.Kanai, Y.Saito, T.Yamada, "Analysis of Contributing Factors to Production of Highly Transparent Isotactic Polypropylene Extrusion Sheets Part 1," *Polym.Eng.Sci.*, 50, 2356 (2010).
- 23) 船木 章, 蔵谷祥太, 山田敏郎, 金井俊孝, ポリプロピレンシートの透明性に対する多層押出しの効果, 成形加工, 23 (5), 229-235 (2011).
- 24) A.Funaki, K.Kondo, T.Kanai, "Analysis of Contributing Factors to Production of Highly Transparent Isotactic Polypropylene Extrusion Sheets Part 2," *Polym.Eng.Sci.*, 2356-2365 (2010).
- 25) 富士経済, 2013年加飾フィルム関連市場の展望とメーカー戦略 (2013).
- 26) 榊井捷平, 加飾技術概論, コンバーテ俊孝, ポリプロピレンシートの透明性に対する多層押出しの効果, 成形加工, 23 (5), 229-235 (2011).
- 27) 日本写真印刷 ホームページ, http://www.nissha.co.jp/industrial_m/index.html
- 27) 佐々木信, 加飾フィルム・材料・加工技術の最新開発と自動車用途展開 第2章3項 (Andtech, 2015).
- 28) M.Takashige, T.Kanai "Easy Tear Multi-layer Film of Biaxially Oriented PA6/MXD6 by Double Bubble Tubular Film Process," *Int.Polym.Process*, 20 (1), 100-105 (2005).
- 29) 葛良忠彦, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第6章第2節 (Andtech, 2013).