



최신 해외기술자료

본지에 게재되는 최신 해외 기술자료 등은 일본 [PLASTICS AGE社]와의 기사특약에 의한 자료 및 당사의 각국 CHECK POINT를 통하여 입수되는 자료이므로 국내 정보와 함께 해외 신기술과 정보를 빠르고 폭넓게 접하실 수 있습니다.

[특집] 고기능필름의 개발과 시장전개

● 기능성 필름의 최근의 기술동향 (상)

가나이 도시타카(金井俊孝) (KT POLYMER)

고기능성 필름을 소재로 차단성을 높인 식품, 의료품, IT기기 등의 포장필름과 전지용 필름, 디스플레이용 필름, 환경 대응 필름, 5G 고속통신용 기판, 장식필름 등 앞으로 성장이 기대되는 기능성 필름에 대해 설명한다.

● 고내열성 방향족계 폴리아미드필름 「Uniamide」의 개발

난조 가즈나리(南條一成) (UNITIKA)

2축 혼련압출기와 4축·8축 혼련압출기의 특징을 비교하여 응용전개와 잠재적인 가능성에 대해 고찰한다. 2축 혼련압출기에서는 L/D연장 및 혼련 토크증대로 비에너지(Specific energy)는 커지는 경향이 있으며, 평행 다축화에 의한 비에너지 효율개선에 대해 소개한다.

[특별기획] 바이오플라스틱, 압출성형기술의 진전

● 완전 생분해성 바이오플라스틱 · 고기능 바이오플라스틱 재료 「VS 시리즈」의 개발과 그 특징

스나미 아키토시(角南彰壽) (VASU JAPAN(株) CMO)

VS시리즈는 생분해성과 바이오매스 유래의 특징을 겸비하고 있으므로 2번의 삭감 기회가 있다. 첫 번째는 원료로 바이오매스를 사용한 카본 뉴트럴이고, 두 번째는 생분해성을 살려서 소각하지 않는 처분에 의한 이산화탄소 배출량 삭감이다.

● 압출성형기술의 진전 : 2축 스크루 압출기를 이용한 콤파운딩 기술의 진전(중편)

사카이 타다모토(酒井忠基) (시즈오카대학)

2축 스크루 압출기 내에서의 폴리머 알로이의 생성과정을 해석하는 수단으로는 2축 스크루 압출기에 창문을 설치하여 가시화하거나 샘플링용 노즐을 부착하여 온라인으로 압출기내의 시료를 꺼내 각 영역에서 혼련·반응 상태를 해석하는 방법 등이 이용되고 있다.

기능성 필름의 최근의 기술동향 (상)

가나이 도시타카(金井俊孝)

Toshitaka Kanai

KT POLYMER 대표 Tel. 0438-64-2300 Fax. 0438-64-2451

고기능성 필름을 소재로 차단성을 높인 식품, 의약품, IT기기 등의 포장필름과 전지용 필름, 디스플레이용 필름, 환경 대응 필름, 5G 고속 통신용 기판, 장식필름 등 앞으로 성장이 기대되는 기능성 필름에 대해 설명한다.

머리말

중국 우한에서 시작된 신종 코로나 바이러스 감염이 전 세계로 확산되면서 막대한 건강피해와 경제활동에 큰 영향을 미치고 있다. 일회용 마스크나 의료종사자의 방호복에 부직포의 수요가 전례 없이 높아져 물품 부족이 심각하다. 이들 소재가 되는 PP 및 PET의 Spunbond나 Melt-blown 부직포는 저비용화를 위해 인건비절감과 대량생산 설비화가 진행되고 있으며 중국은 세계 부직포 생산의 약 40%를 차지해 부직포 생산 공장의 거점이 되고 있다.^{1),2)} 중국정부의 수출규제 때문에 일본에서는 감염자수가 속출해 수요가 높아진 시기에는 손에 넣을 수 없는 상황이 계속되었다. 또 의약품에서는 장기보존이 가능한 PTP 포장도 중요시되고 있다.

감염방지로 외출할 수 없는 나라에서는 장기 보존할 수 있는 식품 사재기, 유통기한이 긴 레토르트 식품에서는 차단성이 높은 식품 포장의 필요성이 높아지고 있다.

한편 학교의 휴교, 기업의 재택근무

가 늘면서 정보단말기를 통한 교육, 자택 업무, 화상회의 등의 중요성이 커지고 있다. 이에 따라 IT단말에 의한 커뮤니케이션의 중요성이 높아져 대량생산에 의한 저가격화의 역정 디스플레이와 고기능·고세밀의 유기 EL 디스플레이의 양극화가 되는 것과 동시에 고속·대용량, 저지연화, 접속수의 증가에 도움이 되는 5G 보급의 기대도 높아지고 있다. 5G가 보급되면 자율주행화에도 가속도가 붙는다.

그리고 장래의 지구환경 개선대책으로서 환경 대응차에는 하이브리드 차 등 콘덴서 필름 및 전지자동차의 Li이온 전지 부재인 세퍼레이터나 전지용 패키지의 개발이 활발해지고 있다.

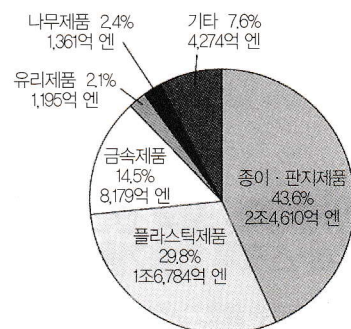
또 미세 플라스틱의 관련대책은 중요성이 더해져 비닐 쇼핑백은 금년 7월부터 유료화가 의무화되어 유연한 소재나 자연분해 가능한 소재의 이용이 주목받아 앞으로 새로운 저가격화나 포장재의 재활용 및 재이용 기술의 필요성도 높아진다.

이에 기능성 필름을 소재로 차단성을 높인 음식료품, 의약품, IT기기 등의 포장필름과 전지용 필름, 디스플레이

이용 필름, 환경대응필름, 5G 고속통신용 기판, 장식필름 등 앞으로 성장할 것으로 기대되는 기능성필름에 대해 소개한다.

1. 포장·용기의 출하동향 및 필름의 생산동향

내용물을 오래 사용할 수 있는 포장용 차단 필름의 개발로 식품 유통기간 연장이 가능해졌다. 유리병 대체 차단 PET용기(청주, 소주, 와인, 탄산음료 등), 포장용기 등의 차단층으로서 산소를 차단하는 EVOH층을 공압출층에 삽입, 증착이나 코팅층의 부여, 산소



〈그림 1〉 2018년 포장·용기 출하금액³⁾

흡수층을 마련하는 연구가 이루어지고 있다.

필름 중에서도 제조능력이 뛰어난 2축 연신필름은 1900년대에는 유럽·미국과 일본이 필름 제조의 중심이었으나 현재는 중국을 중심으로 동남아로

제조기지가 옮겨가고 있다. PET필름도 기록용 자기 테이프가 큰 비중을 차지했지만 현재는 포장용, 광학필름용이나 태양전지의 백시트 등으로 이행하고 있다.

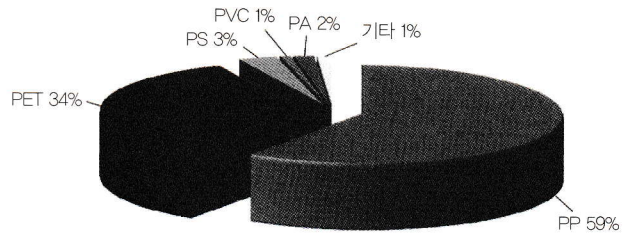
2018년의 일본의 포장·용기 출하

통계 실적을 <그림 1> 및 [표 1]에 제시했다.³⁾ 표에 나타난 바와 같이 전체 출하금액은 5조6404억 엔이며 플라스틱 제품은 1조6784억 엔, 전체 출하수량은 371만톤으로 최근 3년간 포장 및 용기분야에서의 출하량에 큰 변화가

[표 1] 2018년 포장·용기 출하금액³⁾

	출하금액		출하수량	
	출하금액 (억 엔)	구성비 (%)	출하수량 (1,000ton)	구성비 (%)
종이·판지제품	24,610	43.6	12,695	65.5
플라스틱제품	16,784	29.8	3,709	19.1
금속제품	8,179	14.5	1,322	6.8
유리제품	1,195	2.1	1,135	5.9
나무제품	1,361	2.4	514	2.7
기타	4,274	7.6		
포장·용기 합계	56,404	100	100	100

주) 수량 단위가 달라 합계 값에 가산하지 않는다.



원재료	PP	PET	PS	PVC	PA	기타	합
x 1,000tpa	11,520	6,600	603	107	322	230	19,450

<그림 2> 2축 연신필름의 세계 생산능력⁴⁾

[표 2] 고기능 필름 테마

필름종류	고기능필름	용도	요구특성	생산 상의 과제
액정용	편광, 분리형 위상차시야확대 반사프리즘 확산 프로텍트	대형TV 컴퓨터 휴대전화 PDA	고투명, 치수정밀도, 전단류응력, 저위상차 휘도·장기수명 내열·투명 얇은 막 저이물 고차단	두께 균일성 코팅, 전사성, 배향균일성 수율, 좋은 표면외관 저 보잉 표면처리기술
	유기EL용 초고차단 도전성 필름 전자페이퍼	휴대, TV, 조명 터치패널 전자서적		
전자관계	백시트	태양전지 (무기, 유기)	내후성, 내열, 반사성, 저흡수	연속성형성 두께 균일성 가공안정성
	밀봉재 시트		내광성, 내열, 저온밀봉, 저흡수	
	세퍼레이터	Li이온전지	균일공경, 용점, 자기수복	
	소프트 패키지		고강도, heat seal, 심교, 차단	
환경대응	초박막(超薄膜) 필름	대용량콘덴서	얇은 막, BDV, 요철	연속성형성 두께 균일성 가공안정성
	PLA, CNF, 생분해성 식물유래재료	쓰레기봉투, 농업자재, 스피커콘, 미세발포체	가공법, 생분해 고탄성, 고강도	
식품포장	고차단포장	장기보존식품	고차단, 투명성	이열성(易裂性), 충격성, 보일특성
	레토르트 필름	레토르트식품		
투명포장·tray	고투명필름	문구, 화장품포장 전자렌지 대응트레이	고투명, 강성	급랭, 결정제어 열성형성
장식	장식필름	가전, IT 자동차, 오토바이	고투명, 인쇄성 내 굽기성, 내후성	부형성(賦型性) 두께 균일성
의료	고차단	PTP (양면 고차단) 수액백	고차단, 성형성 투명성, 안전성	부형성(賦型性) 이물질 Free
통신	플렉시블 기판 (FPC)	고속통신 5G 등	고주파특성, 고내열성 저선 팽창계수, 저흡습성	배향균형 치수, 두께 정밀도

없다.

플라스틱 필름은 용도별로 보면 전체 플라스틱의 약 39%를 차지해 비중이 매우 크다. 2축 연신 폴리프로필렌 필름(BOPP)은 포장필름 용도를 중심으로 2013년 실적에서 세계 BOPP의 제조능력은 1,152만 톤, BOPET의 제조능력은 660만 톤으로 전체적으로는 1,945만 톤에 달하며 <그림 2>⁴⁾ 세계 성장률은 연 6.5% 성장하였다.

기능성 필름·시트로 활발히 연구개발이 진행되고 있는 고기능 필름 테마의 일람표는 [표 2]와 같다.

이하에 각 분야에서의 기능성 필름에 대해 기재한다.

2. 기능성 포장용·의료용·IT용 필름·시트

2.1 포장용 연신필름

식품, 담배, 섬유포장 등에 많이 사용되는 폴리에틸렌 필름의 연구개발이 이루어지고 있다. 예를 들면 PP에서는 고속화가 진행되어 최근의 2축 연신기는 유효 폭 8.4m, 권선속도 약 525m/min이 중심이 되고 1기계 당 3만 톤/년의 생산량에 달하고 있다.[표 3]⁴⁾ 또한 600m/min로 10m폭을 넘는 성형

기도 판매되고 있다. 앞으로 포장용도로서 새로운 고속화에 의한 고생산성이나 콘덴서 필름으로 대표되는 박막(薄膜)·균일화·고차구조 제어에 의한 표면요철 제어기술, 세퍼레이터 등의 균일하고 미세한 공경 제어된 필름 개발 등이 주목받고 있다. 또한 차단성이 있는 수지를 공압출한 BOPP 필름도 개발되고 있다.

최근에는 PP 뿐만이 아니라 직쇄상 저밀도 폴리에틸렌(LLDPE)의 2축 연신필름에서는 Tubular 연신법에 의한 고강도 수축필름(Shrink film)이 제조되고 있다. 이는 밀도가 다른 수지의 혼합으로 조성분포를 넓힘으로써 연신 가능한 온도범위가 좁은 LLDPE의 연신성을 개량하며 천공강도 및 충격강도가 높은 수축필름이 개발되었다.^{5),6)} 또한 고강도, 내 편축성, 흡습치수안정성이 뛰어난 PBT 2축 연신필름도 개발되어 식품포장이나 전지용 패키지 등의 용도도 기대된다.⁷⁾ 이들 연신필름은 과자, 국수, 담배 등 일반포장이나 수축필름 위주로 폭넓게 이용되고 있지만 확대 판매하는 데에는 비용도 중요한 요인이다.

따라서 생산성이 높은 축차 2축 연신 텐터(Tenter)법으로 PP나 PET뿐

아니라 PA6나 LLDPE 연신필름도 생산되고 있다. LLDPE의 연신필름은 미연신(未延伸) 용융 캐스트필름과 비교해 박막화(薄膜化) 30%에서도 충격강도가 높고 인장특성도 높아 PE 필름뿐만 아니라 PE 실란트로 전개되고 있다.

동시 2축 연신 텐터법은 축차 2축 연신에서는 수소결합이 강해 결정화 속도가 빠르고 연신하기 어려운 PA6와 EVOH 등의 필름 생산에 이용된다.

PET보틀용 수축필름에서도 저용점의 공중합 PET 등을 이용한 축차 2축 연신 제조방법을 연구함으로써 MD와 TD의 물성 밸런스를 유지하면서 MD로 수축하기 쉬운 PET 필름이 개발되고 있다.⁸⁾

2.2 차단필름

차단성능을 가진 필름은 오랫동안 식품포장 등으로 요구되어 왔다. 식품의 장기보존, 의약품을 안전하게 장기 보호할 수 있는 시트, 유기 EL이나 전지 패키지 등으로 대표되는 전자 및 공업용 고도 차단필름은 대표적인 예이다.

차단 필름에는 패시브 배리어(Passive barrier)와 액티브 배리어(active

[표 3] 주요 수지의 2축 연신필름의 제조능력⁴⁾

Line Types	단위	PP		PET				PA
		Capacitor	Packaging	Capacitor	Packaging	Industrial / Optical		Packaging
						Medium	Thick	
Max. Line Width	m	5.8	10.4	5.7	8.7	5.8	5.8	6.6
Thickness Range	μm	3 ~ 12	4 ~ 60	3 ~ 12	8 ~ 125	20 ~ 250	50 ~ 400	12 ~ 30
Max Production speed	m/min	280	525	330	500	325	150	200
Max. Output	kg/h	600	7,600	1,100	4,250	3,600	3,600	1,350

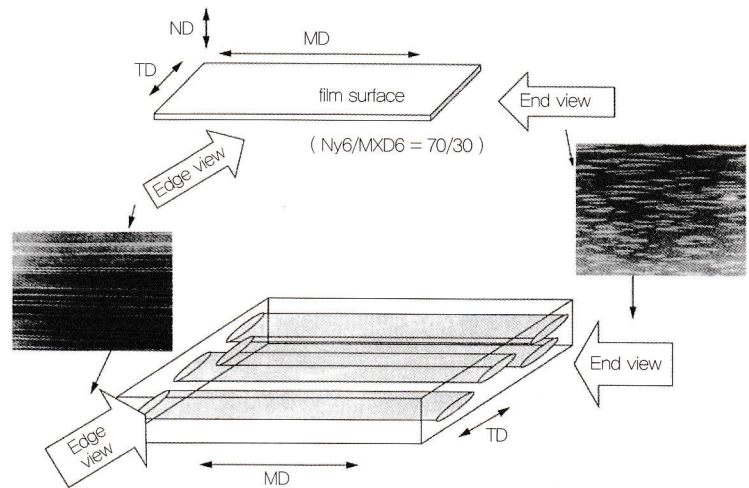
[표 4] EVAL수지의 주요제품과 성질⁹⁾

항 목	단 위	측정법, 조건	L171B	F171B	H171B	E105B	G156B
에틸렌 공중합비율	mol%	-	27	32	38	44	48
밀도	g/cm ³	ISO 1133-3	1.20	1.19	1.17	1.14	1.12
융점	°C	ISO 11357	191	183	172	165	160
유리전이온도	°C	ISO 11357	60	57	53	53	50
파단점강도	MPa	ISO 527	50	34	27	29	22
파단점신도	%	ISO 527	13	15	15	11	14
양율	MPa	ISO 527	3,000	2,700	2,400	2,300	2,300
산소투과도 (25°C, 65% RH)	cc.20 μm/m ² · day · atm	ISO 14663-2	0.2	0.4	0.7	1.5	3.2

기계특성은 사출성형품에서 측정, 조건 : 23°C · 50% RH, EVAL은 KURARAY EVOH의 상표명

barrier)가 있다. 패시브 배리어는 포장내부로 침입하는 산소 등을 차단하는 포장기법이고 액티브 배리어는 적극적으로 산소 등의 가스를 흡수하여 제거하는 포장기법이다.

고차단성 수지로 불리는 PVA, PVDC, PAN은 모두 융점과 분해점이 접근하고 있기 때문에 열용융 가공에 어려움이 있었다. 이 점을 가장 유리하게 극복하여 실용화한 것이 에틸렌과 비닐알코올의 공중합체 EVOH이다. 다층 필름 차단층으로서 식품포장시장 도입부터 시작된 용도는 의약품이나 비식품포장 등 내용물의 다양화와 대상가스의 종류도 산소뿐만 아니라 이산화탄소, 냄새성분·유기증기 등 종류도 많아지고 포장 이외의 자동차(가솔린 탱크)·건자재·지구환경관련 등의 분야에도 응용범위를 확대하고 있다. EVOH의 2축 연신필름은 라미네이트 기재로서도 이용된다. [표 4]에 EVOH의 에틸렌 공중합 비율과 산소 차단성능 및 필름 물성의 관계를 나타낸다.⁹⁾ EVOH는 다른 수지보다 산소차단성이 우수하고 에틸렌 공중합 비율이 낮을수록 산소 차단성이 우수함을 알 수 있다.



(그림 3) 이열성(易裂性) PA6 연신필름의 투과형 전자현미경 관찰 (TEM)

단, 에틸렌 양이 낮아지면 융점과 분해온도가 가까워져 성형온도 영역이 좁아짐으로 수지의 열화가 발생하지 않도록 스크루 설계, 다이와 성형조건 설정에 주의해야 한다.

에틸렌 양이 적은 EVOH는 고차단성은 뛰어나지만 일반적으로는 연신이나 열성형성이 떨어진다. 성형성의 개량 그레이드로 에틸렌 양 33%의 역성형성(易成形性) 고차단 EVOH가 개발되었다. 축차 2축 연신(세로 7배×가로 7배)에서도 균일 연신 가능하며, 차단성은 통상의 에틸렌 양 32mole% 제품과 동등하고 융점은 일반적인 같은 에

틸렌 양의 EVOH보다 10°C 낮은 170°C이며 PP와의 심교(深絞) 열성형품 측면부에서도 불량 현상이 쉽게 발생하지 않고, 성형성이 양호해 외관이 좋아진다. 일부를 변성하지만 변성하는 것은 OH기가 아니기 때문에 차단성은 동등하다.¹⁰⁾

또한 친수성 점토와 수용성 바인더를 혼합하고 플라스틱필름 표면에 얇은 코팅 및 인쇄로 가스 차단층을 도공(塗工)함으로써 산소차단성을 높일 수 있다.

다음으로 수증기 차단성을 갖게 한 기술로는 점토의 층간이온을 암모늄

양이온으로 교환하고 애스펙트비(aspect ratio)가 높은(약 3,200) 점토를 사용하여 잉여이온을 낮춘(8ppm 이하) 페이스트를 PEN 필름에 0.7 μ m 두께로 도포하여 180 $^{\circ}$ C에서 2시간 동안 열처리함으로써 6 \times 10⁻⁵g/m²·day의 수증기 차단성을 실현했다는 보고가 있다.¹¹⁾

이열성(易裂性), 차단필름도 출시되고 있다. 일례로 이열성 나일론필름은 PA6에 차단성을 가진 MXD6을 혼합하면 다이 내에서 MXD6의 세로방향으로 배향한 도메인을 형성하고 그 후 연신하여 고강도 및 직선 절단성을 가진 연신필름을 개발했다. <그림 3>¹²⁾ 이열성 나일론필름을 사용하면 이열성과 고강도를 단층 필름으로 만족할 수 있으므로 2층 구성 라미네이트, 봉지제품에서 목적을 달성할 수 있다. 이로써 라미네이트 층수를 줄일 수 있어 비용면에서도 장점이 있고 차단성도 부여할 수 있다. 공압출 다층 인플레이션 성형으로 양쪽 외층에 PE, 중간층에 폴리에틸렌계 고절단성 수지로 구성된 PE 직선절단성 필름¹³⁾이나 폴리올레핀에 COC를 혼합하여 직선 고절단성을 부여한 필름 등도 개발되었다.^{14)~17)}

2.3 코팅, 증착-PVDC코팅(K-코팅),

PVA코팅, 흐림 방지성 (냉동식품)

PVDC코팅은 K-코팅으로 불리며 2축 연신 PP, 2축 연신 나일론필름 등 각종 필름의 표면코팅에 널리 사용된다. 환경문제로 탈염소화가 진행되기 때문에 다른 방법의 차단화도 추진 중이다.

알루미늄 증착 필름은 가스 차단성과 수증기 차단성이 뛰어나 차단성이

요구되는 분야에 널리 이용된다. 다만 불투명해서 플라스틱의 재활용화가 어렵다.

투명성이 요구되는 분야에는 실리카(SiOx)나 알루미늄(Al₂O₃)를 코팅한 필름이 폭넓게 사용된다. 또한 PVA코팅한 BOPP도 판매되고 있다. 단 고습도에서는 가스 차단성은 저하된다.

흐림 방지성의 부여는 야채나 과일 등의 포장에는 중요하다. 필름표면에 물방울이 맺히면 제품 외관이 나빠지고 부패로 이어지기 때문에 지방산에 스테르 등 표면활성제가 사용된다.

수지의 결정화도나 첨가제의 양에 따라 흐림 방지성능이 변화하여 단층보다 다층 구성이 흐림 방지성능이 뛰어나다는 결과가 보고되고 있다.¹⁸⁾

2.4 지퍼봉투-간편 개봉성(easy open), 재사용

간단히 개봉되고 재사용이 가능한 지퍼봉투도 많이 이용되고 있다. 패키지 개봉 후에도 쉽게 재 밀봉할 수 있어 필요량에 따라 내용물을 낭비 없이 사용할 수 있다. 용도에 맞게 PE계열 및 PP계열 필름에 이용 가능하며 이형(異形)압출, 공압출의 압출기술을 이용

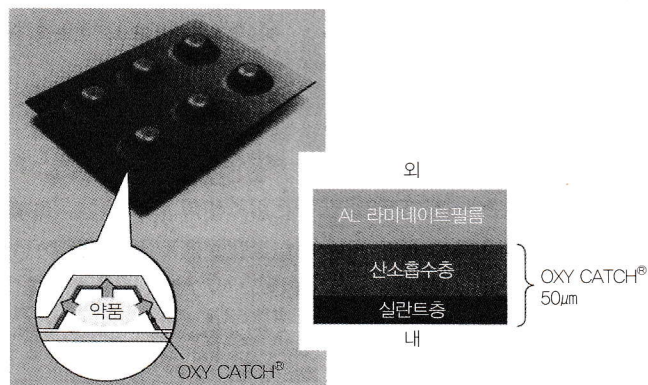
하여 범용지퍼에서 특수·다층지퍼까지 폭넓게 공급된다.¹⁹⁾

2.5 의료용 필름

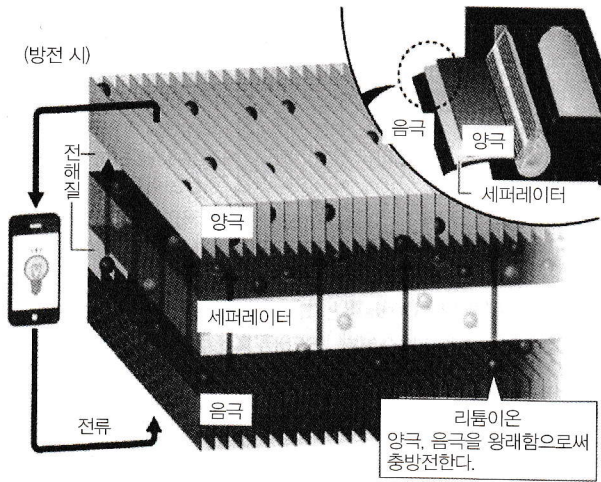
의약품 포장에는 환원철과 염화나트륨 촉매를 수지에 섞은 산소흡수 차단제(예: 옥시가드) 필름이나 알루미늄 라미네이트 필름이 사용된다. 의약품 수액제에는 아미노산 제제, 고칼로리 영양제, 산소의 영향으로 변질되는 약제 등이 있다. 식품의 플라스틱 용기의 경우 패시브 가스 배리어재나 액티브 배리어재를 복합화하는 방법이 일반적이다.

그러나 의약품 포장의 경우 약사법 관계로 사용할 수 있는 재료에 제약이 있기 때문에 폴리에틸렌 수액병을 양면 알루미늄박으로 된 외장 파우치에 넣고 탈산소제를 봉입하는 방법이나 액티브 배리어 기능을 가진 외장 파우치를 적용하는 방법이 채용되고 있다. 이 액티브 배리어 외장 파우치의 구성은 한쪽이 PET/알루미늄박/옥시가드 필름/seal층이며 다른 한쪽은 PET/패시브 배리어층/seal층으로 투명 다층 필름이 사용된다.²⁰⁾

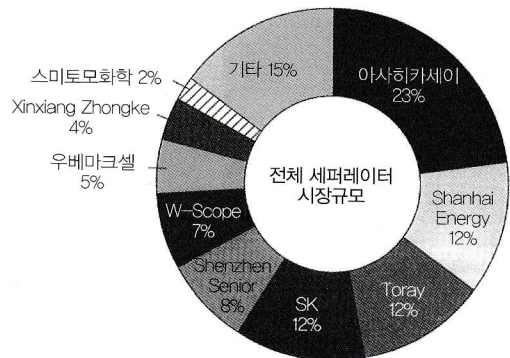
앞으로 알약의 PTP포장은 차단성이



<그림 4> AL 라미네이트 산소흡수 PTP포장



〈그림 5〉 리튬이온전지의 구조²²⁾



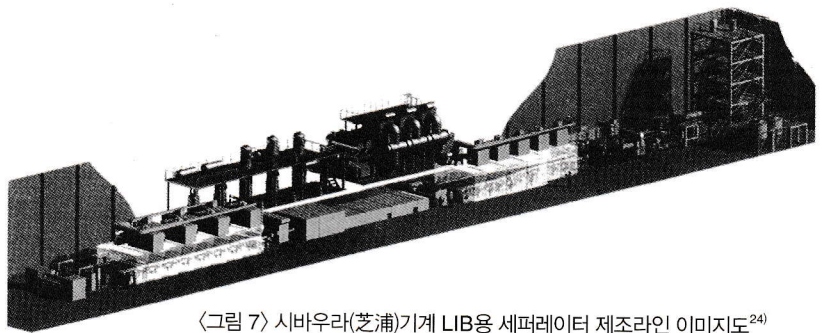
2019년3월12일 고분자학회 필름연구회 요시노아키라씨 강연회 자료²³⁾

〈그림 6〉 2018년 세퍼레이터 출하량 실적

엄격하게 요구되므로 〈그림 4〉에 나타난 Al·ONY 라미네이트/OXY CATCH 층/seal층으로 이루어진 다층 시트 등이 검토되고 있다.

2.6 Li 이온전지용 필름과 콘덴서 필름

Li이온전지(LIB)의 세계 전체 시장 규모는 약 3조2,000억 엔(2017년 실적)이며, 앞으로 평균 성장률은 18%/년 정도가 예상되며, 2022년에는 2017년 대비 2.3배인 7조3,914억 엔으로 확대될 것으로 전망된다.²¹⁾ 모바일 PC, 스마트폰이나 태블릿 단말 등으로 대표되는 스마트 디바이스의 대두에 의한 소형 LIB의 수요와 함께 자동차의 전장화의 진전·보급에 수반하는 대형 LIB의 수요 증대가 예상되어 향후 크게 기대할 수 있는 분야로 주목받고 있다. LIB전지 시장은 2017년에는 차량탑재용이 모바일용을 넘어 차량탑재용의 급속한 성장에 의해 전지용량도 2025년(570GWh)에는 2018년(140GWh) 대비로 4배 이상의 성장이 예상되어 소재(素材)기업의 투자가 활발해지고 있다.



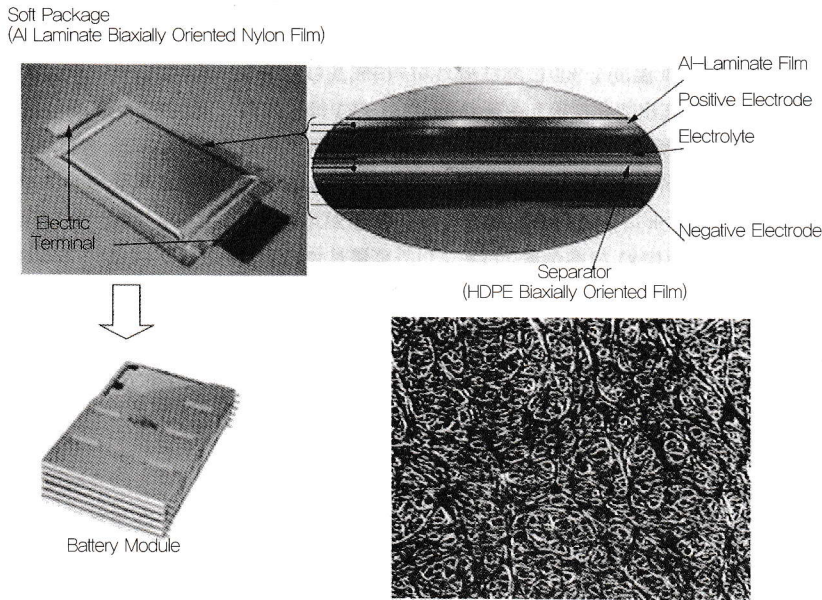
〈그림 7〉 시바우라(芝浦)기계 LIB용 세퍼레이터 제조라인 이미지도²⁴⁾

요시노아키라(吉野彰)씨가 2019년에 노벨상을 수상했는데 LIB전지는 〈그림 5〉²²⁾와 같은 구조이며, 필름 부재(部材)에 관련된 세퍼레이터는 2000억 엔 규모이고 2018년의 세퍼레이터 출하량 실적은 〈그림 6〉²³⁾과 같다. LIB에 사용되는 세퍼레이터의 개발·제조·저비용화가 더욱 더 중요해지고 있다. LIB용 부재의 생산은 중국이 큰 점유율을 가지고 있지만 2축 연신 필름이 이용되는 세퍼레이터나 패키지에 관해서는 일본이 우위인 입장에 있다.

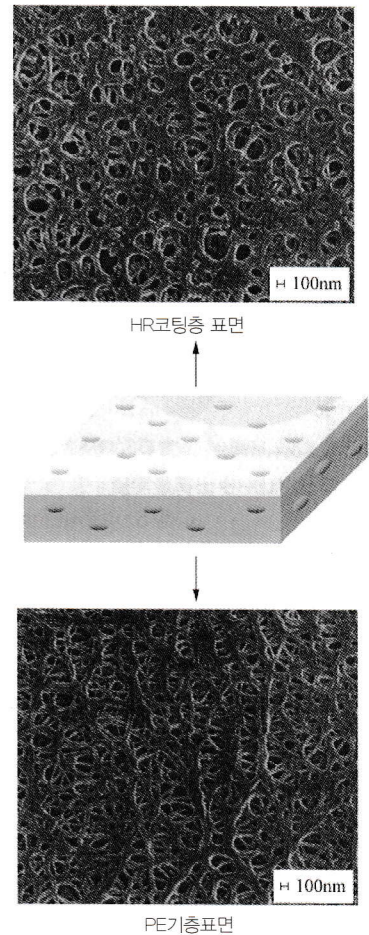
시바우라(芝浦)기계는 LIB용 습식 세퍼레이터 필름 제조라인(SFPU32014

XW)을 2017년 솔루션 페어에서 일반에 공개한 바 있다.〈그림 7〉²⁴⁾

또 일본제강소(日本製鋼所)나 BR-UECKNER사에서도 판매되며 일본제강소가 개발한 성형기도 보고되고 있다.²⁵⁾ 특징은 기재수지인 초고분자량 HDPE와 함께 다량의 유동파라핀(LP)을 공급하여 균질화 한다는 점이다. LP의 역할은 HDPE를 팽윤시켜 가소화를 용이하게 하거나 LP를 제거한 후 형성되는 미세공을 형성시키는 점이다. 유동파라핀 배합비율은 60~70wt%로 높기 때문에 HDPE와 균일하게 혼련 분산시키기 위해 혼련능이 높은 2축



〈그림 8〉 Li-ion Battery (세퍼레이터, 소프트패키지)



〈그림 9〉 내열 코팅 PE 세퍼레이터 구성²⁷⁾

스크루 압출기를 채택한다. 최근 소수화 처리하고 계면활성제를 이용해 해섬(解纖)을 촉진시킨 셀룰로오스 나노파이버를 초고분자량 HDPE와 복합화한 세퍼레이터는 천공강도 1.5배 향상, 내열성 향상 및 전해액과의 친화성을 높였다는 보고가 있다.²⁶⁾

2축 연신 필름성형기 제조업체 최대 기업인 BRUECKNER사도 세퍼레이터용 연신기를 개발해 테스트기를 설치하고 시험제작 체제를 갖추고 있다.

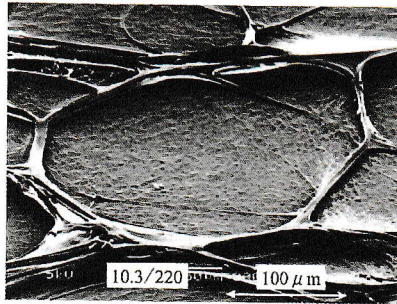
전지 세퍼레이터 〈그림 8〉는 미세한 구멍(0.01~0.1 μ m)을 균일하게 배치하는 구조로 되어 있어 EV 차량으로의 이행에 따라 많은 수요가 예상된다. LIB의 열 폭주를 억제하기 위해 용점 130 $^{\circ}$ C 부근의 HDPE 세퍼레이터가 이용되며 미세공을 닫는 섯 다운 기능도 갖추고 있으나 안전성의 관점에서 막(膜)형성을 유지할 수 없게 되는 멜트 다운 온도와 섯 다운 온도의 차이(세이프티 마진)를 크게 하는 검토도 하고

있으며 PP와의 공압출 기술로 멜트 다운 온도를 올리거나 코팅기술로 표면층에 내열층을 형성함으로써 멜트 다운 온도를 높이는 검토도 하고 있다.²⁷⁾ 또한 PE 다공질 표면에 더 큰 내열 폴리머의 다공질막을 형성함으로써 PE의 섯 다운 성능을 유지하면서 멜트 다운 온도를 300 $^{\circ}$ C 이상으로 높여 고용량화·고출력화에 적합하고 우수한 안전성을 가진 세퍼레이터도 개발되고 있다.〈그림 9〉²⁷⁾

LIB포재용 알루미늄 라미네이트의 소프트 패키지 〈그림 8〉는 고강도, 고차단성이 요구되는 용도에 적합하며 시장규모는 향후 전기자동차(EV차)가 본격화되면 급격한 수요량이 될 것으로 기대된다. 라미네이트 필름으로 차량탑재용은 PET 12 μ m/ONY 15 μ m/AL 40 μ m/PP 80 μ m의 필름 구성이지만 얇고 가벼운 것을 요구하기 때문에 두께가 얇아지는 경향이 있다. PP의 열접착(heat seal)층 구성 및 seal조건에

노하우가 있다.²⁸⁾ PP는 내부 압력에 강하지만 장시간의 압력에 약하며, PP의 seal성은 안전 면에서도 매우 중요하며 나일론필름은 차단층의 AL층에 강도 및 열성형성을 부여하여 변형추수성을 갖게 하여 심교(深絞)성을 향상시키는 기능을 부여하며 필름의 모든 방향에서의 신장(伸長)강도의 균일성이 필요하다. 국제적인 기업 간의 경쟁이 격화되며 물밑에서는 대규모 자본을 들인 개발경쟁이 격화되어 수요증가를 위해 저비용화가 요구된다.

앞으로도 라미네이트 필름은 EV차량 외에도 스마트폰, 태블릿 단말기 등



틀 내 수치: 10점 평균 조도(粗度)Rz (μm) / 크레이터 지름 (μm)

〈그림 10〉 필름표면의 요철제어 (SEM사진)

모바일 기기, 노트북, 전자자동차, 게임기, 로봇, 로켓, 전동공구 등이 꾸준히 성장할 것이다.

PET는 연신성이 우수하여 전자재료용, 박막(薄膜)필름에도 적합하므로 0.5μm 콘덴서 필름을 성형할 수 있다. PP는 우수한 내전압성능으로 하이브리드차용 등에 박막필름을 사용하고 있으며 고정전(高靜電) 용량 때문에 25 μm 수준의 박막이 가능하다. 콘덴서 필름에 대한 수치 특허도 출원되었다.²⁹⁾ PP 콘덴서는 표면요철형성이 중요하며 크레이터 구조를 가진 구조도 보고되었다.〈그림 10〉^{30),31)}

(다음 호에 계속)

참고문헌

- 1) 일본화학섬유협회 최신의 섬유업계 뉴스 “중국의 부직포산업 현황” 2019년 10월 18일
- 2) T.Kanai, Y.Kohri, T.Takebe, *Advances in Polymer Technology*, 37, 2085-2094 (2018)
- 3) 일본포장기술협회 홈페이지, 2018년 일본의 포장산업 출하통계 (2018)
- 4) J.Breil, Chapter 7 in *Polymer Processing Advances*, T.Kanai, G.A.Campbell (Eds.) (Hanser Publications, 2014)
- 5) H.Uehara, K.Sakauchi, T.Kanai, T.Yamada, *Int. Polm. Process.*, 19(2), 163-171 (2004)
- 6) H.Uehara, K.Sakauchi, T.Kanai, T.Ya-

- mada, *Int. Polm. Process.*, 19(2), 172-179 (2004)
- 7) 나가에슈이치(永江修一) 일본식품포장협회, 152호, 10월, 1(2016)/콘바텍 516, 10 (2016)
- 8) 하루타마사유키(春田雅幸), 무코야마유키노부(向山幸伸), 다보타다다시(多保田規), 이토가쓰야(伊藤勝也), 노노무라치사토(野々村千里), *성형가공*, 22(3), 160-167 (2010)
- 9) 기능성 포장필름·용기의 개발과 응용(갑수:가나이도시타카(金井俊孝)) “기능성 포장필름편” 제14장 EVOH를 사용한 차단포장재료(하네다야스히코(羽田泰彦)), p.161-168(CMC출판, 2015년3월)
- 10) 고무료료헤이(小室綾平), 후루카와가즈야(古川和也), 마쓰이가스타카(松井一高), 오노히로유키(小野裕之), *성형가공 심포지엄* 17, 249-250 (2017)
- 11) 특개2011-213111, 층상 무기화합물의 나노시트를 함유한 가스차단시트, 아사히카세이
- 12) M.Takashige, T.Kanai: *Int. Polym. Process.*, 20(1), 100-105 (2005)
- 13) 가미야다쓰유키(神谷達之), 콤팩트, 546. (9) 16-19 (2018)
- 14) 특개2017-61148 일본폴리에틸렌 아로키스스무(青木晋), 벤도코타(井藤航太), 기타데신이치(北出真一) (2017)
- 15) 특개2015-123642, 폴리플라스틱스, 오노데라 쇼코(小野寺章晃), 네즈시게루(根津茂) (2015)
- 16) 특개2012-236382, DIC, 마쓰바라히로야키(松原弘明), 후루네무라요노스케(古根村陽之介) (2012)
- 17) 특개2015-89619, DIC, 마쓰바라히로야키(松原弘明), 사토요시타카(佐藤芳隆), 가와기시 히데키(川岸秀樹) (2015)
- 18) 이사카쓰토무(井坂勤), *포장기술* 32(9), 52 (1994)
- 19) 기능성 포장필름·용기의 개발과 응용(갑수:가나

- 이도시타카(金井俊孝)) “기능성 포장용기편” 제10장 재개봉성 포장봉지 (난바요시노리(南波芳典)), p.106-114 (CMC출판 2015년3월)
- 20) 필름의 기능성 향상과 성형가공·분석·평가기술 I (갑수: 가나이도시타카(金井俊孝)) 제6장 제2절(구즈라다다히코(葛良忠彦)), p.164-175 (AndTech출판, 2013년1월)
- 21) 후지경제, 2차전지의 시장조사 (2019)
- 22) 일본경제신문, 10월20일 조간 (2019)
- 23) 요시노야키라(吉野彰), 고분자학회 제117회 플라ستيك 필름 연구회: 2019년3월12일 요지집, p.8-11.
- 24) 콘바텍, 531, (6) 38 (2017)
- 25) 야마자와다카유키(山澤隆行), 후지와라유키오(藤原幸雄), 기무라요시타카(木村嘉隆), 가키타니 도시오(鎌谷敏夫), 가네야마사테루(兼山政輝), 이노우에시게키(井上茂樹), 가키자키준(柿崎淳), 후쿠시마다케시(福島武), 일본제강소 기보 No.66, 1-22 (2015)
- 26) 이시구로로(石黒亮), 나카무라사토시(中村諭), 요시오카마리코(吉岡まり子), 사카이테쓰오(境哲男), 무카이다카시(向孝隆志), 일본제강소 기보 No.69, 24-33 (2018)
- 27) 이토다스야(伊藤達也) 필름의 기능성 향상과 성형가공·평가Ⅲ 제4장8절 (AndTech출판 2019년7월)
- 28) 오쿠시타마사타카(奥下正隆), *성형가공*, 22(6), 279-286 (2010)
- 29) 특개4653852, 2011.3.16, 오지제지, 이시와타리다다카즈(石渡忠和), 마쓰오히로노부(松尾祥直), 아라키테쓰오(荒木哲夫), 시시도유이치(矢戸雄一) (2011)
- 30) S.Tamura, K.Takino, T.Yamada, T.Kanai, *J. Appl. Polym. Sci.*, 126, 501 (2012)
- 31) s.Tamura, T.Kanai, *J. Appl. Polym. Sci.*, 136 (5), 3555 (2013)



우수콘텐츠잡지
2021

플라스틱
사이언스

정통 플라스틱 종합정보지 - PLASTICS SCIENCE