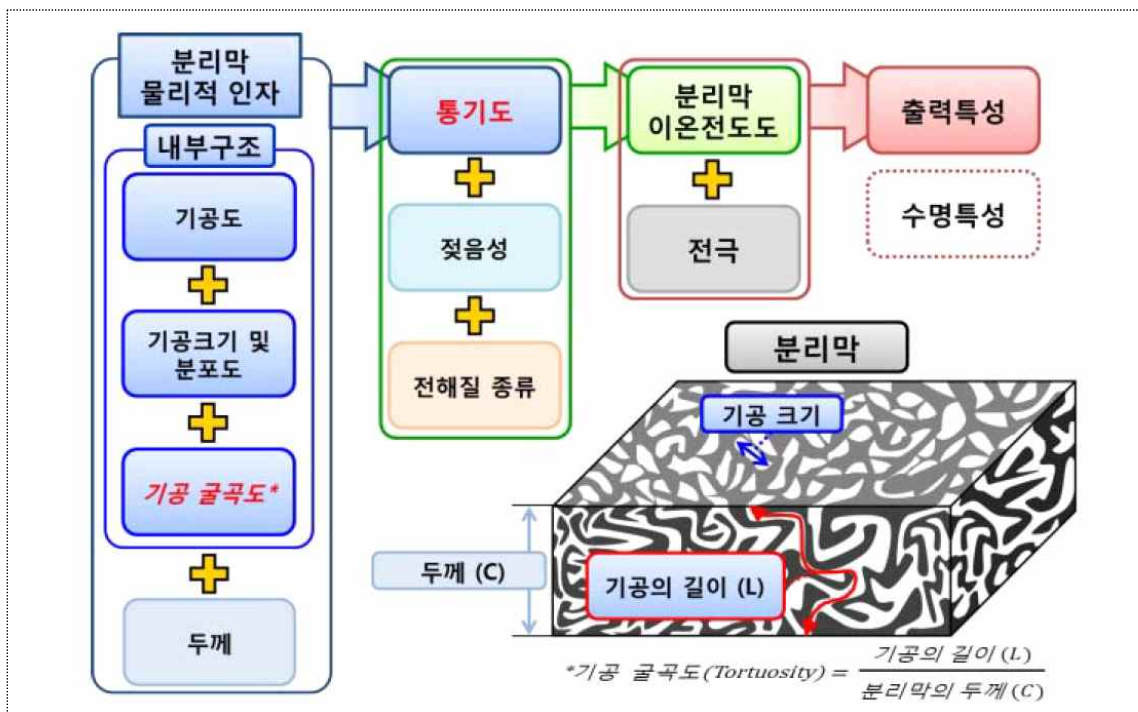


## [4회] 리튬이온전지 분리막 기술 및 시장동향

재료연구소 문희성

### 1. 개요

- 리튬이온전지 분리막(Separator)는 전기화학반응에는 참여하지 않으나 양극과 음극의 직접적 접촉을 물리적 차단하면서 리튬이온의 이동 통로를 제공하는 고분자 필름소재
  - 분리막은 주로 PE(Polyethylene), PP(Polypropylene) 등 폴리올레핀계 필름 소재를 사용
  - 제조방식에 따라 건식 분리막과 습식 분리막으로 구분
- 분리막은 기본특성들(두께, 기공도, 기공크기 등)을 갖고 있으면서 젖음성(Wettability)과 내열성 등이 중요
  - PE는 소수성(hydrophobic)인 반면, 액체전해질(Carbonate계 유기용매)은 친수성(hydrophilic)이라 Wetting을 위해 분리막 표면에 저온 플라즈마 처리나 코팅 등으로 친수성화 필요



[그림1] 리튬이온전지 분리막의 물리적 인자 및 전기화학적 특성 상관관계

출처: 고분자 과학과 기술, 제24권 6호(2013.12)

## 2. 리튬이온전지에서 분리막의 중요성 및 종류

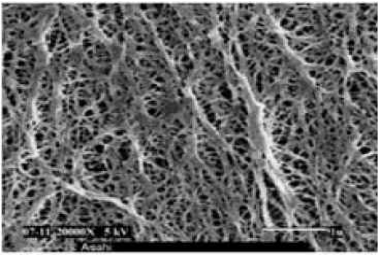
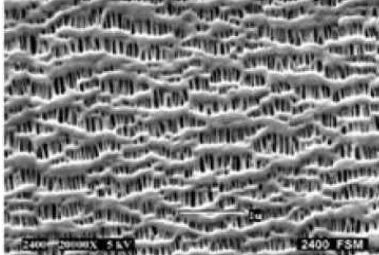
- (원가 비중) 분리막은 리튬이온전지 재료비에서의 비중이 약 18%로, 리튬이온전지의 원가에서 양극재에 이어 큰 부분을 차지하기에 성능 외에 시장 진입을 위한 원가 절감 혁신이 요구
  - 재료비 원가 비중: 양극재(49%), 분리막(18%), 음극재(14%), 하우징(14%), 전해질(5%)
- (안전성) 2016년 스마트폰 전지 폭발 사고의 원인은 분리막의 손상에 의한 것으로 항상 가까이 있는 기기이기에 안전이 매우 중요
  - 2016년 갤럭시노트7의 전지 폭발사고 원인은, 유형1) 오른쪽 위 모서리 부분이 눌러 분리막이 손상되거나, 유형2) 음극과 양극 표면에 생기는 비정상적인 돌기(덴드라이트)가 분리막을 손상시키면서 양극과 음극이 만나게 되어 폭발
    - (유형1) 전지의 용량 증대, 디자인 개선 등의 필요에 따라 전지의 슬림화로 일부 모서리가 눌러 양극과 음극의 단락
    - (유형2) 분리막에 붙여진 절연테이프 불량으로 돌기가 분리막을 찢으면서 단락



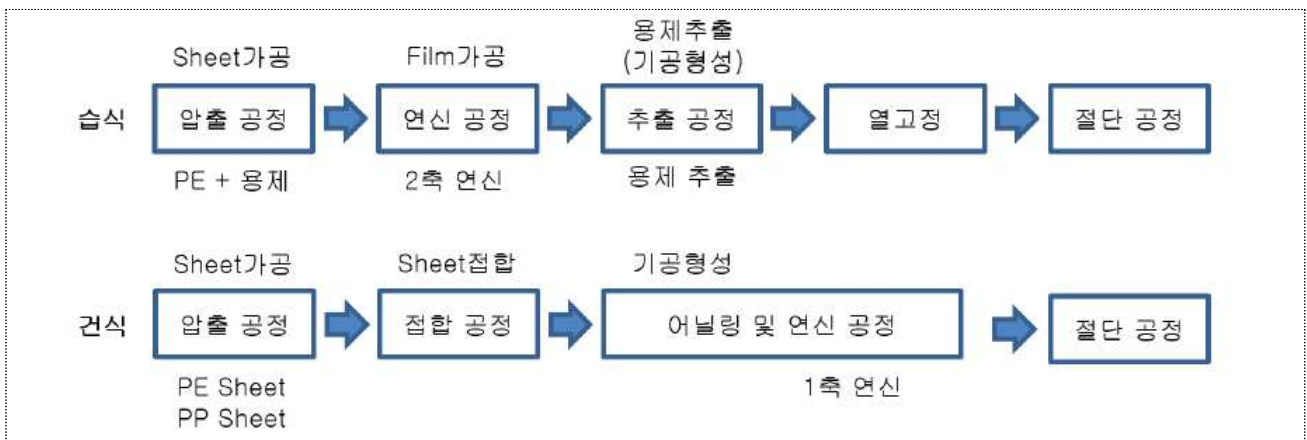
[그림2] 스마트폰 배터리 왜 폭발했나

출처: 조선일보(2017.4.4.)

- 분리막 종류는 습식(Wet)분리막과 건식(Dry)분리막으로 양분
  - (습식분리막) 고분자소재와 가소제를 고온에서 균일하게 혼합/냉각하여 상분리, 유기용매를 이용하여 가소제를 제거하여 기공이 형성되면서 연신하여 필름화하며, 필요에 따라 가소제 외에 무기분말 등을 사용하여 기공 직경 확장
  - (건식분리막) 압출 필름을 저온에서 연신하여 결정계면에 미세균열을 발생시키는 방법으로 제조원가측면 우위이나 강도가 열위

구분	습식 분리막	건식 분리막
SEM 이미지		
Resin	PP, PE	PE
제조공정	MD(Machine Direction) 및 TD(Transverse Direction); 양축방향으로 연신(Stretching)	MD(Machine Direction); 단일방향으로 연신(Stretching)
필름 특성	Isotropic	Anisotropic
두께	7~25um	12~40um
기공크기	Elliptical or Spherical, 0.24~0.34um	Slit-like or voids, 0.1~0.13um
기공도	40~50%	35~45%
적용분야	모바일, 승용EV	ESS, 대형EV(버스 등)

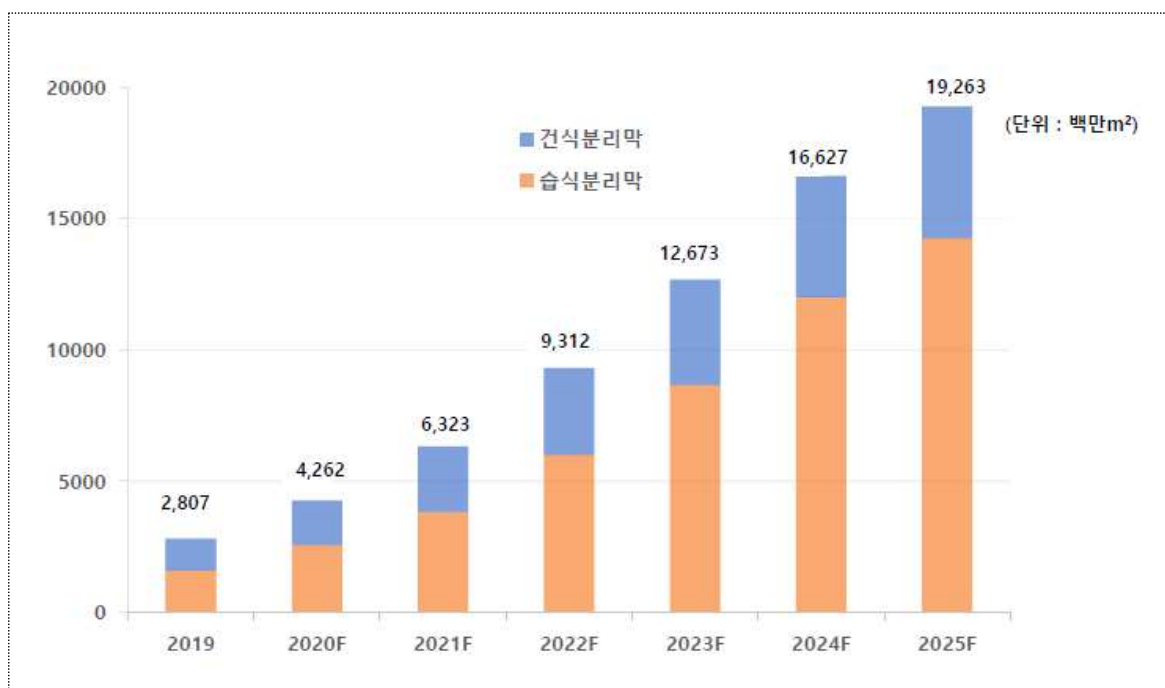
[그림3] 습식 및 건식 분리막 개요 (출처: Frost & Sullivan(2018), 업계 자료)



[그림4] 습식 및 건식 제조공정 (출처: NEWS & INFORMATION FOR CHEMICAL ENGINEERS, 2020)

### 3. 분리막 시장 현황 및 전망

- 분리막 시장 규모는 2018년 2조원 내외로 추정되며, 향후 xEV 등 중대형 수요의 급성장에 따라 동반 성장이 예상
  - 분리막 면적 기준 수요는 2019년 28억 $m^2$  수준에서, 2025년 약 193억 $m^2$  수준으로 연평균 약 40% 수요 증가가 예상
  - 습식분리막과 건식분리막의 비중은 현재 62:38 정도이며, 건식분리막이 제조원가 등에서 우위이지만, 고에너지 밀도가 필요한 전지 수요에는 한계가 있어, 습식분리막의 비중은 유지 또는 확대될 것으로 전망



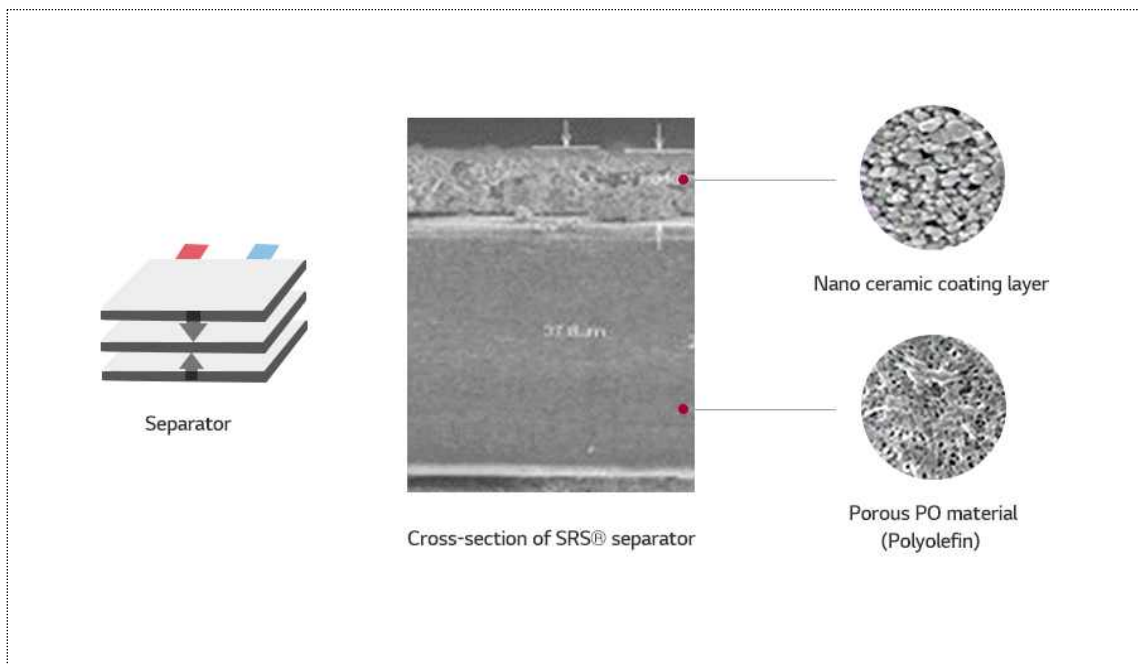
[그림5] 리튬이온전지 분리막 시장 현황 및 전망

출처: SNE 리서치(2020)

- 업계 1위인 Asahi Kasei는 2020년에는 11억 $m^2$ , 2021년에는 15.5억 $m^2$ 까지 생산능력을 확대할 예정이며, SK아이테크놀로지는 현재 생산능력은 3.6억 $m^2$ 이나 2025년 25억 $m^2$ 까지 확대할 전망
  - 분리막 사업은 고분자 디자인, 필름 제조 조성, 기공 형성 등 기술적 노하우 및 특허가 중요하고 진입장벽으로 작용,
  - 아사히 카세이는 폴리포어(Polypore)를 2015년에 M&A하여 시장 지배력을 강화
  - 폴리포어는 셀가드(건식분리막), Daramic(납축전지 분리막) 보유

#### 4. 분리막 이슈 및 개발방향

- 분리막은 리튬이온전지의 고용량·고출력 등 성능 충족을 위해 지속적인 박막화와 함께, 안전성 확보를 위한 개발 추진
  - 안전성 확보를 위해 열적 및 기계적 특성이 우수한 세라믹 입자 코팅, 내열성 고분자(Aramid) 코팅 등으로 난연성 부여 등 필름의 복합화 기술 개발 및 도입
    - 일본 아사히 카세이는 수계 바인더를 이용해 분리막에 무기입자(Kaolin 등)와 수계 바인더(아크릴 라텍스)를 포함한 다공층 코팅
    - LG화학은 분리막에 세라믹 입자 코팅기술(SRS<sup>TM</sup>, Safety Reinforced Separator 기술)을 적용하여 내부 단락을 방지
    - SK이노베이션은 자체 분리막 사업을 보유하고 있고, 분리막에 역시 세라믹 입자 코팅기술(CCS, Ceramic-coated Separator)을 적용
    - 국내 SSLM(일본 스미토모 화학 자회사)은 아라미드(Aramid)을 분리막에 코팅한, 내열 분리막 사업을 추진중



[그림6] 분리막 표면에 나노세라믹 코팅으로 안전성 강화  
출처: LG화학