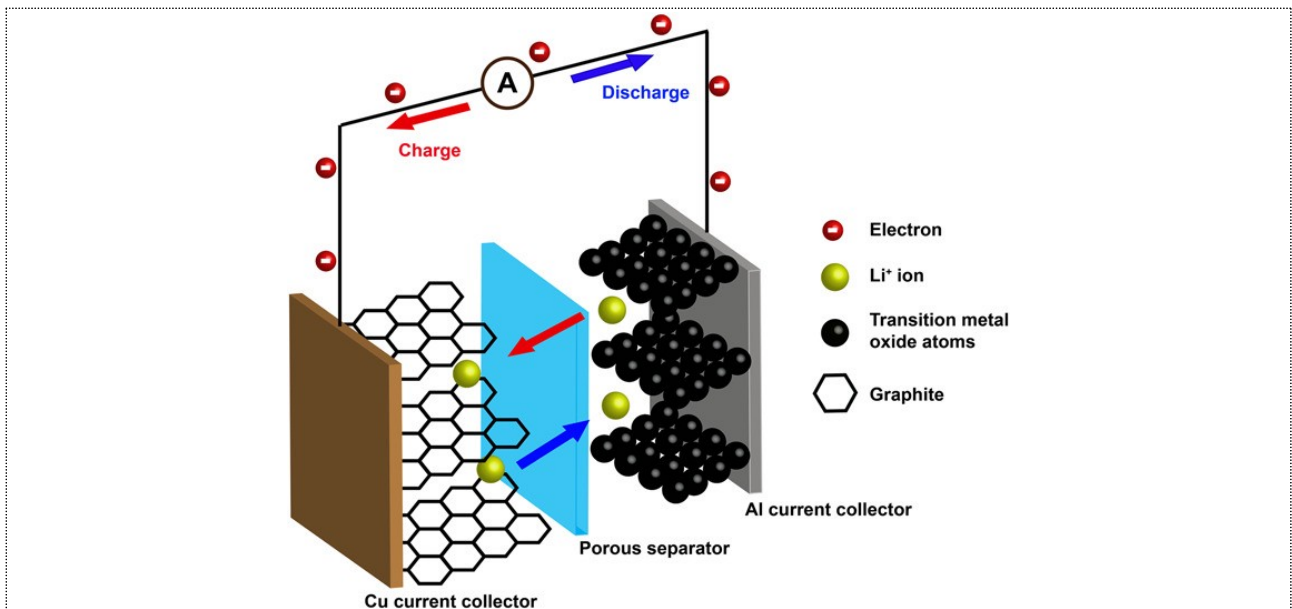


[6회] 리튬이온전지 집전체(集電體) 기술 및 시장동향

한국재료연구원 문희성

1. 개요

- 집전체(Current Collector)는 10 μ m대 두께의 박막재(포일, Foil) 형태로, 전지 양·음극재 전기화학반응에서의 생성 또는 필요한 전자(electron)가 원활하게 흐르는 통로 역할을 하는 소재
 - 음극용 집전체는 구리(Cu) 포일을, 양극용 집전체는 알루미늄(Al) 포일을 사용하며, 포일의 두께는 10 μ m대로 머리카락보다 얇음



[그림1] 리튬이온전지 구조에서 구리(좌) 및 알루미늄(우) 집전체

참고: R. Kuppusamy, Significance of current collectors in the energy storage systems

- 기술적 요구특성은 전기전도도, 기계적 특성(강도, 연신율 등), 표면밀착성 등이 필요
 - 마이크로미터 두께의 박막이나 공정 및 제품화 과정에서 일정 수준 이상의 기계적 강도가 필요하며, 슬러리 도포 및 건조 공정에서 전극재와의 밀착성을 높이기 위해 집전체 표면개질이 필요
 - (음극집전체) 탄소전극의 작동 전위범위에서 구리(Cu)가 전기화학적

으로 환원 반응에 안정적이고, 전기전도도 및 가격면에서 니켈보다 우위이기에 주로 사용

- (양극집전체) 높은 전위 영역에서 산화되지 않는 소재가 필요하며, 전기전도성, 가격 등 고려시 알루미늄을 사용

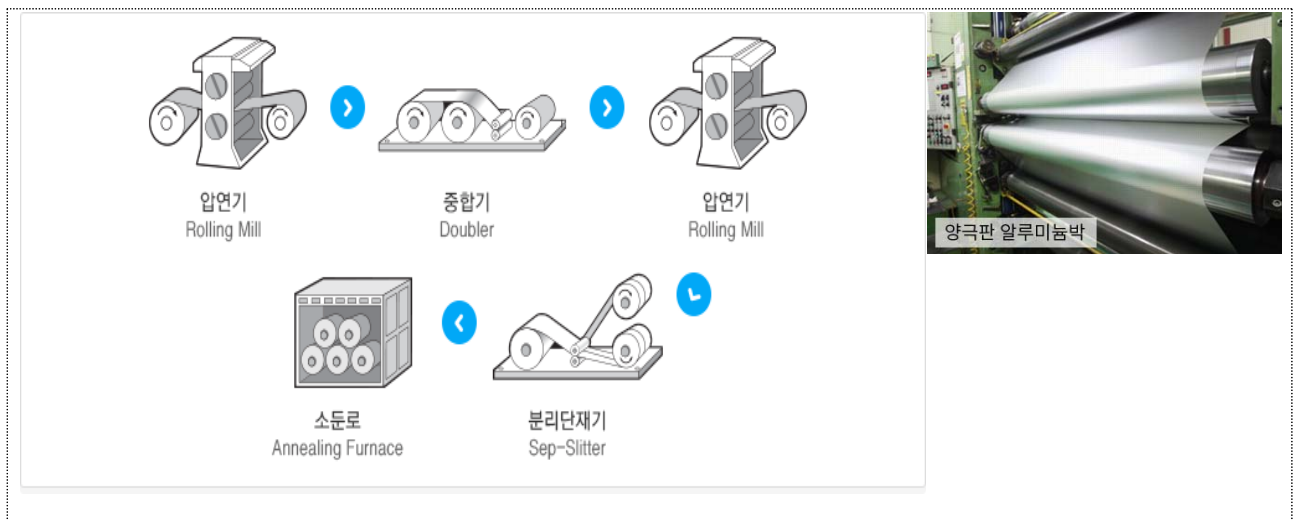
2. 집전체 제조 기술 동향

2.1. 알루미늄 포일 제조 기술

□ 알루미늄 포일은 10~20 μm 대의 두께로 압연 공정을 사용해 제조

- 알루미늄은 반응성이 높아 전해공정 대신 압연공정을 사용하며, 포일 두께는 10 μm 대로 알루미늄 스트립(strip)을 압연기에 넣어 균일한 두께 산포를 갖는 포일 생산 기술이 핵심

* 압연기 장비의 기술력이 중요하며, 통상 독일 아켄바흐(Achenbach)의 광폭 압연기 (대당 300억원 수준)를 통해 생산



[그림2] 알루미늄박 제조공정

자료: 롯데알미늄

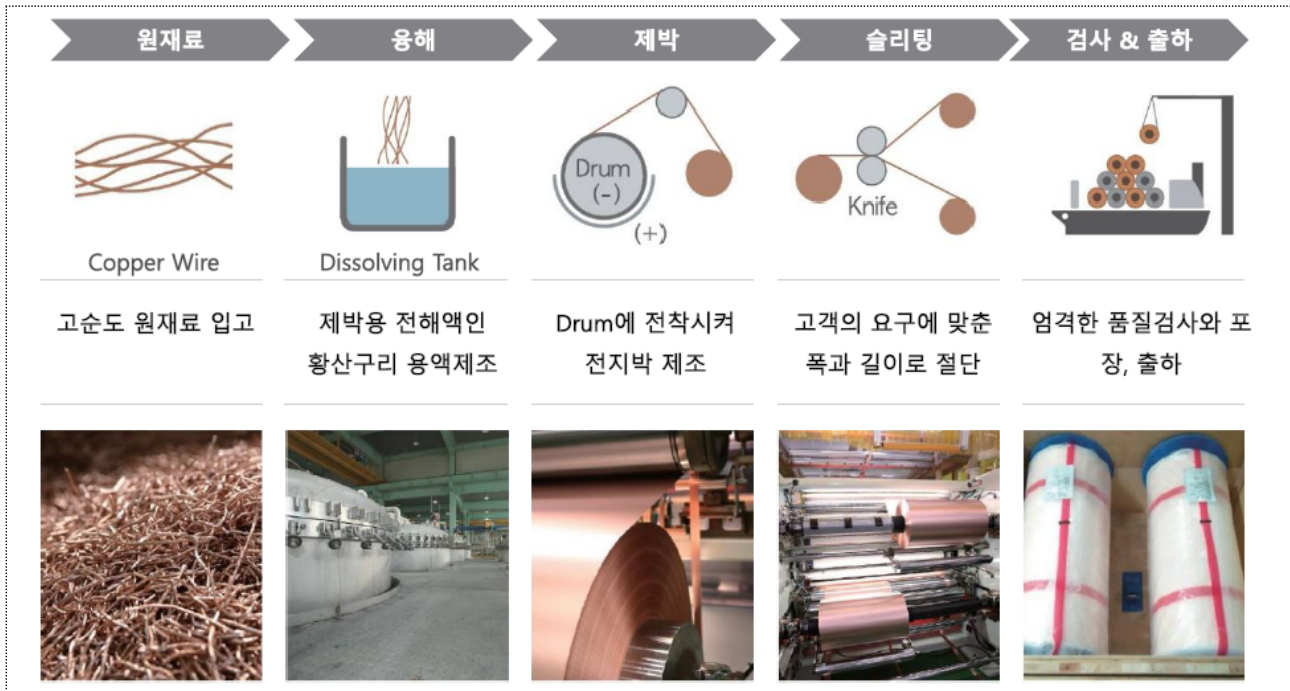
2.2. 구리 포일 제조 기술

□ 구리(Cu) 포일은 PCB 및 리튬이온전지용도에 필요한 두께의 포일 생산을 위해 전해도금(electrodeposition) 공정을 주로 사용

- 구리 포일(동박)은 압연공정으로 할 경우 기계적 특성은 양호하지만,

박막화(5 μm 내외)되면서 제조 난이도 및 원가 상승으로 시장 확산에 제한적이라 전해(electrodeposition) 공정을 주로 사용

- 전해 공정을 이용한 동박은 두께 조절이 용이하고, 저원가로 가능하여 PCB로 이미 많이 사용되고 있었으며, 5 μm 내외 두께를 요구하는 2차전지용으로 확대



[그림3] 구리 포일의 전해방식 제조공정

자료: KCFT(현 SK넥실리스)

□ 구리 포일은 원자재 가격이 알루미늄에 비해 높아 기술 혁신의 요구 수준이 더 높은 상황으로 높아 소재 원가에 연동 요인이 기술적 구리 (Cu) 포일은 5~10 μm 두께로 전해도금 공정을 사용해 제조

- 구리 포일(동박)은 압연공정으로 할 경우 기계적 특성은 양호하지만, 박막화(5 μm 내외)되면서 제조 난이도 및 원가 상승으로 시장 확산에 제한적

* 전기동(구리) 가격: \$7,741/ton, 알루미늄합금 \$1,840/ton, LME(London Metal Exchange), '20.12.05 기준

- 구리 포일의 기술 개발 방향은 ① 극박화, ②광폭장척화, ③포일 물성 향상 등으로 추진
 - 전지의 에너지 밀도를 높이기 위해 활물질을 더 많이 필요하고, 한편으로는 무게를 절감하는 차원에서 구리 포일의 두께는 4.5 μm 까지 기술개발이 되며 극박화
 - * SK넥실리스(舊 KCFT)는 '19년 10월 세계 최초로 4 μm 두께의]30km(길이), 1,400mm(광폭)의 구리 포일을 생산
 - 전지의 충방전 과정에서 발생하는 수축·팽창에 대응하는 연신율과 인장강도 특성을 유지 또는 강화가 필요하며 이는 광폭장척화(Wider, Longer)와 연계
 - 기업들은 첨가제 레시피 개발, 도금액 조성, 표면처리 공정 및 열처리 기술 개발 등을 통해 기술적 요구 스펙 달성 및 원가절감을 추진 중이며 기술 및 규모의 경제가 진입장벽으로 구축

3. 집전체 시장 동향

- 알루미늄 포일은 전지용에 한정하기 보다는 기존 알루미늄 기업들의 사업 다각화를 통해 전지용 알루미늄 포일을 생산중
 - 알루미늄 포일은 식품, 약품, 생활용품 포장재, 냉난방 Fin재, 컨테이너, 동축케이블, 단열재 등 이미 다양한 용도로 사용되고 있으며, LiB 양극용 집전체로서 적용분야 확대
 - 국내 삼아알미늄, 롯데알미늄, DI동일(동일알미늄) 등의 기업들이 알루미늄 포일 사업을 하고 있으며, 특히 롯데알미늄은 국내 전용 생산 라인을 완공해 1.2만톤 규모를 확보했으며, 헝가리(1.8만톤) 공장이 완공되면 3만톤 규모를 보유할 예정
- 전지용 글로벌 구리 포일(동박) 시장은 2018년 기준 약 3조원으로 추정되며 일진머티리얼, SK넥실리스(舊 KCFT), CCP, Furukawa 등의 기업들이 사업을 영위중¹⁾

1) 일진머티리얼, 신영증권 보고서(2019)

- 글로벌 구리 포일 시장은 약 12조원으로 추정되며, 전해방식 포일이 95%로 대부분이며, PCB용(75%)와 전지용(25%)으로 양분
- PCB용 선도기업은 Nanya(M/S 25%), 미쓰이, 후루카와, 일진 등이며 그 외 중국 중소기업들이 대부분을 차지
- 전지용 포일 선도기업은 장춘(대만, 12%), 일진머티리얼(11%), SKC(10%), Furukawa, Nippon Denkai 등