2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

① 리튬이차전지 전해질의 개요

a) 전해질의 개요

i) 전해질 (electrolyte)

- 전해질

이온의 전도체로서 용매, 첨가제와 염으로 구성돼 있음

양극과 음극 간 Li^+ 이동/운반을 가능케 하며, 이를 통해 셀 특성 향상

유기계 전해질(non-aqueous electrolyte): 높은 작동 전압 (> 3V)

- 전해질의 분류

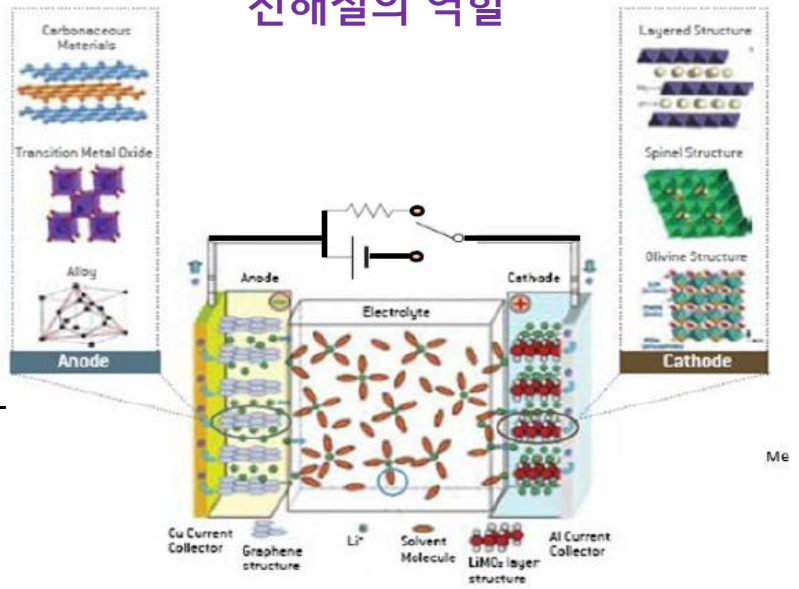
액체 전해질 (liquid electrolyte): 액체 용매 기반 전해질로서 리튬염을 유기용매에 용해 시킨 것.

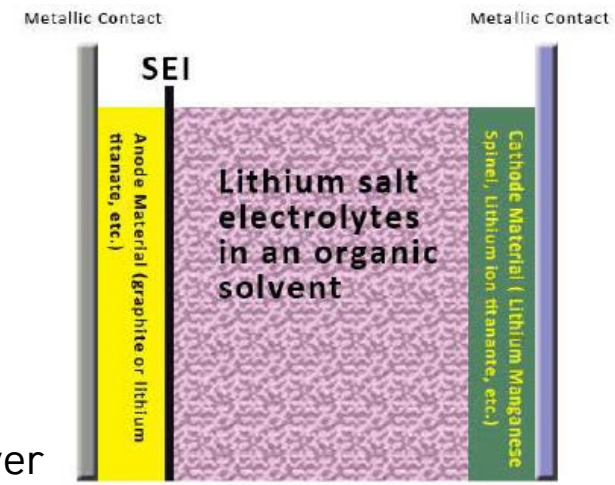
고체전해질 (solid electrolyte): 무기화합물 및 고분자의 고체 용매

고체 고분자 전해질: 극성기 가진 고분자에 리튬염을 용해시켜 제조

세라믹 전해질: 높은 이온전도성을 지닌 세라믹 기반 고체전해질

전해질의 역할





- Ionic charge carrier: Li^+ 의한 전하 이동
- Li ion transfer: 전기화학 반응에 참여
- SEI layer: Solid Electrolyte Interphase Layer

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

① 리튬이차전지 전해질의 개요

a) 전해질의 개요

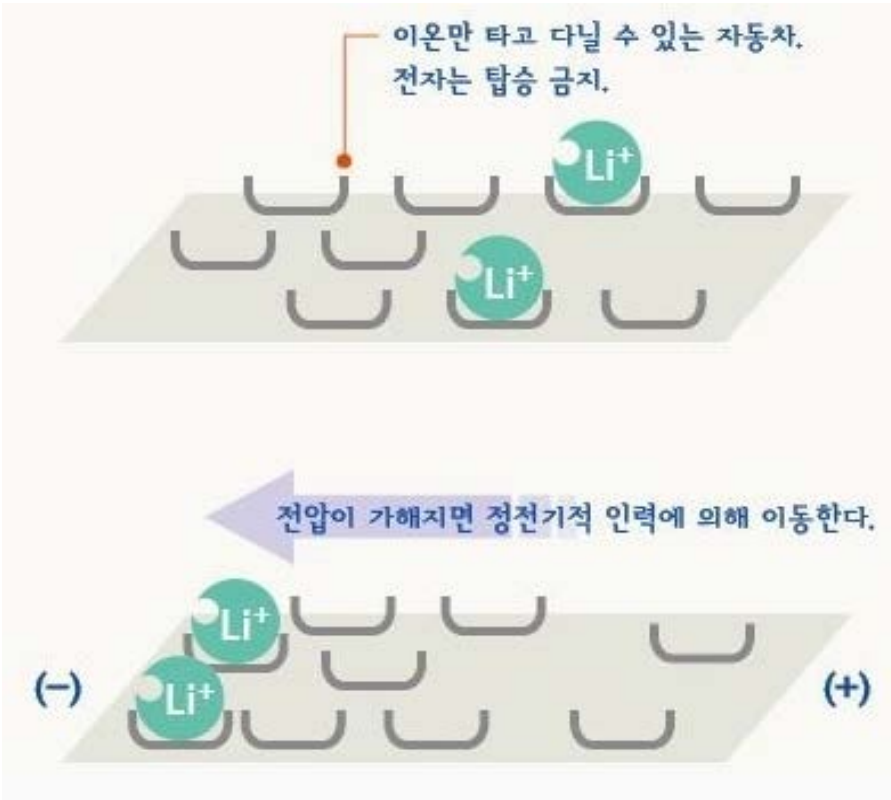
ii) 전해질 (electrolyte)의 특성 및 이동 메커니즘

전해질의 종류와 특성

	액체 전해질	고체 고분자 전해질	겔 고분자 전해질	이온성 액체 전해질
구성	유기용매+리튬염	고분자+리튬염	고분자+유기용매 +리튬염	상온용융염 +리튬염
이온전도도	높음 (10^{-2} S/cm)	낮음 (10^{-5} S/cm)	비교적 높음 (10^{-3} S/cm)	비교적 높음 (10^{-3} S/cm)
저온특성	비교적 양호함	열악함	비교적 양호	열악함 (구조에 의존)
고온 안전성	열악함	우수함	비교적 양호	우수함
대표 예	$LiPF_6$-EC/DEC	$LiBF_4$+PEO	$LiPF_6$-EC/DMC + PVdF-HFP	LiTFSI-EMITFSI

EC: ethylene carbonate, DEC: diethyl carbonate, DMC: dimethyl carbonate
PEO: poly(ethylene oxide), PVdF-HFP: polyvinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)
EMITFSI: 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide

전해질내 이온 이동 메커니즘



허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

NICE, 제28권 제2호 (2010)
NEWS & INFORMATION FOR CHEMICAL ENGINEERS, 30, 4, 429-434 (2012)

2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

① 리튬이차전지 전해질의 개요

b) 전해질 (액체 전해질)의 요구특성

i) 높은 이온전도도 (High ionic conductivity)

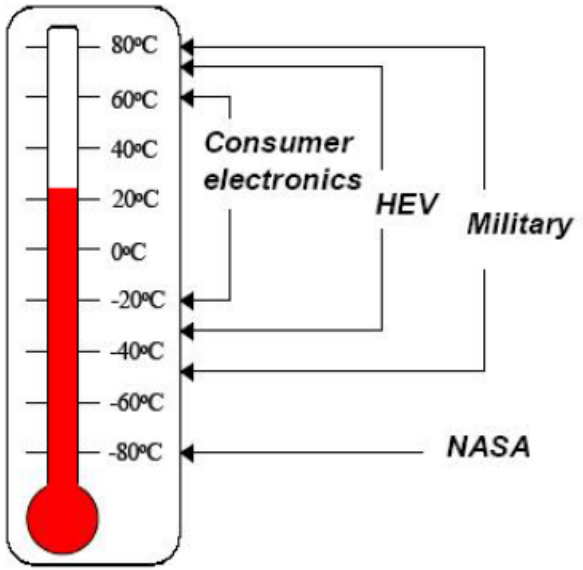
- **전해질 특성:** 고이온전도도가 바람직하며, 빠른 속도로 전지 충방전시 필요
  염과 용매의 종류와 함량 비율이 중요
- **요구 이온전도도:** $>10^{-3}$ (S/cm@25°C)

ii) 높은 화학적, 전기화학적 안정성 (Chemical/electrochemical stability)

- **전기화학적 안정성:** 음극과 환원 및 양극과 산화반응 고려,
  그에 상응하는 전위영역에서 안정성 및 '부반응' 방지.
- **화학적 안정성:** 전지내 각종 금속 및 고분자 재료에 대해 화학적 안정성.

iii) 사용가능한 넓은 온도범위 (Wide temperature window)

- **온도 요구조건:** 낮은 어는점 및 높은 끓는점 (-20°C~60°C)
- **온도에 따른 거동:** 고온에서 전기화학적 안정성 저하 및 이온전도도 증가



iv) 우수한 안전성 (Safety)

- 전해질의 유기용매 (가연성 물질) → 전지 단락 등 의해 고온 가열시 발화·인화, 연소, 폭발 가능.
- 난연성, 불연성 전해질 재료 필요

v) 저렴한 가격 (Low cost)

- 적정 가격 및 환경 친화성 물질

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

② 리튬이차전지 전해질의 성분

a) 전해질의 구성물질

i) 전해질 (electrolyte)의 구성물질 (염, 용매, 첨가제)

- 염 (Salt)

Li^+의 이동통로 (e.g., $LiPF_6$)로서 유기용매에 쉽게 용해 및 이온으로 해리함
높은 이온 이동도 및 용해도, 우수한 화학적 안정성

- 용매 (Solvent)

염을 용해해 Li^+의 원활한 이동을 가능하게 함 (e.g., Ethylene Carbonate)
고유전상수 (이온 화합물 분리) 및 저점도 (원활한 Li^+ 이동)
→ 고유전상수(저점도)와 고점도(저유전상수)의 조화
높은 이온 전도도 위한 용매 조합: 고유전상수/저점도 환형 구조 (Cyclic) + 저점도 사슬형 구조(Chain)
낮은 화학 반응성: 양극, 음극, 물과 용매의 반응 안전성 (고반응성 Li의 물과 반응 방지)

- 첨가제(Additive)

수명, 출력 등 셀 특성 개선 위해 첨가
양극/음극 표면의 보호막 형성: Li^+의 원활한 이동 및 배터리 성능저하 방지

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

https://www.samsungsdi.co.kr/lithium-ion-battery/index.html
SNE 리서치: 2020년 리튬이온 이차전지 전해액 기술동향 및 시장전망

2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

② 리튬이차전지 전해질의 성분

a) 전해질의 구성물질

i) 전해질 (electrolyte)의 구성물질 (리튬염, 유기용매, 첨가제)

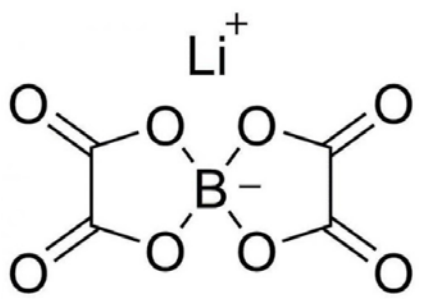
염 (Salt)

$LiPF_6$

$LiBF_4$

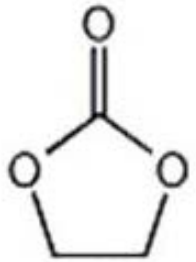
$LiN(SO_2CF_3)_2$

LiBOB

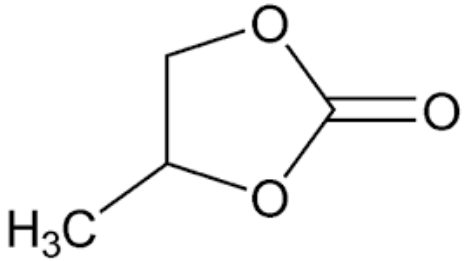


용매 (Solvents)

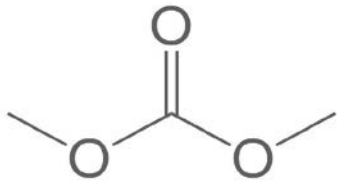
Ethylene carbonate (EC)



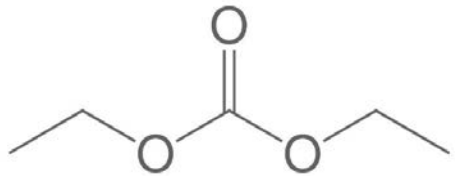
Propylene carbonate (PC)



Dimethyl carbonate (DMC)

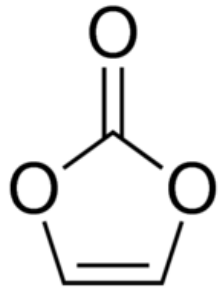


Diethyl carbonate (DEC)

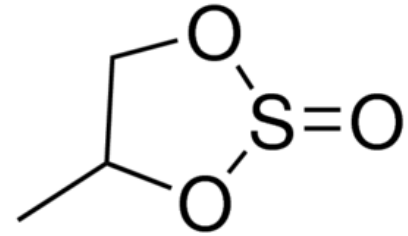


첨가제 (Additives)

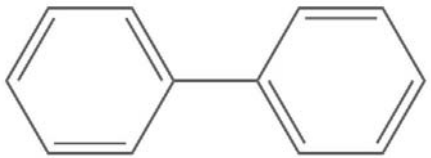
Vinylene carbonate (VC)



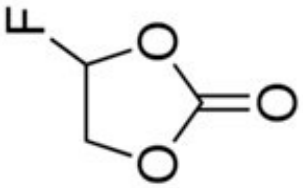
Propylene sulfite (PS)



Biphenyl (BP)



Fluoro Ethylene carbonate (FEC)



2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

② 리튬이차전지 전해질의 성분

a) 전해질의 구성물질

iii) 리튬염 및 첨가제

리튬염의 특성

(단위: ℃, mS/cm)

종류	분자량 (MW)	녹는점 (℃)	분해온도 (℃)	이온전도도 (mS/cm) in PC	in EC/DMC
LiPF6	151.9	200	80	5.8	10.7
LiBF4	93.9	293	100	3.4	4.9
LiAsF6	195.9	340	100	5.7	11.1
LiClO4	106.4	236	100	5.6	8.4
LiCF3SO3	155.9	300	100	1.7	-

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.

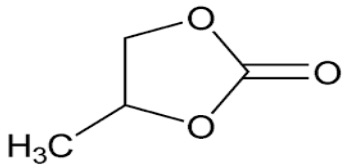
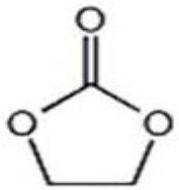
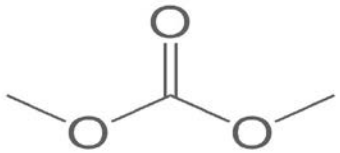
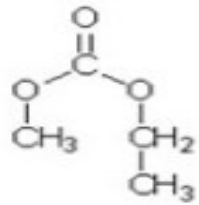
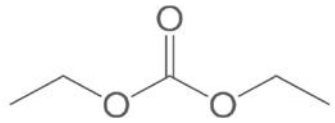
2. 리튬 이차전지의 구성요소 (양극, 음극, 전해질, 분리막) 및 소재 특성

4) 리튬 이차전지의 전해질

② 리튬이차전지 전해질의 성분

a) 전해질의 구성물질

ii) 유기용매

전해액	Cyclic carbonate		Chain carbonate		
	PC	EC	DMC	EMC	DEC
분자구조					
분자량	102.1	88.1	90.1	104.1	118.1
끓는점 (°C)	242	248	90	110	126
녹는점 (°C)	-49	36.4	4.6	-53	-74
밀도	1.21	1.32	1.07	1.01	0.975
유전상수	65	90	3.1	3.0	2.8
점도 (cP, 25°C)	2.53	1.90	0.59	0.65	0.75

허가없이 본 수업자료의 무단 배포 및 사용을 불허합니다.