Korea Institute of Science and Technology KIST

리튬공기전지의 연구동향 1-1

Recent Development of Advanced Materials for Li-Air Batteries

정 훈 기

한국과학기술연구원

hungi@kist.re.kr

리튬이온전지의 수요시장

Korea Institute of Science and Technology KIST

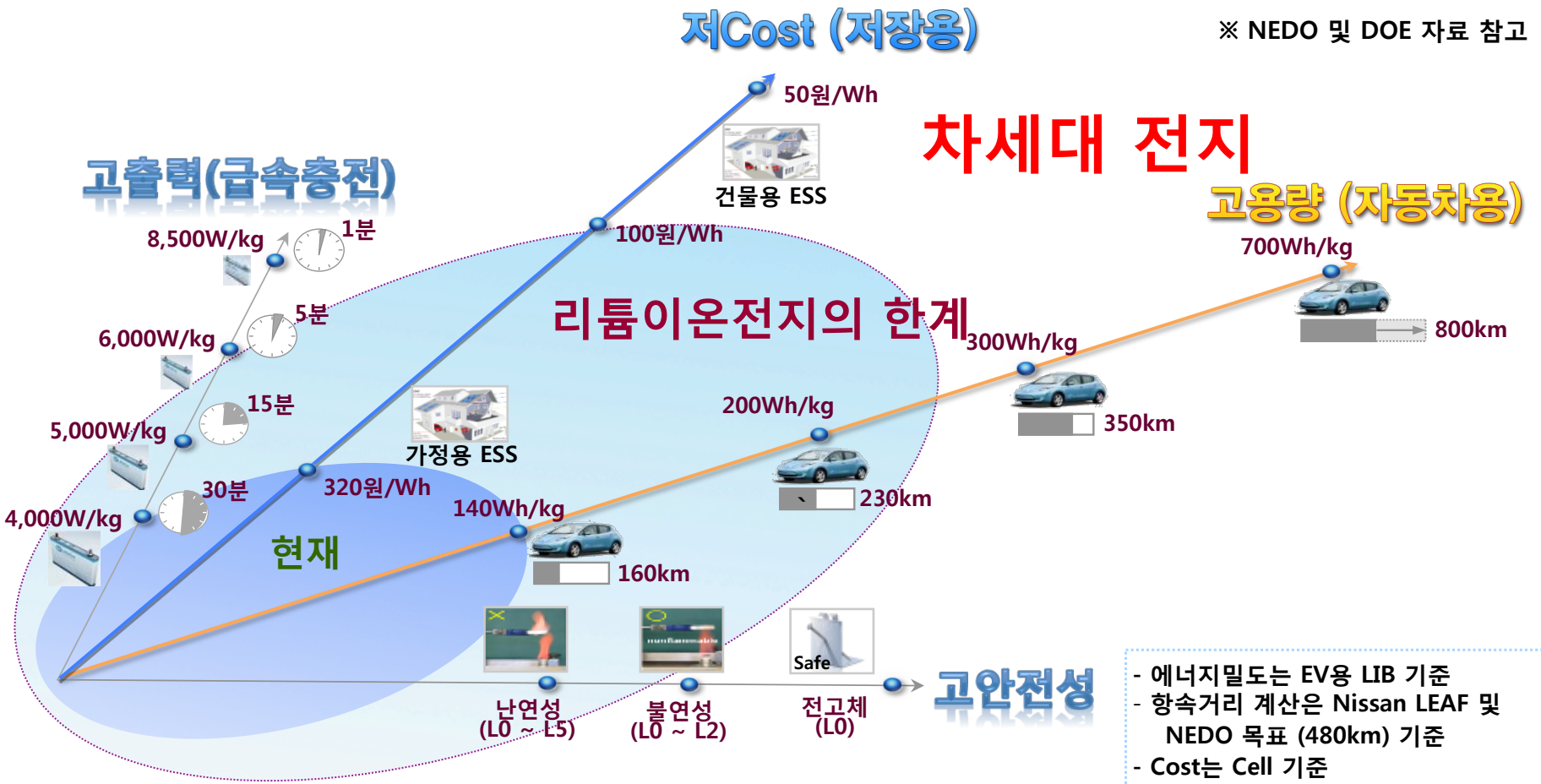
IT 중심의 소형에서 전기자동차 및 에너지 저장 장치 등의 중대형으로 급속히 확대 중임

수요 시장 변화	
전지 시장 규모	$94억 → $220억 ('10년) ('20년) $28억 → $302억 ('10년) ('20년) $2억 → $257억 ('10년) ('20년)

현재 리튬이온전지 한계

Korea Institute of Science and Technology KIST

신규 Application의 성능요구 증대에 따라 용량, 출력, 안전성, 가격 측면의 혁신 필요



- 에너지밀도는 EV용 LIB 기준
- 항속거리 계산은 Nissan LEAF 및 NEDO 목표 (480km) 기준
- Cost는 Cell 기준

Theoretical energy storage density for battery systems based on their cell reactions*

* P. G. Bruce et al., *MRS Bulletin* 36 (2011) 506.

Battery	Cell Voltage / V	Theoretical Specific Energy / Wh kg^{-1}
Today's Li-ion $0.5C_6Li + Li_{0.5}CoO_2 = 3C + LiCoO_2$	3.8	387
Li-S $2Li + S = Li_2S$	2.2	2,567
Li-air (non-aqueous) $2Li + O_2 = Li_2O_2$	3.0	3,505
Li-air (aqueous) $2Li + 0.5O_2 + H_2O = 2LiOH$	3.2	3,582
Zn-air $Zn + 0.5O_2 = ZnO$	1.65	1,086

※ Theoretical energy is based on total active material mass

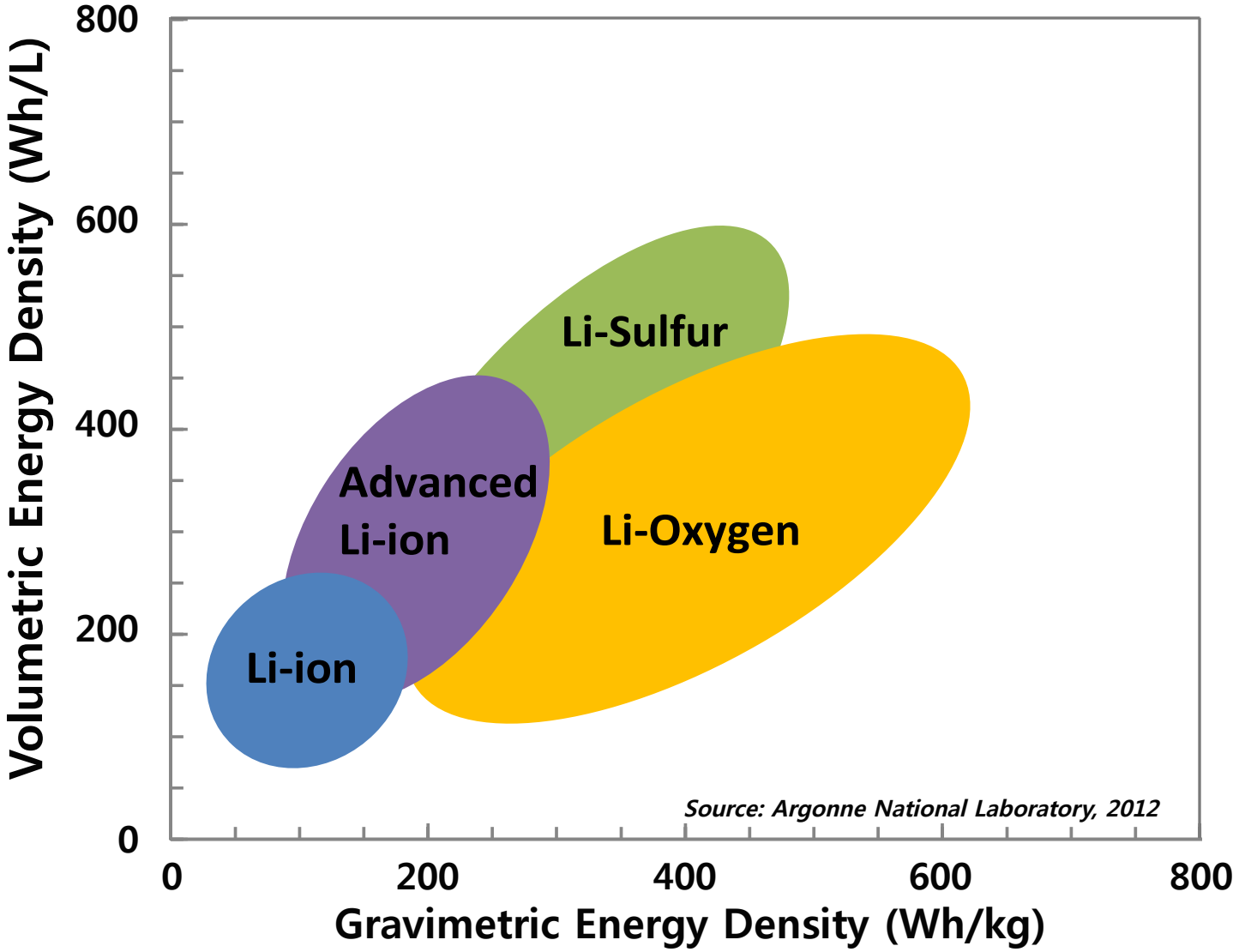
Benefit to UAVs of High Energy
Lithium Sulfur Batteries
25.2V, 6.6Ah Pack (167 Wh) Pack

	Li Ion	Li-S
Configuration	7S3P	12S3P
Cell Capacity	2.2 Ah	2.2 Ah
Pack Weight (gms)	1075	640
Wh/Kg (pack level)	155	260

From Sion power home page(http://www.sionpower.com)

리튬이온전지의 종류별 에너지 밀도

Korea Institute of Science and Technology KIST

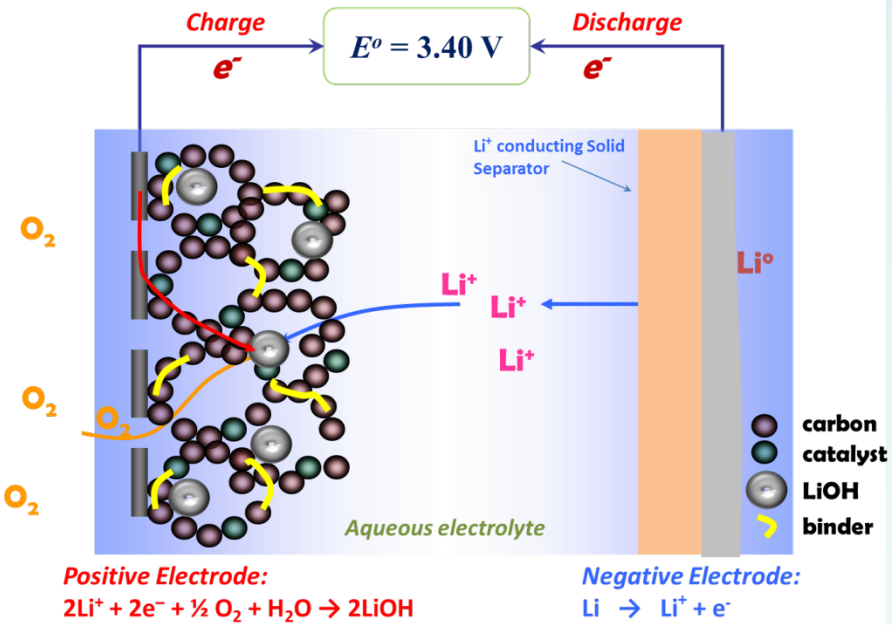


수계 리튬공기전지

Korea Institute of Science and Technology

- 수계 전해질과 유기 전해질을 동시에 적용하여 **Protected lithium electrode**가 필요

Aqueous



Cell reactions

$$O_2 + 4Li^+ + 6H_2O \leftrightarrow 4(LiOH \cdot H_2O_2)$$

$E_0 = 3.40\ V_{li}$

Start of Discharge : 2727 Wh kg−1

End of Discharge : 2204 Wh kg−1

특 징

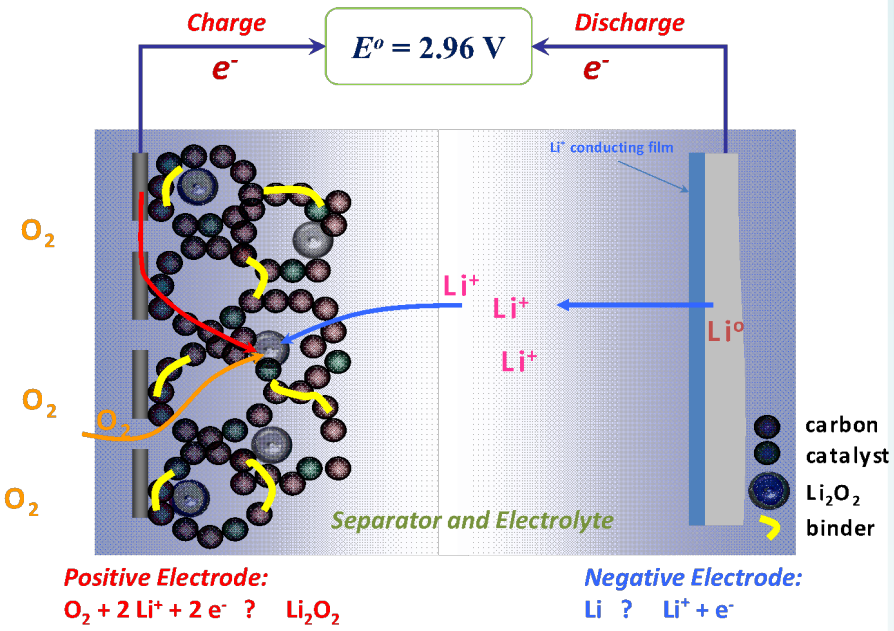
- 비수계보다 낮은 용량 및 에너지 밀도
- 용해성 반응물 (LiOH)
- 불안정한 고체 전해질

비수계 리튬공기전지

Korea Institute of Science and Technology KIST

- Li-Air 전지는 기존 리튬이온 전지의, 3~10 배 높은 에너지용량을 가지게 됨

Non Aqueous



Cell reactions

$$O_2 + 2\,Li^+ + 2\,e^- \leftrightarrow (Li_2O_2)_{solid}$$

$$2\,Li \leftrightarrow 2\,Li^+ + 2\,e^-$$

$$2\,Li + O_2 \leftrightarrow (Li_2O_2)_{solid}\ ;\ E_0 = 2.96\ V_{Li}$$

특 징

- 높은 용량 및 에너지 밀도
- 불용성 반응물 (Li_2O_2 등)
- 낮은 수명 특성
- Li metal 사용으로 인한 안전성 저하
- 공기극의 높은 분극 저항

비수계 리튬공기전지의 문제점

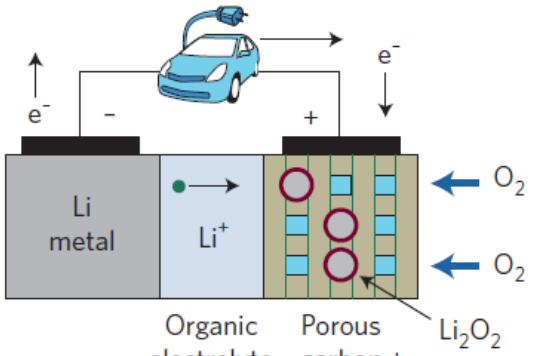
Korea Institute of Science and Technology

Anode

Problems of Li metal

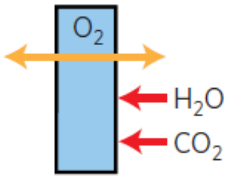
- Dendrite formation
- Cycling efficiency
- Requires stable solid-electrolyte interphase
- Safety issues

Discharge

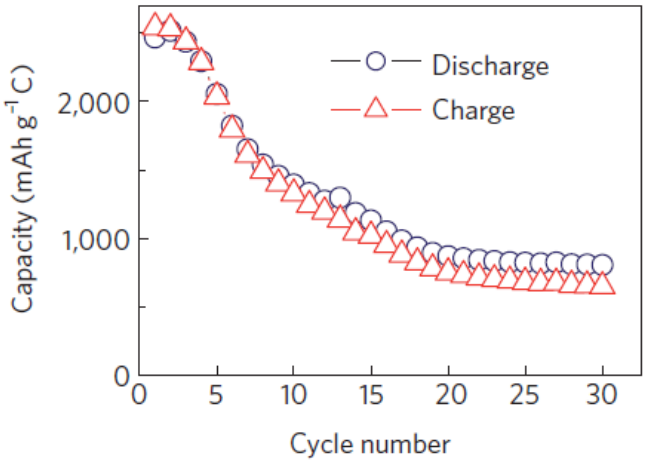


Cathode

Cathode needs a membrane to block CO_2 and H_2O, while allowing O_2 to pass.



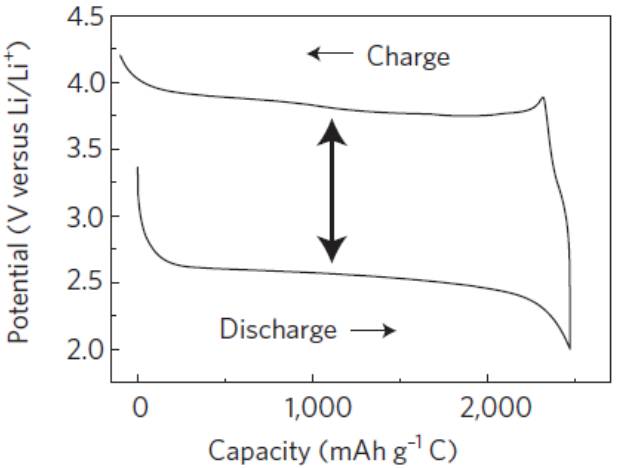
Capacity fading



Electrolyte

- Stability
- Conductivity
- Volatility
- O_2 solubility, diffusivity

Voltage gap



Porous cathode design

- Pore size, distribution
- Catalyst — type, distribution, loading

P. G. Bruce et al., *Nature Materials* , 2012 (11) 19-29