

3조

Capstone design2

60132088 김석찬
60142110 김재훈
60155329 김윤형
60155334 임태영
60175086 김종운

1

태양전지 시장동향

2

Perovskite

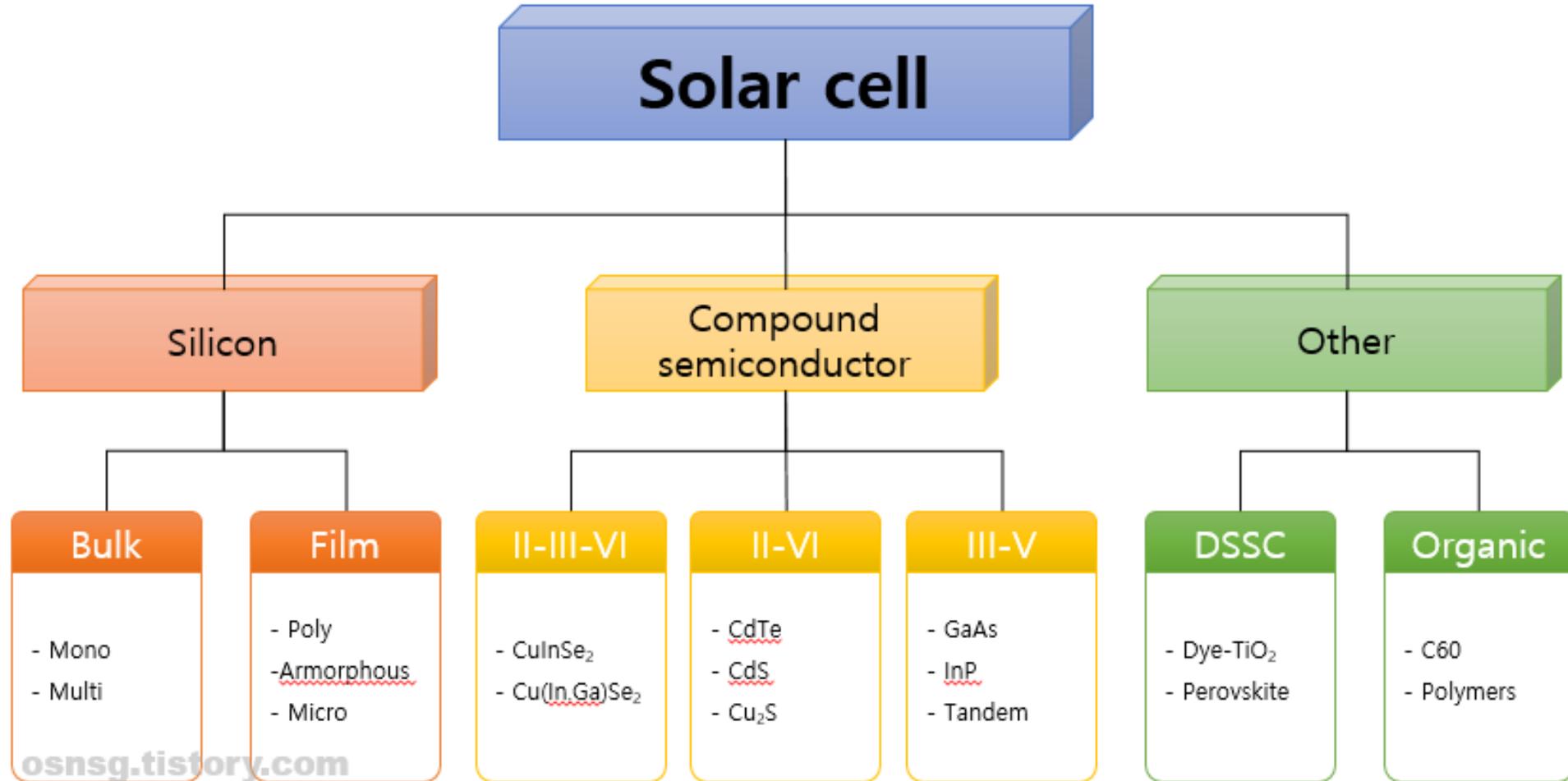
3

설계 및 결론

Part 1,
태양전지 시장동향



태양전지의 종류

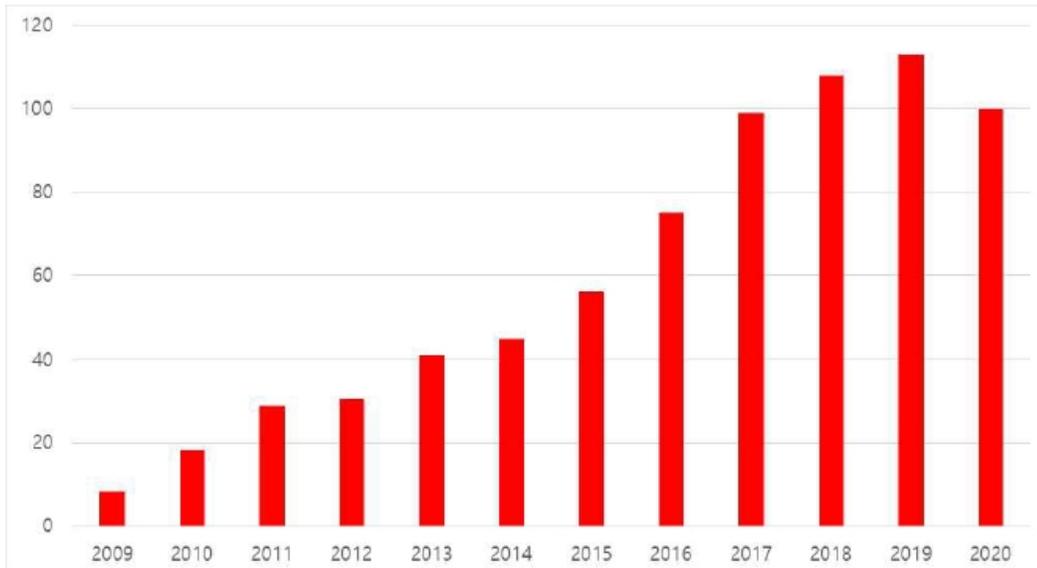


osnsg.tistory.com

태양전지 시장현황

< 세계 태양광시장 현황 및 전망 >

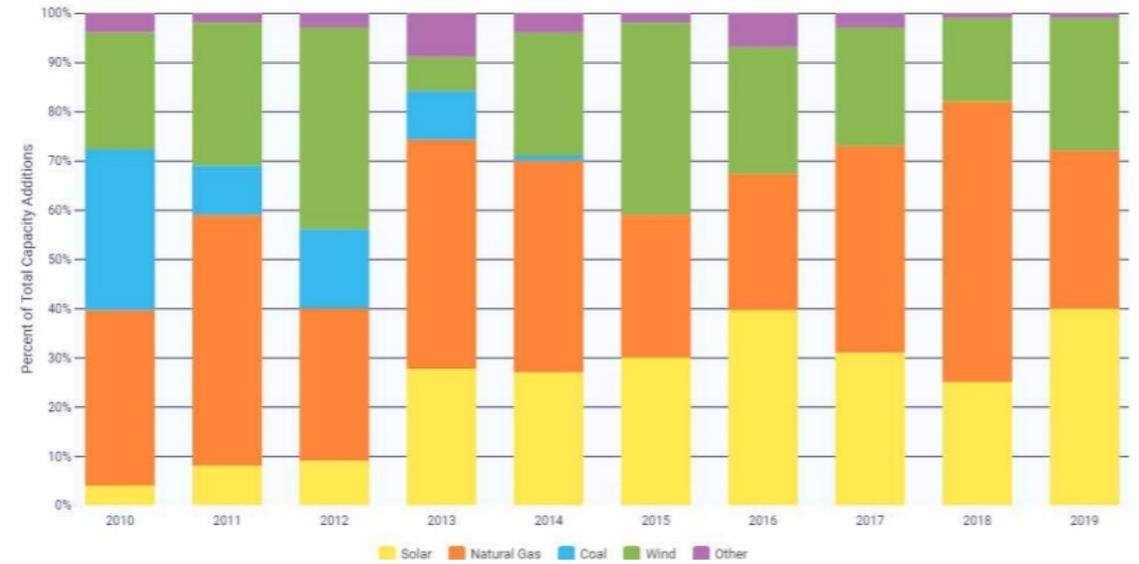
단위 : GW



자료: 수출입은행

< 2019년 미국 발전원별 설치현황 >

단위 : GW



자료: SEIA



**Part 2,
Perovskite**

신소재공학과
20학년도 2학기 태양전지조
(김석찬, 김채훈, 김윤형, 임태영, 김종운)

Perovskite 구조

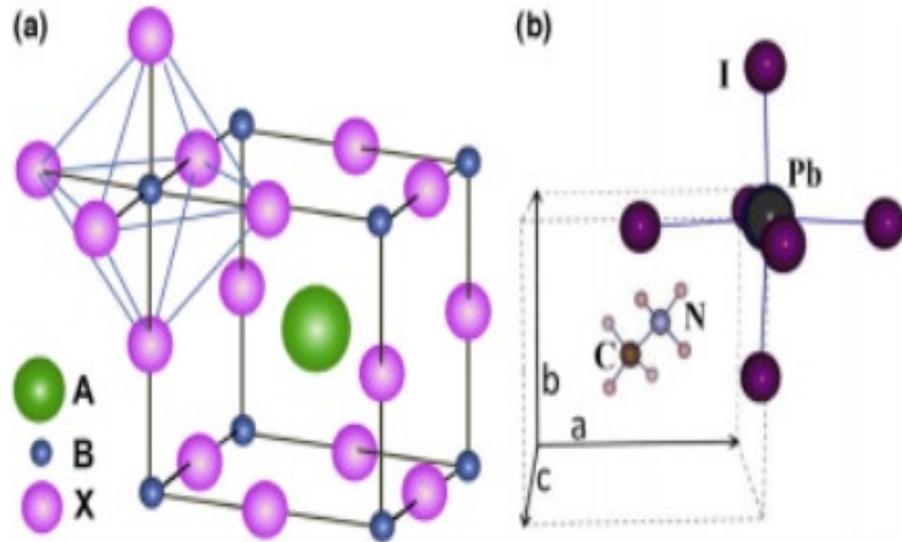
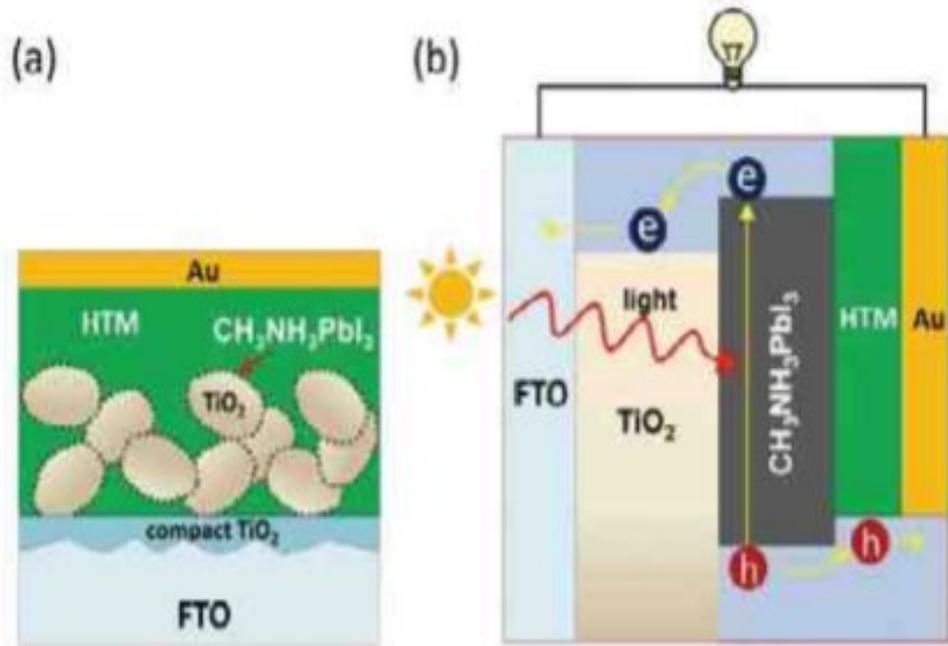


FIGURE 2

(a) ABX_3 perovskite structure showing BX_6 octahedral and larger A cation occupied in cubo-octahedral site. (b) Unit cell of cubic $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ perovskite. Original figure in (b) was reprinted from Ref. [14].

- 페로브스카이트 구조란 결정 구조가 CaTiO_3 와 동일한 결정구조
- 일반적으로 ABX_3 의 구조, A와 B는 양이온, X는 이들과 결합하고 있는 음이온
- A 양이온은 12개의 X 음이온과 결합하여 입방 팔면체 구조를 형성
- B 양이온은 6개의 X 음이온과 결합하여 팔면체 구조로 결합

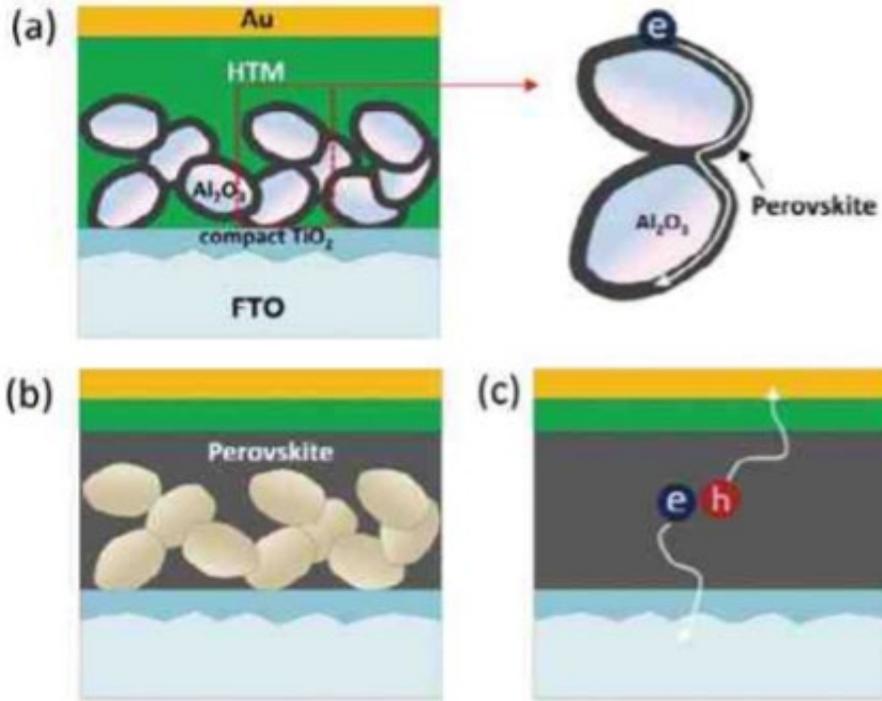
작동원리



[Fig. 2] (a) Schematic device structure and (b) band alignment of solid state perovskite sensitized solar cell

- 태양빛에 의해 가전자대에 있는 전자 → 전도대로 **여기**
- 여기된 전자 → TiO_2 나노입자의 전도대로 **주입**
- 주입된 전자 → FTO(Fluorine-doped tin oxide) 전극
- 가전자대에 생성된 **정공**
→ HTM(홀전도체) → 대전극으로 **이동**

여러 구조 및 작동원리

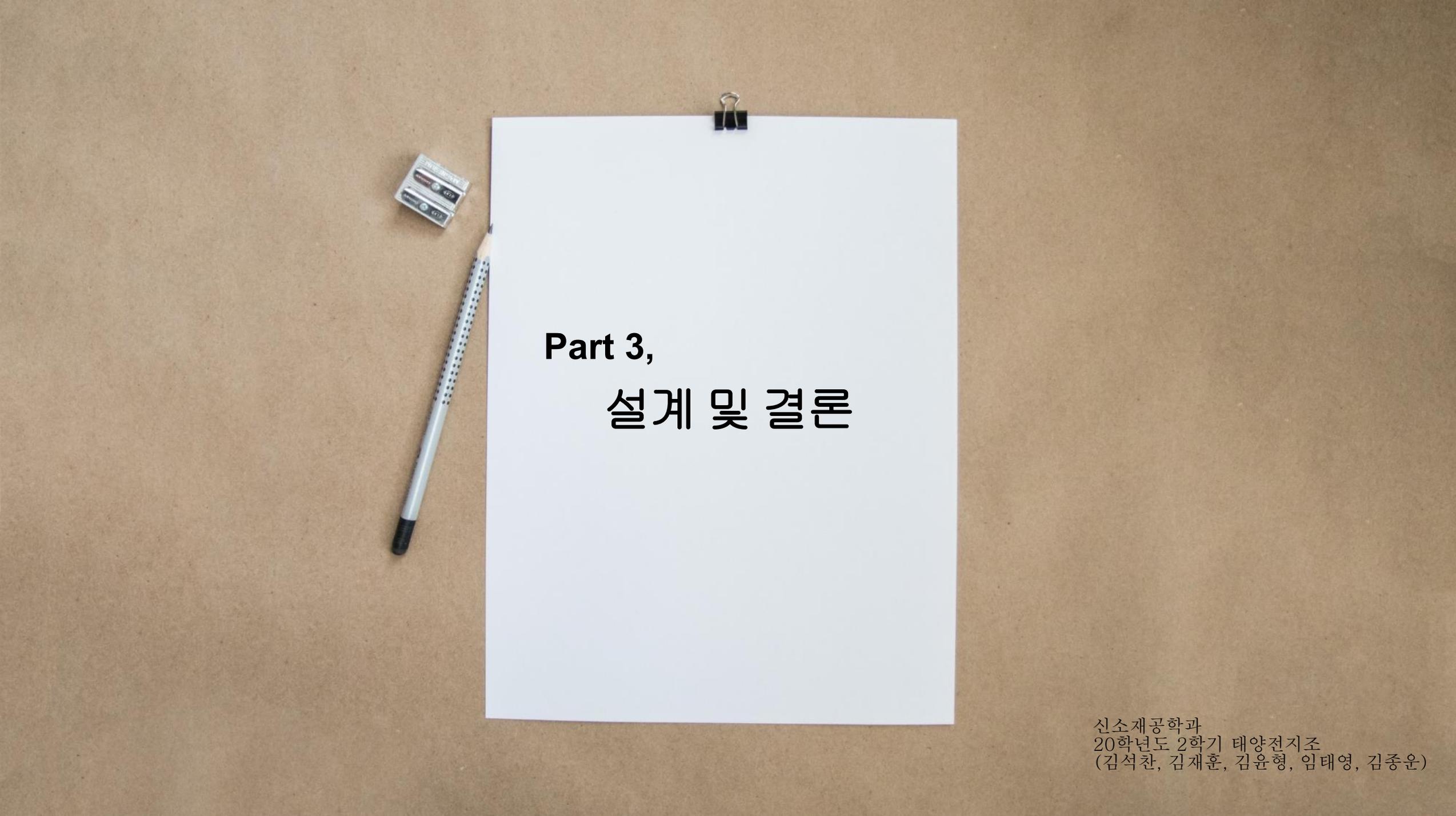


[Fig. 3] Perovskite solar cell device structures with (a) extremely thin layer (ETL), (b) mesoporous oxide layer and (c) planar junction

- TiO_2 \rightarrow 전자 수송 능력이 없는 Al_2O_3 로 대체한 **ETL(Extremely thin layer) 구조**

- 정공이 페로브스카이트 물질을 통해 수송되는 **메조스코픽(mesoscopic) 구조**

- 전자와 정공이 모두 페로브스카이트 층을 통해 이동하는 **평면 접합** 박막 태양전지의 구조



Part 3,
설계 및 결론

신소재공학과
20학년도 2학기 태양전지조
(김석찬, 김재훈, 김윤형, 임태영, 김종운)

페로브스카이트 태양전지 문제점

1. 낮은 온도에서의 결정화

원하는 형태로 제조하는 부분에서 결정화 **속도 제어**가 어려움

고효율을 내기 위한 구조를 구현할 수 없게 됨

2. Pb(납)의 안정성 저하

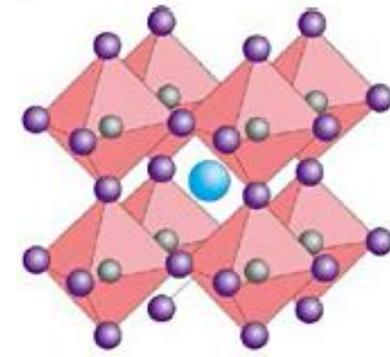
공정 과정에서 사용되는 Pb(납)이 **안정성**을 저하

납의 독성으로 인해 환경에서 좋지 않음

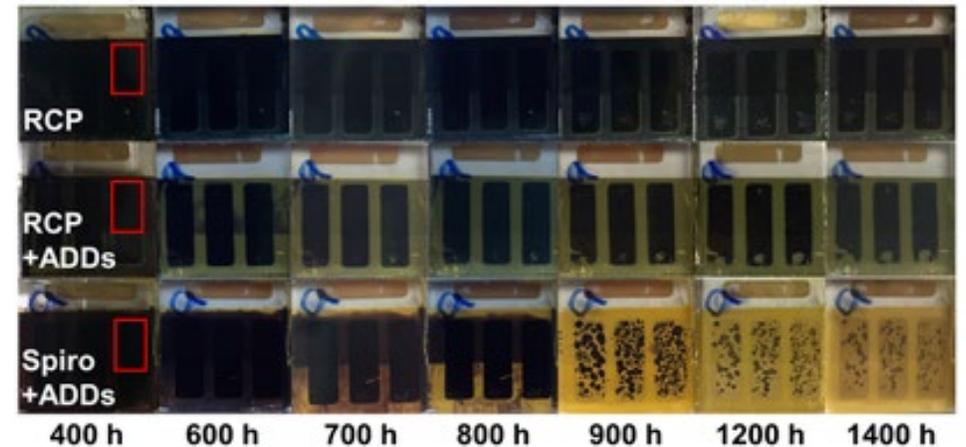
3. 물을 흡수하는 친수성

정공 전달층의 첨가제가 물을 흡수하여

높은 습도에서 안정성 저하



● CH_3NH_2^+
● 납(Pb)
● 아이오딘(I)

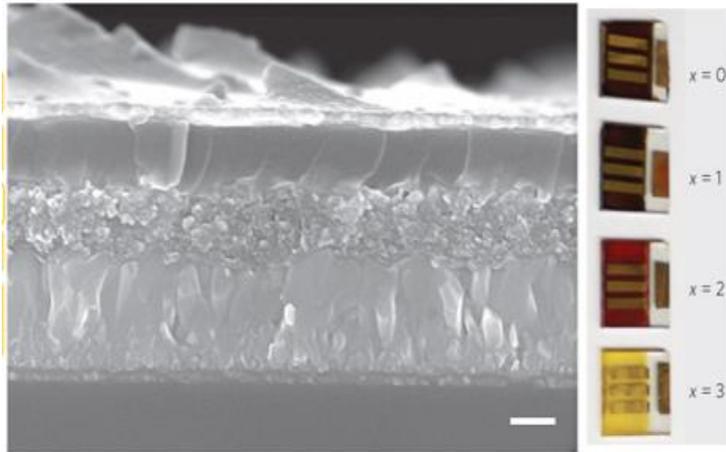


신소재공학과
20학년도 2학기 태양전지조
(김석찬, 김재훈, 김윤형, 임태영, 김종운)

Pb를 대체하는 물질 – Sn

Sn

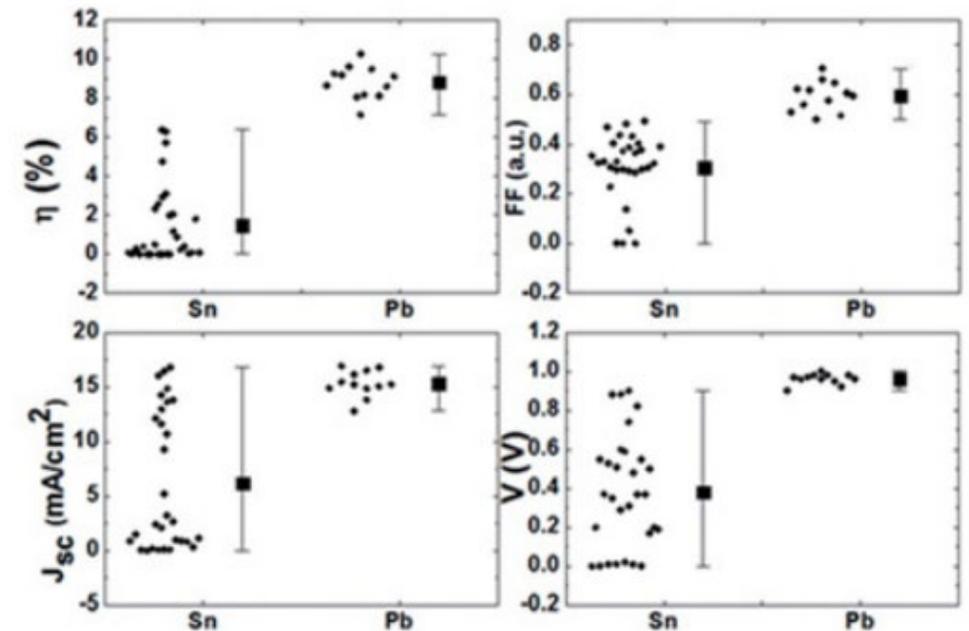
밴드갭이 1.3eV으로 적당한 크기이며 5.73%의 효율
Br이온을 2개 치환했을때 가장 효율이 높음



$CH_3NH_3SnI_3$ 태양전지의 단면(좌)
 Br 이온 도핑에 따른 태양전지 (우)

문제점

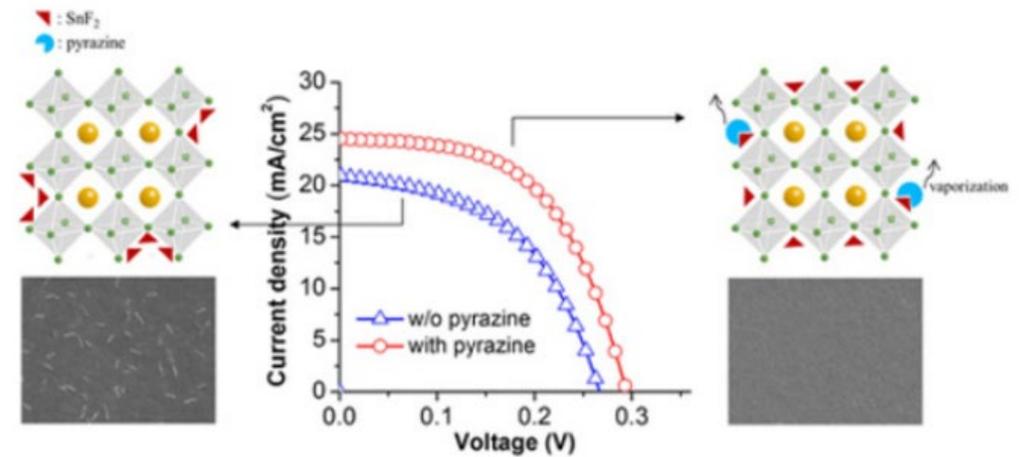
빠른 산화로 수명 및 재현성이 떨어짐



$CH_3NH_3SnI_3$ 태양전지 VS $CH_3NH_3PbI_3$ 태양전지
 재현성 실험 비교

Pb를 대체하는 물질 – Sn

24시간 이후 초기 효율대비 24%의 감소
 ⇒ **피라진 처리**와 SnF_2 를 첨가하여 **효율과 수명향상**



파라진 처리 전후 태양전지 비교

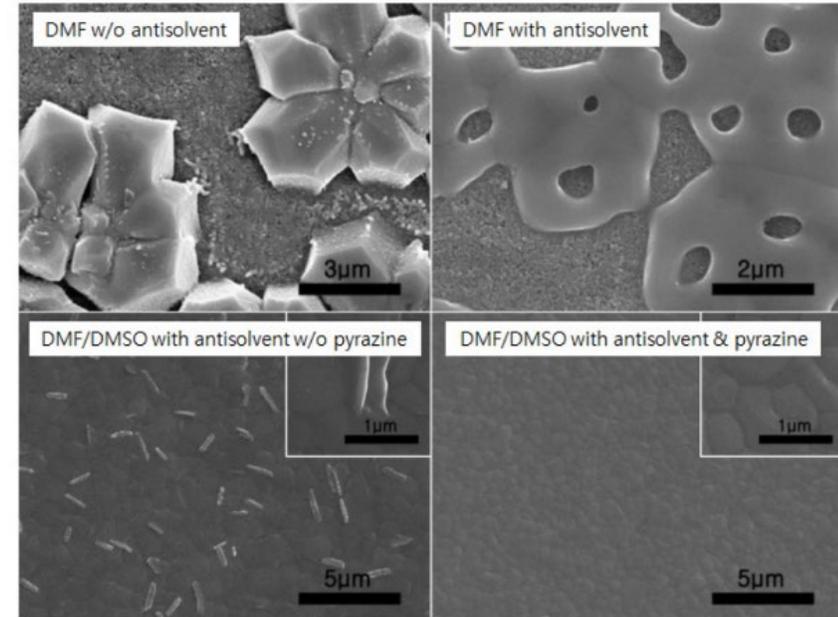
결정화 속도 제어 - 용매 변경

-Sn 기반 페로브스카이트의 경우 Sn²⁺가 Pb²⁺보다 Lewis acidity가 크기 때문에 열처리 없이도 상온에서 SnI₂ 와 MAI가 급격히 반응하여 매우 **불균일한 형태**의 결정화 된 페로브스카이트 박막을 형성

-결정화 속도 제어를 위해 기존에 태양전지 박막 코팅에 사용되었던 용매 DMF (Dimethylformamide) 대신 coordination affinity 및 끓는점이 높은 **DMSO**(Dimethylsulfoxide)를 사용

- SnI₂와 용매가 중간상 물질을 형성하여 **결정화 속도**가 낮아짐

-핀홀 (pinhole)이 줄어든 균일한 형태의 큰 그레인 (Grain)을 가지는 **Sn 기반** 페로브스카이트 박막을 제조할 수 있음을 보고하였다



다양한 용제와 첨가제를 사용하여 제조된 FASnI₃ 페로브스카이트 필름의 SEM 이미지

Part 3, 습기를 흡수하는 친수성을 대처

- 페로브스카이트 층을 덮고 있는 정공 전달층의 **흡습성 및 친수성**이 큰 요인으로 작용

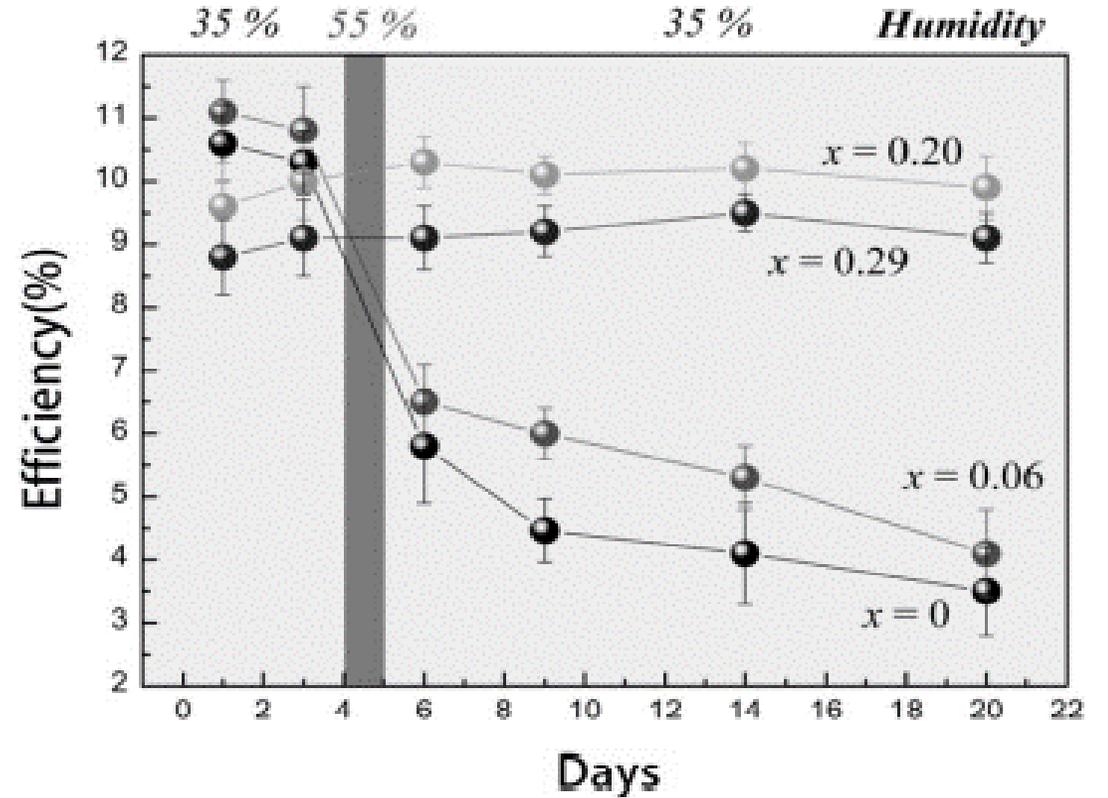
- 정공 전달층을 통해 수분이 내부로 침투되어 페로브스카이트 층의 **분해를 가속화**

물질 자체의 안정성 향상

- 할로겐 원소(I, Br)를 혼합

- 할로겐 원소 비율에 따라 효율 감소 경향이 다름

CH₃NH₃PbI_{3-x}Br_x에 Br의 비율을 증가시키면 CH₃NH₃PbI₃보다 수분에 대한 안정성이 더 좋다는 것을 확인
 옆 그림을 보듯 CH₃NH₃PbI_{3-x}Br_x에 Br비율을 늘려주면 **수분안정성**이 더 좋다



캡슐화 없이 실온에서 공기중으로 시간을 저장하는 MAPb(I_{1-x}Br_x)₃ (x = 0, 0.06, 0.2, 0.29)를 이용한 페로브스카이트 태양전지의 전력변환효율 변화



Thank
You

신소재공학과
20학년도 2학기 태양전지조
(김석찬, 김재훈, 김윤형, 임태영, 김종운)