

# 膨張熱プラズマ法を用いたアモルファスシリコン太陽電池開発に関する研究

永井武彦、近藤道雄  
産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター

## 研究の目的

- a-Si:H製膜の低コスト化技術開発 + 光劣化抑制技術の開発  
CCP法とは異なる技法によるアプローチ  
⇒ リモートプラズマの一種:ETP法  
高次シラン系ガスの生成率が低い  
⇒ 光劣化抑制可能か？

## 問題点

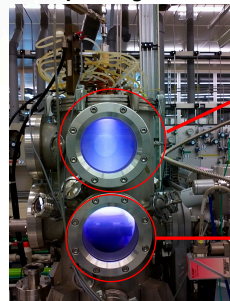
- ETP法⇒ 最高~6%程度の変換効率  
光劣化特性を調べるには、まずは初期効率~10%を目指す。

## 最終目標:

低コストプロセスにも拘らず、光劣化抑制可能なa-Si:H製膜技術開発

## 背景

### Expanding Thermal Plasma (ETP)



c-Si表面のSiNIによる優れたパッシベーション技術として認知されている。

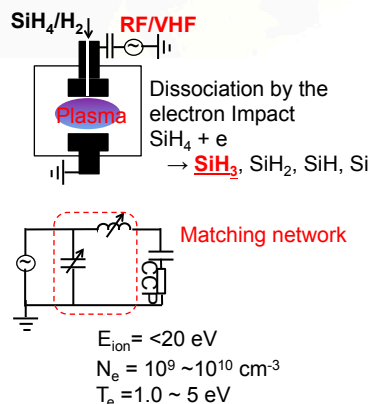
← プラズマジェット出口近傍

← 基板ホルダー近傍

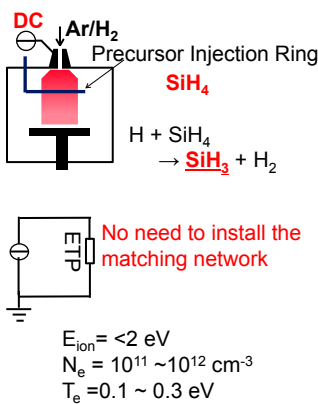
Technical University of Delft (TU/Delft)にて製膜実験

## 理論背景

### Capacitively Coupled Plasma (CCP)

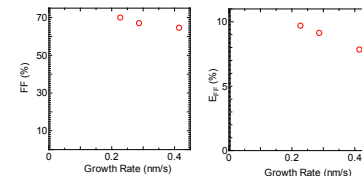
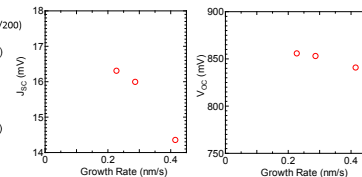
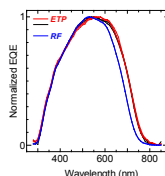


### Expanding Thermal Plasma (ETP)



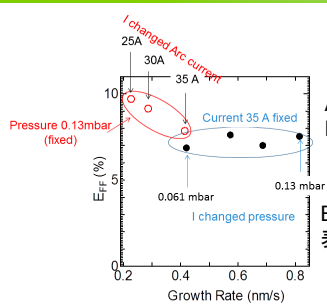
## 実験

back electrode	Ag/Cr/Al(100/30/200)
AZO	
p-doped a-Si:H	n-layer (~20 nm)
i-layer a-Si:H	~300 nm
a-SiC	
i-a-SiO <sub>2</sub>	
B-doped a-Si:H	p-layer (~10 nm)
AZO	
Asahi U	



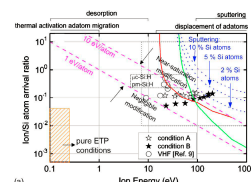
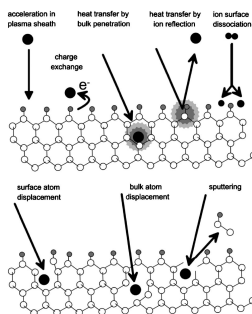
同手法ではワールドレコード達成

## 結果と考察



Arc currentに依存  
Pressureに依存無し

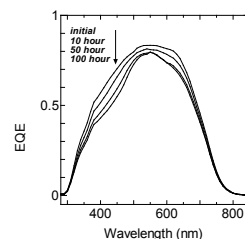
ETP法⇒ RF/VHF  
表面熱反応過程が違う



Ion-bulk 相互作用が小さい

ETP法⇒ RF/VHF  
膜中のナノスケール構造違う

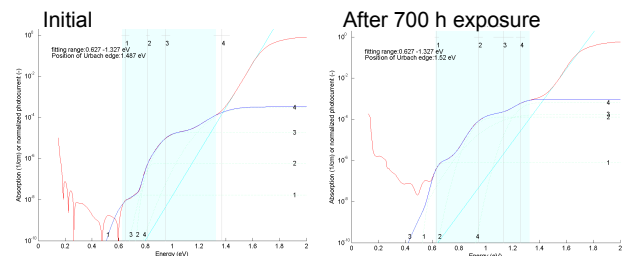
### EQEスペクトルの光劣化特性



A. H. Smets et al, J Appl. Phys. **102**, 073523 (2007).

## 結論と考察

### FTPS-EQEスペクトル



## 結論

- Arc電流の印加を小さくし、Arc headへのArに対するH2希釈比率を高める事で全太陽電池パラメーターが向上。
- これまで~6%の変換効率 ⇒ ~9.7%まで向上  
ETP法ではワールドレコード達成
- 劣化特性: EQEスペクトルの紫外領域における大幅な劣化  
⇒ p-i界面における荷電欠陥の存在が一因  
⇒ FTPS-EQEスペクトルにおいてCバンドとして観測され、相関がある事を確認。