

二端子メカニカルスタック型多接合太陽電池の 接合技術の検討

先端産業プロセス・高効率化チーム 鯉田 崇

・はじめに

多接合型太陽電池とウェハ接合技術

・接合方法の検討

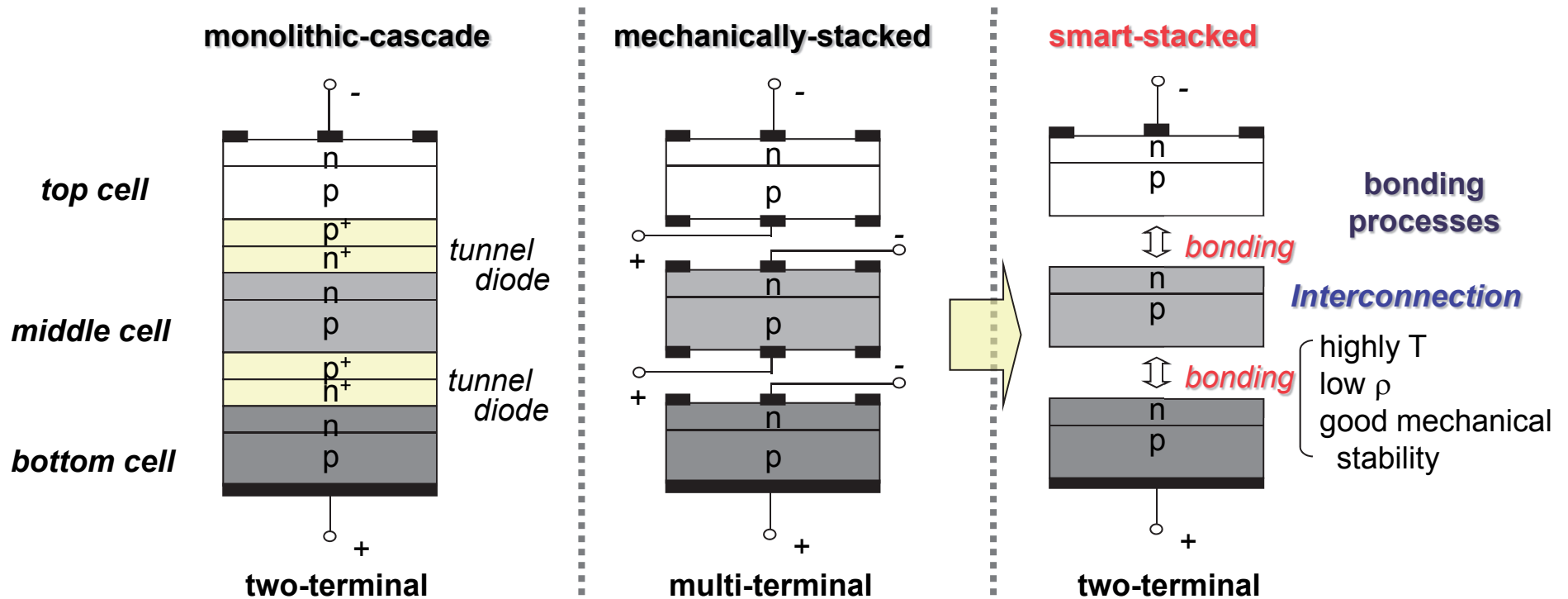
- ① 非晶質透明導電膜の固相結晶化を用いた接合の検討
(バインダーレス)
- ② 導電性微粒子を含有した樹脂を用いた接合の検討

・メカニカルスタック太陽電池の試作

a-Si:H pin薄膜太陽電池 & a-Si:H/c-Siヘテロ接合型太陽電池

・まとめ

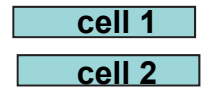
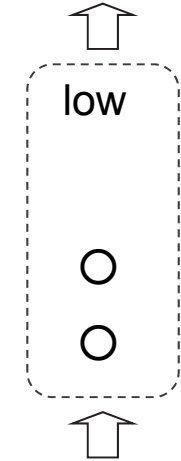
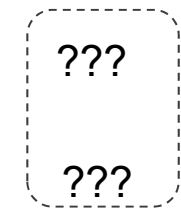
多接合太陽電池



merit	simple fabrication process two-terminal →simple assembly	no restrictions for material and design	two-terminal →simple assembly no restrictions for material and design
demerit	material and design restrictions (lattice and bandgap matching)	multi-terminal →complex assembly optical loss in cell assembly top cell : thermal isolation	sub-cell high-quality polycrystalline film epitaxial film single crystalline thin-film

ウェハー接合技術とその応用分野

接合方法	陽極	共晶	拡散	プラズマ活性化	ポリマー・接着剤
材料	glass/Si	metal		Si	BCB,PI epoxy
温度(°C)	350-400	190-380	300-400	RT-300	250-350 120-160
接合					
電氣的	×	○	○		×
光學的	○	×	×	○	△~○



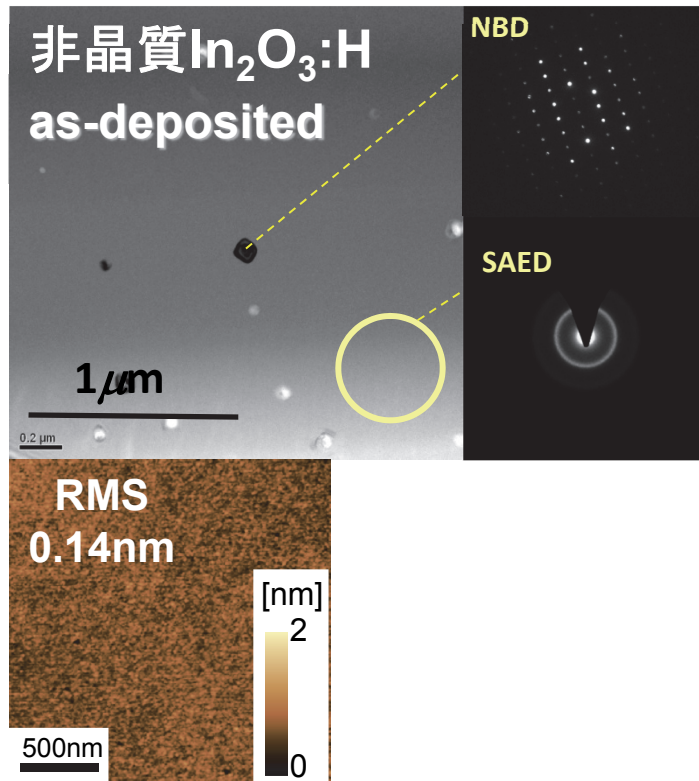
smart-stack solar cell

用途
応用分野

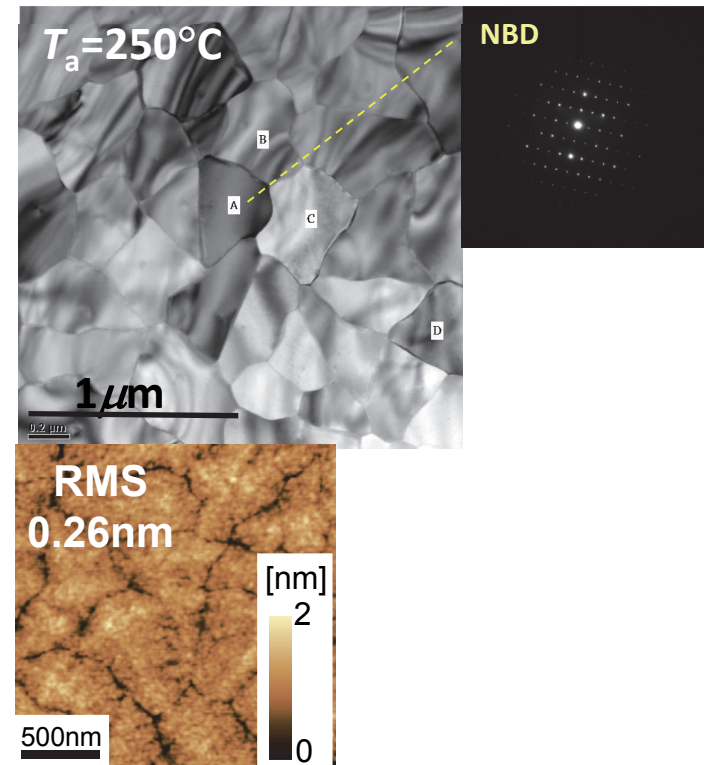
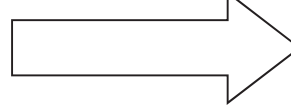
- ・回路・構造体の封止
- ・立体構造の形成、3次元積層・集積化
- ・異種デバイスの融合
- ・ウエーハ薄化の機械的サポート

SOI, MEMS, LSI, CMOSイメージセンサ、LED、光/RF/パワーデバイス、太陽電池

①非晶質透明導電膜の結晶化を利用した接合の検討



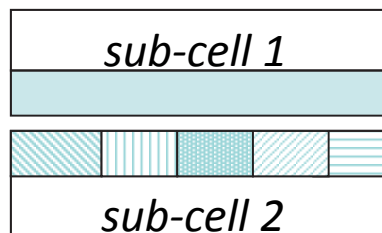
固相結晶化
(150°C以上)



・低い結晶化温度 (~150°C)

・超平坦

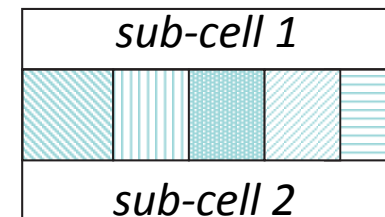
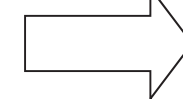
・大きいグレイン(サブミクロン)



非晶質

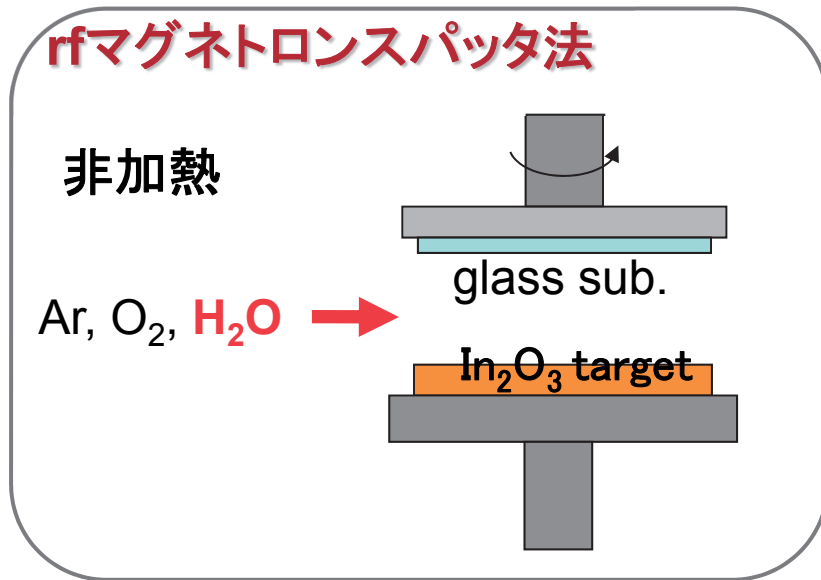
非晶質 or 固相結晶化後

熱圧着



In₂O₃:H薄膜の特性

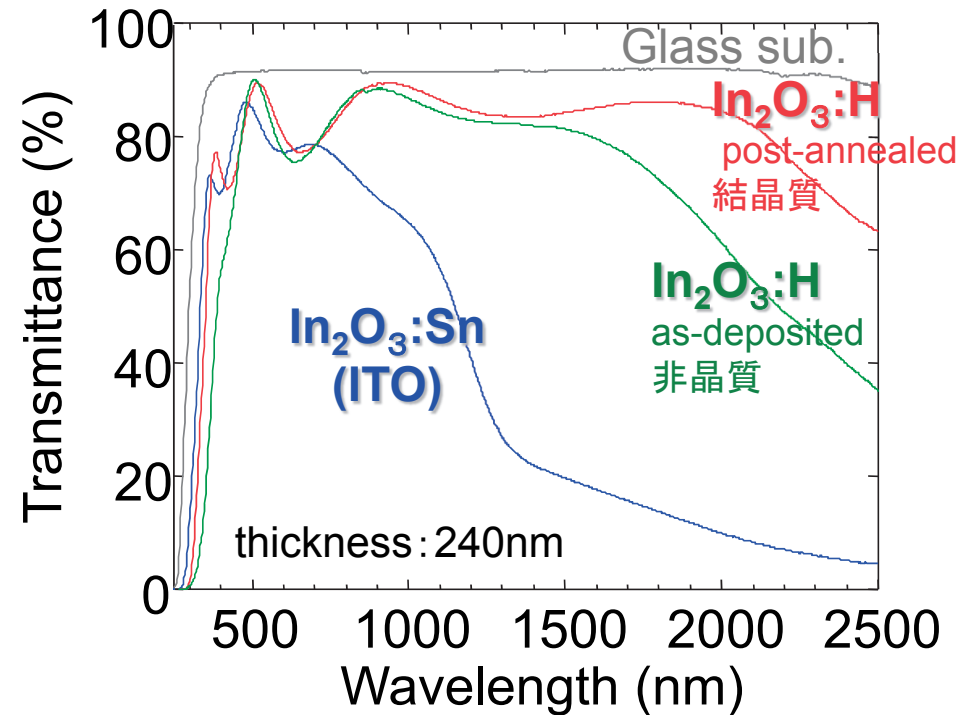
2008.7.8 RCPV成果報告会資料



真空中ポストアニール

~ 200 °C

固相成長



	ITO ¹⁾	In ₂ O ₃ :H ²⁾	In ₂ O ₃ :H ²⁾
抵抗率 ρ (\wedge cm)	2.4×10^{-4}	3.7×10^{-4}	2.7×10^{-4}
移動度 μ (cm ² /Vs)	29	56	130
キャリア濃度 N (cm ⁻³)	9.1×10^{20}	3.0×10^{20}	1.8×10^{20}

Jpn. J. Appl. Phys. 46, L685 (2007).

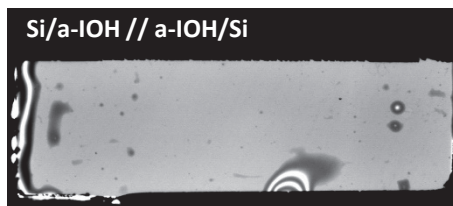
¹⁾ SnO₂ 10wt.%含 ²⁾ H ~ 3at.%含

In₂O₃:H薄膜を介した貼り合わせ

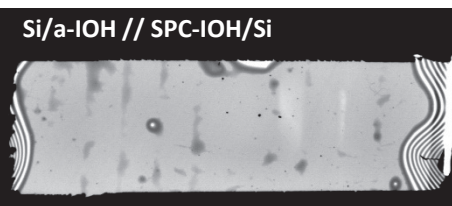
シリコン基板同士
(各TCO厚70nm)

荷重: ~8MPa
温度: 200°C
時間: 50min

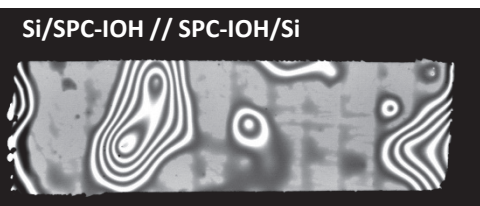
非晶質と非晶質



非晶質とアニール結晶

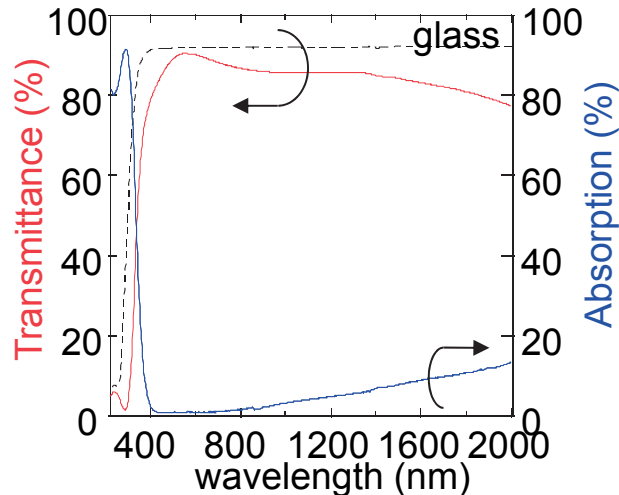
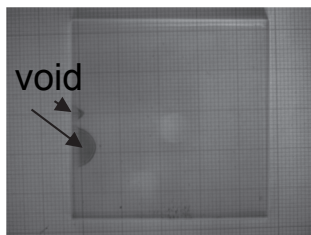


アニール結晶とアニール結晶



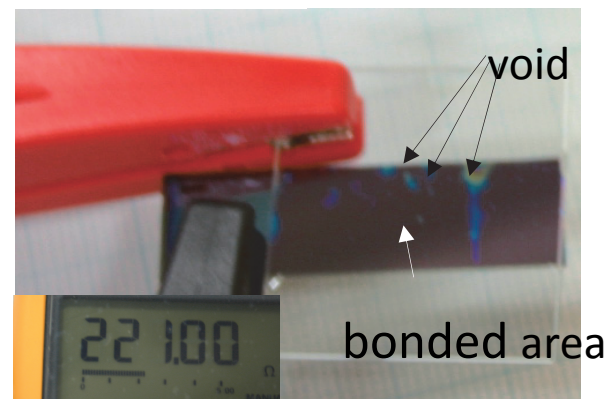
アニール結晶同士では接合状態不良

ガラス基板同士



光学的接続: ○ ($\lambda \leq 2000\text{nm}$: 吸収20%以下)
電気的接続: ○ ($\sim 3\text{-}4 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$)

ガラスとシリコン



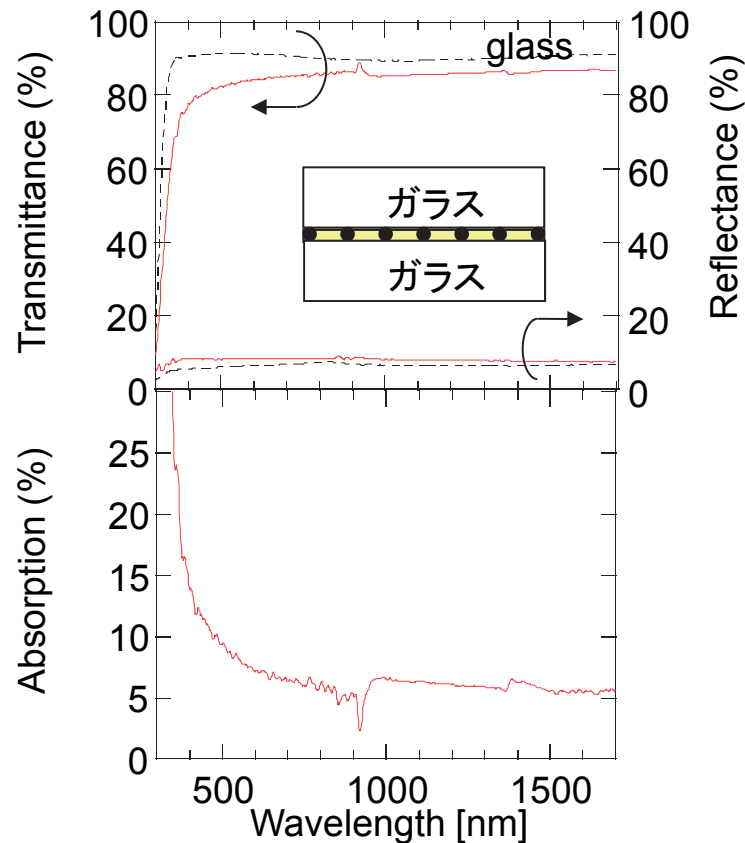
いずれも接合強度非常に弱い
接合前処理に課題

②導電粒子を分散させた樹脂による接合の検討

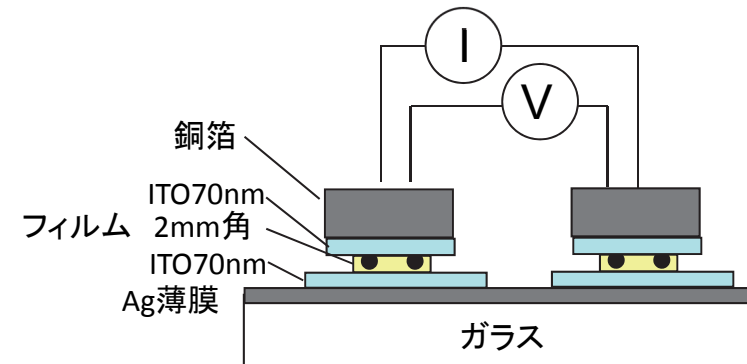
導電性接着フィルム (ソニーケミカル & インフォメーションデバイス(株)提供)

フィルム仕様: 熱硬化型、厚み15 μm

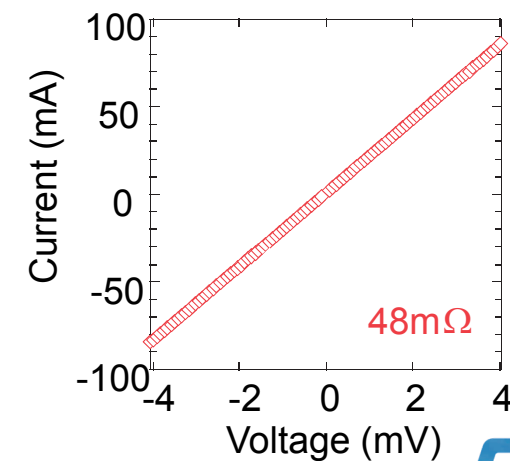
光学的接続



電氣的接続



contact area : 2mm x 2mm



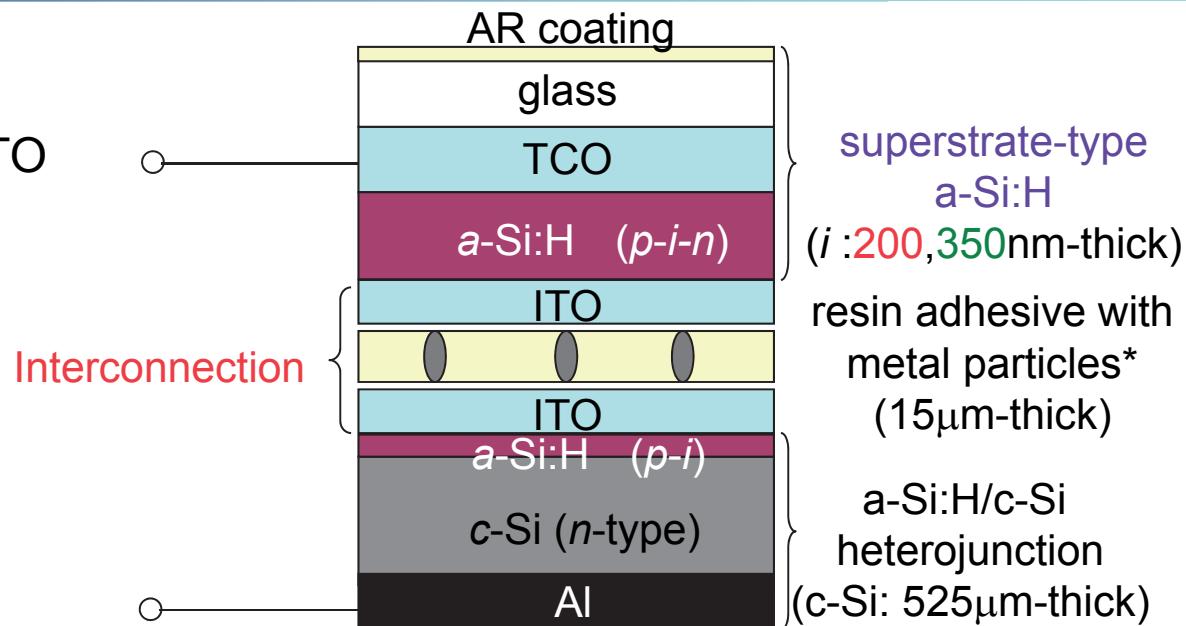
接合に用いた2種類の太陽電池

非晶質Si薄膜太陽電池

構造 : AR/glass/textured SnO₂/
TiO_x-ZnO AR/a-Si:H pin /ITO
サイズ : 10.4mm角(1.08mm²)

ヘテロ接合型(HIT)太陽電池

構造 : ITO/a-Si:H (p/i)/c-Si (n)/Al
サイズ : 10mm角



*Provided from
Sony Chemical & Information Device Corporation

参考データ:

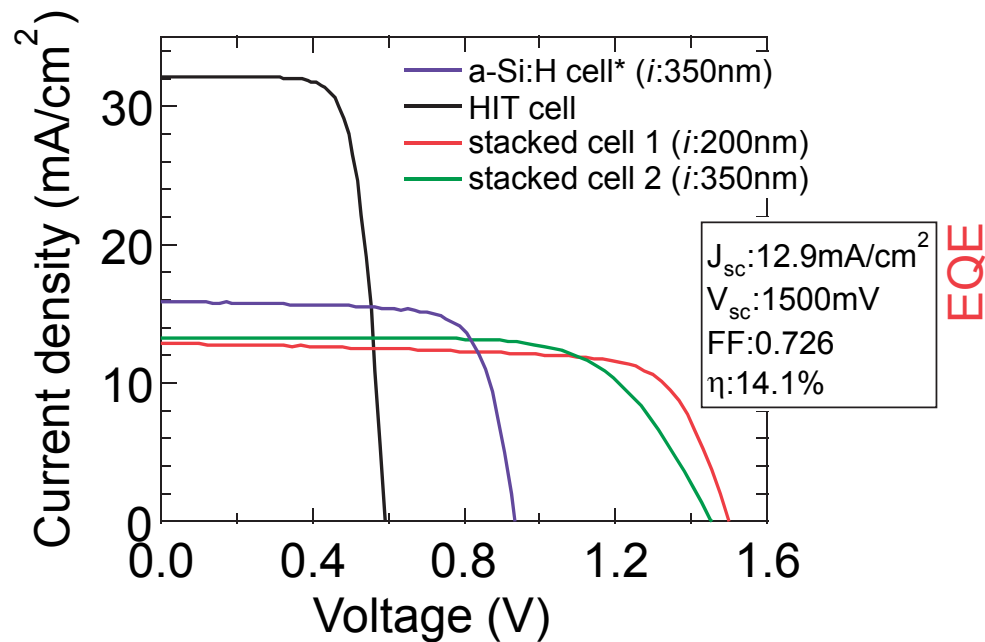
a-Si:Hセル: AR/glass/textured SnO₂/TiO_x-ZnO AR/a-Si:H pin/**ZnO/Ag**

HITセル: Ag grid/ITO/a-Si:H (p/i)/c-Si (n)/Al

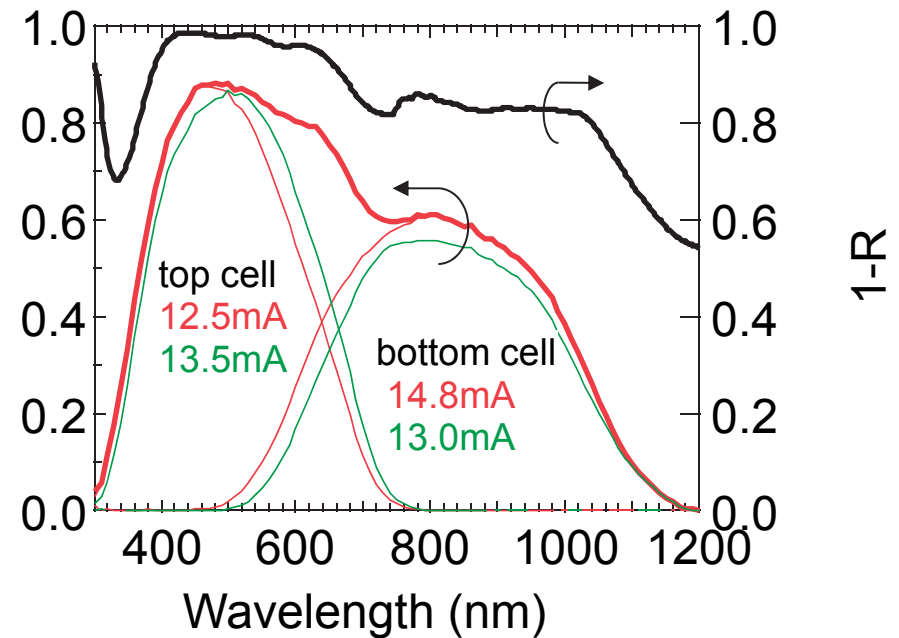
	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm ²)	F.F.	Eff. (%)
a-Si:H (350nm)	0.936	15.9	0.746	11.1
HIT	0.591	32.1	0.743	14.1

二端子メカニカルスタック型タンデムセルの特性

IV特性



外部量子効率・反射スペクトル



*Ag裏面電極使用

二端子セルとして動作すること確認
 電圧の低下、曲線因子の劣化 少ない
 電流バランス・接続部の光学設計により改善の余地有り

まとめ

・二端子メカニカルスタック多接合太陽電池に適した接合技術の検討

① 非晶質透明導電膜の固相結晶化を用いた接合の検討

(バインダーレス)

電気特性・光学特性: ◎

接着力に課題

② 導電性微粒子を含有した樹脂を用いた接合の検討

透明性: 波長500-1700nmの範囲で吸収10%程度

接着抵抗(対ITO): ◎

接着力: ◎

・二端子メカニカルスタック型タンデムセルの試作

a-Si:H *pin*セル + ITO/導電性接着フィルム/ITO + a-Si:H/c-Siヘテロ接合型セル
タンデムセルとして動作すること確認 (電圧の低下、曲線因子の劣化 少ない)

TCOを介した接合は、キャリア拡散長の短い薄膜太陽電池に有効