

スマートスタック用InGaPトップセルのMBEにおけるGaAs基板傾斜方向依存性

長門優喜^{1,2)}・菅谷武芳²⁾・大島隆治²⁾・岡野好伸¹⁾

東京都市大学¹⁾ 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進多接合デバイスチーム²⁾

研究の目的 多接合太陽電池

・理論上集光時に変換効率約60%以上
・現在世界最高で、集光時46.0%
・非集光時に38.8%

→ MOCVDでの成長

★**固体ソースMBE**
・超高真空プロセス
・高純度金属

→ InGaP, InGaAsP等P系成長の報告例はわずか

★**InGaP層の変換効率向上**
MOCVDではGaAs微傾斜基板を用いることで効率向上
→MBEでは??

変換効率低下の原因

自然超格子

・バンドギャップ低下による開放電圧の低下
・規則的な並びの境界面でのトラップや欠陥

これまでの報告

- MOCVDではGaAs(100)面で[1-10]に2°, 6°微傾斜した基板で変換効率向上 [1]
- MOCVDとMBEでは成長しやすい方向が90°異なる特性を持つ [2]

MBEでの検証

★**MBEで微傾斜基板上InGaPセルがどのような特性を示すのかを検証**

実験

★**微傾斜基板**

- ・(001)面からわずかに傾斜した表面を持つ基板
- ・傾斜方向によって**自然超格子の制御が可能**

★**自然超格子は[110], [-1-10]方向に形成**

①微傾斜基板の有用性の検証

- ・MBEにおいても微傾斜基板を用いて変換効率の向上が可能か検証
- ・flat基板と2°[1-10]方向に傾斜させたものを比較

②傾斜方向依存性の検証

- ・MBEでの傾斜方向依存性の検証
- ・[110], [-1-10], [1-10]方向にそれぞれ2°傾斜させた基板を比較

③傾斜角度の比較

- ・[110], [1-10]方向に6°傾斜させた基板と[1-10]方向に2°傾斜させた基板とを比較

結果及び考察

①微傾斜基板の有用性の検証

	変換効率	Voc(V)	Jsc(mA/cm ²)	FF
flat	7.479	1.221	7.619	0.804
[1-10]方向(2°)	7.772	1.238	7.500	0.837

②傾斜方向依存性の検証

	変換効率	Voc(V)	Jsc(A/cm ²)	FF
[1-10]方向・(2°)	10.584	1.274	9.8	0.847
[110]方向・(2°)	10.43	1.29	9.391	0.861
[-1-10]方向・(2°)	10.347	1.293	9.39	0.852

③傾斜角度の比較

	変換効率	Voc(V)	Jsc(A/cm ²)	FF
[1-10]方向・(2°)	10.64	1.28	9.64	0.86
[1-10]方向・(6°)	8.27	1.10	9.52	0.79
[1-10]方向・(8°)	10.48	1.29	9.49	0.85

★**MBEでも傾斜基板は有効**

- ・バンドギャップ減少
- ・[1-10]微傾斜基板でトラップや欠陥の抑制

[1-10]方向・(2°)が最も変換効率が向上

- ・[110], [-1-10]方向: バンドギャップ増加⇒自然超格子の抑制
- ・[1-10]方向: バンドギャップ減少⇒自然超格子の促進

← MOCVDでは報告が無い。 X線回折等による自然超格子形成の詳細な研究が必要。

結論

- ・固体ソースMBEにおいても微傾斜基板の利用で**変換効率向上**
- ・2°の微傾斜基板において[1-10]方向が最も**変換効率向上** ⇒MOCVDと同様
- ・6°の微傾斜基板では[1-10]方向で**特性悪化**, [110]方向で**特性向上** ⇒ MOCVDでは報告が無い現象, 今後の研究課題

参考文献

[1] S. Kurtz et al., Solar Cells 24 (1988) 307.
[2] M. Kawabe and T. Sugaya, Jpn. J. Appl. Phys. 28 (1989) L1077.

謝辞

本研究の一部は、経済産業省のもと、NEDO技術開発機構から委託され、実施したものである。