

超高効率太陽電池開発とその実用に関する先駆的研究

Pioneering Research and Development on Super High-efficiency Solar Cells

豊田工大 ○山口真史

Toyota Tech. Inst., Masafumi Yamaguchi

E-mail: masafumi@toyota-ti.ac.jp

1. はじめに

この度、栄えある応用物理学会業績賞をいただき、深く感謝申し上げます。これまでの研究の一端を紹介させていただきます。

2. InP太陽電池の耐放射線性の発見

NTT研究所で、通信衛星搭載を目罪して、1982年から宇宙用太陽電池の研究を進めた。偶然にも、図1に示すように、InP太陽電池が放射線耐性に優れていること、InP中の放射線照射欠陥が、太陽光照射など少数キャリア注入により消滅する事を見出した[1]。

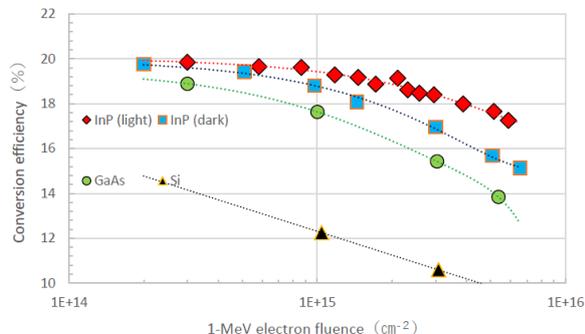


Fig. 1. Electron irradiation effects of Si, GaAs and InP solar cells.

3. 高効率多接合（タンデム）太陽電池の研究

再生可能エネルギーによるクリーンエネルギー社会の創成のためには、高性能太陽電池開発が必要である。

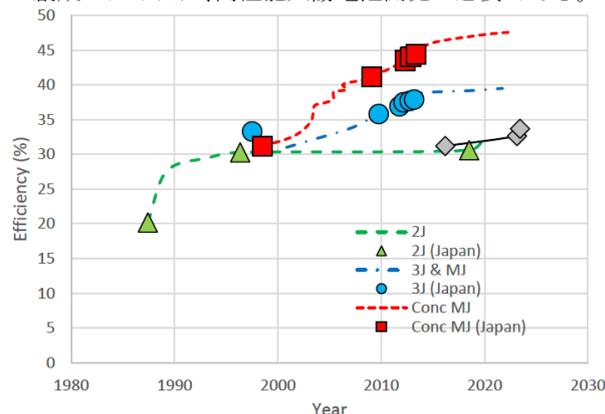


Fig. 2. Japanese contributions to development of high-efficiency III-V 2-junction, 3-junction, concentrator multi-junction solar cells and 3-junction solar cell modules.

Si太陽電池の効率は、Shockley-Queisser limit 32~33%に近づいており、太陽光スペクトルの有効利用をはかった多接合太陽電池[2]やSiタンデム太陽電池[3]が有望である。図2に示すように、2、3接合、集光型セルおよびモジュールで、著者を含む日本グループで、

高効率化に貢献してきた。著者らの貢献は、熱耐性に優れたダブルヘテロ接合トンネルダイオードの提案と20%超のAlGaAs/GaAs 2接合セル実現である[4]。

InPに次いで、InGaPの優れた放射線耐性、照射欠陥の少数キャリア注入促進アニール現象も見出すことができ、シャープによりInGaP系多接合太陽電池の宇宙用として実用化された。

4. 超高効率集光型太陽電池の研究

太陽電池の集光動作によりさらなる高効率化、低コストが期待できる。マドリッド工大のLuque教授と集光太陽光発電の重要性を説き[5]、日欧国際共同研究を通して、シャープによりInGaP/GaAs/InGaAs 3接合太陽電池で、効率37.9%、集光動作で44.4%の世界最高効率を実現した。

残念ながら、集光太陽光発電の本格的実用化はまだだが、サステナビリティの視点で今後の期待される。

5. Si タンデム太陽電池の取組み

車載用太陽電池の高効率化は、太陽電池搭載自動車の走行距離延長、CO₂排出量削減、充電コスト低減に有効である。高効率化と同時に、低コスト化が必要であり、Siタンデム太陽電池の開発に取り組んでいる。シャープとの共同研究を進め、面積775cm²の4端子InGaP/GaAs/Si 3接合タンデム太陽電池モジュールで、33.7%の世界最高効率を達成している[6]。

6. まとめ

超高効率太陽電池および宇宙用太陽電池の研究開発の一端を紹介した。高効率化・低コスト化の点で、Siタンデム太陽電池が有望である。一日当たりの走行距離30 km/dayの実現のためには、モジュール効率36%以上の高効率化が必要である。講演では、ペロブスカイト/Siタンデム太陽電池の可能性についても言及したい。

謝辞

応用物理学会、ご指導頂いた諸先生、NEDO および共同研究者の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] M. Yamaguchi et al., Appl. Phys. Lett. **44**, 432 (1984).
- [2] M. Yamaguchi et al., J. Appl. Phys. **129**, 240901 (2021).
- [3] M. Yamaguchi et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **51**, 133002 (2018).
- [4] C. Amano et al., Appl. Phys. Lett. **51**, 1998 (1987)
- [5] M. Yamaguchi and A. Luque, IEEE Trans. Elec. Dev. **46**, 2139 (1999).
- [6] M. Yamaguchi et al. Prog. Photovolt. **33**, 116 (2025)