

太陽光励起レーザーと組み合わせるためのシリコン光電変換素子 (V)

Silicon photovoltaic cells coupled with solar-pumped lasers (V)

豊田中研¹, 名大² ○山田 登¹, 伊藤 忠¹, 竹田 康彦¹, 伊藤 博², 元廣 友美²

Toyota Central R&D Labs.¹, Nagoya Univ.², °Noboru Yamada¹, Tadashi Ito¹, Yasuhiko Takeda¹,

Hiroshi Ito² and Tomoyoshi Motohiro²

E-mail: mt-climb@mosk.tytlabs.co.jp

太陽光をレーザー（発振波長約 1.06 μm ）に変換し、これを専用シリコン光電変換素子に照射する、新規太陽光発電システムを提案、開発している[1]。この場合、太陽光の直接照射に比べて素子への入射光が格段に強いので、内部抵抗と Auger 再結合の影響によりそれぞれ形状因子、短絡電流が低下することが懸念される。ウェハを薄くするとこれらの影響が低減されるが、光吸収が不十分となるので、光閉じ込め機構が必要である。これまでに、表面バンドパスフィルター (BPF) のもつ垂直入射のみを透過する入射角選択特性を利用し、これと裏面拡散反射鏡を組み合わせた光閉じ込め構造を提案、シミュレーションにより構造を最適化し、光吸収率の向上を実証した[2, 3]。これを組み込んだ光電変換素子を作製し、シリコン厚さが僅か 50 μm であるにもかかわらず、吸収端にごく近い 1.06 μm 入射光に対して 0.8-0.9 の高い量子効率が得られたこと、また、最大 20 W/cm^2 の高い入射光強度の領域でも直列抵抗及びオージェ再結合の顕著な影響は見られなかったことを報告した[4]。

このシステムでは、例えば屋上に設置された太陽光レーザーを室内にある光電変換素子に導入するために光ファイバーが用いられるので、これに対応する、Fig. 1 に示す光ファイバーを用いた高強度レーザー照射系を構築した。光ファイバーからの出射光には、NA = 0.2 に対応する出射角 11.5°までの光が含まれる。更に、Fig. 2 に示されるドーナツ状の出射光遠視野像からわかるように、大きい出射角の成分比が高いので、従来の BPF の場合は入射光のかなりの成分が反射される。そこで、BPF に替えてショートパスフィルターを用い、ファイバーからの斜め入射光を透過しつつ高い光閉じ込め効果が得られるよう、最適構造を設計した。これを用いたところ、Fig. 3 に示すように短絡電流の特性向上、即ち光ファイバーと光電変換素子の結合効率の向上が確認された。

本研究の一部は、JST 戦略的創造研究推進事業—先端的低炭素化技術開発 (ALCA) の助成、並びに、文部科学省ナノテクノロジープラットフォームの支援を受けた。

[1] T. Motohiro, et al., JJAP **54**, 08KE04 (2015).

[2] Y. Takeda, et al., JAP **116**, 014501 (2014).

[3] Y. Takeda, et al., JJAP **54**, 08KD13 (2015).

[4] 山田, 他, 応物学会 2016 年春季 19a-W321-8.

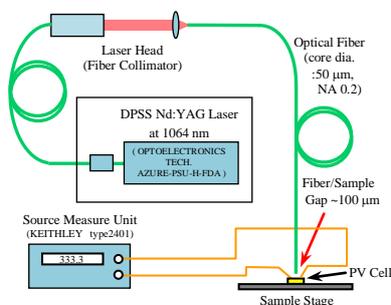


Fig. 1 Schematics of optical fiber illumination using a Nd:YAG Laser.

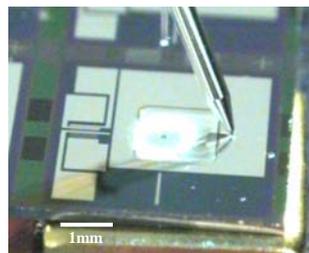


Fig. 2 Far-field image of the outgoing beam from the optical fiber.

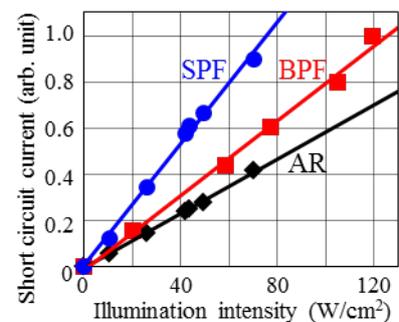


Fig. 3 Effect of the surface coating on the short-circuit current.