

モジュールに内蔵されたバイパスダイオードの放熱設計と評価

三瓶 義之¹、小林 翼¹、小野 裕道¹、本田 剛²、高遠 秀尚³、白澤 勝彦³

¹福島県ハイテクプラザ、²福島双羽電機株式会社、

³産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム

研究の目的

太陽光発電パネル裏面のジャンクションボックス内には安全回路となるバイパスダイオードが設置されている。

このバイパスダイオードをパネル内にラミネートして内蔵することができれば、ジャンクションボックスの無い両面フラットなパネルが作製でき、施工可能箇所の拡大や製造・廃棄の際の工数削減を期待できる。

そのためには薄型のバイパスダイオード、および常時通電する状況であっても温度上昇を従来のジャンクションボックスと同等に抑えられる放熱設計が必要となる。

実験

パネルにラミネート可能な薄型バイパスダイオードを試作。発熱量を抑制するためにダイオードの定格電流を増やし、さらに2個並列で使用することで熱源を分散した。

伝熱を改善するためにバスバーの幅を拡大し、ダイオードのカソード側を接着剤でバスバーに接合した。

この回路をセルと熱電対とともにラミネートし、ダイオードに通電した際のダイオード近傍の温度を測定した。

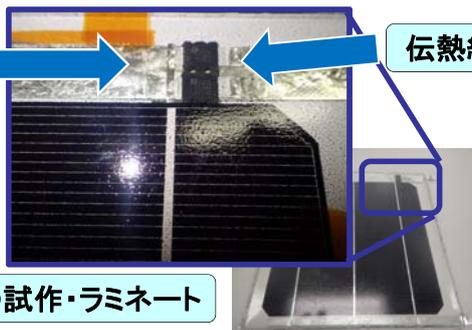
またその際のガラス表面の温度分布についてサーモカメラを用いて測定した。

結果

発熱量抑制

-7.3 K/W

- ・ダイオードの定格増加 (10 A → 15 A)
- ・ダイオードの並列使用 (2個並列)

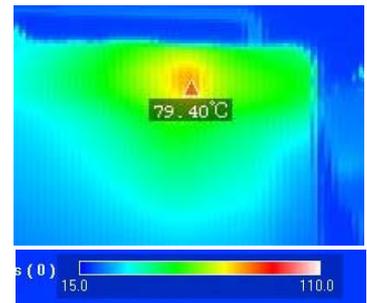


伝熱経路の強化

-8.7 K/W

- ・バスバーの幅拡大 (6 mm → 12 mm)
- ・ダイオードの裏面接合 (導電性接着剤)

サーモカメラで温度分布を観察



薄型ダイオードの試作・ラミネート

ダイオードの熱抵抗を28.4 K/Wから12.4 K/Wに低減

動作中のダイオードの温度上昇を103.3 Kから68.9 Kに抑制

ダイオードからバスバーへの伝熱を確認

考察

- ・従来のパネル内の回路にバイパスダイオードを入れた場合、その熱抵抗は28.4 K/Wとなり動作時のダイオードの温度上昇は100 Kを超えることがわかった。
- ・この数値は、実使用環境においてはダイオードの破壊温度を容易に超えるため、ダイオードの動作時の発熱を効率よく放熱する必要がある。
- ・今回試験した放熱設計の中でもっとも熱抵抗低減に効果があったものは、ダイオードを並列で2個使うことであり、ついでダイオードからの伝熱強化、バスバーの伝熱強化の順に効果があった。
- ・これは熱抵抗低減には熱源の分散が最も効果があり、熱伝達についてもより熱源に近い部分での改善が効果が大いということを示していると考えられる。
- ・これらを踏まえて設計された放熱設計では、熱抵抗値を12.4 K/Wに低減させることができ、温度上昇についても従来のジャンクションボックス内のバイパスダイオードと同等に抑えることができた。

結論

- ・太陽光発電パネルは放熱に関して過酷な環境であり、バイパスダイオードを内蔵するためには十分な放熱設計が必要であることが確認できた。
- ・放熱設計に重要となる熱抵抗低減のためには、熱源を分散させること、熱源近傍での伝熱の強化が効果が大きいことが確認できた。
- ・これらを踏まえた設計により、パネル内蔵であってもジャンクションボックス内と同等の温度上昇に抑えられることが確認できた。

謝辞

本研究は、福島県が実施した「産総研連携強化型技術開発事業」の一環で行われた。共同研究企業の福島双羽電機株式会社に心から感謝いたします。