

少数キャリアの寿命を伸ばす パシベーション

表面再結合速度が大きいと変換効率が低下する

(041)で述べたように、結晶系太陽電池は少数キャリアが発電に寄与するデバイスです。このために、少数キャリアの移動量である拡散長および寿命(多数キャリアと再結合して失われるまでの時間)が重要な意味をもってきます。少数キャリアの寿命の逆数 $1/\tau_{eff}$ は、再結合の確率を表しますが、これは図1の右の式にあるように、バルク(結晶内部)での再結合の確率と結晶表面での再結合の確率の和で表されます。表面での再結合の確率を与えるのが、表面再結合速度 S です。

図1のグラフは、太陽電池の変換効率に及ぼす表面再結合の影響を表しています。特に受光面側の表面再結合速度が、変換効率にきわめて大きな影響を及ぼしていることがわかります。電極付近の半導体表面層は高濃度に不純物がドーパされた層(p^+ 、 n^+ など)ですが、結晶性が悪く、表面再結合のため寿命が短くなっています。さまざまなパシベーションによって再結合速度を下げる

再結合を減らすためには、表面の欠陥を不活性化するパシベーションを施します。

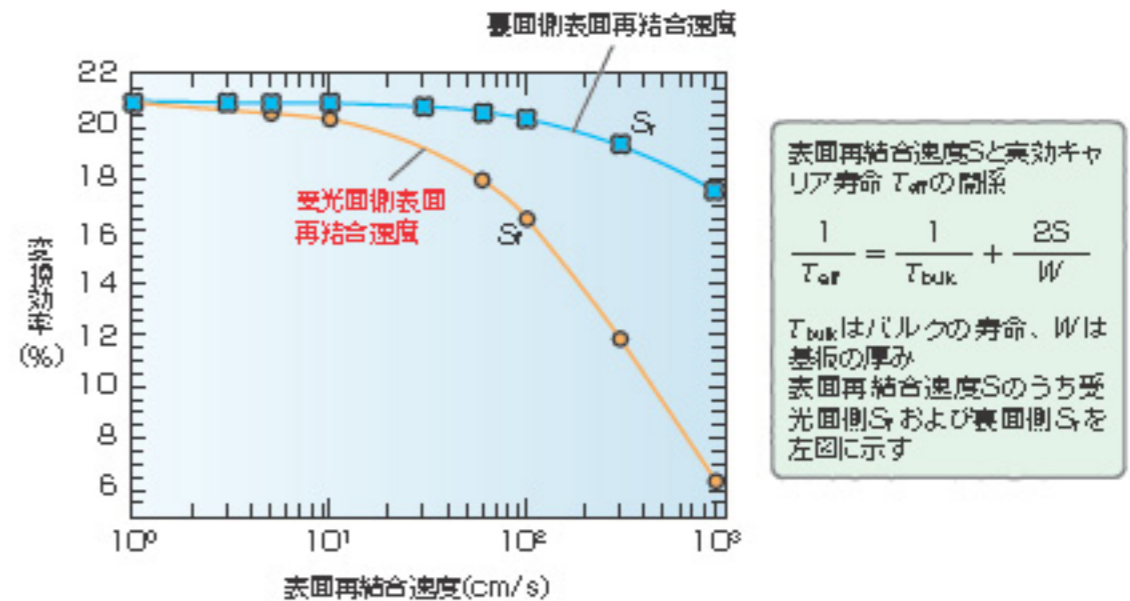
図2は、結晶系シリコン太陽電池セルにおけるパシベーションの様子を示したものです。表面側のパシベーションには窒化ケイ素が使われ、裏面側のパシベーションには酸化ケイ素が使われます。窒化ケイ素はプラズマCVD法によって堆積します。

多結晶シリコン太陽電池の場合、結晶粒と結晶粒の境目である粒界にある結合の切れた部分(未結合手)を通して漏れ電流が流れ、光起電力をショートすることがあります。表面パシベーションのためにCVD法で窒化ケイ素を堆積しますが、CVDに用いる水素がたまたまダングリングボンドのパシベーションにも寄与するのです。

要点 Check!

- 少数キャリアの表面再結合速度が大きいと、変換効率が低下する
- 表面再結合を防ぐため、窒化ケイ素膜の堆積でパシベーションを行う

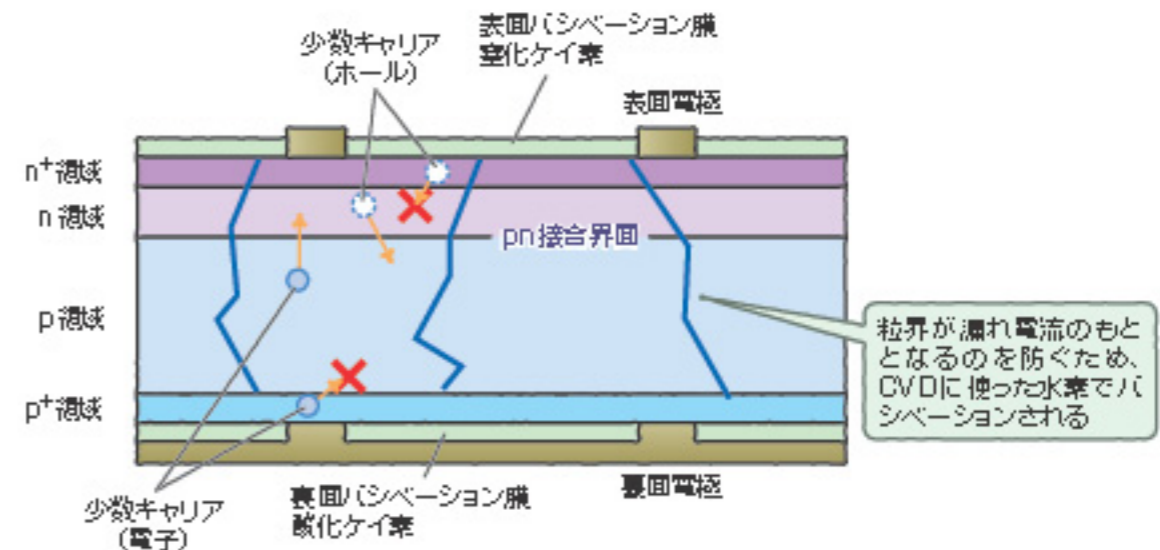
図1 太陽電池の変換効率と表面再結合速度の関係



S_f 、 S_b はそれぞれ、表面および裏面の再結合速度に対する依存性。特に受光面側表面再結合速度が変換効率にきわめて大きな影響を及ぼしていることがわかる

出典：シャープ技術93 (2005)p11

図2 結晶系シリコン太陽電池セルにおけるパシベーションの概要



光でつくられた少数キャリアが表面再結合で失われることを防ぐため、表面側と裏面側にパシベーション膜をつける。結晶粒界における未結合手は、CVDに使う水素によってパシベーションされる