Cat-CVD 法による TOPCon 太陽電池の裏面構造の形成

Formation of the rear-side structure of TOPCon solar cells by Cat-CVD

北陸先端大 ○文 昱力[1]、Huynh Thi Cam Tu[1]、大平 圭介[1]
JAIST, °Yuli Wen[1], Huynh Thi Cam Tu[1], Keisuke Ohdaira[1]
E-mail: s2020040@jaist.ac.jp

【緒言】近年提案された Tunnel oxide passivating contacts (TOPCon)太陽電池は、一般的に、トンネル SiO_2 膜が薬液酸化法で形成し、その上に n^+ poly-Si 層をプラズマ化学気相堆積(PECVD)法で形成する[1]。これに対して、薬液酸化法での SiO_2 膜形成の代わりに触媒化学気相堆積(Cat-CVD)法で極薄窒化 Si 膜を堆積し、キャリア選択層も Cat-CVD 法で堆積すると、プロセスを簡略化できる[2]。今回我々は、Cat-CVD 法での TOPCon 太陽電池の裏面構造を形成する検討を行った。

【実験】鏡面研磨、厚さ 280 μm、抵抗率 1–5 Ωcm の n 型 (100) FZ-Si ウェーハを 20 mm 角に劈開し、RCA 洗浄を行った。その後、窒化 Si 用 Cat-CVD チャンバー内で、膜厚約 1.7 nm の極薄窒化 Si 膜を基板両面に堆積した。n 型 Si 用チャンバー内で基板両面に約 20 nm の非晶質 Si (a-Si)膜もしくは微結晶 Si (μc-Si)膜を堆積した後、N_2 雰囲気で 850 °C、1 h のアニールを行った。アニール前後の試料について、マイクロ波光導電減衰(μ-PCD) 法で試料の実効少数キャリア寿命(τ_{eff}) を測定し、パッシベーション性能を評価した。真空蒸着により Ti/Ag 電極を両面に堆積し、電流-電圧特性の傾きから抵抗値を導出することで、トンネル導電性を評価した。窒化 Si および Si 膜の堆積条件を表 1 に示す。

【結果・考察】Fig. 1 に、アニール前後の各試料の τ_{eff} とアニール後の試料の抵抗値を示す。堆積直後の a-Si 膜は優れたパッシベーション性能を示すが、オーミック接触を得るためのアニールにより τ_{eff} が低下するため、太陽電池応用は困難であると考えられる。一方、μc-Si 膜を堆積した直後の τ_{eff} は低いが、PH_3 流量、すなわちドーピング濃度の調整および高温アニールにより、τ_{eff} が最大で 800 μs 程度まで向上し、同時に優れた電気伝導性も実現した。高温アニール中に、堆積した Si 膜の P が c-Si 基板へ拡散することにより、裏面電界(BSF)を形成してパッシベーション性能が向上したと考えられる。窒化 Si 膜のトンネル導電性において、厚さが唯一の要素ではなく、高温アニールによる BSF 層の形成と Si 膜の結晶化も重要だと考えられる。

Table. 1 Conditions for SiN_x, n-a-Si, and μc-Si deposition.

	T_{sub} (°C)	T_{cat} (°C)	Pressure (Pa)	Gas flow rate (sccm)			
				SiH_4	NH_3	H_2	He:PH_3 2.25%
SiN_x	200	1800	1.0	3	50	40	-
a-Si	250	1800	1.0	20	-	-	10
μc-Si (1)	250	1800	1.0	10	-	10	50
μc-Si (2)	250	1800	1.0	10	-	10	100
μc-Si (3)	250	1800	1.0	10	-	10	150
μc-Si (4)	250	1800	1.0	10	-	10	200

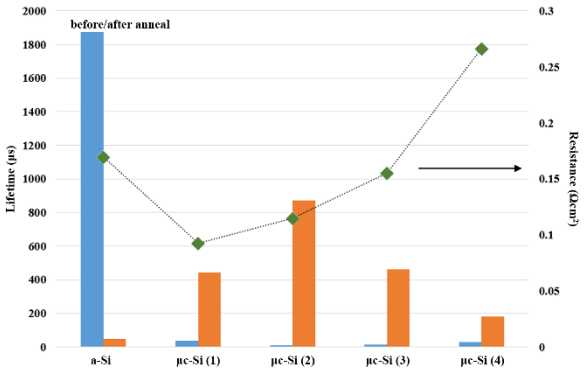

Fig. 1 τ_{eff} of c-Si samples with n-a-Si/SiN_x before and after post-annealing, and resistance after post-annealing.

【参考文献】

[1] A. Richter *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 96, 173 (2017).
[2] H. Song *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 08RB03 (2018).

© 2020年 応用物理学会