Cat-CVD で形成した極薄窒化 Si 膜のトンネル導電性

Tunneling conductivity of ultra-thin SiN_x films formed by Cat-CVD

北陸先端大　°文 昱力、大平 圭介
JAIST, °Yuli Wen, Keisuke Ohdaira
E-mail: s1710437@jaist.ac.jp

【緒言】近年提案された Tunnel oxide passivating contacts (TOPCon)太陽電池は、結晶 Si(c-Si)基板の裏面にパッシベーション膜として極薄トンネル酸化膜を形成したものであり、25.7%の変換効率を達成している[1]。しかし、Si 基板にトンネル酸化膜を熱酸化、あるいは薬液酸化法で形成する際、両面に酸化膜が形成されるため、片面の酸化膜を除去する工程が必要である。これに対して、触媒化学気相堆積(Cat-CVD)法で片面のみに窒化 Si (SiN_x)を形成することで、工程を簡略化でき、また、SiN_x のポテンシャル障壁が酸化膜より小さいため、電子のより有効なトンネル導電性が期待される[2]。今回我々は、Cat-CVD で堆積した極薄 SiN_x 膜のトンネル導電性についての検討を行ったので報告する。

【実験】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、純水で超音波洗浄を行った後、ウェーハ表面の自然酸化膜を除去するため、5 wt%の HF 溶液中に 30 秒間浸漬した。その後、Cat-CVD 装置内で、極薄 SiN_x 膜をウェーハ片面に堆積した後、両面に約 20 nm の n-a-Si 膜を堆積した。本実験においては、極薄 SiN_x 膜の堆積時間を変化(0–40 s)させることで、基板表面における異なる厚さの SiN_x 膜を形成した。ラピッドサーマルアニール(RTA)装置にて窒素雰囲気で 850 °C、10 s 程度アニールを行い、さらに両面に金属電極を蒸着し、Al/n-a-Si/n-c-Si/SiN_x/n-a-Si/Al の構造をもつ試料(Fig. 1)を作製した。試料を 1 cm 角にカットした後、半導体パラメータアナライザで試料の抵抗率を測定した。極薄 SiN_x 膜、n-a-Si 膜の膜厚は、分光エリプソメトリーを用いて測定を行った。SiN_x 膜、n-a-Si 膜の堆積条件を表 1 に示す。

Table. 1 Deposition conditions for SiN_x and n-a-Si films.

	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	-
n-a-Si	250	1800	1.0	20	-	-	10

【結果・考察】Fig. 2 に、各試料の *I–V* 特性を示す。SiN_x 膜厚 0.8 nm の試料の抵抗値は、SiN_x 膜がない試料との抵抗値の差が 0.3 Ω•cm^2 程度であり、線形の *I–V* 特性も得られている。一方、SiN_x 膜厚 3.2 nm の試料においては、抵抗値が高く線形の *I–V* 特性も得られないため、十分なトンネル導電性を有するとは言えない。n-a-Si 膜の 5.8 Ω•cm の抵抗率を低減することにより、SiN_x 膜のトンネル導電性をさらに改善する可能性がある。試料全体の高い抵抗値は、Al/n-a-Si 間の接触抵抗などが原因と考えられる。

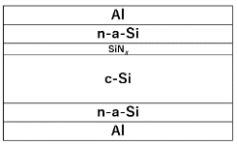

Fig. 1 Schematic of the sample for *I–V* measurement.

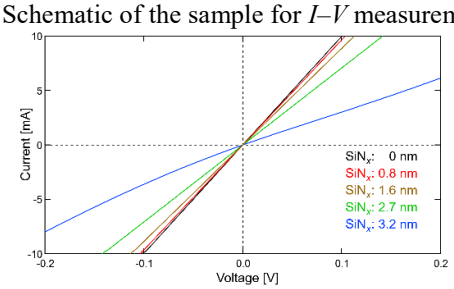

Fig. 2 *I–V* curves of the samples with different SiN_x thickness.

【参考文献】

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

© 2019年 応用物理学会