

Cat-CVD 装置での窒化処理による極薄窒化 Si 膜の形成

Formation of ultra-thin SiN_x films by nitridation in a Cat-CVD apparatus

北陸先端大 °文 昱力、大平 圭介

JASIT, °Yuli Wen, Keisuke Ohdaira

E-mail: s1710437@jaist.ac.jp

【緒言】近年提案された Tunnel oxide passivating contact (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 を形成することで、工程を簡略化でき、また、窒化 Si 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伝導性が期待される[2]。今回我々は、Cat-CVD 装置を用い、成膜ではなく c-Si 表面を直接窒化することにより極薄窒化 Si 膜[3]を形成する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、NH₃の触媒分解種に曝露することでc-Siの窒化を行った。本実験においては、窒化時間を変化(0.25–16 min)させることで、基板表面における異なる厚さの窒化 Si 膜を形成した。膜形成直後に、分光エリプソメトリーを用いて膜厚の測定を行った。また、基板両面に窒化 Si を形成した後、パッシベーション性能を向上するため、原子状水素処理を行った。その後、n 型非晶質 Si(n-a-Si)膜を堆積した。N₂ 雰囲気で 350 °C、30 分間のアニールの前後、マイクロ波光導電減衰

(μ-PCD)法で、実効少数キャリア寿命(τ_{eff})を測定し、窒化 Si 膜のパッシベーション性能を評価した。窒化処理、原子状水素処理、n-a-Si 膜堆積の条件を表 1 に示す。

Table. 1 Conditions for nitridation, H treatment, and a-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%
Nitridation	300	1800	0.3	-	50	-	-
H treatment	300	1800	0.2	-	-	40	-
n-a-Si	100	1800	1	20	-	-	10

【結果・考察】図 1 に、窒化 Si の膜厚と窒化時間の平方根との関係を示す。トンネルパッシベーション膜として使用可能な膜厚 1–2 nm の窒化 Si 膜が、制御よく形成できることを確認した。また、窒化 Si の膜厚は窒化時間の平方根に対し線形に増大しており、熱酸化と同様[4]、窒化種が窒化 Si 膜を拡散して Si 表面に達し、界面で窒化反応を起こしていると考えられる。講演では、窒化処理により形成した窒化 Si 膜のパッシベーション性能についても報告する。

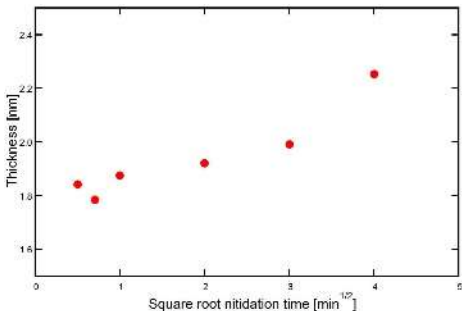


Fig. 1 Thickness of SiN_x as a function of square root of nitridation time.

【参考文献】

[1] A. Richter *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 173 (2017) 96.
[2] H. Song *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) 08RB03.
[3] A. Izumi, Thin Solid Films 501 (2006) 157.
[4] B.E. Deal, A.S. Grove, J. Appl. Phys. 16 (1965) 3770.