表面波プラズマ励起化学気相堆積法によるシリコン酸化膜の堆積と評価

Deposition and characterization of silicon dioxide film formed by surface-wave plasma enhanced chemical vapor deposition

豊技大工[1]およびエレクトロニクス先端融合研究所[2], アリエースリサーチ有限会社[3],
○馬場 真人[1], 近藤 佑隆[1], 岡田 浩[2,1], 古川 雅一[3], 山根 啓輔[1], 関口 寛人[1], 若原 昭浩[1,2]
Toyohashi Univ.Tech.[1], Electronics-Inspired Interdisciplinary Res. Inst. (EIIRIS)[2],
Aries Research Limited Company[3],
°M.Baba[1], Y.Kondo[1], H.Okada[2,1], M.Furukawa[3], K.Yamane[1], H.Sekiguchi[1], A.Wakahara[1,2]
E-mail: baba-m@int.ee.tut.ac.jp, okada@ee.tut.ac.jp

GaNやSiCなどの材料の登場によりパワーエレクトロニクスの進歩は目覚しく、小型で大電圧を高効率で制御する半導体デバイスの実現が期待されている[1]。こうした半導体デバイスの実現には信頼性の高い絶縁膜の形成は重要であり、シリコン酸化(SiO_2)膜は広いバンドギャップ、高い絶縁破壊電界や化学的安定性を有し、デバイス応用上、有用である。化合物半導体へのSiO_2膜の形成にはプラズマ化学気相堆積法が一般的に用いられるが、堆積時の半導体表面へのプラズマダメージが懸念され、プラズマダメージが少なく高品質なSiO_2膜を低温で形成可能な技術が求められている。本稿では独自に開発してきた表面波プラズマを用いた化学気相堆積法を用いたSiO_2膜を堆積し、その特性を評価した結果を報告する。

独自開発したSPE-CVD装置はマイクロ波2.45 GHzを用いて誘電体窓直下に酸素の表面波プラズマを発生するプラズマ発生室と、有機シリコン原料を供給し堆積を行う堆積室から構成され、堆積反応に必要な低エネルギーの基底状態の原子を用いため低ダメージ堆積が期待できるといった特徴があり、これまでにシリコン窒化膜の堆積および窒化物半導体への適用を報告してきた[1,2]。今回はSiO_2の堆積に向け、有機シリコン原料としてヘキサメチルジシランを用い、堆積膜の検討をした。

Table 1に典型的な堆積条件を示す。p形Si基板上に堆積したSiO_2膜のエリプソメータによる評価から、屈折率はSi熱酸化膜と同程度の1.46であり、膜厚52nmが得られた。このサンプルの両面にAl電極蒸着を行ってMOSダイオードを作製し、耐圧試験および容量-電圧(C-V)特性を評価した結果をFig.1、Fig.2に示す。Fig.1に示すように10 MV/cmにおよぶ高い絶縁耐圧が確認できた。Fig.2のC-V特性にはバイアス電圧の往復掃引でもヒステリシスは見られず、理想的なMOSダイオードの特性が示された。蓄積容量から見積もった比誘電率は4.9であった。このように優れた絶縁特性や界面特性が示されており、提案手法よる高品質なSiO_2膜の堆積に成功した。

[1]岡田他、秋季応用物理学会19p-PB2-8 (2014)
[2] H.Okada et al., AIP Conf. Proc. 1585, 64067 (2014)

Table 1. Deposition condition

microwave power	2.5 kW
plasma gas	O_2 (3 slm)
carrier gas	Ar (140 sccm)
chamber pressure	1.0 Torr
deposition time	5 min

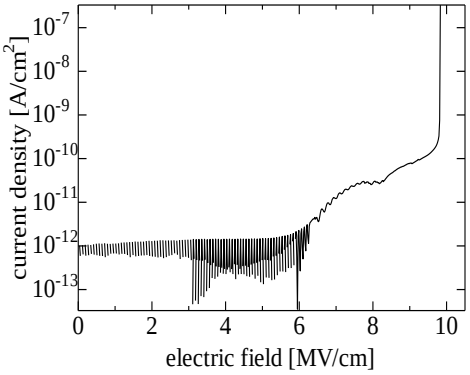

Fig.1 Current density vs electric field characteristic of SiO_2/Si MOS diode.

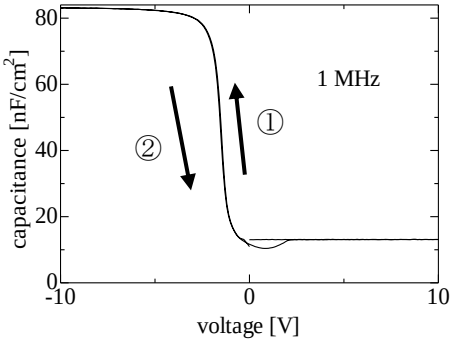

Fig.2 Capacitance-voltage characteristic of MOS diode.

© 2017年 応用物理学会