

LaAlSiO_x の layer by layer エッチング

(株)東芝 セミコンダクター&ストレージ社 半導体研究開発センター
○古本 一仁, 松田 和久, 佐々木 俊行, 大村 光広, 酒井 伊都子, 林 久貴

Layer by layer etching of LaAlSiO_x

○Kazuhiro Furumoto, Kazuhisa Matsuda, Toshiyuki Sasaki, Mitsuhiro Omura,
Itsuko Sakai, Hisataka Hayashi

E-mail: kazuhiro.furumoto@toshiba.co.jp

Center for Semiconductor Research & Development,

Toshiba Corporation Semiconductor & Storage Products Company

【背景】 High-k metal ゲートに用いられる High-k 膜として、高い誘電率を持つ La 系材料が注目されている[1,2]。High-k metal ゲートにおいて、ソース、ドレイン領域へのコンタクト形成のための High-k 膜の除去プロセスでは、Si 基板に対する高い選択比とエッチング量の高精度な制御が求められる。Sasaki らは C₄F₈/Ar/H₂ プラズマを用いた LaAlSiO_x 加工において、水素が LaAlSiO_x 中の結合を切断する事で LaAlSiO_x のエッチングが促進されることを示し、Si 基板に対する高選択比加工（選択比 6.7）を実現した[3]。今回、エッチング量の高精度制御を目的として、C₄F₈/Ar/H₂ プラズマによるエッチングを H₂ プラズマによって LaAlSiO_x 中の結合を切る表面改質ステップと C₄F₈/Ar プラズマによって表面改質層をエッチングする除去ステップに分解したシーケンシャルプロセスにより、エッチング量を制御しながら一層ずつ加工するプロセスを検討した。

【実験方法】 Fig.1 に実験に用いた 100/13.56MHz の 2 周波重畳容量結合プラズマのエッチング装置の概略図を示す。膜厚測定には分光エリプソメトリーを用いた。

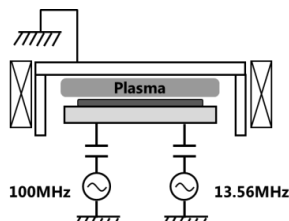


Fig.1. 2 周波重畳容量結合型プラズマエッチング装置の概略図

【結果と考察】

Fig.2 に H₂ プラズマによる LaAlSiO_x のエッチング量の変化を示す。Fig.2(a) に示した C₄F₈/Ar プラズマ 10s によるエッチング量は 2.7nm であるが、Fig.2.(b) に示した H₂ プラズマ照射 10s 後では 5.6nm まで増加した。次に Fig.2(c) に示した H₂ プラズマ 5s の後 C₄F₈/Ar プラズマ 5s のサイクルを二回実施した結果と Fig.2(b) に示した H₂ プラズマ 10s の後 C₄F₈/Ar プラズマ 10s 実施した結果と比較すると LaAlSiO_x のエッチング量は 2 回に分けた場合の方が、5.6nm から 7.9nm へと約 1.4 倍に増加することが分かった。これは H₂ プラズマ処理 10s で形成された表面改質層が C₄F₈/Ar ガスプラズマ 10s の処理で完全に除去された後、エッチレートが減少した事を示しており、改質層の厚さとサイクル数のコントロールにより、LaAlSiO_x のエッチング量を高精度に制御できる可能性を示唆していると考えられる。

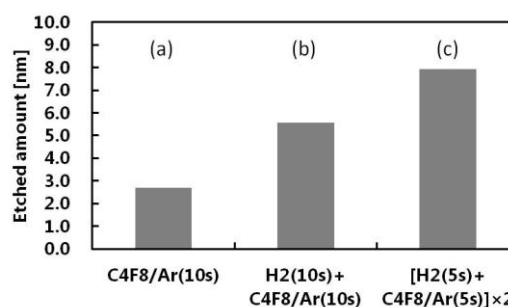


Fig.2. H₂ プラズマによる LaAlSiO_x のエッチング量の変化 (a) C₄F₈/Ar 10s, (b) H₂ 10s + C₄F₈/Ar 10s, (c) [H₂ 5s + C₄F₈/Ar 5s] を二回

[1] M. Suzuki et al. IEDM Tech. Dig. (2005)

[2] 平野泉ら、第 58 回応用物理学関係連合講演会(2011) 26p-KW-3

[3] T. Sasaki, K. Matsuda, M. Omura, I. Sakai, and H. Hayashi: Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 06GB03.