

フルオロカーボンガスを用いた LaAlSiO_x の対 Si 高選択エッチング Highly Selective Etching of LaAlSiO_x over Si using Fluorocarbon Gas Chemistry

(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,

○松田 和久, 佐々木 俊行, 大村 光広, 酒井 伊都子, 林 久貴

Center for Semiconductor Research & Development,

Toshiba Corporation Semiconductor & Storage Products Company,

○Kazuhiisa Matsuda, Toshiyuki Sasaki, Mitsuhiro Omura, Itsuko Sakai, Hisataka Hayashi

E-mail: kazuhiisa1.matsuda@toshiba.co.jp

【背景】 High-k Metal ゲートを用いたトランジスタにおいては、高性能化および低消費電力化のためにゲート絶縁膜のさらなる薄膜化が要求されており、薄膜化時に問題となるリーク電流が抑制でき、かつ界面低誘電率層を形成しない La 系絶縁膜の実用化が望まれている[1]。特に La₂O₃ の潮解性を抑制し、加工後処理に対する耐性を高めた LaAlSiO_x が注目されている[2]、La 系の絶縁膜は難エッチング材料として知られており[3]、ゲート加工時に下層膜である Si との選択比が極めて低いことが課題であった[4]。今回、我々はフルオロカーボンガスに H₂ 添加を用いたドライエッチングにより LaAlSiO_x の対 Si 高選択エッチングを実現したため報告する。

【実験方法】 実験には 100/13.56MHz の周波数を用いた 2 周波重畳容量結合プラズマ(DFS-CCP : Dual Frequency Superimposed Capacitively Coupled Plasma)のエッチング装置を用いた。100MHz の RF パワーを一定とし 13.56MHz のバイアスパワーおよび H₂ 分圧を変化させてエッチングを行った。膜厚測定には分光エリブソメトリーを用い、エッチングレートを取得した。また、エッチング後の表面組成分析には XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)を用いた。

【結果と考察】 図 1 に C₄F₈/Ar、Ar プラズマにおける LaAlSiO_x エッチングレート、および対 Si 選択比のバイアスパワー依存性を示す。C₄F₈/Ar と Ar によるエッチングレートを比較した場合、バイアスパワー 600W 以上の領域で C₄F₈/Ar による LaAlSiO_x のエッチングレートが 2 倍以上と飛躍的に増加していることから、イオンアシスト効果が発現していると考えられる。この結果は LaAlSiO_x のエッチングに高イオンエネルギーが有効であることを示唆している。一方、Si との選択比に着目すると C₄F₈/Ar によるエッチングではバイアスパワー印加によって選択比が向上するが、Si のエッチングレートが高いため、選択比は 1 にも満たない。そこで我々は Si エッチングを抑制するため、C₄F₈/Ar への H₂ 添加を行った。C₄F₈/H₂/Ar における LaAlSiO_x、Si エッチングレートと対 Si 選択比の H₂ 添加量依存性を図 2 に示す。H₂ 添加によって Si のエッチングレートが減少する一方、LaAlSiO_x のエッチングレートは増加し、H₂ 添加量 13% において、対 Si 選択比 6.7 が得られた。この原因を調査するため、H₂ 添加有無での LaAlSiO_x エッチング後の表面組成分析を XPS により行った。その結果を図 3 に示す。図 3 より、H₂ 添加の有無に関わらず LaAlSiO_x 上に CF 膜が堆積していることが分かった。H₂ 添加によって基板である LaAlSiO_x の組成比が増加していることから、LaAlSiO_x 上の CF 膜が減少していると考えられる。以上の結果から、H₂ 添加による CF 膜の減少が LaAlSiO_x のエッチングレート増加の一因となっていることが示唆された。

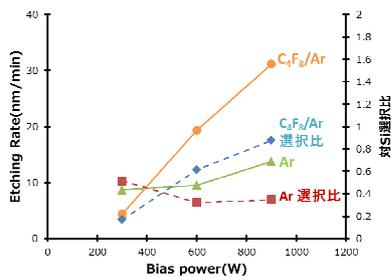


図 1 C₄F₈/Ar、Ar プラズマにおける LaAlSiO_x エッチングレート、対 Si 選択比のバイアスパワー依存性

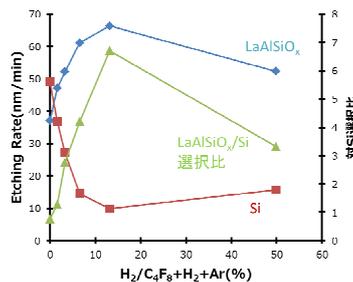


図 2 C₄F₈/H₂/Ar プラズマにおける LaAlSiO_x、Si エッチングレートの H₂ 添加量依存性(Bias Power=1200W)

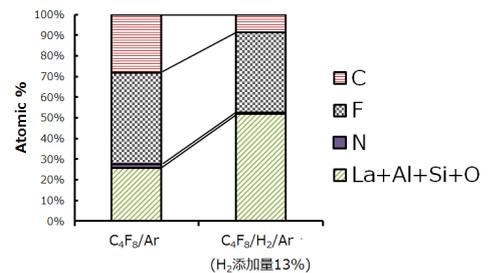


図 3 C₄F₈/Ar への H₂ 添加による LaAlSiO_x エッチング後表面組成比の変化

[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] J.Dienelt et al. J. Vac. Sci. Technol. A 17, 2531(1999)

[4] 松田和久ら、第 61 回応用物理学関係連合講演会(2014) 19p-F6-2