

ミニマルイオンミリング装置の開発と加工特性

Development of minimal fab ion milling tool and the process characterization

ミニマルファブ推進機構¹, 産総研², 片桐エンジニアリング³, 坂口電熱⁴

○佐藤 和重^{1,4}, 高橋 俊次³, 田 昭治³, クンブアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹, AIST², KATAGIRI ENGINEERING³ and Sakaguchi E.H VOC Corp.⁴

○Kazushige Sato^{1,4}, Shunji Takahashi³, Shoji Den³, Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: kazushige-sato@minimalfab.com

【はじめに】 現在、産総研を中心に多品種少量向けデバイスの研究、開発、生産に適したハーフィンチウエハを用いるミニマルファブの開発を進めている^[1]。CMOS デバイスにおいては、すでに主要な前工程製造装置群がほぼ完成し、集積回路への応用展開を始めている。MEMS デバイスについては、作製するデバイスにより CMOS 製造には使われない MEMS 特有の装置開発が必要となる。これまで、深掘りエッチング装置、ウエハの表裏でアライメントができるマスクアライナーを開発し^{[2][3]}、ピエゾ抵抗型の加速度センサ等試作してきた^[4]。現在、カンチレバー等の作製に必要な Ti、Pt 等金属膜を物理的に加工するイオンミリング装置を開発中である。今回はその加工特性について評価方法を含めて検討したので報告する。

【開発装置概略】 図 1 (a)にイオンミリング装置の構成を示す。本装置はウエハのチャージアップ防止のためにニュートラライザーを搭載している。Ar プラズマから出たイオンはウエハに向かって加速し、途中ニュートラライザーからの電子により中性化してウエハに照射される。図 1 (b)はイオンが通過する主要部の平面電極形状を示す(加速電極とフォーカス電極は同一)。電極主要部には、ウエハ面内の加工(削れ量)の均一性を考慮し、1.5mm ϕ の孔が 1.73mm ピッチで配置してある。

【実験方法】 最初に、加工膜として電極形状や各電極の印加電圧により削れ量のウエハ内分布がどう変わるか詳しく調べるため、金属より削れ難い熱酸化膜を用いた。酸化膜厚はミニマル干渉膜厚計(堀場エステック製)を使用し、ウエハ半径 5.75mm(ウエハ端から 0.5mm)まで面内 225 ポイントを加工前後で測定し削れ量を算出した。加工は、加速電極とフォーカス電極の印加電圧をそれぞれ 1.5kV、0.5kV、ニュートラライザーのフィラメント電流 1.2A、時間 60sec で実施した。

【実験結果】 図 2 に熱酸化膜の削れ量分布とウエハ半径内の平均とばらつき $[(\sigma/\text{Ave.}) \times 100]$ を示す。熱酸化膜の削れ量はウエハ半径 5mm までで 18nm、ばらつき 6%以下とプロトタイプ装置としては良好である。ただし、半径 5mm 以上の外周で削れ量が少なくウエハ全体のばらつきを悪くしていることが分かる。削れ量分布は電極形状を反映しているように見えている。以上のことから、加工特性の評価に熱酸化膜を用いる有効性も確認した。当日は、Pt 等の金属膜をパターンニングした加工特性についても報告予定である。

[1] 原 史朗, クンブアン ソマワン, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理学会誌 83(5), 380(2014)

[2] 田中, 他「小型チェンバーを用いた高速ガス置換浅掘りボッシュプロセス」第76回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 13p-1C-12 (2015)

[3] 梅山, 他「ミニマルマスクアライナー装置の露光性能」第61回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 19p-E14-8 (2014)

[4] Tuan, 他「ミニマルファブ装置群を用いたMEMSピエゾ抵抗型の加速度センサ試作」第78回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 6p-C21-13 (2017)

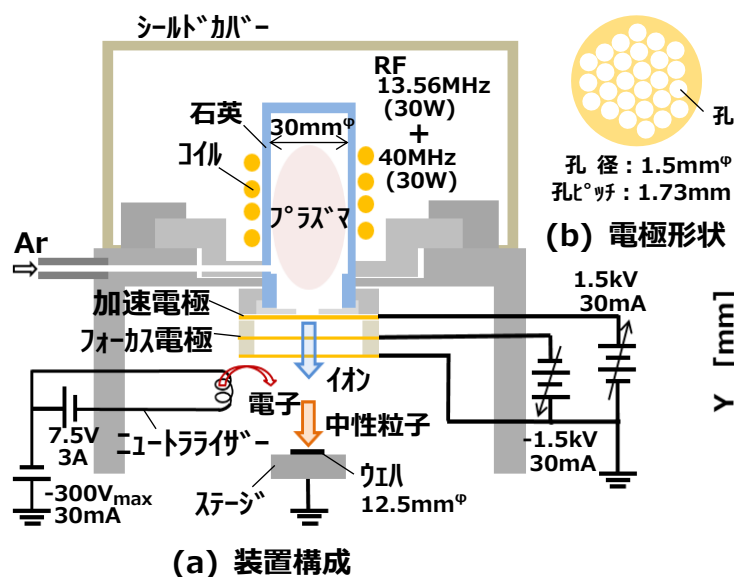


図 1 イオンミリング装置概略

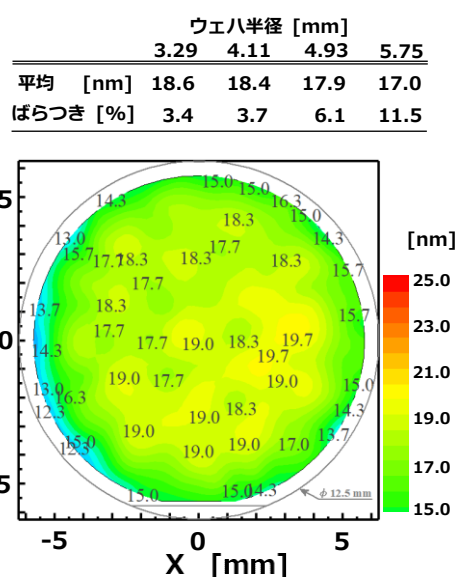


図 2 熱酸化膜の削れ量分布