

微細加工技術の開発

Development of Microfabrication Technologies

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム 平成27年度「技術支援貢献賞」受賞
実施機関担当者：佐藤 政司（京都大学）

Key Words

Microfabrication, Piezoelectric sputter deposition, Quartz etching

概要 / Overview

微細加工技術は半導体・微小電気機械システム（MEMS）のみならず、成形金型や光学素子の表面加工など、幅広い分野に応用されている。本稿では微細加工技術に関する支援事例として、圧電MEMSデバイスの要素技術となるスパッタ法での高温成膜化と圧電薄膜の成膜技術、また光デバイス分野では回折光学素子のための石英ガラス加工技術について紹介する。

Microfabrication technologies have been used in widespread applications which include not only semiconductor and MEMS (Micro Electrical Mechanical Systems) but also surface microfabrications for a metal molding and an optical element. In this presentation, we introduce two technical topics as support case studies on microfabrication technologies: 1) sputter deposition under high temperature environment and deposition technologies for piezoelectric thin films toward to piezoelectric MEMS devices. 2) quartz glass dry etching for DOE (Diffractive Optical Element).

高温スパッタ法による圧電薄膜の形成 High Temperature Sputtered Piezoelectric Films

- 京都大学では、主に強誘電体（圧電体）の成膜装置として多元スパッタ装置を整備している。高品質な圧電薄膜形成には高温成膜（600～800℃）が必要であり、当機ではスルーブット向上のためにランプ加熱機構を有している。一方、多元カソードの制約によってシャッター構造は複雑であるため、高温下での熱変形によって構造部材同士の干渉が問題となった。そこで、装置メーカーと協力して素材および構造検討を重ねた結果、実温度800℃での連続成膜に成功した。

さらに、 $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT) は優れた圧電特性のために各種センサーで幅広く利用されており、また $(\text{K,Na})\text{NbO}_3$ (KNN) は環境安全な非鉛系圧電材料として注目されている。これらの中でも各種プロセス最適化によって、Si基板上に圧電定数の高い(001)配向の膜質制御を確立した。この制御技術はナノハブの標準レシピとして利用者に広く展開しており、これまでに大企業7社を含めた多くの利用者によって、標準レシピをベースとした更なる高度化が進められている。

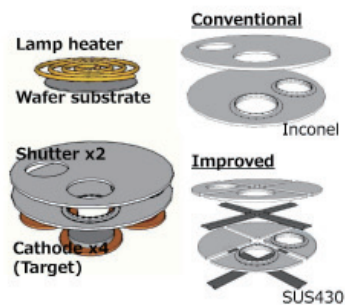


Fig. Improved shutter structure for high temperature sputter deposition.

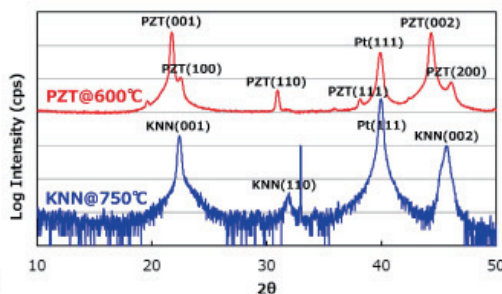


Fig. XRD patterns of PZT and KNN thin films.

厚板石英ガラスのドライエッチング Dry Etching Technique for Thick Quartz Glass

- 回折光学素子DOEは光の波面制御に用いられる。加工支援したDOEは光学レンズ評価用途の2段格子であり、ブレード回折格子に比べて回折率は低い、製作容易性の利点をもつ。加工工程は、石英板上にフォトリソグラフィで同心円状のレジストパターンを成形後、磁気中性線放電ドライエッチング装置（NLD-RIE）を用いて深さ700nm程度のトレンチ加工を行う。この技術課題は石英のエッチング加工にあり、従来法ではエッチング効率が極度に低下した。主な要因は低誘電率（Siに対して～1/3倍）である石英板の厚みが6mmと厚肉（一般的には～0.7mm）であること、またその試料サイズが当機仕様のΦ6インチに対してΦ60mmと小サイズであるため、ステージ上のプラズマインピーダンスに偏りが生じ、石英加工に不可欠なバイアス効果が抑制されたことが挙げられる。そこで、同一肉厚の石英リング（外径Φ130mm）を準備して、装置ステージ上の広範囲に石英板を設置したところ、ステージ中央付近でエッチング速度184nm/minを実現して276倍（従来比）もの高速エッチングに成功した。

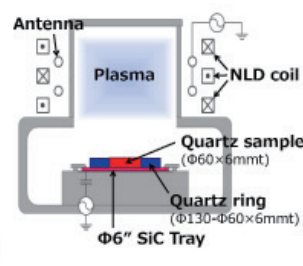


Fig. Schematic image of NLD plasma etching using quartz ring.

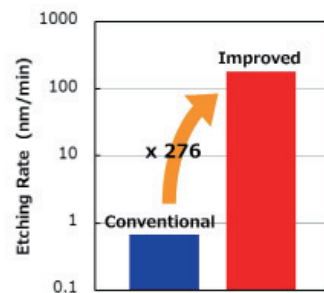


Fig. Etching Rate of quartz glass.

Contact

Name：佐藤 政司