

Title	数値制御プラズマCVM(Cheical Vaporization Machining)による水晶ウエハの超高精度加工に関する研究
Author(s)	柴原, 正文
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48420
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	しば 柴 ほん 原 まさ 正 ふみ 文
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 1 4 4 1 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	数値制御プラズマ CVM (Chemical Vaporization Machining) による水晶ウエハの超高精度加工に関する研究
論文審査委員	(主査) 助教授 山村 和也 (副査) 教授 遠藤 勝義 教授 安武 潔

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大口径の水晶ウエハ上に、共振周波数のバラツキが小さな高周波順メサ型水晶振動子を高能率、高精度に多数作製する技術の体系化を図ることを目的に、円筒型回転電極とパイプ電極を併用したプラズマ CVM による 2 ステップ数値制御加工を水晶ウエハの厚さムラの修正加工に適用することを提案し、開発した加工装置を用いて順メサ型水晶振動子を作製、ならびに評価した結果についてまとめたものであり、以下、8 章より構成される。

第 1 章では、本研究の背景とその目的について述べた。

第 2 章では、水晶振動子の概要や諸特性について述べた後、従来の水晶振動子の製造工程についてその概要を述べた後に様々な問題点を示した。

第 3 章では、大気圧プラズマを用いたプラズマ CVM の加工原理、ならびにプラズマ CVM による数値制御加工プロセスの概要と特徴について述べた。

第 4 章では、本研究で提案した 2 ステップ数値制御加工の概要を述べ、次に、開発した加工装置の加工特性を評価した結果について述べ、加工量がプラズマ滞留時間に対して比例関係にあり、数値制御によって水晶ウエハの板厚ムラを解消しながら薄片化加工が高精度に可能であることを示した。

第 5 章では、水晶ウエハの加工表面性状を評価する際、形状誤差の空間波長ごとに適する測定機器を選定することが必要であることを述べた。

第 6 章では、円筒型回転電極のみを用いて水晶ウエハの修正加工を行った結果について述べ、加工に要した総時間は 94 秒と短時間でありながら、加工前に PV 値 174 nm であった板厚ムラが加工後には、PV 値 67 nm と改善することができ、高能率な修正加工が実現できることを示した。

第 7 章では、円筒型回転電極とパイプ電極を併用して水晶ウエハの 2 ステップ修正加工を行った結果について述べ、加工に要した総時間は 27.8 分でありながら、加工前に p-v 108.3 nm であった板厚ムラが、円筒型回転電極を用いた数値制御加工後には p-v 39.5 nm となり、パイプ電極加工を用いた数値制御加工後には、p-v 14.4 nm と大きく改善することができ、高精度な修正加工が実現できることを示した。また、実際に、修正加工された水晶ウエハ上に順メサ型水晶振動子を試作してその発振周波数特性を評価した結果、実用化するに当たり懸念されていたプラズマ中の荷電粒子であるイオンが水晶ウエハ表面へ衝突することによる周波数温度特性の劣化は認められず、現状の製造流通品と有意差がないことが分かった。

第 8 章では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

今日の急激なブロードバンド化の伸展に伴って、情報通信システムのクロック源である水晶振動子には、高周波化と生産コストの低減が求められている。これらを解消すべく、水晶デバイス業界では、大口径の水晶ウエハから高周波順メサ型水晶振動子を高精度に作製することを、非常に重要な工業的目標として掲げている。本論文は、両面機械研磨仕上げで供給される大口径水晶ウエハの板厚分布の不均一を解消する手法として、円筒型回転電極とパイプ電極を併用したプラズマ CVM による 2 ステップ数値制御加工の適用を提案し、実際に、水晶ウエハの数値制御加工に適応する加工装置を開発、および開発した装置を用いて水晶ウエハ板厚の均一化ならびに薄片化加工を行い、水晶振動子を作製した結果についてまとめたものである。

主な成果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 水晶ウエハの数値制御加工に適応する加工装置を製作している。
- (2) 両面機械研磨仕上げ後の水晶ウエハにプラズマ CVM による 2 ステップ数値制御加工を施し、加工後の水晶ウエハの板厚分布を測定することによって、2 ステップ数値制御加工が高効率性と高精度さを兼ね備えた水晶ウエハ板厚の均一化ならびに薄片化加工となり得ることを明らかにした。
- (3) プラズマ CVM による 2 ステップ数値制御加工を施した水晶ウエハ上に順メサ型水晶振動子を形成し、プラズマ CVM が水晶振動子用基板の加工方法として適用できることを実証した。

以上のように本論文は、水晶振動子の製造工程にプラズマ CVM による数値制御加工という新しい加工法を自動生産ラインとして適用実現化される可能性を示している。本加工法は、今後、水晶ウエハが大口径化された際に課題となる生産コストを大幅に低減させ得るものと考えられることから、本論文の成果は、水晶デバイス業界に対して工業的に貢献するところ大である。また、プラズマ CVM の工業的価値を見いだし、実用化へのアプローチを試みることで超精密加工技術の発展にも寄与している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。