

Title	三次元微細厚膜シリコンセラミックス構造体創成における加工・接合プロセスに関する研究
Author(s)	後藤, 友彰
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44238">https://hdl.handle.net/11094/44238</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	後藤友彰
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17876 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	三次元微細厚膜シリコンセラミックス構造体創成における加工・接合プロセスに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小林紘二郎  (副査) 教授 藤本 公三 教授 大森 明 講師 上西 啓介

### 論文内容の要旨

本論文は全 6 章から構成された。

第 1 章では、三次元微細構造体創成における加工・接合プロセスの研究状況と問題点を明らかにした。その問題点をもとに本研究の必要性と目的についても述べた。

第 2 章では、コンベンショナルな装置を用い、等方性ドライエッチング(プラズマエッチング)により、シリコン基板に深さ 300  $\mu\text{m}$  の垂直な側壁を有する凹部および深さ 600  $\mu\text{m}$  の垂直な側壁を有する貫通孔を形成するプロセスの確立を明示した。このとき、エッチングパラメーターとエッチング特性の関係と、垂直側壁形成メカニズムについて明らかにした。

第 3 章では、シリコン構造体と、シリコンと線膨張係数値に差が少ないアルミナおよびマグネシアからなるセラミックス構造体との接合プロセスを検討した。セラミックス構造体に厚さ数ミクロンのホウ珪酸ガラス薄膜を形成するプロセス条件の最適化と、シリコン構造体とセラミックス構造体のホウ珪酸ガラス薄膜面との間で陽極接合プロセスを確立し、接合メカニズムについても明らかにした。

第 4 章では、代表的な圧電セラミックスであるチタン酸ジルコン酸鉛(PZT:  $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Til}_{1-x})\text{O}_3$ )の厚膜セラミックス焼成するプロセスを検討し、セラミックスの焼成法として実績のあるセラミックススラリー印刷によるグリーンシート作製および焼成条件の最適化により分極特性を有する厚膜セラミックス焼成プロセスを確立した。また、パルス通電焼結によりパラメーターを最適化することで、セラミックス粉末から分極特性を有する厚膜セラミックス焼結プロセスも確立した。

第 5 章では、本研究で確立した三次元微細構造体の加工・接合プロセスを用いて、半導体加速度センサおよびインクジェットアクチュエータを製作し、本プロセスの有効性を確認した。

第 6 章では、各章で得られた成果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

小形、高機能、低コストなセンサデバイスやマイクロアクチュエータなどの MEMS デバイスは、産業用ロボットの感覚機能をはじめ、自動車制御デバイスなどさまざまな工業部材に利用されている。しかし、MEMS デバイスの製造プロセスは従来の半導体デバイスのそれとは異なり、そのための独自製造技術の必要性が多く研究者に指摘されており、三次元微細構造体創成のための新たな加工および接合プロセスの実現が求められている。

本論文は、これらの背景を踏まえ、小形、高機能、低コストなセンサデバイスやマイクロアクチュエータなどを商品化することを目的とし、三次元微細構造体創成のための新たな加工および接合プロセスを確立したものである。得られた結果を要約すると、以下のとおりである。

- (1) コンベンショナルな装置を用い、等方性ドライエッチングにより、シリコン基板に深さ 300  $\mu\text{m}$  の垂直な側壁を有する凹部および深さ 600  $\mu\text{m}$  の垂直な側壁を有する貫通孔を形成するプロセスを実現している。このとき、エッチングパラメーターとエッチング特性の関係と、垂直側壁形成メカニズムについて明らかにしている。
- (2) セラミックス構造体に厚さ数ミクロンのホウ珪酸ガラス薄膜を形成するプロセス条件を最適化し、シリコン構造体とセラミックス構造体のホウ珪酸ガラス薄膜面との間で陽極接合プロセスを実現し、その接合メカニズムについて解明している。
- (3) 代表的な圧電セラミックスであるチタン酸ジルコン酸鉛の厚膜セラミックス焼成するプロセスを検討し、セラミックスの焼成法として実績のあるセラミックススラリー印刷によるグリーンシート作製および焼成条件の最適化により分極特性を有する厚膜セラミックス焼成プロセスを実現している。また、パルス通電焼結によりパラメーターを最適化することで、セラミックス粉末から分極特性を有する厚膜セラミックス焼結プロセスも確立している。
- (4) 本研究で確立した三次元微細構造体の加工・接合プロセスを用いて、MEMS デバイスである半導体加速度センサおよびインクジェットアクチュエータを製作し、本プロセスの有効性を示している。

以上のように、本論文は、MEMS デバイス製造プロセスの確立を目的とし、三次元微細構造体創成のための新たな加工および接合プロセスの実現したものである。そして、MEMS デバイスである半導体加速度センサおよびインクジェットアクチュエータを製作し、本プロセスの有効性も示している。これらの成果は、MEMS デバイス製造プロセスとして独創的な技術であり、工業的にも十分適用し得るものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。