

Title	Electrochemical Micromachining of Silicon-Based Materials Using Fine Needle Electrodes
Author(s)	杉田, 智彦
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59849
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	すぎ た とも ひこ 杉 田 智 彦
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学位記番号	第 26091 号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	Electrochemical Micromachining of Silicon-Based Materials Using Fine Needle Electrodes (微細電極を用いたシリコン系材料の電気化学的微細加工)
論文審査委員	(主査) 教 授 松村 道雄 (副査) 教 授 平井 隆之 教 授 福井 賢一 准教授 池田 茂

論 文 内 容 の 要 旨

シリコン、シリコンカーバイド、ガラスは電子デバイスや太陽電池、センサーなどに広く用いられており、その微細加工は重要なプロセスである。これまでに金属粒子を触媒として用いたウエットエッチングにより、接触粒子と接触したシリコンに微細孔が形成できることが知られていた。本研究では、この現象を電気化学的な微細加工プロセスに展開するとともに、対象とする材料をシリコンカーバイドとガラスにも拡張した。

シリコンの加工においては、正電位を印加した針状電極の先端をフッ化水素酸中においてシリコン基板に接触させることにより、接触部位に微細孔を形成することができた。シリコン基板の特性、金属の種類等を変えて詳しく調べ、得られた結果を半導体電気化学のモデルに基づいて考察し、孔形成がシリコン/金属/溶液の3相界面で特異的に進行する酸化エッチングによって起こることを明らかにした。なお、p型シリコン基板を用いた場合には、シリコンの過剰な酸化により孔周辺の腐食が起こるなどの問題があったが、針状電極に正負の電位を矩形波として印加することにより、この問題を大きく低減させることに成功した。この効果は、負電位を印加することにより、正電位印加時にp型シリコン内部に過剰に注入された正孔が回収されるためであると説明できる。

シリコンカーバイドについては、シリコンの場合より高い電圧を必要とするが、シリコンの場合と同様に孔形成を行うことができた。この場合、溶液に硫酸を添加すると、加工速度を速める効果があることもわかった。

ガラスの加工は、フッ化アンモニウム水溶液中で、正電位を印加した電極先端をガラス基板に接近させることにより行った。この場合、水の酸化に伴い電極近傍のpHが低下するために電極近傍にフッ化水素酸が生成し、電極近傍のガラスが溶解し孔が形成された。このとき、酸の発生に加えpHバッファ効果も期待できる亜硫酸塩を溶液に添加すると、孔形成速度の向上とともに加工精度も向上することがわかった。

論文審査の結果の要旨

シリコン、シリコンカーバイド、ガラスは電子デバイスや太陽電池、センサーなどに広く用いられており、その微細加工はそれらの製造における重要な工程である。これまでに金属粒子を触媒として用いたウエットエッチングにより、接触粒子と接触したシリコンに微細孔が形成できることが知られていた。本研究では、この現象を電気化学的な微細加工プロセスに展開するとともに、対象とする材料をシリコンカーバイドとガラスにも拡張した。

シリコンの加工においては、正電位を印加した針状電極の先端をフッ化水素酸中においてシリコン基板に接触させることにより、接触部位に微細孔を形成した。シリコン基板の特性、金属の種類等を変えて詳しく調べ、得られた結果を半導体電気化学のモデルに基づいて考察し、孔形成がシリコン／金属／溶液の3相界面で特異的に進行する酸化エッチングであることを明らかにした。p型シリコン基板を用いた場合には、孔周辺の腐食が起こるなどの問題があったが、針状電極に正負の電位を矩形波として印加することより、この問題を大きく低減させることに成功した。この効果は、負電位の印加により、p型シリコン内部に過剰に注入された正孔が回収されるためであると説明された。

シリコンカーバイドについては、シリコンの場合より高い電圧を必要とするが、シリコンの場合と同様に孔形成を行うことができた。この場合、溶液に硫酸を添加すると、加工速度を速める効果があることも見出した。

ガラスの加工は、フッ化アンモニウム水溶液中で、正電位を印加した電極先端をガラス基板に接近させることにより行った。この場合、水の酸化に伴い電極近傍のpHが低下するために電極近傍にフッ化水素酸が生成し、電極近傍のガラスが溶解し孔が形成された。酸発生を効果的に行うことができる亜硫酸塩を溶液に添加すると、孔形成速度の向上とともに加工精度が向上することも見出した。

以上の論文内容は、学術的また応用的にも意義が高いことから、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。