



Title	Novel Fabrication Processes for Semiconductor Devices and Electronic Components by Using Subcritical Water and Supercritical Carbon Dioxide
Author(s)	森田, 清之
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46739
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 ^{もり}森 ^た田 ^{きよ}清 ^{ゆき}之

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20394 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 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 Novel Fabrication Processes for Semiconductor Devices and Electronic Components by Using Subcritical Water and Supercritical Carbon Dioxide
(亜臨界水や超臨界二酸化炭素を用いた新規半導体デバイス・電子部品製造プロセスの研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 中戸 義禮

(副査)

教 授 松村 道雄 教 授 大垣 一成

論 文 内 容 の 要 旨

エレクトロニクス産業の継続的な発展と、地球環境との共存を実現するためには、電子デバイスの製造が地球環境や安全衛生面に与える影響を低減する必要がある。本論文では、水や二酸化炭素という自然存在物質の超臨界・亜臨界状態をうまく活用して、上記課題を解決するための新規製造プロセスの研究を行った。超臨界・亜臨界流体技術は、化学、薬品等の分野では注目されていたが、半導体や電子部品等の電子デバイス・プロセス製造への応用例はほとんど報告がなかった。

本論文ではまず、亜臨界水だけを用いたシリコン窒化膜の選択的エッチング法を世界で初めて提案・実証した。基板上のシリコン窒化膜は亜臨界水によって、シリコン水酸化物とアンモニアとに分解されることが示された。本方法は、従来 ULSI プロセスで使用されてきた磷酸法よりも高い選択比と同等のエッチング速度を有する。さらに、水だけによるエッチングであるため毒性もなく、環境に優しい。よって本方法は、地球環境との共存を実現するためのエッチングプロセス技術の主要候補の一つである。

次に、超臨界二酸化炭素を用いた電子セラミックグリーン体からの可塑剤の選択除去法を提案・実証した。除去・回収した可塑剤は再利用可能である。可塑剤除去速度の温度依存性を調べることにより、除去速度が二酸化炭素の密度に比例することを見出した。また、高圧下のセラミックグリーン体を *in situ* 観察できるシステムを構築し、低温領域でグリーン体表面に形成される欠陥は昇圧過程と降圧過程の両方で生じていることを見出した。さらに、可塑剤が昇圧時に膨潤し、降圧時にはその内部に気泡を発生することがグリーン体表面の欠陥形成原因であることを明らかにした。また、いくつかの可塑剤についても同様の実験を行い、膨潤を抑制するための材料選択指針を得た。

本研究により、超臨界・亜臨界流体を用いた新しい半導体デバイス・電子部品製造プロセスは、持続可能な社会を実現するための重要な候補技術の一つであることが示された。

論文審査の結果の要旨

エレクトロニクス産業の持続的な発展と地球環境保護とを両立させるためには、電子デバイス等の製造が環境に与える悪影響を極小に抑える必要がある。本論文は、この重要な課題を解決する新規の方法の開拓をめざして、水や二酸化炭素といった安全な物質の超臨界や亜臨界状態を活用する新規な電子デバイス製造プロセスに関する提案を行い、その有効性を明らかにしている。

本論文では、1章において上述のような問題提起とその解決の必要性が説明された後、2章において、亜臨界水を反応物質として応用する例が提案・実証されている。亜臨界水によりシリコン窒化膜のシリコン酸化膜に対する選択的エッチングが初めて見出され、エッチング速度比は70倍にも達することが示されている。

超臨界や亜臨界流体は、溶媒としても応用できる。この観点から、3章においては、超臨界二酸化炭素を溶媒とするセラミックグリーン体からの可塑剤の選択除去法が提案・実証されている。可塑剤であるBBP (*n*-butyl benzyl phthalate) は、10 MPaの圧力下で、50℃以下の低温領域と150℃以上の高温領域とにおいて高効率で除去できることが示されている。4章では、可塑剤を除去した後にグリーン体表面に生じる欠陥の除去を目的として、その発生原因が解明され、セラミックグリーン体を *in situ* 下で観察できるシステムを開発して、この欠陥がグリーン体内部での可塑剤の膨潤と気泡の発生により生じることが明らかにされている。さらに5章ではこの欠陥発生の除去法が実験と分子運動のシミュレーション等をもとに考察されている。

以上のように、本論文は、自然に存在する安全な物質の超臨界や亜臨界流体を用いる新しい半導体デバイス製造プロセスを提案・実証し、その有効性を明らかにしている。このような研究は世界的にも例がなく極めて独創的なものであり、持続可能な社会の実現のための重要な一歩として国内外に大きなインパクトを与えている。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。