

(様式 2)

## 学位論文の概要及び要旨

氏 名 田 湖 次 広 印

題 目 Al金属及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のエッチング剤の開発と表面・界面分析に関する基礎研究

### 学位論文の概要及び要旨

アルミニウム(Al)は銅と並ぶ導電材料であり、Au金属と同等の高い電気伝導率を持ち、高い熱伝導率を有する。また、その酸化物は高融点、高硬度、高い耐腐食性などの優れた特性を持っている。そのため、Alは集積回路において広く用いられてきた。近年ではマイクロ電気機械システム(MEMS)への応用が期待されている。しかしながら、そのためには課題が残されており、例えばAl自体やシリコン(Si)、絶縁膜に対する種々のエッチング処理技術が必要とされるが、多くの制約がありプロセスが複雑化する傾向にあった。またそのプロセス技術開発過程においては、化学的分析が難しいこともあり、経験的に進められることが多かった。

本論文では、Al合金を防食しながらシリコン(Si)をエッチングする薬剤の開発を行い、防食効果とエッチング性能を明らかにした。さらに、Al合金を防食しながら絶縁膜をエッチングする薬剤を開発した。これらの薬剤を用いて、MEMSデバイスの一つであるインクジェットプリンタヘッドをAuやPtからAl合金(0.5%Cu含有)に置き換えて作製した。Siや絶縁膜をエッチングするためには一般的にフォトリソグラフ技術を用いてレジストマスクを作製するが、2種類の特殊薬剤を用いることによってAl合金をマスクとしてSiと絶縁膜のエッチングが可能であることを明らかにした。

さらに、化学処理された表面を厳密に分析するために理想的な酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)単結晶の表面を清浄化し、それらの清浄表面からのX線光電子分光法(XPS)スペクトルを測定した。これらの実験結果から、以下のことが明らかになった。

- (1) アニールしたままの Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 単結晶(as-annealed)表面を Ar<sup>+</sup>-GCIB(クラスタイオンビーム)でエッチングすることによって Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 単結晶の清浄表面からの Al-2p と O-1s コアレベルの XPS スペクトルは、世界で初めて得られた。
- (2) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 単結晶のアニールしたままの表面では水酸基による酸素還元状態が形成され、酸化物単結晶表面でさえ Al 金属が存在することが明らかになった。
- (3) 表面の不純物除去と選択スパッタの抑制をして酸化物の清浄表面を得るためには、Ar<sup>+</sup>(500)-GCIB を用いることが効果的であることがわかった。これにより、一般に使用されている Ar<sup>+</sup>エッチングよりも、より清浄な表面を得ることに成功し、標準となる Al と O の XPS スペクトルを得ることができた。

実践的に使用されている化学エッチング処理がどのような酸化状態にあるかを厳密に分析することが可能となり、電子デバイスの高性能化に寄与できる化学処理法の開発や電子デバイスの性能向上に寄与することができる。