

Cu-PMA 法のアニール時間変化による GeO_2/Ge 界面特性の変化

Variation of GeO_2/Ge interface properties with annealing time of Cu-PMA method

東京農工大学大学院○菅野航太、岩崎好孝、上野智雄、並木美太郎

Tokyo univ. of Agri & Tech. ○Kota Kanno, Yoshitaka Iwazaki, Tomo Ueno, Mitaro Namiki

E-Mail : s239279u@st.go.tuat.ac.jp

1. 研究背景

Ge を用いた MOS 構造において、高温熱酸化 500°C で GeO_2 を成膜する際、 GeO_2/Ge 界面から GeO 脱離が発生し、欠陥が生じてしまう。これを解決するため、金属薄膜を堆積し熱処理を行う PMA 法を用いた。先行研究では、PMA 金属種として化学反応が進行しやすい Cu を使用し、アニールガスに酸素を用いることで特性が大幅に改善することが確認された。しかし、従来の実験はアニール処理を 300°C -20 分の条件で行っており、アニール処理の時間、温度と改善効果の関係は明らかではなかった。そこで、本研究では Cu-PMA 法におけるアニール時間変化が Ge/GeO_2 界面特性に与える影響を調査した。

2. 実験方法

Table.1 に実験手順を示す。p-Ge 基板を洗浄後、 500°C -30min の熱酸化を行い、膜厚 17 [nm] の GeO_2 を成膜した。その後、Table.1 の実験条件の下、真空蒸着法を用いて金属薄膜 Cu の堆積とアニール処理を行なった。その後各サンプルに対して J-V 測定を行い電気的特性を評価した。

Table.1 Experimental procedure

サンプル	as grown	10min	20min	30min
1.洗浄	有機洗浄・HF洗浄			
2. GeO_2 成膜	熱酸化 (500°C 30min 17[nm])			
3.Cu堆積	—	~2[nm]		
4.アニール処理	—	O_2 300°C 10min	O_2 300°C 20min	O_2 300°C 30min

3. 実験結果および考察

各サンプルの J-V 測定結果を Fig.1 に示す。10min から 20min で 3~5 桁ほどの大幅なリーク電流の抑制が確認できた。しかし 30min では 20min に比べてリーク電流が 1 桁ほど大きくなった。アニール処理時間 10min から 20min は特性が良くなることから 10min では補填不足だった膜中の欠陥を 20min では補填していると考え、また 20min から 30min では特性が悪化しており、Cu の拡散が膜中に留まらず Ge 基板まで達しているのではないかと考える。

そこでこの仮説を検証するために XPS による深さ方向分析を行った。深さ方向分析を用いることで元素組成や化学状態の深さ方向の分布などを検証可能で、層構成や膜厚などの情報も評価できる。各サンプルの深さ方向分析の測定結果を Fig.2 に示す。縦軸は原子密度で横軸はエッチングタイムを示している。時間経過に伴い絶縁膜内部～基板となっている。J-V 測定から得られた結果の予想に

反して Cu のみの測定結果を見ると 10min、20min、30min いずれのサンプルにも界面付近でピークが確認でき、銅は界面まで到達していることが確認できた。またアニール処理 30min での特性悪化の原因として Ge 基板内部への Cu の拡散と予想したがその様子は確認できず、アニール処理時間による特性改善効果は PMA 金属の拡散度合い以外の別の要因によるものであると分かった。

今後は、アニール処理時間の違いにより生じる絶縁膜中の結合強度や原子の結合状態を検証していく。

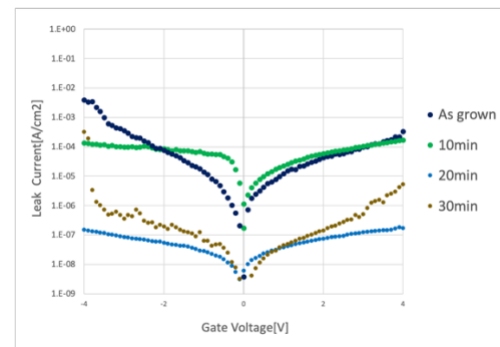
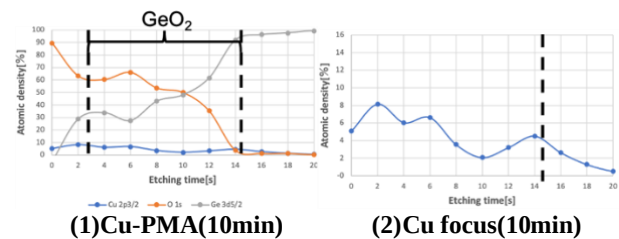
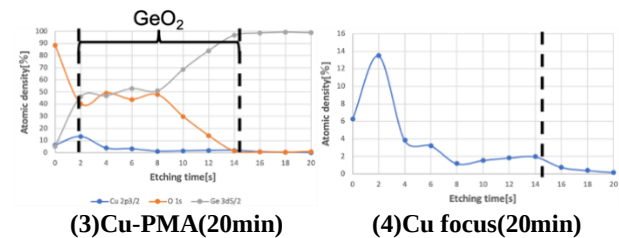


Fig.1 J-V measurement



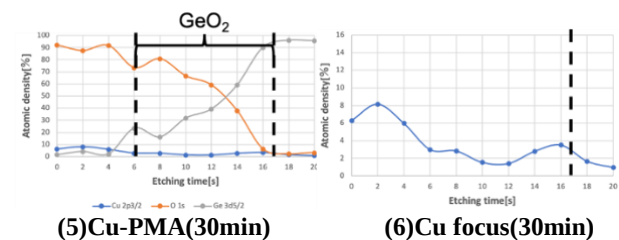
(1)Cu-PMA(10min)

(2)Cu focus(10min)



(3)Cu-PMA(20min)

(4)Cu focus(20min)



(5)Cu-PMA(30min)

(6)Cu focus(30min)

Fig.2 XPS measurement