

電子工学科 実験報告書

実験題目： MOS 構造の作製と特性評価
担当教員： 西 敬生 教授
実験開始日： 令和 5 年 6 月 15 日
実験終了日： 令和 5 年 6 月日
提出日： 令和 5 年 7 月日
再提出日：

学年： 5 年
出席番号： 12
実験班： B 班
氏名： 河合 将暉

共同実験者名：

コメント欄

1 目的

トランジスタ製作の基本技術の習得と MOS トランジスタの基本特性である MOS 容量の電圧依存性、周波数特性および酸化膜厚の参加時間依存性について学ぶ。

2 解説

2.1 MOS 構造

MOS とは Metal(金属)Oxied(酸化膜)Semiconductor(半導体) の頭文字の略称である。半導体 Si の表面を酸化させ、絶縁体酸化膜 SiO_2 が形成される。この上に金属電極を積むことで図??の MOS 構造が形成される。

2.2 作製過程

- 1) ウェーハ洗浄 Si ウェーハの表面は一度パッケージから出してしまえば、たとえクリーンルーム内といえども、多かれ少なかれ汚染される。本校クリーンルームはクラス 10000 (1 立方フィート内に $0.5\mu\text{m}$ の粒子が 1 万粒) とされ、専門家ではない萼せいがアツカウことを考えれば、ウェーハを扱う企業の現場 (クラス 1~100) より非常に汚染されやすい環境にある。具体的にウェーハ表面を汚染するものや除去したいものとしては

(a) パーティクル

(b) アルカリ金属、重金属

(c) 有機物

(d) Si 自然酸化膜

以上が挙げられる。ここでのパーティクルとは、材質などは問わずに、粒形が数百 nm 以上のものの総称である。

これらをウェーハ表面に物理的・科学的にダメージを与えることなく、除去する洗浄方法が必要とされており、RCA 法など、多くの方法が提案されている。

- 2) 酸化膜形成 Si の酸化膜はウェーハを、酸素を満たした $900\sim 1200^\circ$ の高温の炉中に入れ、熱酸化によって形成されることが多い。満たす酸素の供給源としては、乾燥した純粋な酸素 O_2 を送り込むドライ酸化と、水蒸気または水素と酸素の混合気を送り込むウェット (水蒸気またはスチームなどともいう) 酸化がある。

酸化のメカニズムは、

(a) 酸化種 (O_2 または H_2O) が表面で反応もしくは SiO_2 に吸着される。

(b) 吸着された O_2 または H_2O が酸化膜 SiO_2 の中を拡散してシリコンの界面に達する。

(c) シリコンとの界面でシリコンと反応して SiO_2 になる。

といった段階を経る。酸化速度は酸化膜 SiO_2 が薄い時には3の化学反応の速度で決まり、厚い時には2の拡散する速度によって決まる。前者の状況を反応律速、後者を供給律速という。全体の反応を式で表すと

$$T_{OX}^2 + AT_{OX} = B(t + \tau_0) \quad (1)$$

となり、ここで A,B は温度と酸化条件で決まる定数、 τ_0 は初期の酸化膜厚に対応する定数である。酸化時間 t が長くて、 T_{OX} が厚いときには

$$T_{OX}^2 \simeq (B/A)(t + \tau_0) \quad (2)$$

となる。これらの酸化定数を表??に示す。

表 1: シリコンのドライ酸化時の酸化定数

酸化温度 T [°C]	A [μm]	B [$\mu\text{m}^2/\text{h}$]	τ_0 [h]
1200	0.040	0.045	0.027
1100	0.090	0.027	0.076
1000	0.165	0.0117	0.37
920	0.235	0.0049	1.40
800	0.370	0.0011	9.0

3) フォトリソグラフィ

2.3 MOS 構造の電気的特性

3 実験方法

3.1 使用器具

3.2 実験方法

4 実験結果

5 考察

6 感想

参考文献

- [1] 「実験実習指導書」神戸高専電子工学科 pp,