



Title	X線リソグラフィマスクの研究
Author(s)	鈴木, 克美
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37432
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文について 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・（本籍）	鈴 木 克 美
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 9 6 1 1 号
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 14 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	X線リソグラフィマスクの研究
論文審査委員	(主査) 教 授 難波 進 (副査) 教 授 浜川 圭弘 教 授 蒲生 健次 助教授 高井 幹夫

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、 $0.5\mu\text{m}$ 以下のデバイス作製プロセスに応用し得る高精度なX線リソグラフィマスクを製作する技術を確立することを目的とするものである。上記のX線リソグラフィマスクの開発における主な課題は、軟X線及び可視光に対する透明度に優れ、機械的・化学的強度が大きく且つ平滑性・平坦性に優れた大口径薄膜基板の作製と、重金属を用いて形成される縦横比（アスペクト比）の大きいサブミクロンX線吸収体パターンの作製であった。

本研究では、物理的・化学的特性に優れた Si_3N_4 膜に着目し、熱CVD法で形成した Si_3N_4 薄膜と、スパッタリング法による SiO_2 薄膜の内部応力を互いに相殺させた $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 複合メンブレンを開発し、軟X線及び可視光に対する高い透明度を有する直径38mmの大口径X線マスク基板を無機材料で初めて実現させた。更に、プラズマCVD法による SiN_x 薄膜の成膜条件と内部応力の関係を明らかにし、 $10^8\text{dyn}/\text{cm}^2$ 台の応力制御を実現するとともに、X線マスクの構造の最適化を行い、可視光に対する80%以上の透過率と $1\mu\text{m}$ 以内の平面度を有する大口径 SiN_x 単層X線マスク基板を初めて実現した。

X線吸収体パターン作製においては、電子ビーム露光で形成した薄膜のレジストパターンを、プラズマCVD法で形成した厚膜の $\text{SiN}:\text{H}$ 膜パターンに変換し、その開口部に選択的にAuメッキするX線吸収体パターン作製技術を開発した。この結果、ポジ型・ネガ型いずれのレジストプロセスを用いても、高アスペクト比のサブミクロンAuパターンを高精度に作製することが可能になった。また、単層レジストパターンを厚膜のWパターンに直接変換する、簡素なX線吸収体パターン形成技術を開発し、 $0.5\mu\text{m}$ 以下の微細パターンを $\pm 0.02\mu\text{m}$ 以内の線幅制御精度で形成できることを示した。

X線リソグラフィプロセスにおいてX線吸収体パターンから放出される二次電子が、X線マスクの実

効的コントラストを低下させることを定量的に示すとともに、X線吸収体パターンに SiN_x 薄膜を被覆することにより、上記二次電子が除去され、マスクの実効的コントラストが改善されることを明らかにした。

本研究の結果、開発された SiN_x メンブレンマスクを用いたX線リソグラフィと、オブティカルリソグラフィとのハイブリッド露光により、サブミクロンCMOSデバイスを試作し、本X線マスクの有用性を実証した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、次世代半導体集積回路の開発のため、 $0.5\mu\text{m}$ 以下のデバイス作製プロセスに応用し得る高精度なX線リソグラフィマスクを作製する技術を確認するために行った研究結果をまとめたものである。X線リソグラフィマスクにおける主な課題は、軟X線及び可視光に対する透明度に優れ、機械的・化学的強度が大きく且つ平滑性・平坦性に優れた大口径薄膜基板の作製と、重金属を用いて形成されるサブミクロンX線吸収体パターンの作製である。

本研究では、物理的・化学的特性に優れた Si_3N_4 に着目し、熱CVD法による Si_3N_4 薄膜と、スパッタリング法による SiO_2 薄膜の内部応力を互いに相殺させた $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 複合メンブレンを開発し、軟X線及び可視光に対する高い透明度を有する直径38mmの大口径X線マスク基板を初めて実現させた。更に、プラズマCVD法による SiN_x 薄膜の成膜条件と内部応力の関係を明らかにし、 $\sim 10^8 \text{ dyne/cm}^2$ の応力制御を実現し、可視光に対する80%以上の透過率と $1\mu\text{m}$ 以内の平面度を有する大口径 SiN_x 単層X線マスク基板を世界で初めて実現した。

X線吸収体パターン作製においては、電子ビーム露光で形成した薄膜のレジストパターンを厚膜の $\text{SiN}:\text{H}$ 膜パターンに変換し、選択的にAuメッキするX線吸収体パターン作製技術、及び単層レジストパターンを厚膜Wパターンに直接変換する簡素なX線吸収体パターン作製技術を開発し、 $0.5\mu\text{m}$ 以下の微細パターンを $\pm 0.02\mu\text{m}$ 以内の線幅制御精度で作製できることを示した。

これらの研究成果は、半導体集積回路製造ラインへのX線リソグラフィの導入を促進するものであり、半導体工学の発展に寄与するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。