

Title	MoゲートMOS素子の電気的特性とその安定化に関する研究
Author(s)	野崎, 忠敏
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37401
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	野	の	崎	た	と	敏
学位の種類	工	学	博	士		
学位記番号	第	9615	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	Mo ゲートMOS素子の電気的特性とその安定化に関する研究					
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

本論文は、MOS型シリコン半導体集積回路の製造技術のうちで、極めて重要なプロセス技術の一つであるゲート電極配線技術において、将来の超々LSIのゲート電極配線材料として期待される高融点金属材料の一種のモリブデン (Mo) を用いた、Mo ゲートMOS素子における電気的特性の安定化を目的として行われた、素子製作プロセス、及び信頼性試験上における不安定性の評価とその起源そしてそれに関与する機構の解明、及びそれら不安定性の回避策に関しまとめたものである。

製作上の不安定性としては、ゲート電極をマスクとして用いたイオン注入法によるソース・ドレイン層形成プロセスにおいて、従来より知られていた初期電気的特性の変動、即ち、フラットバンド電圧の負方向シフトについて調べ、その原因としてマスクとなるべきMo ゲート電極が多結晶構造を有することから注入イオンに対する実効的な阻止能が低下し、イオン注入された砒素 (As) がチャネリングによりMo ゲート膜中を通過し、ゲート電極下のSi基板表面に微量混入することが実験的、理論的に明らかにされた。

短期信頼性上の不安定性に関しては、可動イオンに起因した不安定性が、Mo ゲート膜のパターニング用のマスクとして用いられるホトレジストに含まれるNa イオンによるMo ゲート膜の汚染に起因していること、その不安定性がMo ゲート膜を覆ってPSG膜を形成し、引き続き高温アニールを実施することにより回避出来ることを明らかにした。そしてその機構が、ソース・ドレイン層形成用にイオン注入されたAsの電気的活性化のための高温アニールにおいてゲート電極/ゲート酸化膜界面にパイルアップしたNa イオンが、PSG膜を形成した後の高温アニールにおいてその界面を横方向に拡散し、ゲート電極端のPSG膜にゲッターリングされることを明らかにした。

長期信頼性における劣化モードとしては、フラットバンド電圧の負方向シフトとゲート酸化膜/Si 基板界面における界面準位の発生に起因した、しきい値電圧の正方向シフトであることを明らかにした。前者が、Mo ゲート膜に含まれる Ca もしくは Mg イオンが、信頼性試験中にゲート酸化膜内をドリフトし空間電荷を形成している可能性が強いこと、また後者に関しては高温アニールにおいてゲート酸化膜中に拡散した、Mo 膜中に含まれる何等かの不純物が関与していることが結論された。そしてこの不純物が形成した欠陥準位を介する界面準位発生機構を提案した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、半導体集積回路の高速化に適応するため、高融点金属であるモリブデン (Mo) をゲート電極に用いた MOS 素子の電気特性とその安定性に関する研究結果をまとめたものである。

半導体集積回路の MOS 素子のゲート電極材料としては、多結晶シリコン (Si) が用いられているが、素子作成プロセスで高温熱処理プロセスが多数回行われるため、耐熱特性に優れた高融点金属ゲート電極を用いる素子の開発が望まれているが、その電気特性の不安定性や信頼性の向上に問題があるため、いまだ実用に至っていない。

本研究では、ゲート電極に Mo を用いたときに発生する種々の電気的不安定性を調べているが、先ず Mo ゲートをマスクとしてイオン注入によりソース・ドレインを形成するプロセスにおいて、Mo が多結晶構造を持つために注入イオンがチャネリング効果により、Si 基板に混入することが素子の初期電気特性の変動の原因であることを理論的および実験的に明らかにした。次に、Mo マスク形成プロセスに用いるホトレジストに含まれる Na イオンの汚染が、素子の短期信頼性の不安定性の原因であることを明らかにし、その機構を究明した。さらに、素子の長期信頼性の劣化についても、Mo ゲート膜中に含まれる Ca や Mg イオンがゲート酸化膜中で空間準位を形成するためであることや、高温熱処理中にゲート酸化膜中に Mo 膜より拡散した不純物が形成する欠陥準位による界面準位が発生することが劣化の機構であることを提案した。

これらの研究は、半導体集積回路に高融点金属ゲートを用いて信頼性の高い素子を開発するための問題点を解決するものであり、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。