

科学研究費助成事業（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	22226012	研究期間	平成22年度～平成26年度
研究課題名	半導体多層配線のプロセス限界を超越する拡散バリア層の開発原理	研究代表者 (所属・職) (平成27年3月現在)	小池 淳一 (東北大学・未来科学技術共同研究センター・教授)

【平成25年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準
A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○ A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である
B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(意見等)

本研究は、Si 半導体デバイスにおける多層配線中の相互拡散防止のための拡散バリア層につき、「電子トンネリング」と「電界形成」との相互関係を明らかとし、「電界促進拡散」の観点から、十分な拡散バリアを自己形成するための必要条件と機構を明らかにすること、さらには拡散バリア性を電子論と金属学を融合することによって学術的に解明することである。

配線材料として、Cu-Mn 合金あるいは Cu-Al 合金を取り上げ、電界促進によるバリア自己形成挙動を明らかとし、バンド構造および電界並びに組成の影響を検討し電子トンネリングを生じる要因が存在せず電界形成の説明ができない矛盾点を指摘し、その矛盾点が TEOS-SiO₂ 中の酸素欠損および吸着分子を考慮することで解決できることを見出している。さらには、バリア層形成機構についても見解を示している。これらのように順調に成果を出してきている。

ただし、当初の計画では、Cu-Mg 合金および Cu-Ti 合金についても計画されており、これらの合金についての成果も上げることが望まれる。

【平成27年度 検証結果】

検証結果	当初目標に対し、期待どおりの成果があった。
A	ナノスケール Si 半導体デバイスの配線材料には、低抵抗率の Cu 配線が20年前から用いられているが、配線と直接密着する誘電体との相互拡散が大きな課題であり、拡散防止のためには、極薄膜厚の拡散バリア層の形成が不可欠である。 本研究の目的は、拡散バリアの自己形成機構を明らかにし、さらに、電子論と金属学を融合することによって拡散バリア性を学術的に解明することである。 研究の成果としては、配線材料として、主に、Cu-Mn 及び Cu-Al を取り上げ、電界促進によるバリア自己形成挙動を明らかにし、バリア層形成機構についても見解を示した。 今後、実用化に最も必要とされる配線の電気抵抗に関する研究の発展が望まれる。