

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	菅井 和己				

## 論 文 要 旨

論文題目	化学気相成長法による集積回路の配線用アルミニウム薄膜の形成に関する研究
------	-------------------------------------

(要旨 和文 1,200 字程度)

(1)

集積回路 (LSI) の配線形成工程における課題の一つは、微細で高アスペクト比 (孔の深さ / 直径) のコンタクトホール、スルーホールなどの接続孔や配線溝を金属で稠密に埋め込むことである。従来技術であるスパッタリング法では接続孔内部での段差被覆性がアスペクト比の増加と共に劣化し、低抵抗な導通の確保が困難になる。これに対し、化学気相成長 (CVD) 法は基板表面での化学反応を利用することによって薄膜を形成することができるので、優れた段差被覆性を実現できる手法として期待されている。

本論文では、選択およびブランケット Al-CVD 技術を用いることにより、微細で高アスペクト比の接続孔や配線溝を埋め込め、従来配線以上の電気特性を有する配線の形成が可能であることを示した。

まず、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}$  を用いた CVD で、Al が Si 上には堆積し  $\text{SiO}_2$  上には堆積しないという選択性を見いだした。さらに、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}$  と  $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$  の分子間化合物を用いても、同様の選択性があることを示した。いずれの原料から形成された Al 薄膜も高純度で、バルク並の低抵抗な膜となっていることが明らかになった。これらの選択 CVD 法を  $\text{SiO}_2$  層に開口したコンタクトホールの埋め込みに適用した結果、コンタクトホール内のみに稠密に Al が形成された。このとき、堆積した Al 膜にはファセットが観察され、単結晶成長しているものがあることが示唆さ

れた。

ブランケット C V D では、低温成膜と良好な表面モフォロジーを実現するために、Ti を含む希弗酸処理、Ti、TiN のスパッタリング処理、Ti[N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub> 曝露処理を試みた。最低成膜温度は前処理によってそれぞれ異なるもののいずれの場合にも低下した。TiN スパッタリング前処理を施した基板上では、直径 0.3 μm、アスペクト比 2.7 のスルーホールが埋め込めることを示した。Al 膜の表面モフォロジーは、成膜温度が低い場合と堆積した膜厚が薄い場合に改善されることがわかった。一方で、表面モフォロジーは膜厚の増加にしたがって劣化した。そこで、Al 堆積過程をその場で観察するために、レーザー光の基板からの反射光強度をモニターする手法を提案した。反射光強度は Al の島形成、島の合体、平滑膜形成、表面荒れという Al の成膜過程の進行にしたがって変化し、モニターの効果を確認した。ブランケット C V D とスパッタリングの組み合わせ法で堆積した Al 膜で微細配線を形成し、従来法と同等以上に低い、0.45 μm 径でのスルーホール抵抗 1 Ω、コンタクト抵抗率 p 型  $1 \times 10^{-7} \Omega \text{cm}^2$ 、n 型  $2.9 \times 10^{-8} \Omega \text{cm}^2$  を得た。さらに、Ti[N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub> 曝露処理を用いたブランケット Al-C V D を埋め込み溝配線法に適用し、リフロー Al 配線以上の低抵抗配線が実現できることを示した。

本研究の成果は、C V D で形成した Al 膜が将来の L S I 配線として優れた特性を有することを示しており、今後の C V D - Al 配線の実用化に向けた進展に貢献できるものと期待される。