

■10 群 (集積回路)

2 編 集積回路製造技術

Fabrication Technology for Integrated Circuits and Devices

(執筆: 大見俊一郎) [2010年4月受領]

■概要■

本編では、半導体集積回路の製造技術を概観する。半導体集積回路が発明されて 50 年以上が経過した現在、半導体産業はあらゆる産業の基幹産業に成長し、半導体技術があらゆる産業の発展を支えている現状にある。我々の生活においても、携帯電話やノートパソコンなどの高機能なエレクトロニクス機器を誰でも手軽に利用できる、まさに高度情報化社会と呼ぶにふさわしい環境が実現されてきている。また、家電製品だけでなく、自動車や医療機器などの広範囲な分野においても電子化が進み、21 世紀には高性能なエレクトロニクス機器に対する需要が更に拡大していくものと考えられる。

このようなエレクトロニクスの発展は、シリコンを用いた半導体集積回路の基本デバイスである CMOS FET (Complementary Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) を、スケールリング則に基づいた微細化を行うことにより実現されてきた。CMOS を微細化することにより、高速化、低消費電力化、高集積化、低コスト化が同時に達成できるためである。しかし微細化の道のりは決して平坦なものではなく、リソグラフィ技術、ゲート絶縁膜の極薄膜化によるトンネルリーク電流、ショートチャネル効果など、これまで幾度となく微細化限界が叫ばれてきたが、そのたびごとに材料、デバイス構造、作製プロセスなどのブレークスルーにより極微細化が進められてきた。典型的な例として、Cu 配線、低誘電率層間絶縁膜、CMP (Chemical Mechanical Polishing)、STI (Shallow Trench Isolation) などがあげられ、さらに現在では 45 nm 技術により、メタルゲート、高誘電率ゲート絶縁膜なども導入され、最先端の集積回路ではワンチップ上に 20 億個のトランジスタの集積化が実現されるに至っている。

集積回路製造技術はまさに総合技術であり、シリコンウェーハ形成技術、結晶や薄膜の評価技術、洗浄技術、薄膜形成技術、加工技術、デバイス形成技術、実装技術、シミュレーション技術、信頼性技術、更にこれらを支えるクリーンルームや、超純水などのユーティリティ技術と枚挙にいとまがない。このような多岐にわたる各要素技術のすべてをそれぞれ高精度化することにより、現在の半導体産業の繁栄がもたらされたと言っても過言ではない。

本編では、このような多岐にわたる集積回路製造技術について、各分野の専門家にわかりやすくご執筆いただいた。本編だけで 100 ページを越える分量となっており、読者にも集積回路製造技術の奥深さを実感していただけるものと確信している。

【本編の構成】

本編では、1 章において、集積回路プロセス技術の概要と将来展望を述べた後に、2 章においてシリコン結晶技術、3 章及び 4 章において、デバイス作製の要素技術であるプロセス要素技術及びプロセスモジュール技術を解説する。

最後に 5 章において、集積回路製造における基盤インフラ技術として、クリーンルームなどのクリーン化技術について述べる。

【2 編 知識ベース委員会】

- 編主任： 大見俊一郎（東京工業大学）
編幹事： 寺本章伸（東北大学）
梅田浩司（ルネサスエレクトロニクス株式会社）
執筆委員：大見忠弘（東北大学）
冬木 隆（奈良先端科学技術大学院大学）
原田博文（シルトロニック・ジャパン株式会社）
宮崎誠一（広島大学）
森田博志（栗田工業株式会社）
徳光永輔（東京工業大学）
宮本恭幸（東京工業大学）
浅野種正（九州大学）
筒井一生（東京工業大学）
三瀬信行（株式会社 日立製作所）
吉川公麿（広島大学）
猪川 洋（静岡大学）
西岡泰城（日本大学）
須黒恭一（株式会社 東芝）
上野和良（芝浦工業大学）
鈴木 繁（パナソニック株式会社）
春田 亮（株式会社 ルネサステクノロジ）
大村泰久（関西大学）
横川慎二（NEC エレクトロニクス株式会社）
若山恵英（大成建設株式会社）
今岡孝之（オルガノ株式会社）
石原良夫（大陽日酸株式会社）
宮下雅之（ステラケミファ株式会社）
木場裕介（日立アプライアンス株式会社）