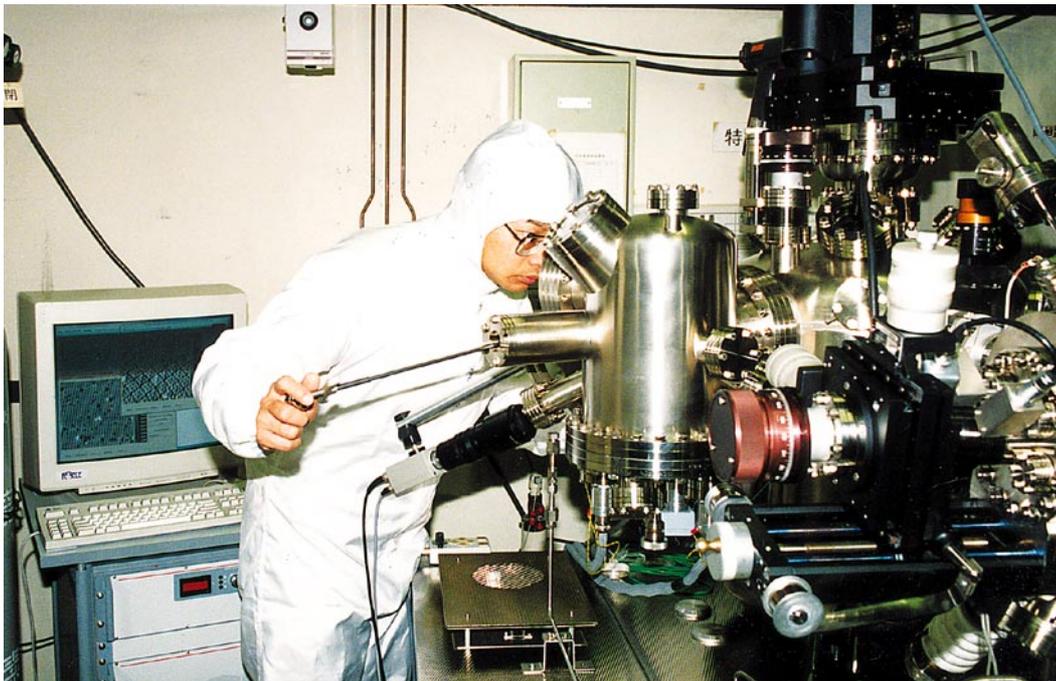


Development of thin films for future ULSI's
and nano-scale process integration
次世代 ULSI 用薄膜材料の開発と
ナノスケールプロセスインテグレーション

プロジェクトリーダー 安田 幸夫
名古屋大学 大学院工学研究科 教授



1. 研究の目的

半導体シリコン集積回路 (LSI) が「産業の米」と呼ばれて久しいですが、今もなお、より一層の発展を続けています。しかしながら、従来用いられてきた材料の持つ性能の限界がそろそろ見え始め、将来の集積回路の性能予測が不透明になっています。

こうした状況を打破すべく、各研究機関において、従来の材料を上回る性能を持つ新材料の開発が進められており、高性能・高機能な材料が報告されています。しかしながら、半導体素子は多くの材料から構成されており、複雑なプロセスを経て作製されるため、材料間或いはプロセス間の相互作用により、期待される材料の性能を十分に引き出せる保証はありません。やはり、全体のプロセスを鑑み、総合的な評価の中で性能を十分発揮できる材料・プロセスを開発しなければなりません。

本プロジェクトは、この分野における産学の第一線の研究者の相互協力を基に、産学連携で次世代超々 LSI (ULSI) の限界を打破するために必要不可欠かつ独創的な種々の薄膜材料を開発するとともに、次世代 ULSI のナノスケールデバイス構造、材料・プロセス技術のあるべき姿を総合的に検討し、かつ提案することを目的としています。

2. 研究の内容

次世代ULSIの開発は、薄膜材料の開発なくしてありえません。従来からULSIに用いられてきた種々の薄膜材料の持つ性能が、微細化と共に限界に近づいています。これらの限界を打破するには、新しい物性・機能を持った独創的なULSI用薄膜材料自身の開発とそのため形成プロセス技術の開発が不可欠です。以下に、研究内容について示します。

半導体薄膜

シリコンの性能を超える半導体薄膜を実現するため、シリコンゲルマニウム等のIV族半導体材料の化合物薄膜の成長技術を開発しています。こうした薄膜は、素子を微細化・集積化するだけでなく、量子デバイス等の新機能素子の開発への発展が期待されています。そのために、半導体薄膜を単原子層の精度で成長・加工する技術を同時に研究しています。

配線用薄膜

集積回路の配線は、今後多層化され、層間の配線を行う接続孔は非常に小さくなります。この孔に金属配線材料を選択的に成長し、孔を埋め込むことで高信頼性の配線を形成する研究を行っています。さらに、素子の電極部分に金属膜を選択成長することで、自己整合的に低抵抗電極が形成された、高速な素子開発を行っています。

コンタクト用薄膜

半導体素子から信号をとりだすとき、半導体と金属の界面を介して電流が流れます。この界面の抵抗を低くし、信頼性の高いコンタクトを形成する研究を行っています。特に、金属及び半導体材料の探索を行うと共に、高濃度不純物をこの界面にドーピングするための技術を開発し、サブ0.1 μmのサイズにおいても高信頼性のコンタクトを形成する技術を研究しています。

極薄ゲート酸化膜

シリコン酸化膜は、半導体素子を構成する最も基本的な薄膜の一つであり、今後も使用され続けると思われますが、薄膜化するに従い、より高精度に制御された極薄酸化膜が求められています。ここでは、極薄酸化膜の特性劣化の機構を明らかにすると共に、高信頼性の極薄酸化膜及び酸化窒化膜を開発しています。

強誘電体薄膜

安定な不揮発性メモリ素子を実現するために、強誘電体薄膜と電極材料の開発を行っています。現在のメモリ素子は、電源を印加し続けることで記録を保持していますが、強誘電体薄膜をメモリ素子に用いると、外部からの電源を切っても記録を保持することができます。

表面・界面制御技術

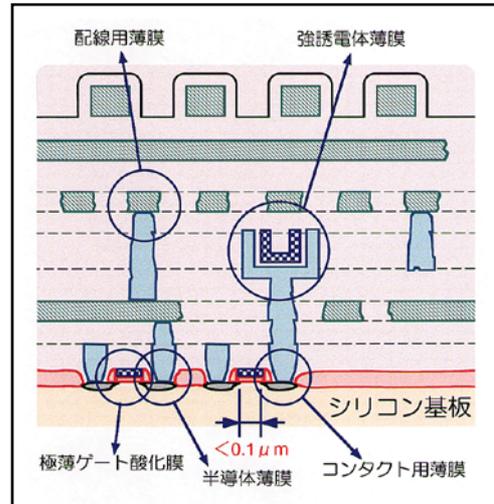
主に水素原子を用いることでシリコン表面を原子レベルで保護し、半導体表面を清浄に保つとともに、各表面反応を制御する技術を研究しています。水素原子はシリコン表面上で安定に存在し、他の原子とシリコン原子が反応するのを抑制します。こうした性質を利用し、原子レベルで急峻な接合界面を形成する技術等の開発を検討しています。

3. 研究の体制

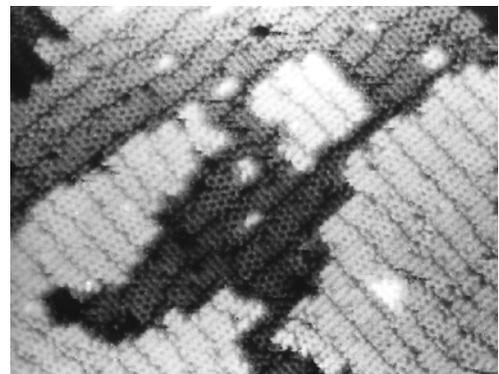
期 間：1996年10月～2001年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー5名及び研究分担者15名によって構成され、その他、各大学に所属する研究者、ポスドク研究者及び大学院生が参加しています。

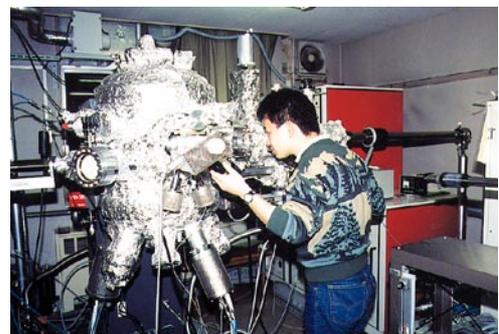
実施場所：名古屋大学大学院工学研究科及び名古屋大学先端技術共同研究センターをコアとして、大阪大学大学院工学研究科、大阪大学大学院基礎工学研究科、東北大学電気通信研究所、及び広島大学工学部において研究を行っています。



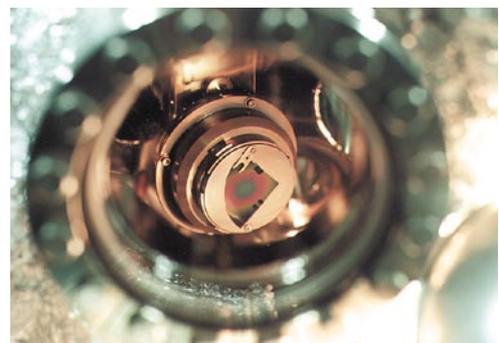
多層薄膜構造を持つ次世代ULSIの断面図



原子層成長したシリコンゲルマニウム・エピタキシャル成長薄膜表面のトンネル顕微鏡像



極微細領域コンタクト用高融点金属薄膜形成装置



レーザーアブレーション装置による強誘電体薄膜開発