

# Ultimate Characterization Technique of SOI Wafer for The Nano-Scale LSI Devices

## ナノメータ・デバイス対応の SOI ウェーハに 対する極限評価技術の開発

プロジェクトリーダー 岸 野 正 剛

姫路工業大学 工学部 教授



図 1 電気的評価法開発の研究風景

### 1. 研究の目的

私達の社会はエレクトロニクス技術、すなわち、コンピュータを始めとする電子機器によって支えられている。そしてこれらの電子機器は超LSIデバイスと呼ばれる半導体デバイスで作られている。コンピュータを使って画像処理したり、大分冊の(大きい記憶容量の必要な)書類を作られた経験のある方はお分かりと思うが、“コンピュータがもう少し速く応答してくれたら!”と感じる。この要望を充たすには、高速で動作する超LSIデバイスを製造する必要がある。それと同時に、私達はコンピュータで動く装置を何時でも何処でも使いたい、つまり、携帯したいと思う。それには簡単に電池で装置が動く都合が良いが、そのためには電力消費の少ない超LSIデバイスが必要である。以上に述べた高速、かつ低電力消費で動作する超LSIデバイスの基板材料にはSOI (Silicon on Insulator) ウェーハが最適である。ここで、超LSI用のSOIウェーハの表面Si層は0.1ミクロン以下と非常に薄い、この極表面層を高品質にし、信頼性の高い超LSIデバイスを作ることは、今後の高度情報化社会を支えていく上で極めて重要である。ところが、このようなSOIウェーハの極表面層の特性を調べる(評価する)方法は、国内は勿論世界的にも未だ充分開発されていないのが実情である。評価手段なくしては品質の向上も望めない、と言うわけでSOIウェーハの極表面層を正しく評価する技術はきわめて重要である。本研究プロジェクトの目的はこの評価技術を開発し、それをSOIウェーハの一般的な評価に採用すると共にSOIのゲッターリング技術の開発に応用することである。

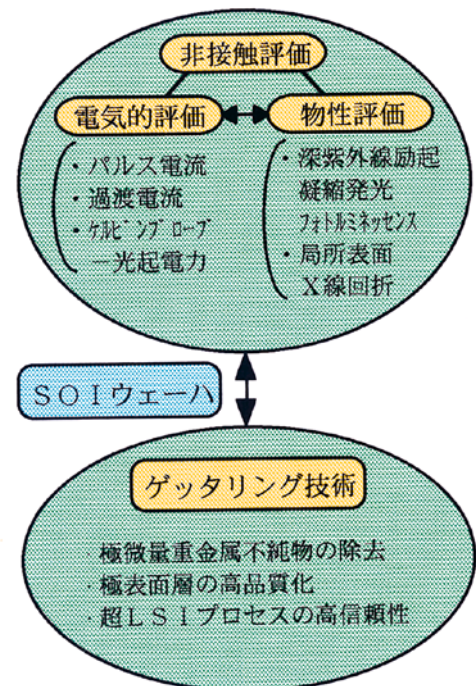


図2 プロジェクト全体の研究目標および実施方法を示す概念図

## 2. 研究の内容

本研究ではSOIウエーハの評価技術の開発と、SOIウエーハの高品質化のために有害不純物のゲッターング(除去)技術の開発を行う。研究の特徴は、(a)極表面Si層の評価、(b)非接触測定、(c)特性分布のマッピング、(d)表面・界面のマイクロ評価、そして(e)ゲッターング技術の確立によるSOIウエーハの高信頼性の達成である。研究の手法としては、電気的評価、物性評価、およびゲッターング技術の開発に分類できるので、研究の手法別に以下に説明する。

### 非接触法による極表面SOI層の電気的評価

半導体の電気的な特性は、普通、数ミクロンに広がる空乏層内の平均的な情報が測定されるが、この研究で狙うSOIウエーハの極表面層の厚さは0.1ミクロン以下であり、空乏層の拡がりの数十分の一以下である。したがって、従来法をそのまま使ったのではSOIウエーハの表面層の評価は不可能なので、我々はSOIウエーハの特徴を生かしてウエーハの裏面に電圧(バックバイアス)を加えて、測定領域を表面層に限定し、その上でSOIウエーハの直上に設置する非接触電極を操作して極表面領域や酸化膜-Si界面の電気的欠陥を測定する。また、異なった波長の光を用いる光励起法と組み合わせて、表面からの深さを限定して測定する電気的評価法の開発にも挑戦する。これらの電気的な評価法は我々が従来から開発してきたCOLTS法(姫路工大・岸野ら)、ケルビン・プローブ・光起電力法(都立大・奥村ら)を革新的に発展させて実現させる。

### 極薄SOI層の非接触・非破壊物性評価

SOI層のごく表面の評価は電気的な評価に限らず物性評価も容易ではない。本研究では、フォトルミネッセンス法とX線回折法を使うが、従来法をそのまま使ったのでは0.1ミクロン以下の表面層の評価は不可能なので、フォトルミネッセンス法では深紫外線励起を使うと共に、光励起によって発生したキャリアを表面Si層に閉じ込めること出来る新現象を利用する(宇宙研・田島ら)。すなわち、SOIウエーハを酸化して表面に酸化膜を形成すると、表面Si層は上部酸化膜と下部のBOX層によってサンドイッチされるので、そこで発生したキャリアは閉じ込められて凝縮相を形成し欠陥の存在に敏感な独特の発光を生じる。この現象を利用することにより従来不可能であったSOIウエーハの極表面層の評価が実現できるようになる。一方、X線回折法では局所表面X線回折法を開発してSOI層の結晶欠陥、BOX層ならびに界面構造の定量的評価を行なう(大阪大・梅野ら)。

### SOIウエーハのゲッターング技術の開発と表面Si層の高品質化

半導体の製造プロセスにおいては、プロセスの途中で微量ではあるが有害な重金属不純物が半導体ウエーハ内部に混入し、半導体デバイスの特性を劣化させ、製造歩留を低下させる。SOIウエーハを使う場合においても、製造プロセス中のウエーハの汚染対策を十分行う必要がある。ところが、SOIウエーハの場合には半導体デバイスを形成する表面Si層の直下にBOX層と呼ばれる酸化膜層が存在するために、Si層に混入した有害不純物をゲッターング(除去)するのは容易ではない。したがって、SOIウエーハのゲッターング技術では、重金属のBOX層における固溶度や拡散速度などを詳しく調べ、BOX層の存在下における重金属とゲッターング能の相関関係を詳細に検討する必要がある。これらについてはコアメンバーの津屋ら(住友金属)の従来からの研究を、更に発展させて推進する。本研究で開発したゲッターング法は実際のSOIウエーハに適用し、上記の評価法でその有用性を確認すると共にLSIの製造プロセスに適用し、高歩留でLSIが製造出来るSOIウエーハを実現させる。

## 3. 研究の体制

期 間：1999年8月～2004年3月

構 成：メンバー17名、内学会12名、産業界4名、ポスドク1名

プロジェクト・リーダー：岸野正剛(姫路工業大学工学部・教授)

コア・メンバー：田島道夫(宇宙科学研究所・教授)、津屋英樹(住友金属工業シックス事業本部・技監)

研究の実施場所(研究の主拠点)：姫路工業大学・工学部

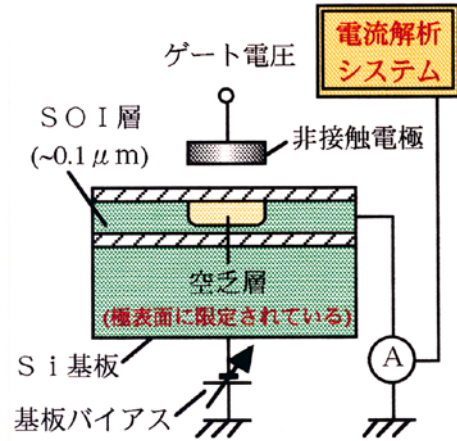


図3 SOIウエーハの極表面層を電気的非接触法で解析する方法(提案)

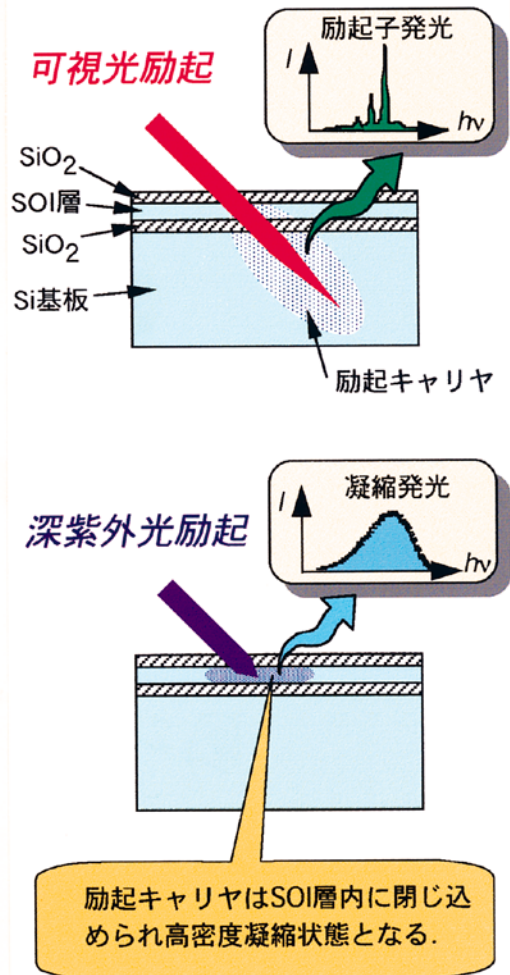


図4 深紫外励起凝縮発光フォトルミネッセンスによるSOI極浅層の評価原理