

13.5 Si プロセス技術

Poly-Si TFT・結晶粒界の物理とエンジニアリング

兵庫県立大学大学院工学研究科 部家 彰

Poly-Si の電気特性は結晶粒界に強く依存することが知られているが、これまで粒界に関しての取り組みはあまりなされなかった。本シンポジウムでは古くて新しい課題である粒界のキャラクタリゼーションに関し議論した。

粒界解明へのアプローチとしては TFT を作製しその電気特性からの評価、透過型電子顕微鏡などによる直接観察、化学処理による評価、レーザ結晶化のメカニズムからの評価、シミュレーションなどがある。

まず、イントロダクトリートークとして松尾直人氏（兵庫県立大）が粒界の構造（傾角粒界、非対称粒界、擦れ粒界、Coincidence 粒界）に関して概要を説明した。また、その粒界の電気特性、応力に対する挙動に関しても説明した。

アプローチとして Poly-Si TFT 特性から見た Si 膜の性質というテーマで芹川正氏（大阪大）から poly-Si 中のキャリア移動の温度依存性および磁界印加効果が紹介された。また、横方向成長 Poly-Si TFT の電気特性として浅野種正氏（九州大）から横方向成長 poly-Si TFT の粒界とばらつきとの関係について報告があった。ばらつきを低減するためには粒界のポテンシャルバリア高さを低減することが重要である。

アプローチとして単結晶粒シリコン TFT と対応粒界の電氣的評価というテーマで石原良一氏（デルフト工科大）から粒界の構造（Random, θ , ϕ ）と電気特性との相関について紹介された。一般に粒界ではキャリアに対してポテンシャルバリアが形成されるが、特定の粒界（ θ ）ではそのポテンシャルバリアは小さく、電気特性に影響しない。また、ケルビンプローブ顕微鏡を用いたシリコン粒界のポテンシャル障壁の測定として高橋弘照氏（熊本大）はケルビンプローブフォース顕微鏡によって粒界近傍の局所的な電位測定を行い、粒界ポテンシャルバリア高さの評価結果に関して紹介した。Random 粒界は Cu 不純物によりバリア高さが増加しやすく、また同じ θ や random 粒界でも場所によってバリア高さが異なり、これは粒界の酸化状態によると考えられる。

アプローチとしてポリシリコン薄膜中の結晶粒界の活性度に対する評価として北原邦紀氏（島根大）より、セコエッチングにより粒界特性（電氣的な活性度）を評価した結果が紹介された。poly-Si 膜の特性をさらに向上するためには、粒界だけではなく結晶粒内の欠陥低減も重要である。また、結晶粒界の水蒸気処理による不活性化として鮫島俊之氏（東京農工大）は poly-Si の欠陥低減のため、高温高圧で水蒸気処理する技術について紹介した。poly-Si のダンダリングボンド終端のための活性化エネルギーは 0.26eV と小さく、低温でダンダリングボンド低減が可能である。

アプローチとして二次元結晶成長からみた結晶粒界評価として部家彰氏（兵庫県立大）からマルチショットにおける結晶粒成長から粒界の構造について紹介された。二次元成長には凍結原子空孔の粒界への移動と転位の粒界での堆積が必要であり，照射エネルギー，ショット数，a-Si 膜中の水素濃度に依存する。また，多結晶シリコン結晶粒低温成長のための結晶粒界エンジニアリング-可視レーザー光誘起横方向成長法-として河本直哉氏（山口大）により紫外レーザー光照射後，可視レーザー光を照射し，粒界（アモルファス部）を選択的に加熱するという，粒界は融点が高いことを利用した興味深い取り組みが発表された。

アプローチとして Poly-Si TFT の結晶粒界の電気特性評価とデバイスシミュレーションとして木村睦氏（竜谷大）により poly-Si の粒界に存在するトラップ準位密度に関する発表があった。簡便なトランジスタ特性評価や製造プロセス診断に応用できることが示された。

最後にクロージングリマーカー結晶化法と粒界，電気的特性との関連として野口隆氏（琉球大）が poly-Si の粒界のより正確な電子物性の把握，結晶構造と電気的特性との関連をより正確に研究していくことが，単結晶化，システムオンパネルを念頭にしたより高性能な Si TFT 素子応用，発展のために重要であると締めくくられた。

本シンポジウムにより粒界特性の共通認識が深まったと思われる。今後はそれらの知見を活かしてさらに高性能な poly-Si TFT の実現，また，粒界の特性を活かした新しいデバイスが創造されることが期待される。最後となったが，今回，講演をお引き受けいただいた各講演者に深謝するとともに会場で活発に議論された本シンポジウム参加者にお礼申し上げる。