

PREFACE

半導体表面の科学と技術

武 石 喜 幸

半導体表面は、表面科学の分野で最も興味深い研究対象であると共に、応用に直結して技術的にも非常に重要である。このことは論を俟たないが、応用の立場から、現時点における、その科学と技術の相関の度合について私見を二、三述べてみる。

すべての半導体固体物理は結晶構造を基にしているが、表面はその構造が、ごく一部を除いて未だに決定していない。1960年代初頭に、共有結合結晶表面に美しい超格子があることが発見され、興奮を惹き起したが、その構造解析の難しさは、蚕白質並みであると云って過言ではない。低速電子回折の強度解析というオーソドックスな方法で一義的に決めるのは困難で、むしろ他の実験事実から攻める方が有効である。清浄表面の構造や性質を追究しても、現実のSiデバイスの技術には役立ちそうもないと考えていたが、今後の超LSI技術を考えてそうではない。例えば反応性スパッタや分子線エピタキシー、あるいは金属との反応において、界面の精密な制御がますます重要になる。現在のLSI製造における表面反応の前処理はエッチングであるが、その表面状態はブラックボックスに近いのである。

半導体表面を最も特徴づけるのは表面単位存在である。純理論的にその存在を示せても、現実の構造との対応は未しいである。酸化の技術の進歩は、酸化膜との界面の単位密度を抑え込んで、信頼性も一応問題ない。しかしこれからの超微細トランジスタにおける、極薄酸化膜の耐圧、熱い電子の注入による劣化、各種放射線照射による電荷の発生、アバランシェ注入、トンネル電流を用いる電気的書替え可能ROMにおける信頼性を考えると、酸化膜の界面構造の研究には終りが無い。

電気伝導はどうか。SiのMOS反転層内電子の伝導は、二次元伝導という、バルクでは起り得ない現象で、現実のLSIから離れて新しい物理として大きく発展している。結局、常温における移動度は、表面格子（音響型フォノン）散乱で主に支配されていることが明らかになっているが、絶対値の計算には界面構造の詳細が必要である。超LSIでは、現在の寸法（2 μ m）でもドリフト速度の飽和が無視できなくなっている。実用上、重要性の増している正孔伝導の研究は遅れていて、発展が待たれる状況である。

以上、最も広範囲に深く追究されてきたSiについて述べたが、最近、新たな展開期に入った、III-V族化合物半導体の技術となれば、表面、界面の構造、反応、伝導に関する膨大な科学研究が必要である。このように見てくると、過去20年の歴史は、ここに来て再び新たに、付かず離れずの科学と技術の相関が重要になってきたと云うことができるが、応用の立場にいる者として、敢えて一言付け加えれば、研究に携わる方は、応用技術に短絡せずに、表面のより本質的な理解、精密科学化に努めて頂きたいと思う。私共は技術を考える基盤が楽しいのである。