

第 6 回国際不働態会議

(金属および半導体のパッシベーション国際会議)——その 2——
 <半導体関連>

小椋 厚志・藤枝 信次*

日本電気マイクロエレクトロニクス研究所 *基礎研究所
 〒213 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

(1989 年 12 月 4 日 受理)

The 6th International
 Symposium on Passivity
 (Passivation of Metals and Semiconductors)
 Part 2
 <Topics on Semiconductors>

Atsushi OGURA and Shinji FUJIEDA*

NEC Corporation, Microelectronics Research Laboratories
 *Fundamental Reserach Laboratcries
 Miyazaki 4-1-1, Miyamae, Kawasaki, Kanagawa 213

(Received December 4, 1989)

標記のシンポジウムは、1957 年の第 1 回以来 5～8 年毎に開催され、本年 9 月 25 日～28 日の札幌での開催で第 6 回目を数える、長い歴史を有する権威ある会議である。Participants List に記載された参加者数は全部で 219 名であり、その約 3 分の 2 が金属関係の専門家であり残りの 3 分の 1 が半導体分野の人々との事である。会議では 160 件の講演が 2～3 のパラレルセッションの形式で進められ、さらにポスターセッション、ラウンドテーブルディスカッション等、“すすきの”から遠く離れた札幌郊外の真駒内（オリンピック競技場のすぐそば）で開催された地の利？をいかして、朝早くから夜遅くまで精力的にディスカッションが行われた。

今回の特徴は、半導体の分野が新たに独立なセッションとして加えられた事である。長い歴史を持つ金属のパッシベーションの研究と、近年急速に進展した半導体のパッシベーションに関する研究成果が相互に刺激しあい活発な討論がくり広げられた。以下、著者の興味にまかせて半導体の分野からいくつかのトピックスを選び、その内容に関して紹介する。

【Si 関連】

Si のパッシベーションに関しては SiO_2/Si 界面の話題が大多数であった。オープニングセッションで Sugano

は超ドライ酸化法で形成した SiO_2/Si 界面の電気特性について詳細に報告した。超ドライ酸化それ自体あるいはポストアニールとして超ドライ酸化法を利用する事によって、少なくともエレクトロントラップに関しては大幅な減少が見られた。

プレナリーセッションで Grunthner は、XPS および STM を使った SiO_2/Si 界面の評価結果に関して報告した。特に SiO_2 を剝離した後、大気中 STM でその表面荒さを測定する方法は、簡便で情報量の多い評価手段であり興味を引いた。大気中で STM 測定を行うためには、酸化膜の剝離を N_2 中でのスピネッチで行い、 N_2 中を移動して N_2 中で STM 測定を行うのが良いとの事であった。XPS を使った評価は他にも Hattori らから多数報告された。 SiO_2/Si 界面の電子構造に関してはまだ十分ではないものの、その解明にむかって一段と理解が進んだとの印象を受けた。

SiO_2/Si 界面の構造を評価する有力な手段の 1 つとして、TEM による評価が多数取り上げられた。Ohdomari らは、TEM を使った SiO_2/Si 界面の観察例と計算機を使ったシミュレーションを比較して、TEM 像から直感的に想像される構造がかならずしも実際の構造と 1 対 1 に対応しない事を示した。依然として TEM が有力な評価手段である事は変わらないものの、その解釈は慎重に行う必要があろう。

SiO_2 や Si_3N_4 の新しい形成方法に関する講演も数多くなされた。この分野は SiVLSI の製造プロセスと密接な関わりがあり、その他にも間隔を様々に取ったトレンチを酸化してストレスと欠陥の導入の関係を調べた報告や、TEOS によるパッシベーション + 平坦化の報告等、実際の半導体工業の現場の要求に応えた興味深い報告がいくつも示された。

【化合物半導体関連】

化合物半導体の表面安定化は、長年の夢である MIS-FET の実現のみならず、現在開発中あるいは実用段階にある光・電子デバイスの信頼性・性能向上に不可欠である。MBE, MOCVD 等の結晶成長技術の確立と、光電子分光, TEM 等の評価技術の進歩に支えられて、近年の化合物半導体表面の理解と制御は新たな進展が目覚ましい。この事は今回のシンポジウムでも、GaAs, InP, ナローバンドギャップ半導体に関する報告の随所に見受けられた。

GaAs 表面ポテンシャルは、禁制帯中の深い単位にピンされている。Woodall は、その原因としてフォトルミネッセンス等の実験データを基に、表面 As クラスタに注目した有効仕事関数モデルを提案した。これに

対して、Hasegawa は、特定の欠陥が原因のではなく絶縁体/GaAs 界面での格子の乱れが化合物半導体の表面ポテンシャルピンニングの原因であると考え、乱れ誘起モデルを提唱した。GaAs 表面の制御技術としては他にも、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 処理、 As_2S_3 スピノコート、表面超構造制御+AlN 堆積、 CaF_2 堆積+RTA 等が報告され活発な討論が行われた。

InP は GaAs と異なり表面に電子が蓄積しやすい材料であり、MISFET の製作が多く試みられている。しかしながら、InP ではP 抜けが生じやすいため、絶縁膜の堆積は極低温で行うか、P・As 圧力下での堆積を行う必要がある。Sugano は PN/InP-MISFET 特性に対する PCl_3 表面エッチングの有効性と、半絶縁性基板中の Fe ドーピング濃度の影響を報告した。Lile は InP の FET 特性や発光強度が種々の表面処理で変化させる事が可能であることを示し、InP の素材としての優位性を強調した。MBE で成長した高抵抗 AlGaAs を絶縁膜に用いた格子不整ヘテロ MIS に関して、n 型 MISFET に対するポストアニールの効果や、p 型 InP への適用が報告された。この他にも、 H_2 プラズマ処理中の P 圧印加の効果、 SiN_x 膜の光励起 CVD、表面陽極酸化による In $(\text{PO}_3)_x$ 形成等多くの報告が行われた。

ナローバンドギャップ半導体では、Wieder から多少の格子不整合があっても、ワイドバンドギャップ半導体

をパッシベーションに用いるのが有効であるとの報告がなされた。また、赤外センサーの関連で HgCdTe 上の LB 膜光縮合形成、HgZnTe の表面陽極酸化、InGaAs の MISFET に関する Si 超薄膜界面制御層の有効性等が報告された。

以上述べてきたように、化合物半導体のパッシベーションに関しては、(1)表面処理(+界面制御層形成)のプロセスをまず行い、続いて(2)絶縁体の堆積を行うという方法が一般的になりつつあり、種々の半導体結晶成長技術が絶縁体の堆積に応用されている。しかしながら、その効果は未だに不十分であり、対象の重要性を考えた時、結晶成長やショットキー障壁の形成と同等以上の精密な絶縁体形成技術の開発が望まれる。

会期中頃には、札幌ビール園においてバンケットが開催された。連日の白熱の議論に疲れた頭をいやしつつ、慣れない箸を器用にあやつる 国外の参加者らと共に、ジンギスカン料理に舌づつみを打つ楽しい一時を過ごす事ができた。その席上、著者の酔いがまだそれほどでもなく記憶にあやまりがなければ、次回の会議が4~5年後に西独で開催される事が決定したと発表された。近年急速に進歩した絶縁体/半導体界面に対する理解と制御が、次回会議までにどの様な展開を見せるか大いなる期待を抱かせる。