

|||||
 卷 頭 言
 |||||

表面 + 界面 ÷ 薄膜



塩 寄 忠

表面、界面などの面は昔数学で広がりがあるが厚さのないものとして習った。材料における表面や界面は人によって様々に認識されているであろう。

私は1988年頃まで主に圧電性、焦電性、光導波特性、電気光学特性に優れた酸化物や窒化物の薄膜の作製とその応用の研究を行ってきた。光導波膜を除いてこれらの薄膜の厚さは薄くても1 μm であり20 μm というのもあった。これらの特性は殆どバルクの値に近く、僅かな差は格子の歪みによるなどと解釈され、それほど問題とはしなかった。表面付近や界面付近の特性の乱れはミクロンではあるがマクロな厚さの膜物質にとって無視されていた。

1986年に強誘電体薄膜の分極反転現象とその不揮発性メモリーへの応用の研究に着目したが、当時は圧電性や焦電性の研究を引きずってチタン酸鉛やチタン酸ジルコン酸鉛系の強誘電体の膜厚1 μm 前後の薄膜を対象とした。やがてこのメモリーがSi基板上への集積メモリーなので、構造ならびに動作電圧の要請から薄膜の厚さは200 nm以下で、その材料本来の特性を大幅に失わないならば、薄ければ薄い程良いということで、スパッタリング法やMOCVD法により実用的な範囲で薄い強誘電体の薄膜を作製するという研究に取り掛かった。Si基板上直接あるいは酸化Siや白金薄膜を介してPb (Zr, Ti) O₃系の薄膜を作製するとき、通常最低500°Cの基板温度の酸素雰囲気中で10分程度の作製時間を必要とする。この作製時に薄膜物質と基板物質の相互拡散が生じ、超高純度Si基板には高濃度の薄膜物質が拡散し、薄膜にはSiや白金が拡散してくるとともに鉛と酸素を失い強誘電性が著しく劣化する。さらに表面や界面を数学的面と仮定しても表面準位や界面準位に基づくクローン遠距離力は100 nm程度の深さに及ぶ。かくして薄膜全体が構造・組成的にも物理的にも表面・界面層であるということになる。さらに表面・界面電界や外部からの印加電界は半導体物理におけるように自由電子や自由正孔を輸送するだけでなく、薄膜物質のインフラストラクチャーとも言うべき酸素イオンやその他の不純物イオンを長い時定数で輸送したり、アクセプタ不純物をイオン化するなどの作用により電気的特性の経時変化を与える。薄い強誘電体酸化物の薄膜は全体にわたり曖昧模糊で混沌としている。現在私はこのように複雑極まりない、微弱導電性を有する本来絶縁体であるべき強誘電体の薄い薄膜 (= 表面 + 界面) の作製とその結晶構造的・化学組成的・電気的特性の研究の真ただ中にいる。この混沌の中から新しい機能と優れた特性を持った新物質が生まれてくることを期待している。

(京都大学)