



研究室紹介

UDC 061.62 : 621.38

榊 研究室

1973年4月に第3部の電子工学部門の担当として生産技術研究所に榊が着任した時点で研究室が発足し、約3年が経過した。現在の研究室の人員的規模はいまだに小さい(=2名)が、活動は沃地に移植された若い樹木のように年々活発になりつつある。主要な研究題目は、半導体薄膜内の電子の波動性の解明とその電子工学への応用に関するものと、薄膜光導波路内の光波の諸性質の解明とその光通信用IC素子への応用に関する2本の幹とからなっており、これらをまとめて言えば波動電子工学という分野名を付すことができよう。研究を進める上では、生産技術研究所内の諸研究室・例えば第1部の光学関係の研究室、第2部の真空および微細加工関係の研究室、第3部の光および半導体関係の研究室、第4部の光電気化学関係の研究室から多くの援助と協力を頂いており、殊に関連の深い浜崎襄二・斎藤成文両教授の研究室とは相互協力を行ないつつ仕事を進めている。以下主要な研究テーマを詳述する。

(1) MOSトランジスタに於ける表面量子化効果

卓上電算器の主要構成部品であるMOSトランジスタは、金属(M)絶縁性酸化膜(O)・p形半導体(S)の3層サンドイッチ構造を有しているが、電子の流れることのできる伝導領域(チャンネル)は半導体表面に静電的に形成される反転層と呼ばれるきわめて薄いn形層内に限定されている。

この反転層の厚みは数nmないし10nm程度(nmは 10^{-9} m)であるので、層内の電子はその波動的な性質のために、定在波化(サイズ量子化)される。この現象は表面量子化と呼ばれているが、量子化された電子の運動は2次元的なものとなり、通常の3次元的な電子とは異なったいくつかの性格を示す。本研究では、室温を含む広い温度範囲で、表面量子化の重要性を導電率異方性や電流磁気効果を通じて調べ、MOSトランジスタの動作原理を明らかにする仕事を行っている。(担当・榊)

(2) 周期的な表面凹凸を有する半導体薄膜内のサイズ量子化された電子の負質量効果

電子がサイズ量子化される程に薄い半導体薄膜の表

面に周期的な凹凸を人為的に設け、その周期を電子の平均自由行程以下にすると、量子化された電子は表面凹凸と強く相互作用することが期待される。本研究では、この現象を理論的に解明し、電子の膜面に沿う方向の波長入が凹凸の周期 Λ の2倍に近づくと、ブラッグ反射が生じ、その結果、運動量の増大に伴い群速度が減少する効果(負質量効果)が生じることを示した。更に、この構造を用いた負抵抗素子の特性を理論的に求め、その実現のためには、平均自由行程の大きな半導体薄膜作製技術の開発と微細凹凸加工技術の確立が必須であることを明らかにしている。(担当・榊・我妻・斎藤・浜崎)

(3) レーザーの二光束干渉露光を用いた表面微細加工法の開発とその回析格子作製への応用

真空中での波長が λ_0 の2つの光の平面波を屈折率nの物質内で 2θ の角度をなすように交叉させると、干渉作用のために周期 $\Lambda = \lambda_0 / (2n \sin \theta)$ の干渉縞が作られる。 $\lambda_0 = 0.325 \mu\text{m}$ (He-Cdレーザー)、 $n = 1.45$ (石英)、 $\theta = 90^\circ$ の場合には、 Λ は $0.112 \mu\text{m}$ となり、きわめて微細な格子縞を作ることができる。本研究では、フォトレジストの他に弗酸水浴内のシリコンの感光性を用いて、この種の微細加工技術の開発を行っており、現在、最小周期として $0.24 \mu\text{m}$ を得ている。作られた格子構造の周期は(2)に述べた用途にはまだ長すぎるので、主として光回路素子作製へ応用を考えており、(4)に述べるように、既に薄膜光フィルターなどが試作されている。(担当・榊・今井・我妻・斎藤)

(4) 光通信用光回路素子の研究

大量の情報を効率よく送るのに適した光通信は、低損失のガラスファイバーの出現で注目を集めているが、その実現には光源・変調器、フィルター・結合器、検出器などの高性能化・高信頼度化が不可欠である。本研究では、薄膜光フィルターおよび薄膜光換出器を対象として新しい素子構造を採用することにより、高性能化を図ることを努力している。現在までに、周期的表面凹凸を持つ光フィルターの試作とその可変周波数レーザーを用いた精密測定を行った他、PMC光線路形検出器の試作と動作解析を行っている。(担当・榊・野須・浜崎・我妻・斎藤)

以上述べた研究の道展には、光および電磁気学、固体物理学・量子エレクトロニクス・通信工学・光電気化学加工学など多方面の深い学識が必要とされており、今後共、皆様の御指導と御批判を賜るようお願いして、研究室の紹介とさせていただきます。(榊 裕 之記)