



研究室紹介

超高周波電子装置部門 (産業科学研究所)

松尾研究室

産業科学研究所は産業に密接な関係のある自然科学に関する基礎的学理およびその応用の研究をなす目的で、昭和14年11月に大阪大学に附置され、今年で満41年を迎えることになる。設立当初は3部門であったが、現在では電子科学研究部、金属無機材料研究部、有機化学研究部、放射線科学研究部の4研究部よりなり、これらが21部門の研究室で構成され、かつ附属施設として放射線実験所、材料高圧合成センター、材料解析センターなどが設置されている。我々の超高周波電子装置部門は電子科学研究部に所属している6部門のうちの一つである。

当部門は、マグネトロン、大阪管などのマイクロ波電子管の発明者として文化勲章を始め数々の栄誉に輝く岡部金治郎名誉教授が開設当初より担当され、昭和31年に同教授が停年退官された後、暫らくの間、マイクロ波立体回路の権威者、園田忍名誉教授が兼任担当された。昭和36年に同教授が停年退官された後、松尾幸人教授の担当となった。

現在、当部門の研究スタッフは松尾幸人(教授)、張吉夫(助教授)、楠陽(助手)、張年錫(助手)、梅田徳男(教務職員)、阪口尚美(事務補佐員)であり、大学院学生は電子工学専攻後期課程が4名(内1名休学中)、前期課程が3名、研究生が1名である。当部門出身者は国公立ならびに大企業の研究所などで部、課長または研究員として活躍している方が多く、大学関係でも僅かではあるが教授(国立大2, 私大1)、助教授(国立大4)、助手(国立大3)として頑張っている

研究所であるから学部学生の教育には関係していないが、大学院の講義としては松尾教授が電子、通信ならびに一部の応物専攻の院生に対して“固体電子装置概論”、“モード結合理論”を、張助教授が“量子電子工学”を担当し

ている。

当部門の研究成果として、部門開設当初よりの研究テーマであったマイクロ波電子管の研究においては、新しい型のマイクロ波大電力増幅用の進行波マグネトロンを提案、開発し、または新しい型の Fast Wave を見出し、これを“単振動波”と名づけてこの波動を利用した種々のマイクロ波管を研究してきた。増幅用の進行波マグネトロンについては数年遅れてアメリカのレーセオン社でも別個に研究開発し、“アンプリトロン”という商品名で市販しており、ライナック、マイクロ波電力輸送などの研究に用いられ、一部では実用化されているようである。

レーザー光が発明されて以来、当部門でもレーザーの通信への応用というテーマで研究を開始したが、単一周波数ガス・レーザーの周波数安定化に対する開発を始めとして、“ $45^\circ z-45^\circ y$ カット”と名づけた低電圧光変調のための KDP タイプ結晶の新しい切断方法、同じく低電圧動作を目的としたレーザー直接変調による光 PCM、きわめて安定なモード・ロッキングを得る自己ビート帰還方式などを提案開発し、これらの研究が認められて電子通信学会より推薦され、昭和43年、第9回の東レ科学技術助成金を受け、その後の研究が大いに促進された。

現在では昭和41、2年頃より研究を続けている固体マイクロ波素子、半導体レーザーの改良開発ならびに光集積回路用の能動ならびに受動素子、これらの試作に必要な化合物半導体育成技術などの研究を行うと共に、超短光パルスの発生とその超高速エレクトロニクスへの応用、すなわち“Gigabit Electronics”などを研究テーマとしている。以下にこれら進行中の研究テーマについてその概略を述べて見よう。

〔1〕半導体を用いた電子デバイスに関する研究

(a) 光集積回路用素子の研究

常温で半導体レーザの連続発振，長寿命化に成功して以来，超高速通信，データ処理などへのレーザ光の応用が考慮されると同時に，半導体レーザが小形であるという最大の特徴を生かし，温度変化とか経時変化などによる特性劣化を改善し，レーザ光の可干渉性を高度に利用してその機能を十分に発揮させるには，半導体レーザは勿論のこと，変調，偏向，分波，合波，復調などの各種光機能素子を一つの基板上に集積した，いわゆる“光集積回路”の概念が重要になってきた．この研究は昭和52年度より3年間，特定研究“光導波エレクトロニクス”として取上げられ，当研究室もその研究メンバーに加わり研究を分担してきたが，現在もなお研究継続中である．

(b) 新しい固体素子の研究

GaAs, InP または三元化合物半導体を用いた新しい型のマイクロ波発振，増幅素子，太陽電池ならびに特殊な機能素子の開発を行っている．例えば当研究室で提案開発した二，三の研究をあげると次のようである．

電圧によって一オクターブ以上も発振周波数に変化する特殊な円形ガン・ダイオード，および同じ目的のために開発したガン・ダイオードに YIG 共振器を結合した広帯域発振素子，ならびに磁性体中の静磁波と半導体中のキャリアとを結合した新しい型の固体増幅素子などである．この研究に刺激されて静磁波の代りに表面静磁波を用いて増幅機構をもった遅延素子を得ようとする研究が各国でやられ始めたが，実験的には正味の増幅利得が得られていなかった．当研究室では適当な半導体と磁性材料の組み合わせ，ならびに増幅回路構成の改良などにより，世界で始めて正味の増幅利得を得たことなど可成りの成果をあげてきた．

最近では結晶半導体を用いた素子に限らず，Si : H, Si : F : H などのアモルファス Si 半導体，カルコゲナイド系アモルファス半導体などのいろいろな物性を利用した新しい機能を有する固体素子に関する研究も計画中である．

(c) 結晶成長に関する研究

前述の光集積回路用素子ならびに固体電子素子の開発に重要な種々の半導体育成技術，微細加工技術，拡散技術などについて検討を加えている．

〔2〕超短光パルスの発生とそのギガビット・エレクトロニクスへの応用

(a) サブピコ秒 (10^{-13} 秒) またはフェムト秒 (10^{-15} 秒) 光パルスの発生

光と物質との相互作用においては，サブピコ秒またはそれ以下の短時間内におこるような超高速現象を実現し，それを利用することが最近可能となってきている．一方，電気回路においてはスイッチングスピードでいって数十ピコ秒というところで一つの壁に到達していると言える．従って光によるサブピコ秒領域の超高速現象をエレクトロニクスに取り入れ“ギガビット・エレクトロニクス”と呼ばれている分野を開拓してゆくことは非常に興味ある研究である．そのためには先づサブピコ秒以下の光パルスの発生が必要で，現在，レーザのモード同期により0.3ピコ秒の連続動作光パルスと0.7ピコ秒のパルス動作光パルスを実現している．これに力を得て，当研究室で提案している受動モード同期と強制モード同期の併用により，数十フェムト秒台の光パルスの発生を目標に実験を進めている．

(b) 半導体材料中での光の物質コヒーレント現象の基礎研究

光で実現出来る超短光パルスの超高速電気パルスへの変換が可能な材料としては先づ直接遷移形の半導体が考えられる．しかも電気パルスへの変換を超高速に実現するためには，そのバンド間遷移のコヒーレント効果を利用することが是非とも必要であると考えられ，これらについて基礎研究を行っている

以上，超高周波電子装置部門の研究の概略を述べたが，半導体を始めとして種々の材料の物性，ならびにその研究動向を絶えず見つめつつ，それらの物性を利用した新しい機能を有する素子の開発，ならびに超高速エレクトロニクスの分野に研究室のベクトルが向いていると言える．