

## 課題情報シート

課題名：	半導体薄膜用自動ホール効果測定装置の開発		
施設名：	北海道職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

生産機械システム技術科：機械設計、機械加工、材料技術

生産電子システム技術科：マイコン技術、電子回路技術（トランジスタ回路、オペアンプ回路）

生産情報システム技術科：プログラミング（C言語、Visual Basic など）、画像処理全3科共通  
：安全衛生

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

生産機械システム技術科：機械設計・機械加工を習得した段階

生産電子システム技術科：マイコン技術・電子回路技術を習得した段階

生産情報システム技術科：プログラミング（C言語、Visual Basic 言語など）技術を習得した段階

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

生産機械システム技術科：課題を通して、主に機械材料、機械設計技術、機械加工技術の実践力を身につける

生産電子システム技術科：課題を通して、主にマイコン技術、電子回路技術、半導体プロセス技術の実践力を身につける

生産情報システム技術科：課題を通して、主にプログラミング技術の実践力を身につける  
3科共通  
：課題を通して、主にコミュニケーション能力を身につける

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：8名（生産機械システム技術科3名、生産電子システム技術科3名、生産情報システム技術科2名）

時間：972時間

半導体薄膜や半導体基板の基礎データとして伝導型・キャリア密度・キャリア移動度があります。これらを測定するための測定原理が Van der Pauw 法であり、この原理を利用した測定装置がホール効果測定装置です。ところで、通常、Van der Pauw 法を利用した手動測定を研究室レベルの開発現場で行う場合、試料上に形成した4つの試料電極(オーミック電極)に行なう電気配線が手作業で行われています。しかし、手作業での配線は手間がかかり、効率が低下します。そこで、手作業で配線をする必要がなく、「試料を載せるだけで自動測定できる」ホール測定装置を開発することにしました。

## 課題の成果概要

### [装置の特徴]

- ① 常に正方形とは限らないホール効果試料の形状に対応するため、測定プローブを針状ではなく、板状のプローブとしました。装置の筐体本体（搬送部、判定部、測定部）について、できるだけ小型化を図るようにしました。
- ② 北海道能開大に設置されているクリーンルームで位置検出用のフォトダイオードを自作し、これを本装置に組み込みました。
- ③ 試料への磁界印加用に電磁石を設計・製作しました。
- ④ 画像処理技術も取り入れました。

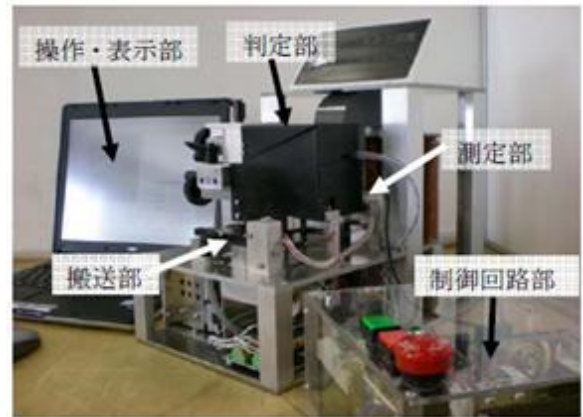


図 開発した装置の外観

### [測定結果例]

- ① 被測定用試料を搬送用試料台に載せるだけで測定を自動的に行うことができます。全工程（搬送・判別・測定）にかかる時間は約3分であり、ホール測定にかかる時間は劇的に短縮されました。
- ② 本装置を使用して測定した結果と、市販の測定機器（電圧計、定電流電源等）を使用した手動測定の結果の両者を比較した結果を示します。比較に用いた試料は、大きさ5mm角・厚さ1 $\mu$ mのN形ガリウムひ素半導体皮膜です。結果は表のようになり、両者の結果に大きな差はありませんでした。これにより、実用性のある装置を開発することができたと考えています。

表 測定結果の例

	キャリア密度 ( $\text{cm}^{-3}$ )	キャリア移動度 ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )
本装置による測定	$3.87 \times 10^{15}$	6100
市販の測定器を用いた手動測定	$3.89 \times 10^{15}$	6250

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

### [指導のポイント]

学生の意欲の向上を促すために次の4つの項目（ARCSモデル）に気をつけて指導しました。

それは、①“興味を引く”（面白そうだと思うさせる）②“これまで学んできた事項との関連性を示す”（やりがいがありそうだと思うさせる）、③“自信を持たせる”（何とかやり遂げられそうだと感じさせる）、④“満足感”（とりくんで良かったという気持ちを持たせる）の4つです。各学生が開発課題の中で行なう個々の“小さな課題”が、この4つの側面のいずれかにできるだけ当てはまるように整理してみました。これにより、一年間という長い間において学

生の課題に対するモチベーション低くせず実施することができたと考えています。

[学生の行動から見た能力養成の成果について]

本課題で取り上げた装置を具現化するためには、各科学生が得意とする技術を融合させなければなりません。そのためには、効果的なミーティングが定期的に行われることが大切です。

ミーティングにおける学生の姿勢を見ていますと、他者の意見を聞き、そのポイントを把握・整理した上で、自分の考えを述べるようになっていきました。このことから、技術の向上に加えて、コミュニケーション能力や調整能力の向上も図られたと考えています。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
1. メカニズムの構想立案と、その具現化ができる能力	<p>1. 機械設計・加工・材料に関する個々の知識を融合させて行うことが重要です。以下の点がポイントとなります。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 要求される機能を満たすメカニズムを構想・設計します。</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>・ 写真は板状の測定プローブ部を示しています。多くの細かい部品からなり、加工能力の高さも要求されます。</li><li>・ モータ選定時に正しいトルク計算が行える必要があります。</li><li>・ 必要に応じて電気絶縁材料が選定できる必要があります。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 「ARCS 動機付けモデル」を取り入れて指導することを心がけました。これは、「授業や教材を魅力的なものとし学習意欲を高める手立てとして、以下の4項目が順番に満たされていくように訓練内容を配列し指導することが大事である」というものです。4項目は ①Attention(注意) ②Relevance(関連性) ③Confidence(自信) ④Satisfaction(満足感)となっています。</li><li>● グループで開発を行っていかねばならないことから、毎朝の顔合わせと1週間に一度のミーティングを行いました。これは、技術的な問題点の共有に役立つとともに、人間関係の構築にも大変役立ちました。</li></ul>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>2. マイコン技術及びアナログ電子回路技術の総合的に活用する能力</p>	<p>2. マイコン技術とアナログ系電子回路を総合的に活用することが重要です。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ AD、DA 変換を使用して計測を担当しているアナログ電子回路（計測回路ブロック）の機能を十分に引き出すようにします。</li> <li>・ 測定に十分な大きさの磁界を発生させることのできる電磁石を設計・製作します。</li> </ul>	
<p>3. 半導体デバイスの設計と種々のプロセスを駆使して製作する能力</p>	<p>3. 搬送テーブルの位置検出用に、シリコン基板使ってフォトダイオード自身を設計・製作しました。ブラックボックスになりがちな電子デバイスの“中身”を理解することができます。</p>	
<p>4. プログラミング技術(C 言語、VB 言語)</p>	<p>4. 現在非常に使われている C 言語、VB 言語のプログラミングができます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 画像処理（2 値化、抽出なぞ）用プログラムを C 言語で制作します。</li> <li>・ データ表示などのヒューマンインターフェース部分を VB 言語で制作します。</li> </ul>	

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北海道職業能力開発大学校  
住所 : 〒047-0292  
小樽市銭函 3 丁目 190 番地  
電話番号 : 0134-62-3553 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/hokkaido/sisetu/tandai/kai01.htm>