

## 課題情報シート

課題名：	四探針法を用いた自動抵抗率測定装置の開発		
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）

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付けます。

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、電子回路技術の実践力を身に付けます。

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付けます。

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付けます。

#### (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

抵抗率測定は、材料の電気的特性を知るためにとても重要です。四探針法は、試料に測定電極をあらためて形成する必要がなく、測定が容易なため広く用いられています。しかし、市販の測定装置では四探針プローブの針の長さは短く、3次元形状の試料の測定がしやすいとは必ずしも言えません。また、通常の四探針法では試料の大きさがプローブの間隔より充分大きいことが前提となっており、試料の大きさが小さいときには、抵抗率を補正するための補正係数が必要となりますが、その計算が実は面倒です。そこで、3次元形状試料の測定も可能でかつ、補正係数の計算もいらない実用性を高めた抵抗率測定装置を開発することを

目的としました。

## 課題の成果概要

### [装置の特徴]

- ①平面形状の試料だけではなく、山形やくぼんだ表面形状の試料にも対応できるようにするため、プローブ長の長いプローブを取り付けたプローブヘッドを開発しました。(プローブA:プローブ間隔5mm、プローブ長11.8mm、プローブB:プローブ間隔1mm、プローブ長10.5mm)
- ②ASTM法による抵抗率測定システムを開発しました。
- ③レーザー変位計を用いて試料の3次元形状を測定できるようにしました。

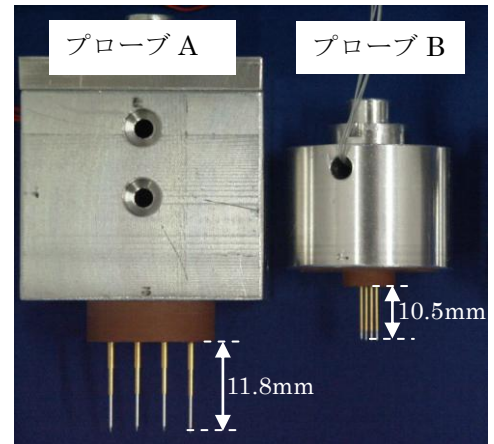


図1 開発したプローブ

### [測定結果例]

本装置を使用していろいろな大きさのn形シリコン基板の抵抗率を測定しました。公称値は  $10\Omega\text{cm}$  です。結果を図2に示します。

従来法での抵抗率は、基板の大きさが小さくなるにつれて抵抗率が実際の値より大きく算出されていますが、ASTM法による測定では、形状が異なってもほぼ同じ抵抗率の値が得られています。

このように、わずらわしい補正の手間から開放された実用性の高い装置を開発することができたと考えています。

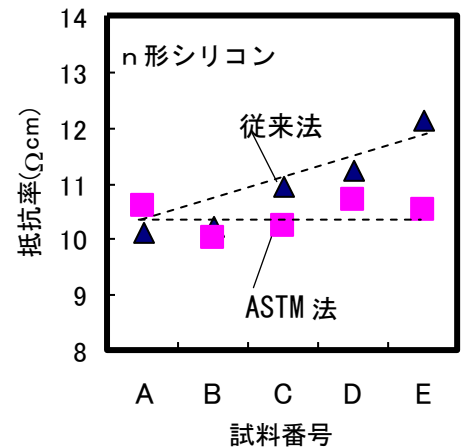


図2 ASTM法による抵抗率の測定

## 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、次の4つの項目 (ARCS モデル) に留意し指導しました。

それは、①“興味を引く” (面白そうだと思う)、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)、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” (取り組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当てはまるようにできるだけ努力しました。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を低くせずに実施することができたと考えています。

### [学生の取り組み姿勢から見た能力養成の成果]

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事です。また、日々の生活の中でメンバーが毎日顔を合わせる時間を設けて、メンバー相互に信頼関係が生じるように指導することも大事です。これにより自分の考えを自由に述べることができるチームになっていきました。

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
○メカニズムの構想立案と、その具現化ができる能力	<p>◇機械設計・加工・材料に関する個々の知識を融合させておこなうことが重要である。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・設計すること。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こと。</li> <li>・必要に応じて電気絶縁材料が選定できること。</li> </ul>	<p>●「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。その4項目は</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①Attention (注意)</li> <li>②Relevance (関連性)</li> <li>③Confidence (自信)</li> <li>④Satisfaction (満足感)</li> </ol> <p>となっています。</p>
○マイコン技術およびアナログ電子回路技術の総合的に活用する能力	<p>◇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>・A/D、D/A 変換を使用して計測を担当しているアナログ電子回路（測定回路ブロック）の機能を十分に引き出すようにします。</li> </ul>	
○プログラミング技術（C 言語、VB®言語）	<p>◇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ること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>