

## ホール効果測定装置

キーワード：ホール効果、比抵抗、キャリア密度、ホール移動度、温度依存性

### 概要

本装置は、種々の方法で作製された薄膜に対して電流および磁場を印加し、薄膜の比抵抗、キャリア密度、ホール移動度、そしてそれらの温度依存性を評価することができるホール効果測定装置です。図1に装置の外観写真を示します。半導体を始めとする電子デバイス分野では、デバイス作製に必要な電気特性の評価方法として広く使用されています。

本装置を用いて薄膜の電気特性を評価する場合、オーミック特性を有する4つの電極端子の内、2つの電極端子に電流を印加し、残りの2つの電極端子間に発生する電圧を測定します。電流端子および電圧端子の組み合わせは、スキャナーにより自動的に切り替えられます。そして、得られたデータから解析用ソフトウェアを用いて種々の電気特性を得ることができます。また、測定プログラムにあらかじめ測定温度を設定しておくことで、自動的に電気特性の温度依存性も測定できます。以下に基本仕様と測定例を紹介します。



図1 ホール効果測定装置の外観写真

### 基本仕様

装置名： (株)東陽テクニカ製 ResiTest 8300

[ 装置構成 ]

計測ユニット部： 8310 型

試料ホルダー部： 冷凍機(REF)型  
高温加熱(VHT)型

マグネット部： 標準間隔(CSE)型

制御部： デスクトップ(OT)型

[ 測定範囲 ] (試料の膜厚が 1 $\mu$ m の場合)

測定方法の種類： ファン・デア・ポウ法  
およびホールバー法

試料サイズ： 最大 14mm × 5mm<sup>t</sup>  
(ただし、基板の厚さを含む)

比抵抗： 10<sup>-5</sup> ~ 10<sup>+9</sup>  $\Omega$ cm

キャリア濃度： 最大 1 $\times$ 10<sup>+23</sup> cm<sup>-3</sup>

ホール移動度： 最小 1 $\times$ 10<sup>-2</sup> cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>

印加磁場： 最大 0.45 T (磁場反転可能)

制御温度範囲 (低温側)： 20~300 K

制御温度範囲 (高温側)： 300~1073 K  
(真空中)

[ 主なプログラム ]

オーミック測定： 電流スイープによる I-V  
測定を用いた電極の評価

比抵抗測定： 試料の比抵抗およびシート  
抵抗の評価

ホール測定： AC 磁場ホール測定および  
DC 磁場ホール測定が選択可  
能。試料のキャリアタイプ、  
ホール係数、キャリア密度、  
シートキャリア密度、ホール  
移動度の評価

温度制御： 最大 500 点まで設定可能

ファイルの出力： エクセル互換 CSV 形式  
でのエクスポートが可能

その他： 自動電流設定が可能

## 測定例

ガラス基板上に異なる作製条件で製膜された2種類の透明導電膜について、ファン・デア・ポウ法による比抵抗測定およびホール効果測定の一例を示します。

最初に、試料の4隅に金電極を作製し、その上にインジウムハンダを用いてリード線を取り出し、試料ホルダーにセットします。次に、プログラム中の測定条件設定画面において、4種類の測定項目（測定温度、オーミック測定、比抵抗測定、ホール効果測定）の中から必要な項目を選択し、バイアス電流等に所定値を入力します。今回は、室温における薄膜の比抵抗、キャリアのタイプ、キャリア密度、ホール移動度を調べるために、比抵抗測定およびホール効果測定の項目を選択し、バイアス電流を1 (mA)印加した状態で、これらの測定を連続して行いました。

測定終了後、ソフトウェアにより自動解析が行われ、比抵抗測定およびホール効果測定の各々について、図2および図3に示すような結果が表示されます。今回の測定に要した時間は、1試料当たり約20分です。

2種類の試料の電気特性について整理した結果を表1に示します。比抵抗は、試料間にほとんど差は見られません。また、キャリアのタイプも同じN型(キャリアは電子)です。しかし、キャリア密度およびホール移動度に

表1 比抵抗測定およびホール効果測定の結果

	試料 1	試料 2
比抵抗( $\Omega\text{cm}$ )	$1.7 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$
キャリアのタイプ	N	N
キャリア密度( $\text{cm}^{-3}$ )	$2.4 \times 10^{20}$	$8.7 \times 10^{19}$
ホール移動度( $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ )	$1.6 \times 10^{+1}$	$4.1 \times 10^{+1}$

については試料間に顕著な差が見られ、試料1は試料2に比べて、キャリア密度が大きくホール移動度が小さい試料であることがわかります。以上の結果から、試料の比抵抗をより減少させる改善方法として、次のような異なる指針が得られます。

- 試料1) ホール移動度を増加させる。例えば、製膜時に基板加熱を加える。
- 試料2) キャリア密度を増加させる。例えば、ターゲットの不純物濃度を増加させる。

## おわりに

以上のように、ホール効果測定は、試料の電気特性についてより詳細な情報を得ることができます。今回設置されました装置は、測定ダイナミックレンジが大きく、従来測定が困難であった高抵抗試料の電気特性を評価することができます。是非一度お試しください。皆様のご利用をお待ちしております。



図2 ファン・デア・ポウ法による比抵抗測定の解析結果

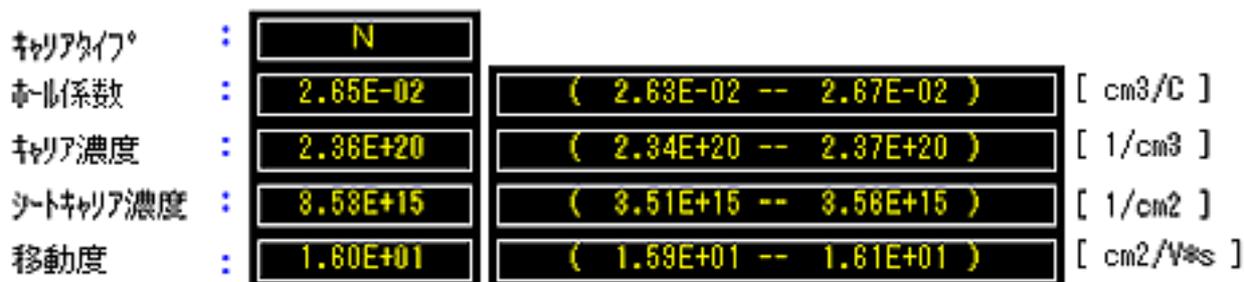


図3 ファン・デア・ポウ法によるホール効果測定の解析結果