

異方性材料に対する van der Pauw 法 による評価の問題点

E-01002 赤井 良純
松浦研究室

[はじめに] 半導体薄膜試料における抵抗率の測定は van der Pauw 法を用いて測定している。van der Pauw 法は電氣的に対称であるとの仮定の下で抵抗率の測定を行っている。そこで、電氣的に対称でない異方性材料に対して、正確な測定結果が得られるかを調べる。

[van der Pauw法を用いたホール効果測定] van der Pauw法における測定の手順は、電極 12 間に電流 I_{12} を流し、電極 43 間の端子電圧 V_{43} として、抵抗 $R_{12,43}$ は

$$R_{12,43} \equiv \frac{V_{43}}{I_{12}} \quad (1)$$

と定義する。同様に抵抗 $R_{23,14}$ を定義して用いる。このときの抵抗率 ρ は以下ようになる。

$$\rho = \frac{\pi d}{\ln 2} \cdot \frac{(R_{12,43} + R_{23,14})}{2} f\left(\frac{R_{12,43}}{R_{23,14}}\right) \quad (2)$$

試料面に垂直に磁束密度 B の磁界を印加する。この時に生じるホール電圧を V_H とするとホール電圧は以下ようになる。

$$V_H = -\frac{I_{12} B}{q n d} \quad (3)$$

ただし、 f は Pauw 補正係数であり、試料が完全に電氣的に対称であれば $f = 1$ である。 d は試料の厚さ、 n は電子密度、 q は電荷である。

[測定試料] 異方性材料として 3C-SiC を用いた。本来、3C-SiC は立方晶であるが、異方性がない。しかし、結晶中で生成される面欠陥を解消させる為に一方向に起伏を設けたことにより、異方性が生じていると考えられる。

[実験方法] 測定試料四隅に Ni オーミック電極を形成し、van der Pauw 法によるホール効果測定を用いて磁界及び電流の向きを変化させて計 8 方向で行った。

[実験結果・考察] 電極 12 間及び電極 23 間の電流 - 電圧特性から、試料の方向によって抵抗値が約 10 倍異なり、異方性があることが分かった。

表 1 に 300 K で測定したときの van der Pauw 法の測定結果を示す。電圧計の測定限界値が $10 \mu V$ である。表 1 から電極 14 間及び電極 32 間における端子電圧が非常に小さく、正確に測定できなかった。この為、正確な抵抗値が得られなかった。また、抵抗 $R_{12,43}$ 及び抵抗 $R_{23,14}$ の値の差が非常に大きいので Pauw 補正係数が小さくなる。これらのことから、正確な抵抗率が得られないことが分かった。

表 2 に 300 K におけるホール効果測定の結果を示す。表 2 から電流値を変化させるとホール電圧の方向は変わるが、磁界の向きを変化させるとホール電圧の向きは変化しなかった。式(3)から磁界の向きを変化させるとホール電圧は変化すると分かる。このことから、正確なホール効果測定ができていないことが分かった。

[結論] 異方性材料に対する van der Pauw 法では、正確な抵抗率が測定できない問題点が判明した。また、ホール効果測定では磁界の向きを変えることによってホール電圧の向きが変化しない問題点が判明した。

[謝辞] 試料を提供してくださった HOYA 株式会社の長澤弘幸氏に心より感謝いたします。

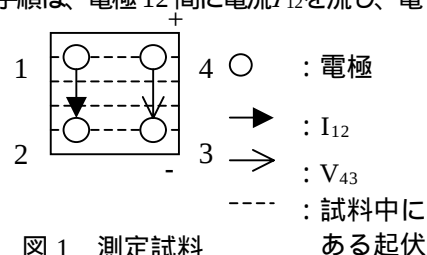


表 1 300 K における van der Pauw 法の測定結果

測定方向(I/V)	12/43	23/14	34/21	41/32
電流値(mA)	1.0	1.0	1.0	1.0
電圧値(V)	5.7	$<1.0 \times 10^{-7}$	5.7	$<1.0 \times 10^{-7}$
電流値(mA)	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
電圧値(V)	-5.7	$<-1.0 \times 10^{-7}$	-5.7	$<-1.0 \times 10^{-7}$
抵抗値(Ω)	5.7×10^3	2.4×10^{-4}	5.7×10^3	3.2×10^{-3}
Pauw補正係数	9.7×10^{-2}	9.7×10^{-2}	9.9×10^{-2}	9.9×10^{-2}
抵抗率(Ωcm)	31.44	31.45	32.07	32.05

表 2 300 K におけるホール効果測定の結果

測定方向(I/V)	13/24	24/31	13/24	24/31
電流値(mA)	1.0	1.0	1.0	1.0
電圧値(mV)	-43.0	40.0	-41.0	43.0
磁界(T)	1.2	1.2	-1.2	-1.2
電流値(mA)	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
電圧値(mV)	43.0	-40.0	41.0	-43.0
磁界(T)	1.2	1.2	-1.2	-1.2

