

松浦研究室での研究内容

1年次から3年次までに学ぶ学科専門科目と
卒業研究で行う研究内容

松浦 秀治

電気電子工学科 教授

エレクトロニクス基礎研究所 所長

1年次で学ぶ「基礎電磁気学・演習」

第15節 磁界中で荷電粒子が受ける力

2段階方式で学ぶ わかる電磁気学

松浦 秀治
海老原 聡 共著
前川 泰之

ムイスリ出版

- 電荷 Q [C] をもつ荷電粒子が電界 E [V/m] から受ける力: F_E
 - 力の大きさ: $F_E = QE$ [N] (I.14)
 - 力の向き: 電界と同じ方向 ($Q > 0$ の場合)
電界と反対方向 ($Q < 0$ の場合)
- 電荷 Q [C] をもつ荷電粒子が速度 v [m/s] で移動するとき、磁束密度 B [T] から受ける力: F_B

(ただし、速度と磁束密度のなす角は θ である)

 - 力の大きさ: $F_B = QvB \sin \theta$ [N] (I.15)
 - 力の向き: 図 I.31 参照 ($Q > 0$ の場合)
図 I.31 と反対方向 ($Q < 0$ の場合)

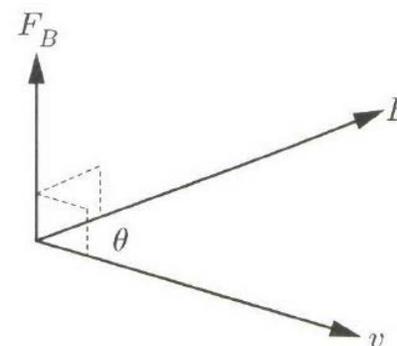


図 I.31 速度 v で移動する正の荷電粒子が磁界から受ける力

2年次で学ぶ「半導体工学・演習」

絵でわかる 半導体工学の基礎

松浦秀治 著
ムイスリ出版

90 第2章 半導体の電気伝導

2-7 電界と磁界中での電子・正孔の動き

■ 磁界中を移動する正孔

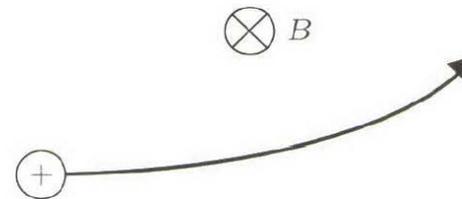


図 2-7-1 磁界中の正孔の動き

⊗は、磁界が手前から紙面奥に向かう方向を示す。

■ 磁界中を移動する電子

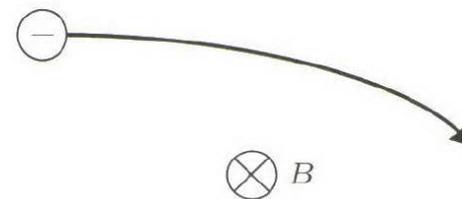


図 2-7-2 磁界中の電子の動き

2年次で学ぶ「半導体工学・演習」

ホール効果測定

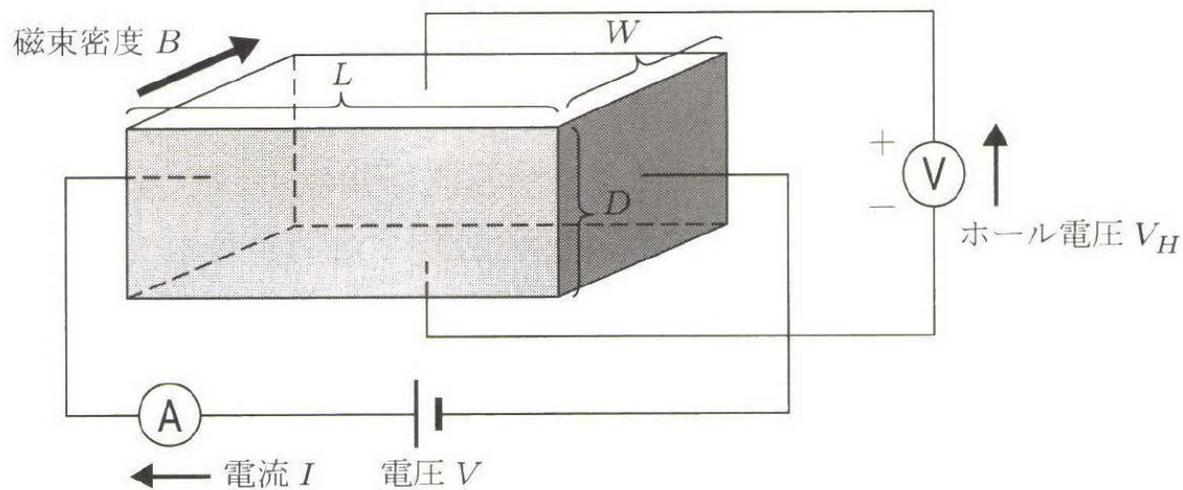
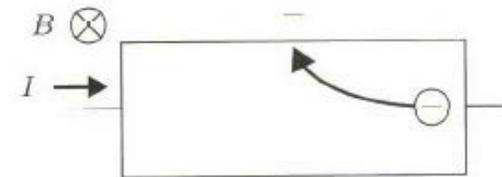


図 2-7-3 ホール効果測定 of 概略図

ホール効果測定から得られるデータ

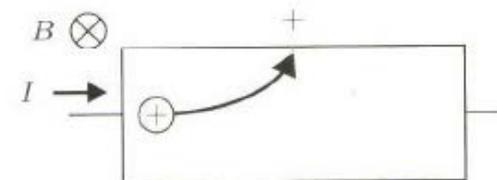
1. pn 判定
2. 多数キャリア密度
3. 多数キャリアの移動度

1. n型半導体 (電子の多い半導体) : $V_H < 0$



電子(負の電荷)は電流とは反対の方向に移動し、紙面から奥に向かう磁界によって上向きに曲げられる。このため、上部に電子が溜まり、上部がマイナスになる。

2. p型半導体 (正孔の多い半導体) : $V_H > 0$



正孔(正の電荷)は電流と同じ方向に移動し、紙面から奥に向かう磁界によって上向きに曲げられる。このため、上部に正孔が溜まり、上部がプラスになる。

2年次で学ぶ「半導体工学・演習」

2-7-4 多数キャリア密度

p型半導体の場合、以下のようにして多数キャリア密度が求められる。

1. 速さ v_d で移動する正孔が、磁界から受ける力：

$$F_B = qv_d B \quad (\text{上向き})$$

2. 上部に正孔が蓄積することにより電圧 V_H が発生する。

3. V_H により形成された下向きの電界 E から正孔が受ける力：

$$F_E = qE = \frac{qV_H}{D} \quad (\text{下向き})$$

4. 定常状態(十分に時間が過ぎた後)では、正孔に働く2つの力が釣り合う。

$$F_E = F_B$$

$$V_H = v_d DB$$

5. 一方、正孔密度を p とすると、図 2-7-3 よりわかるように、電流は $I = qp v_d WD$ である。したがって、次式が得られる。

$$V_H = \frac{IB}{qpW} = R_H \frac{IB}{W} \quad (\text{ホール係数： } R_H = \frac{1}{qp})$$

V_H を測定することにより、 I 、 B 、 W は既知であるから、 R_H を求めることができ、これより正孔密度 p を求めることができる。

3年次で学ぶ「半導体デバイス」

半導体を用いた、電子・光半導体デバイスの動作原理の説明

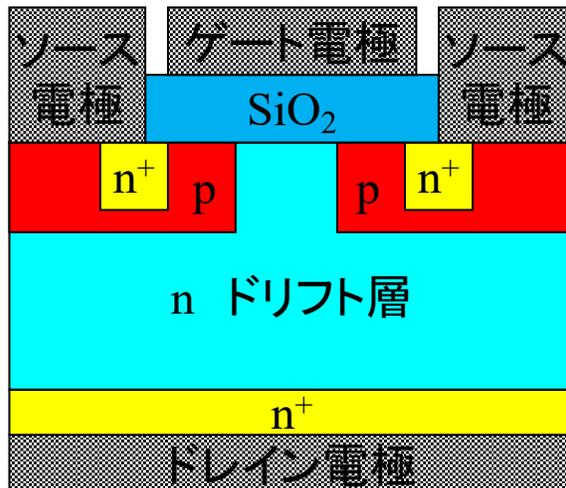
1. ダイオード
2. バイポーラトランジスタ
3. MOSFET (金属-絶縁体-半導体 電界効果トランジスタ)
4. 太陽電池
5. 発光デバイス (LED等)
6. レーザダイオード
7. 受光デバイス (固体カメラ等)

現在、最も使われているシリコン(Si)半導体での問題点

次世代半導体開発の必要性

4年次・大学院で行う、松浦研究室での研究
シリコン半導体の物理的限界を超えて、
省エネルギーのパワー半導体デバイスが可能な
シリコンカーバイド(SiC)半導体の基礎研究

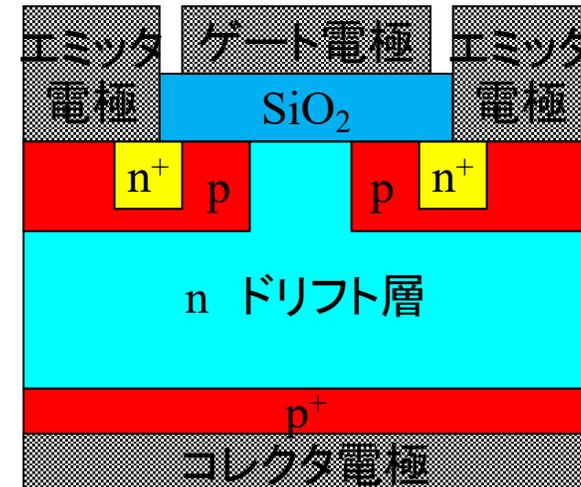
縦型パワーMOSFET



更なる省エネルギー化



IGBT



2020年7月営業運転される
N700S系新幹線に導入

p型SiC半導体の電気特性を
ホール効果測定を用いて研究 7

研究場所

大阪電気通信大学 エレクトロニクス基礎研究所

国からの研究補助

「低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト」

次世代半導体の電気特性の評価方法の開発

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

(SIP [戦略的イノベーション創造プログラム]/次世代パワーエレクトロニクス)

(平成26年10月から平成31年3月)

「超高濃度Al添加4H-SiCの抵抗率及びHall係数の温度依存性の物理モデル」

科学研究費補助金（基盤研究(C)）独立行政法人・日本学術振興会

(2020年度～2022年度)