

6 3 物理分野 2 (名古屋工業大学工学部電気情報工学科)

「半導体デバイス - 半導体受光・発光素子の製作」

(1) 研究開発の概要

平成 17 年 10 月 29 日(土)に名古屋工業大学電気電子工学科江龍研究室において 1 日の日程で実験講習会をお願いした。実験講習会のテーマは実験「半導体デバイス - 半導体受光・発光素子の製作」で、その中では、生徒一人一人が、GaN デバイス基板に電極をハンダ付けする作業を体験し、青色発光ダイオードを製作した。また、クリーンルームや真空蒸着装置を利用してフォトダイオードを製作する過程を体験し、半導体デバイスの製作がどのようなものかを考える機会となった。実験講習会の参加者は、2 年生物理選択者に内容を告げて希望者を募集し、多くの希望者があった中から 5 名を参加者とした。

(2) 研究開発の経緯

平成 17 年 3 月に名古屋工業大学の教務課の S S H 担当に電気電子工学科における実験講習会の実施を依頼した。5 月に電気電子工学科での実験講習会の実施が決定した後、電気電子工学科から実施可能な数テーマをご提示いただき、その中から本校生徒の希望で今回のテーマが決定した。その後、メールでの打ち合わせの後に、9 月中旬に研究室での打ち合わせを実施し、実験講習会当日の内容を確認した。また、約 1 ヶ月前に当日のテキストをいただき、参加生徒に配布して予習させた。



GaN デバイス基板に電極をつける

(3) 研究開発の方法及び内容

ア 対象生徒 第 2 学年理系希望者 5 名

イ 講師

名古屋工業大学電気電子工学科 江龍 修教授、安部 功助教授

名古屋工業大学テクノイノベーションセンター 川口 健助教授

ウ 実施日程

10 月 29 日(土)

9:30 ~ 11:00 テクノイノベーションセンターの見学

11:00 ~ 12:00 実験「半導体デバイス - 半導体受光・発光素子の製作」(前半)

13:00 ~ 15:40 実験「半導体デバイス - 半導体受光・発光素子の製作」(後半)

15:40 ~ 16:20 講義「半導体デバイスとは」

エ 実施場所

名古屋工業大学電気電子工学科

オ 研究室セミナーの内容

(ア) 見学「テクノイノベーションセンター」

オーシエ分析装置、熱分析装置などの先端計測分析機器を見学した。

(イ) 実験「半導体デバイス - 半導体受光・発光素子の製作」

GaN 発光素子(青色発光ダイオード素子)の作成

(a) GaN デバイス基板は、透明で一見ただけでは分からないが、サファイヤ基板の上に 4 層の各種の半導体を含む層が重ねられている。

(b) GaN デバイス基板の中央部と側面部に、In ハンダとハンダごてを用いて、微細なリード線をハンダ付けする。ハンダ付けは短時間に行う。

(c) 電池をつないで製作した青色発光ダイオードの動作を確認する。

(d) ここで作成した青色発光ダイオードは、今から 10 年前に名古屋大学の赤崎先生のグループが世界に先駆けて作成したものである。

Cu - Si センサ(フォトダイオード)の製作

(a) 大きな Si 基板ガラス切りとピンセットで力を加え、劈開面に沿って破断して、約 2 cm × 2 cm の大きさの小片とする。作業は表面に汚れが付着しないように、手で触れないようにして行う。

(b) クリーンルーム内で、アセトンと超音波洗浄機を用いて、Si 基板片の表面に付いた細かい塵や有機物の汚れを落とす。その後、純水でアセトンを流し、窒素ガスを用いて余分な水分を落とす。

(c) 洗浄済の Si 基板の表面に真空蒸着装置を用いて銅を蒸着する。この蒸着作業は、蒸着する銅の厚さが 30 ~ 50 μm になるように、目で確認しながら慎重に行う。

- (d) 銅を蒸着した面の反対側に In ハンダとアルミ箔を用いて電極をつける。この時、ハンダ付け作業の前に、ショットキー障壁ができないようにするために、ハンダを付ける面の全体にダイヤモンドペンで細かく傷を付ける。
- (e) つけたアルミホイルの電極に導電性ペーストを用いて導線を固定する。



Si基板の破断作業

- 作成したCu - Siセンサの動作確認
- (a) フォトダイオードに蛍光灯の光を入力して、信号線をラジカセにつなぎくと、60Hz の蛍光灯の光度の変化が音声（雑音）となって出力されることを確認する。
 - (b) 青色発光ダイオード素子にメロディIC、電池等を接続して、メロディICの音声信号を青色発光ダイオードの光信号に変換して出力できる回路を製作する。
 - (c) (b)の回路で発生した青色発光ダイオードの光信号を、今回製作したフォトダイオードで受けてそれをラジカセに入力すると音楽が流れることから、青色発光ダイオードの光信号によって音声が行われていることやフォトダイオードの動作を確認する。



Si基板への銅の真空蒸着

半導体デバイスの講義

- (a) 携帯電話やテレビ、信号機、コンピューターをはじめ、半導体は、身の回りの様々な分野で活躍し、今や私たちの生活にはなくてはならないものになっている。
 - (b) 半導体とは、電気抵抗が導体と不導体の間の値を持つ物質のことで、真性半導体に混ぜる不純物の種類や量を調整して、伝導体の電子や正孔の数を制御することで幅広い電気抵抗を作ることができる。
 - (c) 発光ダイオードの出す光は電子のエネルギーバンドギャップで説明される。
 - (d) 材料の特性を追究する物性の研究が、新しい半導体デバイスの開発を支える鍵となる。
- (4) 検証（成果と反省）



講義 「半導体とは」

アンケートからは、参加した生徒のほぼ全員の生徒が、内容をやや難しいと答えていたが、同時に、面白いと答えていた。この結果からは、理論は難しいが、感動を伴う新鮮な実験と明快な解説により、興味を持って生き生きと実験に参加できたことが読み取れる。感想に、「GaN 素子は透明な結晶でとてもきれいだった。青色の光が美しくとても感動した。」とあるように、生徒は普段では経験できない実験に感動し、物性工学に興味を持ったようだ。