

特別研究報告書

題 目

Ge/Si ヘテロ接合 APD の実現に向けたプロセス技術
Fabrication processes for realization of Ge/Si hetero-junction APDs.

指 導 教 員

神戸 宏 教授

報 告 者

1085305

小松 幹宏

平成 18 年 2 月 20 日

高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻
電子・光システム工学コース

要旨

大量の情報を高速に伝達することが可能な光ファイバ通信システムは、幹線系だけでなく、加入者系への導入が進んでいる。より一層の普及には、安価にシステムが構築できることが求められる。

光ファイバ通信では光源として、波長 $1.3\mu\text{m}$ 帯、 $1.55\mu\text{m}$ 帯の光が使われており、これらの波長域の受光素子として InGaAs/InP フォトダイオード(PD)やアバランシフォトダイオード(APD)が用いられている。APD の場合、InP をなだれ増倍層として用いている。なだれ増倍層としてイオン化率比の小さい材料として知られる Si を用いれば増倍雑音を低減することができ、最低受信電力が 3dB 程度改善されることが見込まれる。

そこで本研究は InGaAs/InP APD に換わり、Si をなだれ増倍層とした高性能 APD の実現を目指したものである。Si は光ファイバ通信で用いられる波長域に感度がなく、他の材料で光吸収層を設ける必要がある。ここでは光吸収層として Ge を用いることにした。Ge はバルク結晶として安価に製造でき、これらの波長域に感度があるため、光吸収層の材料として有望である。

本研究では、光ファイバ通信用受光素子として Ge/Si ヘテロ接合 APD の有用性を明らかにすることを目的とし、素子構造および実現方法を検討した。Ge と Si の格子定数は約 4%異なるため、結晶成長でヘテロ接合を形成することは容易ではない。ここでは基板同士を直接接合するウェーハボンディングを用いてヘテロ接合の形成を試みた。基板表面の活性化工程、熱処理工程について条件を変えて実験を行った。その結果、良好なヘテロ接合が形成できる条件を明らかにした。また、APD として動作させるために必要なメサ構造を形成することに成功した。得られた素子の特性を測定し、波長 $1.31\mu\text{m}$ 、 $1.55\mu\text{m}$ の入射光に対して量子効率 45%と明確な光電流を初めて観測した。また、I-V 特性と C-V 特性の測定結果から空乏層がヘテロ界面に達したとき、Ge 層で発生したキャリアがヘテロ界面を乗り越えて流れることを確認した。このような明確な光電流の観測したのはウェーハボンディングによって作製した Ge/Si ヘテロ接合 PD として初めてのことである。