

学生実験への導入を目指したシリコン pn 接合の作製の試み

A Silicon PN-Junction Fabricated by the Simple Manufacturing Method for the Student Experiment Program

香川高専¹, 鈴鹿高専² 平尾直也¹, 長岡史郎¹, 辻琢人², 中村篤博¹

Kagawa NCT¹, Suzuka NCT² Naoya Hirao¹, Shiro Nagaoka¹, Takuto Tsuji², Tokuhiko Nakamura¹

E-mail a09509@sr1.takuma-ct.ac.jp

[背景・目的]

シリコンデバイスの基本である pn 接合を簡単に作製し評価できる学生実験を実現し、一連の素子特性評価を初め素子構造観察や作製プロセスを体験できるようにすれば、半導体デバイスや作製プロセスへの興味を抱かせるきっかけとすることができると考えられる。またこれは pn 接合についての物理的イメージを描く助けになることが期待できるため、座学とリンクさせれば学習内容の理解を深めるための一助になると考える。そこで学生実験への導入を目指し、シリコン pn 接合を特別な装置を使わず簡単に作製評価できる方法を探ることを目的とした。

[実験方法]

pn 接合領域を決めるための熱酸化膜の作製および不純物拡散は一般的なボックス炉を用い、処理は高純度ガスなどを用いず、全て大気環境下で行った。不純物拡散源には Sol-Gel 剤で作製した PSG 膜を用いた。基板には約 $5\Omega\text{cm}$ の p 形シリコン(Si)(100)を用いた。pn 接合は n 領域上に楕形電極を作製し太陽電池として動作する構造とした。

Si 基板を $\text{H}_2\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}_2(3:1)$ で洗浄した後、 1040°C で熱処理しシリコン熱酸化膜(SiO_2 膜)を作製した。その後フォトリソグラフィにより pn 接合領域を決めるため SiO_2 膜をウェットエッチングした。露出した n 形 Si 表面を洗浄し表面を BHF でエッチングした。Sol-Gel 剤をスピコートし 600°C で3時間焼結処理した後、 1040°C まで昇温、3時間保持して不純物拡散を行った。拡散処理終了後 PSG 膜をエッチング除去し、基板両面に電極用としてアルミ薄膜を約 500nm 蒸着した。酸化速度やエッチング速度、pn 判定、n 領域の目視化による素子構造観察などのプロセス評価、および IV 特性などを評価し、学生実験項目への導入方法について検討した。

[結果・考察]

図 1 に試作した pn 接合の遮光環境下における I-V 特性の測定を示す。リーク電流は多いが、整流特性が得られ、pn 接合を実現できていることがわかる。図 2 に光照射下における I-V 特性の測定を示す。解放電圧は約 0.3V、フィルファクター:FF は 0.5 であるが、太陽電池として機能することを確認できた。これらの結果から、Sol-Gel 剤で作製した PSG 膜を固体拡散源に用い、大気環境下で拡散処理を行うという簡単なプロセスで pn 接合を作製し評価する実験が実現可能であることがわかった。

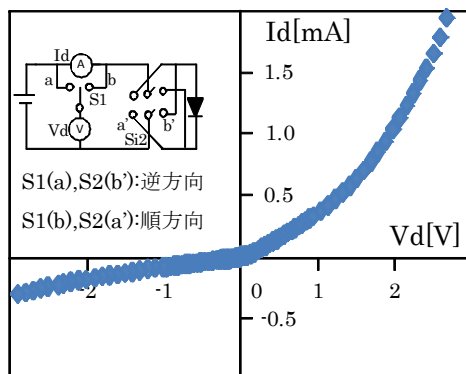


図 1 遮光環境下での I-V 特性

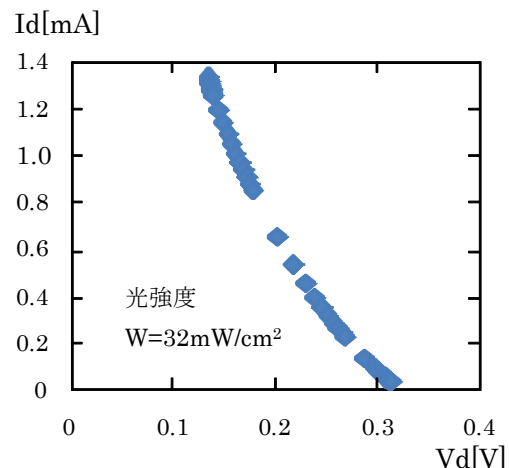


図 2 光照射下における I-V 特性