

## ミニマル装置で作製した pn ダイオード及び MOS キャパシタの電気的特性評価

### Characterization of pn diodes and MOS capacitors fabricated by minimal machines

ミニマルファブ技術研究組合<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>

浅野 均<sup>1</sup>, 居村 史人<sup>1</sup>, 古賀 和博<sup>1</sup>, クンプアン ソマワン<sup>1,2</sup>, 原 史朗<sup>1,2</sup>

MINIMAL<sup>1</sup> and AIST<sup>2</sup>

Hitoshi Asano<sup>1</sup>, Fumito Imura<sup>1</sup>, Kazuhiro Koga<sup>1</sup>, Sommawan Khumpuang<sup>1,2</sup> and Shiro Hara<sup>1,2</sup>

E-mail: hitoshi.asano@minimalfab.com

**【背景】**従来の半導体製造には巨大なクリーンルームが必要とされ、その運用には莫大な維持費がかかり、半導体メーカーの収益を大幅に減じる主要因の一つとなっている。それに対し、我々が開発を進めるミニマルファブでは、局所クリーン化技術を用いたミニマル装置および搬送容器(ミニマルシャトル)を使用し、クリーンルームを必要としないデバイス作製プロセスを行うことが可能であるため、クリーンルームにかかる莫大な維持費を大幅に削減できる。ただし、クリーンルーム環境ではない場所でプロセスを行ったデバイスが実際に動作するのか検証するために、デバイスの電気的特性を評価する必要があるだろう。今回我々は、ミニマル装置のみを用いて、基礎デバイス構造である pn ダイオード及び MOS キャパシタを作製し、その電気的特性の評価を行ったので報告する。

**【作製試料・実験】**pn ダイオード及び MOS キャパシタは不二越機械工業製の  $n$  型ハーフィンチ( $\phi 12.5$  mm)Si ウェハを用い、クリーンルームではない普通の実験室に設置したミニマル装置によってウェハ洗浄(SPM 洗浄、RCA 洗浄)、ドライ酸化、フォトリソグラフィ、酸化膜ウェットエッチング、B ドーピング、Al スパッタリング、Al ウェットエッチング、 $H_2$  アニールのプロセスを経て作製した。今回の試料作製における B ドーピングはイオン注入ではなく、BSOG を用いた液体ドーピングプロセスで行っている。作製した試料に対し、I-V 特性、C-V 特性などの電気的特性を室温にて観測した。

**【結果と考察】**図 1 に観測した pn ダイオードの I-V 特性、図 2 に MOS キャパシタの C-V 特性をそれぞれ示す。図 1 において横軸は  $p$  型領域に印加した電圧であり、正電圧においてオンとなる整流特性を示した。逆方向電流密度は  $3 \times 10^{-7}$  [A/cm<sup>2</sup>] 程度である。図 1 中の実線は順方向電流に対してフィッティングを行った結果であり、この直線の傾きからダイオードの  $n$  値<sup>1)</sup>は 1.07 程度と得られる。図 2 の横軸は酸化膜に印加した電圧である。図 2 中の実線と破線は、それぞれ高周波特性と低周波特性の、固定電荷および界面準位が存在しないと理想曲線である。フラットバンド電圧のシフトは、得られた実験値と理想曲線の比較から 0.3[V] 程度と見積もられる。また、界面準位密度は High-Low 法<sup>2)</sup>を用いて、 $4.8 \times 10^{10}$  [states/cm<sup>3</sup>] 程度と算出される。以上の結果から、ミニマル装置を用いることで、クリーンルームではない通常環境において良好な pn 接合と MOS 構造を作ることができたと考えられる。当日は最新の解析データを交え、pn ダイオード及び MOS キャパシタの電気的特性について詳細な議論を行う。

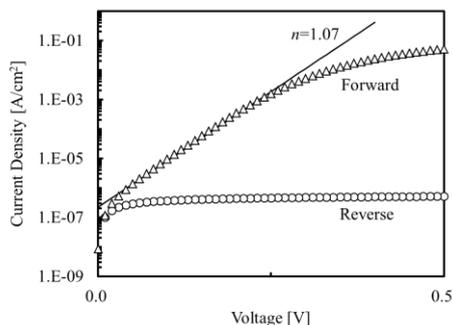


図 1: pn ダイオードの I-V 特性

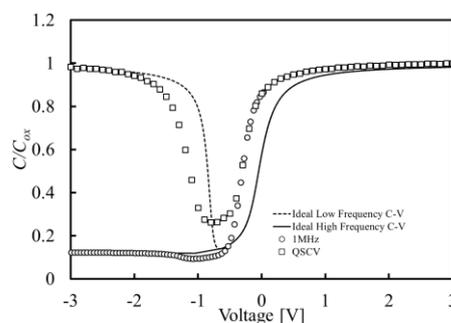


図 2: MOS キャパシタの C-V 特性

#### 【参考文献】

- 1) S. M. Sze, Kwok K. NG, "Physics of Semiconductor Devices 3<sup>rd</sup> edition", Wiley, Hoboken, New Jersey, 2007
- 2) R. Castagne and A. Vapaille, *Surface. Sci.*, **28**, 157 (1971)