

ミニマルファブで作成したコンタクト抵抗のばらつき評価

Variation of Contact Resistance Fabricated by Minimal Fab

加瀬 雅¹, 佐藤 和重^{2,3}, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}産総研¹, ミニマルファブ推進機構², 坂口電熱³AIST¹, MINIMAL², and Sakaguchi E.H VOC Corp.³Masashi Kase^{1,2}, Kazushige Sato^{2,3}, S. Khumpuang^{1,2}, and S.Hara^{1,2}

E-mail: kase-masashi@aist.go.jp

【背景・目的】

我々は規格化された超小型の製造装置とそのシステムであるミニマルファブの開発を行っており、局所クリーン化技術により製造ラインの運転コストを従来の 1/1000 に低減することを目標に掲げている[1]。現在、主要前工程は実用商品のレベルとして販売されている。

これらを用いたデバイス試作に関しては、これまで、n型のバルク Si 基板と Al ゲート電極を用いた CMOS を試作し良好な特性を得ている[2]。今後は、ミニマルファブを実際にデバイス製造システムとして利用するために求められるデバイス特性の安定性を向上させてゆく必要がある。

特性安定化の重要なキーはコンタクトホール抵抗の安定性である。今回、TML(Transmission Line Model)法で測定したコンタクト抵抗の評価したので報告する。

【実験装置と実験方法】

実験には、直径 12.5mm の n-Si(100)ウェハを用いた。ウェハへのプロセッシングには全てミニマル装置を用いた。まず、ウェハの両面を SPM、RCA 洗浄する。次に拡散層を、SOG 法を用いてボロンの熱拡散で形成した。コンタクトは熱酸化膜 60nm、電極にはスパッタ法で Al を 300nm を形成した。

コンタクト抵抗測定用の TEG を図 1 に示す。コンタクトサイズは $50\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 、コンタクト間の距離は $10\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $80\mu\text{m}$ の水準を設けている。

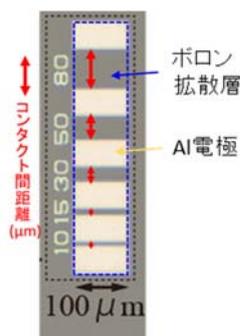


図1 コンタクト抵抗測定用 TEG

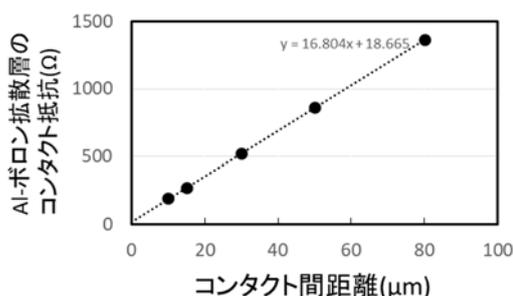


図2 Al-ボロン拡散層のコンタクト抵抗とコンタクト間距離の関係

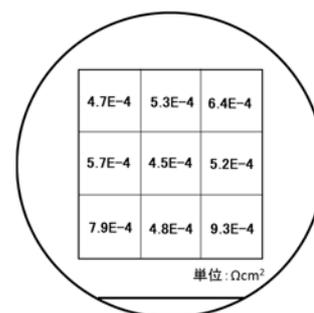


図3 ウェハ面内のコンタクト抵抗率

【実験結果】

図 2 にウェハ内中央のチップで測定した Al-ボロン拡散層とコンタクト間距離の関係を示す。この図の縦軸の切片の値が 18.7Ω になる。この値は 2 個のコンタクト抵抗になるので、1 個では 9.3Ω となる。この方法でウェハ面内 9 箇所の値を求め、この値からウェハ面内のコンタクト抵抗率を求めた値を示したのが図 3 である。ウェハ面内 9 箇所の平均で $6.0E-4\Omega\text{cm}^2$ 、面内ばらつきが $\pm 35.0\%$ であった。

現在、我々が試作している PMOS でのチャンネル長 $10\mu\text{m}$ 時のチャンネル抵抗は約 $2\text{k}\Omega$ で、最小コンタクト面積は $144\mu\text{m}^2$ である。今回の試作結果からコンタクト面積 $144\mu\text{m}^2$ の抵抗は 415Ω なる。一般にコンタクト抵抗はチャンネル抵抗の 1/10 以下に抑える必要があり、試作結果は要求値よりやや高い値になっている。また、今後はさらに微細化が進みコンタクト面積は縮小することが予想され、ボロン拡散層濃度を高くし、コンタクトの低抵抗化が必要になる。

【参考文献】

- [1] 原 史朗, クンプアン ソマワン, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380 (2014).
- [2] 古賀 和博, 他, 「ミニマル液体ドーパントプロセスによる CMOS 試作」, 第 76 回 応用物理学会春季学術講演会, 13p-1C-4 (2015)