

ミニマルレーザ加熱装置による水素雰囲気表面処理の 半導体 CMOS デバイスへの応用検討

Application study of hydrogen atmosphere surface treatment using minimal laser heating equipment to semiconductor CMOS devices

ミニマルファブ推進機構¹, 坂口電熱², 産総研³

○佐藤 和重^{1,2}, 千葉 貴史^{1,2}, 寺田 昌男^{1,2}, 濱田 健吾^{1,2}, 原 史朗^{1,3}

MINIMAL¹, SAKAGUCHI ELECTRIC HEATERS², and AIST³

°Kazushige Sato^{1,2}, Takashi Chiba^{1,2}, Masao Terada^{1,2}, Kengo Hamada^{1,2}, and Shiro Hara^{1,3}

E-mail: kazushige-sato@minimalfab.com

[はじめに] 現在、我々が開発を進めているミニマルファブの加熱炉の一つに、レーザ光をウェハに面照射し加熱するレーザ加熱がある。従来の抵抗加熱とは異なり、レーザ光をウェハだけに照射し加熱するので、超高速な昇降温が可能である^[1]。さらにチャンバーを超クリーン化して水素雰囲気アニールできる表面処理装置を開発し評価を進めている^[2]。表面処理の効果は Si 原子の自己拡散により、加工でできた 1)加工面の凹凸の平滑化、2)平面角部や断面上部の鋭角部の丸め化である^[2]。最初のデバイスへの応用検討は Si 立体構造を特徴とする MEMS デバイスで、ドライエッチングによる Si 加工時に発生する面荒れや鋭角部が機械的強度の低下や性能劣化を招き大きな課題となっていたため、簡単なカンチレバー構造を作製し梁の強度向上を確認した^[3]。次に、Si 半導体 CMOS デバイスに応用できないか検討を開始した。トランジスタ等の素子は活性層 Si を BOX 層までドライエッチングすることにより分離(Si アイランドを形成)されており、Si アイランド形成後に表面処理を行えば、1)のシリコン表面の平滑化により酸化膜との界面の安定化、2)の加工でできた鋭角部の丸め化により Si アイランド上に形成される配線の断線マージン向上を期待できる。そこで今回は、SOI-CMOS プロセスに使用している洗浄装置、ドライエッチング装置等、全てのプロセスでミニマル装置を使用し Si アイランドを形成した評価サンプルを作製し、水素アニール表面処理を施して、これによって起こる Si の自己拡散による形状変化を評価したので報告する。

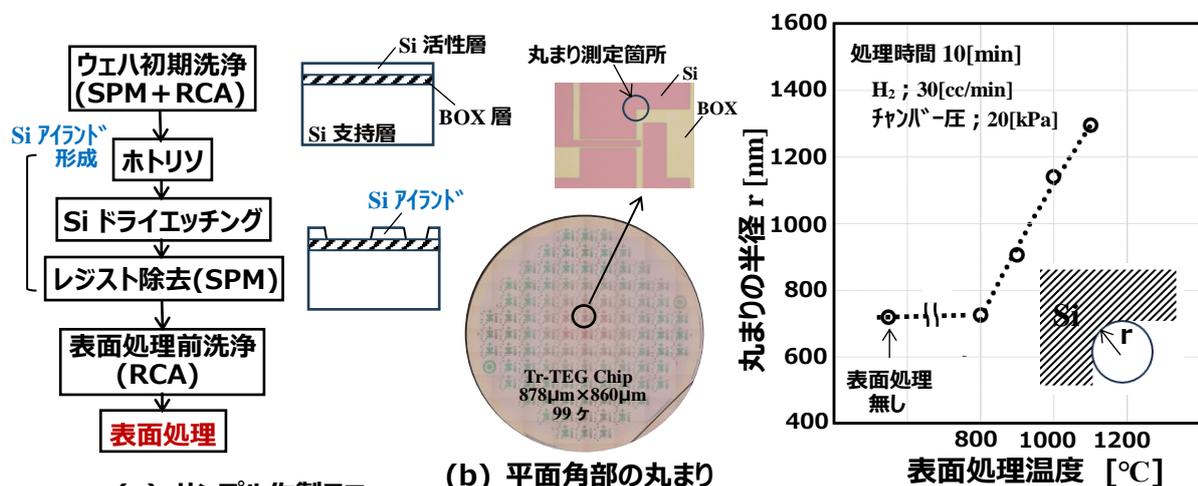
[実験方法] 図 1(a)に評価サンプルの Si アイランド作製フローを示す。SOI ウェハの初期洗浄を実施後、Si アイランドを形成したいところのレジストを残すようにホトリソグラフィでレジストをパターンニングし、ドライエッチングによりレジストが形成されていないところの Si をエッチングし、その後レジストを SPM で除去した。表面処理は RCA 洗浄後、水素流量 30 cc/min、チャンバー圧 20 kPa、処理温度 800、900、1000、1100°C で 10 min 間行った。表面処理の効果は、図 1(b)に示す平面角部の丸まり具合で評価した。丸まり具合は、丸まったところに円を描きその円の半径で数値化した。

[実験結果] 図 2 は表面処理温度と丸まりの半径 r の関係を示す。図より表面処理温度 800°C では表面処理無しと半径 r はほぼ同じで形状の変化は見られなかったが、900°C 以上から半径 r は大きく角部の形状変化が見られた。これにより、ミニマルの SOI-CMOS デバイスにおいて水素雰囲気表面処理の効果が見通しを得た。

[1] 佐藤, 遠江, 千葉, 寺田, 中戸, 三浦, 池田, クンプアン, 原 第62回応用物理学会春季学術講演会 14p- A29-4 (2015)

[2] 佐藤, 千葉, 寺田, 濱田, 中山, 金森, 田中, 加瀬, クンプアン, 原 第61回応用物理学会秋季学術講演会 9a-Z10-7 (2020)

[3] 佐藤, 千葉, 寺田, 濱田, 中山, 金森, 田中, 加瀬, クンプアン, 原 第68回応用物理学会春季学術講演会 19a-Z24-3 (2021)



(a) サンプル作製フロー (b) 平面角部の丸まり測定箇所

図 1 サンプルの評価概要

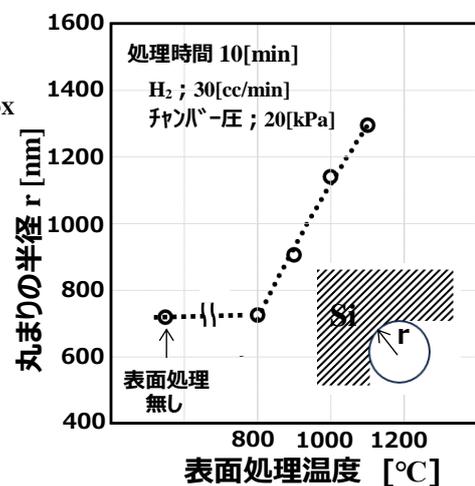


図 2 表面処理温度と丸まりの半径 r の関係