## ミニマルレーザ加熱装置により加熱プロファイルを変えて形成した 熱酸化膜の電気的特性

Evaluation of the electrical characteristics of thermal oxide film formed by changing the heating profile by a minimal laser heating furnace

ミニマルファブ推進機構 <sup>1</sup>, 産総研 <sup>2</sup>, 坂口電熱 <sup>3</sup>

<sup>○</sup>佐藤 和重 <sup>1,3</sup>,千葉 貴史 <sup>1,3</sup>, 寺田 昌男 <sup>1,3</sup>, 池田 伸一 <sup>1,2</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>, AIST<sup>2</sup> and Sakaguchi E.H VOC Corp.<sup>3</sup>

<sup>o</sup>Kazushige Sato<sup>1,3</sup>, Takashi Chiba<sup>1,3</sup>, Masao Terada<sup>1,3</sup>, Shinichi Ikeda<sup>1,2</sup>, Sommawan Khumpuang<sup>1,2</sup>,

and Shiro Hara<sup>1,2</sup>

E-mail: kazushige-sato@minimalfab.com]

[はじめに] 現在、産総研を中心に開発を進めているミニマル装置の加熱炉の一つに、高速で昇降 温ができるレーザ加熱装置がある。レーザの弱点とも言える面内の不均一加熱を克服するため、本 装置は円形とリング形のレーザ光を重ねてウェハに照射している。これまで、加熱の均一性を熱酸 化膜厚のばらつき[(σ/Ave.)×100]で評価し、ウェハ全面 (半径 5.75mm 内)で 1σ=1.3%を実現した <sup>11</sup>。デバイスへの応用では、Al ゲート p-MOS トランジスタのゲート酸化膜、イオン打ち込み後の不 純物の活性化アニールに適用し良好な特性が得られている<sup>[2][3]</sup>。このように均一局所加熱に成功し たので、レーザ加熱のより重要な応用である、加熱温度の超高速制御で新たな科学的知見を得て行 くべきである。今回は手始めとして、これまでは単に炉に入れるだけで事実上温度プロファイルを 制御してこなかった MOS 界面の熱酸化膜形成に、レーザ加熱を応用した。具体的には、酸化膜形 成時の加熱プロファイルを変えて成膜した熱酸化膜の電気的特性を評価したので報告する。

[実験方法] 図1にレーザ加熱装置の構成を示す。熱酸化の加熱プロファイルは、(a)1150℃固定(温 度変化無し)、(b) 900℃→1150℃、(c) 1150℃→900℃の3プロファイルを用意した。900℃→1150℃、 および 1150℃→900℃の温度変更にかかる時間は僅か 0.5 秒である。 900℃での酸化時間は 140 秒(酸 化膜厚 6nm 相当)で固定し、1150℃は各プロファイルで最終的な酸化膜厚が 65nm になるように加熱 時間を調整した。酸化雰囲気(昇降温時含む)は、酸素流量 20cc/min の大気圧である。

[実験結果] 図2に各成膜時に取得した加熱プロファイルを示す。図中には、高周波 CV 特性の Cmax から求めた酸化膜厚を示す。酸化膜厚は、ほぼ狙い通り 65nm 前後で成膜されている。図 3 は各加 熱プロファイルの高周波 CV と OSCV 特性を示す。縦軸は酸化膜厚の容量で規格化している。図よ り、各加熱プロファイルでの高周波 CV と QSCV 共に、特にひどい波形の異常等は見られない。し かし、加熱プロファイル(c)は、他の(a)、(b)より CV 曲線が負側にシフトしていることがわかる。ド ライ酸化では低温ほど界面準位が多くなると言われている。このことから、酸化の後段で 900℃の 低温酸化がある(c)では、界面準位が多くなり電圧シフトが見られた可能性がある。以上、容易に温 度プロファイルを変化できるレーザ加熱法を用いると、界面形成のメカニズムを解明したり、界面 の電子状態を制御することへの一つの手法となり得ることが示唆された。

- ミニマルレーザ加熱 熱酸化膜のウェハ面内均一性評価(2)

- [1] 佐藤, 千葉, 寺田, 中戸, 三浦, 池田, クンプアン, 原, ミニマルレーザ加熱 熱酸化膜のウェハ面内均一性評価( 第64回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 2017 16a-E206-2 (2017)
  [2] 佐藤, 千葉, 寺田, 池田, クンプアン, 原, ミニマルレーザ加熱装置で形成したゲート酸化膜を用いたp-MOS トランジスタのウェハ面内特性, 第78回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 2017 6p-C21-8 (2017)
  [3] 柳, 佐藤, 古賀, 田中, 長尾, 松川, クンプアン, 原, ゲートファーストプロセスによるサブミクロンゲートミニ S0I-CMOS作製, 第65回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 2018 20a-C101-9 (2018)

