

# シリコンウェハライフタイム測定装置・鉄濃度測定機能について

住江伸吾(工博)\*・高松弘行(工博)\*\*・橋爪英久\*\*\*・射場邦夫\*\*\*

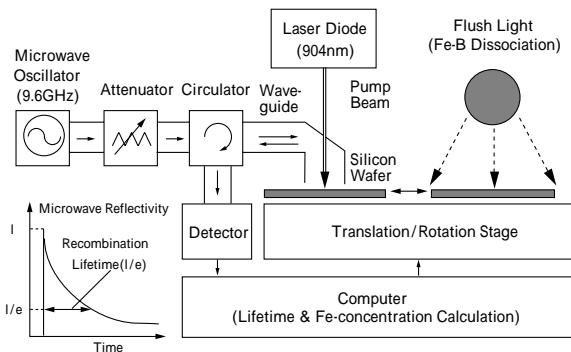
\*電子・情報事業部・半導体本部 \*\*技術開発本部・電子情報研究所 \*\*\*ジェネシステクノロジー(株)・レオ事業本部

半導体デバイスの集積度向上にともない、シリコンウェハの加工やデバイスの製作プロセスにおける鉄や銅などの重金属汚染が深刻な問題になっているが、酸化膜耐圧の劣化など、製品の性能に大きな影響を与えるためである。中でも鉄はSUS系の配管や高温熱処理時の拡散・酸化炉の壁面から混入しやすく、シリコンのバンドギャップの深いレベルに不純物準位を形成するため、少数キャリアの再結合ライフタイム(以下ライフタイム)を劣化させることが知られている。したがって、ウェハの汚染を高感度にモニタできるライフタイム測定が重要であるとともに、鉄濃度の定量測定に対する要求が高まっている。

当社では、レーザとマイクロ波を利用した $\mu$ PCD(Microwave Photo-Conductivity Decay)法によるライフタイム測定装置LTAシリーズを製造・販売している。最近、鉄の汚染濃度の定量測定に対する要求に応じて、LTAシリーズに鉄濃度測定機能を搭載したので、その概要を紹介する。

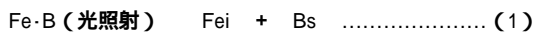
## 1. 装置構成と鉄濃度測定の実則

装置(第1図)は、 $\mu$ PCD法によるライフタイム測定部と鉄濃度測定のための照射部(フラッシュライト)より構成されている。



第1図  $\mu$ PCD法によるライフタイム測定と鉄濃度測定機能

シリコンウェハにレーザ光を照射すると、ウェハ中に電子と正孔(キャリア)が生成される。キャリア密度の変化はマイクロ波の反射パワーにより観測することができる( $\mu$ PCD法)。ボロン(B)をドーパしたp型ウェハに鉄(Fe)が混入すると、鉄は正イオンになるため負にイオン化した格子位置のボロンと結合し、Fe-Bペアを形成する。ウェハに強力な光を照射すると、発生したプラズマによりFe-Bペアは容易に壊され、格子間の鉄(Fei)と置換ボロン(Bs)に解離する[式(1)]

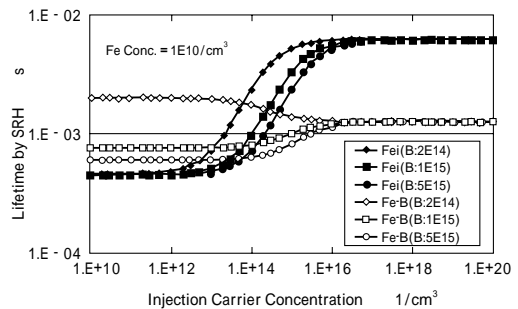


Fe-BペアとFeiでは、バンドギャップ中のエネルギー準位や、電子・正孔の捕獲断面積が異なるため、ライフタイムが異なる。したがって、照射前後のライフタイムを測定し、それらと比較することによって鉄濃度を定量測定することができる。ウェハの加熱によっても上記の解離可能<sup>1)</sup>であるが、当社では装置化が容易な照射方式を採用した。

ショックレー・リード・ホール(SRH)理論により、ライフ

タイムとレーザによる注入キャリア密度の関係を計算した結果を第2図に示す。計算には文献<sup>2)</sup>に記載の物理定数をもちいた。照射前後のライフタイムの増減は注入キャリア密度に依存し、また注入密度が低いときはドーパントであるボロン濃度によって大きく変化することがわかる。本装置では、鉄濃度を測定する際には、ドーパント濃度の影響を避けるために高い注入キャリア濃度をもちいている。

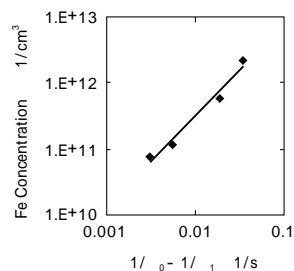
## 2. 鉄濃度の測定結果と装置の外観



第2図 Fe-BペアとFeiによるライフタイムの注入キャリア密度依存性(SRH理論によるシミュレーション)

DLTS(Deep Level Transient Spectroscopy)法によって求めた鉄濃度と、本装置で測定した照射前後のライフタイム $\tau_0$ 及び $\tau_1$ の逆数の差を第3図にプロットした。両者には良好な相関関係が認められた。したがって、第3図を検量線としてもちいることにより、ライフタイムの測定結果からシリコンウェハ中の鉄濃度を求めることができる。

写真1に鉄濃度測定機能付きライフタイム測定装置の外観写真を示す。照射部はウェハのマニュアルローディング部に取り付けてあり、照射前後のライフタイムマップと鉄濃度を全自動で測定できる。解析用のソフトウェアを含めた鉄濃度測定機能はオプションであり、要求に応じて搭載することができる。



第3図 鉄濃度測定結果(検量線)



写真1 鉄濃度測定機能付きライフタイム測定装置

## 参考資料

- 1) 公開特許公報 特開平6-69301.
- 2) L. Koster et al.: Jpn. J. Appl. Phys., Vol.34(1995)p.932.