

# パルスレーザー照射欠陥のEDXによる評価

黒木正子<sup>a)</sup>・工藤大輔<sup>b)</sup>

## EDX Evaluation of Defects Induced by Pulsed Laser Irradiation

Masako KUROKI, Daisuke KUDO

### Abstract

Gettering effect of defects induced by pulsed laser irradiation is studied. Pulsed laser irradiated Si-wafer(back surface) is annealed at 800°C for 30min and intentionally contaminated by Cu diffusion. Cu atoms gettered by defects are analyzed by EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy). Each depth of 50 $\mu$ m, 100 $\mu$ m, 200 $\mu$ m, 300 $\mu$ m, 350 $\mu$ m from back surface is measured. From the results of depth profile, it was found that at the depth of 350 $\mu$ m, getter sinks were formed at the apart from the center and at the depth of the 200 $\mu$ m, were at the center part.

**Keywords:** gettering, pulsed laser irradiation, Si-wafer, EDX, getter sink

## 1. はじめに

レーザー光と固体との相互作用については、様々な分野で研究応用されている。特にパルスレーザーの応用は、照射によるスパッタ物質を下地結晶に積もらせ薄膜を作製するレーザーアブレーション法など種々あるが、本研究はパルスレーザーを照射することにより、結晶表面を局部的に加熱蒸発させ、その際発生する圧縮応力波により結晶内部に欠陥を生成させ、ゲッタリング技術に応用することを目的とした。ゲッタリングとは半導体プロセス技術の一つで、重金属をデバイス活性領域から除去し、捕獲する技術である。近年のデバイスの微細化と高集積化が進むにつれ、ウエハー表面近傍の汚染、特に金属不純物がデバイス特性に与える影響は大きくなっている。その対策として様々なゲッタリング法の開発や方法が検討されてきた。

a) 電子物理工学科助教

b) 材料物理工学科学部生

このパルスレーザー照射法によるゲッタリング技術は特定の結晶に限らず普遍的にゲッタリング源を生成できるため半導体ウエハーの種類に関わらず適用できると思われる。本研究ではシリコンウエハーを用いパルスレーザー照射による欠陥の深さ分布と面分布について EDX 法 (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) により測定した

## 2. 実験方法

### 2.1 試料作製工程

試料として厚さ 520  $\mu$ m の Cz-Si (100) を用いた。最初に Si ウエハーを 3 (cm)  $\times$  3 (cm) に劈開し裏面中心にパルスレーザーを集光照射し、欠陥を生成する。用いたレーザーの波長は 532nm、パルス時間 7nsec、照射エネルギー 70mJ、焦点距離 4cm である。その後、パルスレーザー照射により生成した欠陥を緩和させるため、電気炉により

800℃、30分間熱処理を行った。また、欠陥によるゲッターリング能力を評価するため、故意にCuをウエハー表面に5Å付着させた後、700℃、3hの熱処理を行い試料全体に拡散させた。またブランク試料としてCu拡散のみを施した試料を用意した。

**2.2 測定深さと測定点の決定**

測定の深さについてはこれまでの研究より照射面から240~340μmまではレーザー照射による欠陥が生成されることがわかっているが、240μm以下の深さについては明らかにされていない。そこで本研究では試料を1(cm)×1(cm)に劈開し、照射面から50μm、100μm、200μm、300μm、350μmの深さでEDX測定を行った。測定点は各深さ36点とレーザー照射痕真裏中心1点で合計37点、1点の測定面積0.7(mm)×0.5(mm)で測定を行った。

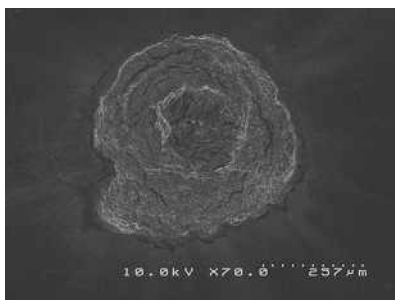


図.1 パルスレーザー照射痕

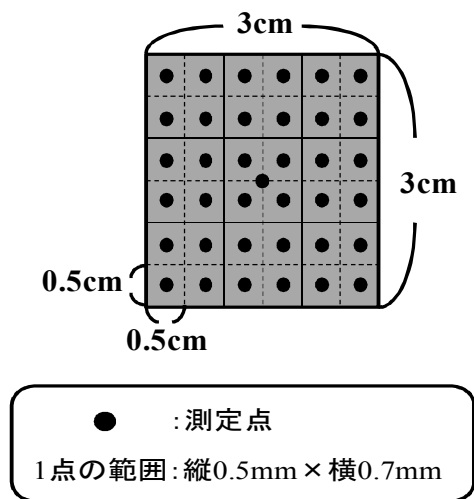


図.2 深さごとの測定点と1点の測定範囲

**3. 結果・考察**

**3.1 EDXによる各深さのCu/Si強度比**

図.3はパルスレーザー照射面からの各深さの37点の

Cu/Si強度比の平均値である。Cu/Si強度比が50μm、200μm、300μmではレーザー照射試料、Blank試料ともほぼ同程度であるが、350μmの深さではレーザー試料がBlank試料を大きく上回っていることが分る。また100μmではBlank試料がレーザー試料を大きく上回っている。この結果より深さ350μm付近にレーザー照射による欠陥が多数存在しゲッターシンクを形成しているものと思われ、100μmの深さのCuを引き寄せたものと考えられる。

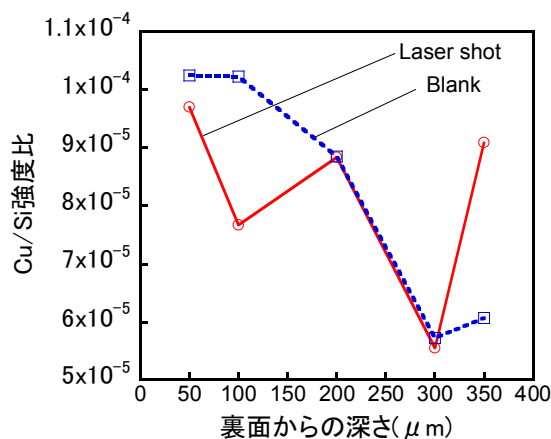


図.3 Cu/Si強度比の深さ分布

図.4、図.5は深さ350μmのCu/Si強度比を3次元のグラフで表したものである。明らかにレーザー照射試料のCu/Si強度比がBlank試料より面全体において特に中心より離れた場所に高くなっていることがわかる。

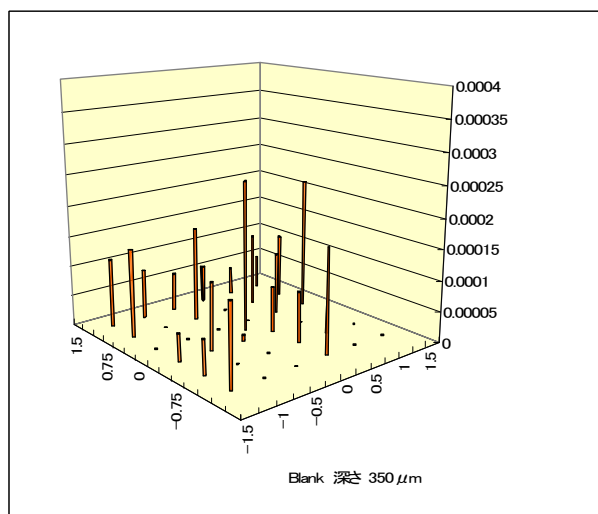


図.4 Blank試料 深さ350μm

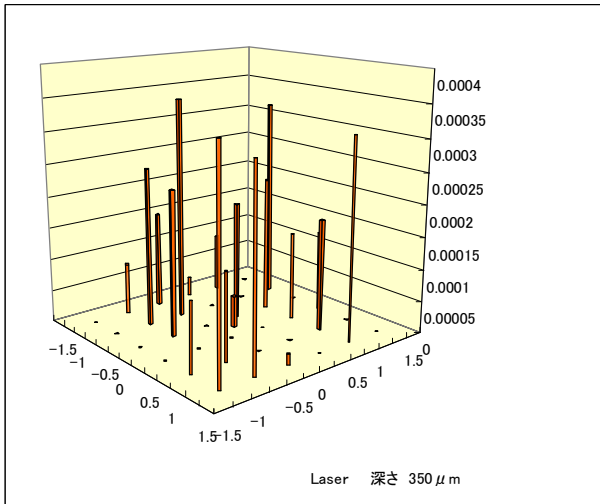


図.5 レーザー照射試料 深さ 350 μ m

また、図.6、図.7に深さ 100 μ m での Cu/Si 強度比を示す。Blank 試料がレーザー試料より高くなっている。

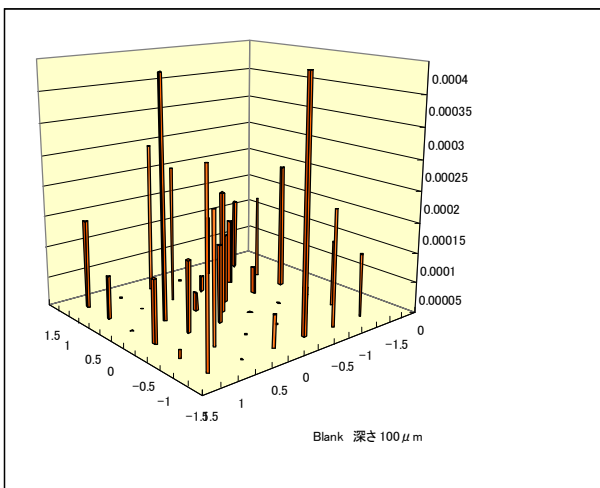


図.6 Blank 試料 深さ 100 μ m

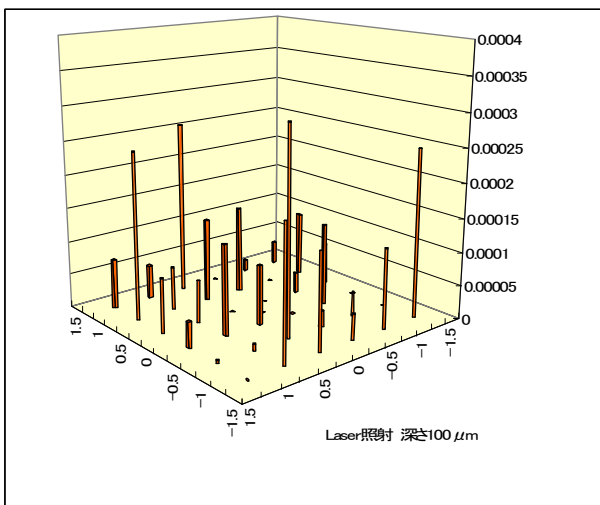


図.7 レーザー照射試料 深さ 100 μ m

### 3.2 レーザー照射中心付近の Cu/Si 強度比

次に、照射中心付近の 1 (cm) × 1 (cm) の Cu/Si 強度比について検討した。図.8 は各深さ中心付近 5 点の強度比の平均である。深さ 200 μ m でレーザー照射試料が顕著にブランク試料より高くなっている。

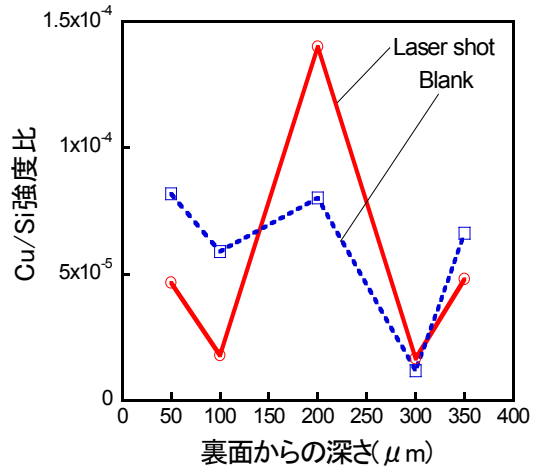
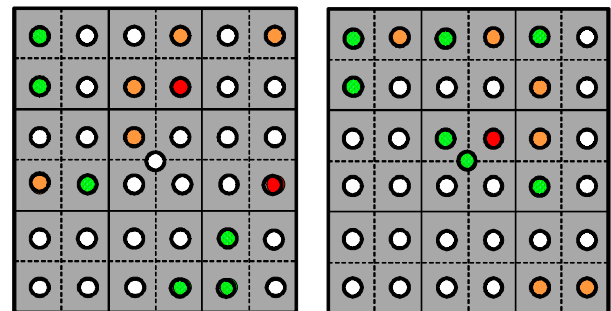


図.8 レーザー照射中心付近の Cu/Si 強度比



Blank 試料

レーザー照射試料

○ 0~0.0001

● 0.0001~0.0002

● 0.0002 ~0.0003

● 0.0003~0.0004

図.9 深さ 200 μ m の面分布

図.9は深さ 200 μ m の Cu/Si 強度比の面分布である。200 μ m の深さでの 37 点の平均 Cu/Si 強度比はほぼ等しく Blank 試料においてはほぼ面全体に平均的に欠陥が分布しているものと思われる。しかし、レーザー照射試料では中心付近の強度比がブランク試料に比べて 2 倍近く高くなっている。

#### 4. まとめ

本研究において、パルスレーザー照射による欠陥は照射面より  $350\ \mu\text{m}$  の深さでゲッターシnkの存在を確認できた。また、 $200\ \mu\text{m}$  の深さでは照射中心付近により多くの欠陥が存在していることが分った。また、 $100\ \mu\text{m}$  の深さにおいて、極端に Cu/Si 強度比がブランク試料に比べて小さいことから深さ  $350\ \mu\text{m}$  のゲッターシnkに結晶中の固溶 Cu 原子が引き寄せられたものと思われる。

今回の実験では、パルス照射エネルギーが  $70\text{mJ}$  で、これまでの研究の  $120\text{mJ}$  より小さくなっている。しかし、ゲッターシnkはほぼ同じ深さで生成された。このことから、照射エネルギーが小さくても衝撃波の減衰する距離はほぼ等しく、減衰した場所で結晶との相互作用が起こり、欠陥を生成することを確認できた。

#### 「参考文献」

- 1) 津屋英樹著「超 LSI プロセス制御工学」：丸善株式会社 1995
- 2) 日高洋美：宮崎大学修士論文 2009年
- 3) 門野 武：宮崎大学修士論文 2009年
- 4) 中島信昭・八ッ橋知幸著「レーザーと化学」：共立出版 2012