

DLTS 法を用いた Si パワーデバイスのプロトン照射欠陥の評価 (2)

The investigation of the proton irradiation defects in silicon power devices using DLTS (2)

三菱電機 (株) °清井 明, 湊 忠玄, 中村 勝光

Mitsubishi Electric Corp. °Akira Kiyoi, Tadaharu Minato, Katsumi Nakamura

E-mail: Kiyoi.Akira@av.MitsubishiElectric.co.jp

パワーデバイスの一部では、スイッチング時の電力損失を減らすために、Si 結晶内部に点欠陥を導入して、ライフタイムを調整する[1]。ライフタイムを調整する一つの手法として、粒子線照射とアニールを組み合わせる方法があり、アニール温度や時間等の処理条件は、デバイス性能に影響する。そのため、アニール処理時の点欠陥の形成・消滅挙動の理解は、デバイスを高性能化する上で、重要な課題の一つである。我々は前回、プロトンを照射した $p^+n\text{-}n^+$ ダイオード (n 層の抵抗率は $45\text{-}52 \Omega\text{cm}$) を作製し、Deep level transient spectroscopy(DLTS)法を用いて、点欠陥のアニール温度依存性を調べた結果を報告した[2]。とくに、Vacancy-Oxygen center(VO)と Divacancy(V_2)に着目して、室温から 450°C までのアニール温度範囲で、その形成・消滅挙動を考察した。

今回、より詳しく点欠陥の形成・消滅挙動を理解するために、 275°C 、 300°C 、 325°C 、 350°C の4つの温度水準について、点欠陥のアニール時間依存性を調べた。実験には、炭素、酸素不純物濃度が異なる2種類のダイオード(FZ, MCZ)を用いた。Figure1は、VO、 V_2 のアニール時間依存性を示す。 275°C アニールでは、VO、 V_2 は照射後(アニール前)の濃度からほとんど変化しない。 300°C 以上のアニールでは、アニール開始初期にVO、 V_2 ともに僅かに濃度が増加し、さらにアニール時間を延ばすと、濃度が減少する傾向が認められる。この傾向には、サンプル間の違いはあまりない。アニール初期に欠陥が増える現象は、新たに得られた知見である。この結果から、 300°C 程度で空孔のソースとなる欠陥の存在が示唆される。学会当日は、VO、 V_2 以外の欠陥も含めて、今回の実験で得られたアニール時間依存性を報告する。

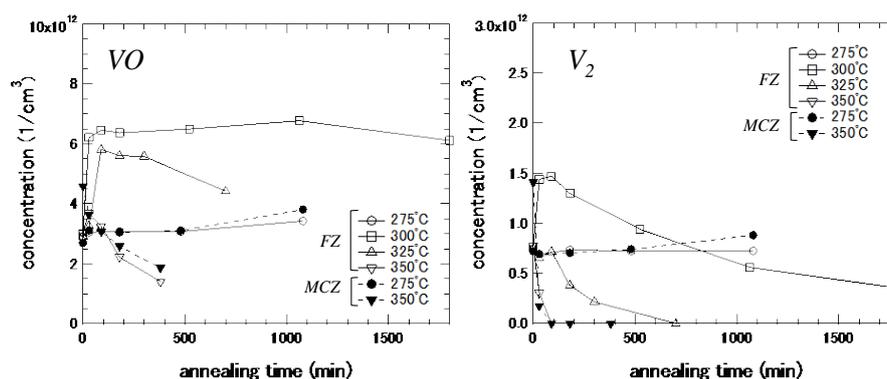


Fig.1. Annealing time dependency of VO, V_2 concentration in the FZ and MCZ diode, which was irradiated with $1.0 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ protons (incident energy 4.2 MeV) and annealed isothermally in the air atmosphere. The concentration of V_2 is estimated from double negative (=/-) DLTS peaks.

参考文献

- [1] K. Takano, A. Kiyoi, T. Minato: Proc. 27th Int. Symp. Power Semiconductor Devices and ICs, Hong Kong, 2015, 129. [2] A. Kiyoi, T. Minato, M. Tarutani: the 64th JSAP Autumn Mtg. 15p-P8-1 (2016).