17p-A3-15

パルスレーザーメルティングによる Si 中での Mn の拡散と偏析

Diffusion and segregation of Mn in Si by pulsed laser melting

甲南大理工, °小柴　悠資，川邊 大介，杉村 陽，梅津 郁朗

Dept. of Phys, Konan Univ., °Yusuke Koshiba, Daisuke Kawabe, Akira Sugimura, Ikurou Umezu

E-mail: m1221001@center.konan-u.ac.jp

パルスレーザー(Pulsed Laser Melting:PLM)法を用いて S や Ti を過飽和ドープした Si 結晶に対して、バンドギャップエネルギー以下の光吸収の増加が報告されている。光吸収の増加は不純物準位による中間バンドの形成に起因する可能性がある。一方で、Mn を Si に過飽和ドープ出来れば希薄磁性半導体の作成が期待できると共に深い不純物準位による中間バンドの形成も期待できる。しかし Mn は偏析が大きく、これを防ぐために PLM 過程を詳細に調べる必要がある。そこで本研究では Mn をイオン注入した Si ウエハーに YAG レーザーによる PLM を行い、Mn を過飽和ドープした Si の形成を試み、レーザーの照射条件と構造の関係を調べた。

試料はドーズ量 $1\times10^{16}cm^{-2}$, 65keV で Mn をイオン打ち込みした n 型 Si ウエハーに対して、パルス幅 7ns の YAG レーザー(波長 355nm,繰り返し 10Hz)を試料から焦点距離 20cm のレンズで集光してフルエンス $0.7J/cm^2$ で照射した。照射面積を増すためにレーザーは試料面でスキャンさせた。レーザーのスキャンスピードを変えることで 1 スポットあたりの平均ショット数を変え、作製した試料の Si 中における Mn の濃度分布、構造特性を測定した。平均ショット数 42 回および 3 回で作製した試料に対して、ラマン分光測定をした結果、$520cm^{-1}$ 付近にラマン散乱ピークがみられ、どちらの試料もイオン打ち込みによって生じた非結晶層部分が結晶化していることが分かった。二次イオン質量分析による平均ショット数 42 回で作製した試料と PLM 後の S をイオン打ち込みした試料の Si 中における Mn と S の濃度分布の測定結果を比較した結果、S に比べて偏析が大きく、これは S に比べて Mn の偏析係数が低いためだと考えられる。同様に、平均ショット数 3 回で作製した試料と比較した結果、平均ショット数を減らすことで Si 中の Mn の表面への偏析を抑えられた。(図 1)平均ショット数 3 回で作製した試料は 50nm 付近に打ち込み試料と比べて半値幅の狭いピークを持つのが特徴である。この濃度分布に対して拡散と偏析のシミュレーションを行った。S の偏析係数の値を上限とし偏析係数を小さくしていったとき、Mn はほとんど表面に析出され、実験結果と一致しない。そこで拡散係数を大きくすると分布幅は広がり、小さくしても PLM 前の分布幅以下にはならない。従って単純な拡散、偏析現象ではない。この原因として Mn 濃度によって偏析係数が変化していることが考えられる。Mn 濃度の増加にしたがって偏析が小さくなると仮定した場合、再固化過程において打ち込み試料のピークである 50nm 付近にかけては急激に Mn 濃度が高くなるため偏析係数は増加し、押し出し効果が弱まる。50nm 付近以降にかけては押し出された Mn が減少すると同時に打ち込み試料の濃度分布から表面にかけて急激に Mn 濃度が減少し、それに伴い偏析係数が減少、押し出し効果が強まると考えれば、結果的に図 1 のように 50nm 付近にピークをとるような濃度分布になることが定性的に説明づけられる。

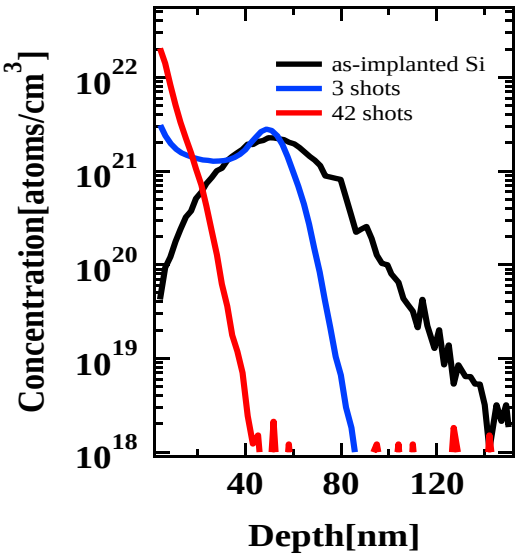

図 1　SIMS による濃度分布測定

© 2013 年　応用物理学会