

日立製作所
中央研究所

植本 尚
池田隆英
徳山 鶴

結晶基板が高エネルギーイオンで衝撃されると、イオンの結晶格子に対する弾性衝突によつて、Frenkel型の多くの欠陥がVacancy Clusterと共に生じ、衝撃イオンのドーズを増加すると、これらの欠陥は互いに重なり合つて基板中にアモルファス層が形成される。このような欠陥はイオン衝撃後の焼鈍処理、あるいは衝撃を加熱しながら行うことによつてかなりの程度回復できるが、イオンインプランテーションにおいては打込まれた不純物がこの回復過程に関連し種々の現象が起る。インプランテーションで半導体素子を形成する場合、欠陥の電気的特性に与える効果の他に、欠陥を介しての不純物分布の変化が大きな効果を持ち、この意味から欠陥の種類、濃度、分布に関する情報が必要になる。

われわれはこの目的のために、インプランテーションを行ったシリコン基板に対して、次の三つの方法を適用して比較測定することを試みた。

(1) 電子線回析法と陽極酸化法を組合わせた深さ方向の欠陥分布測定

(2) 角度研磨面のエッチングによる観察

(3) 2 MeV ヘリウムイオンのチャネリングによる後方散乱測定

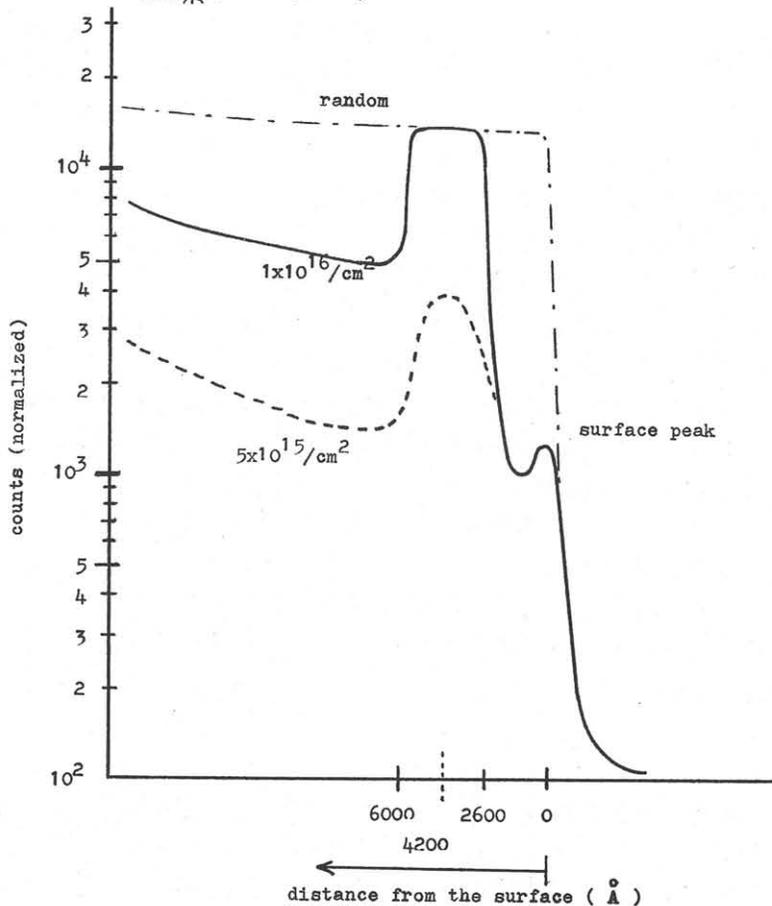
すでに報告したように⁽¹⁾ 軽いイオンを打込んだ場合、(1) および (2) の方法によつて、表面より内側に埋められた欠陥層の存在することが見出され、またエッチングの方法が電子線回析法に比し、欠陥に対する感度が高いことも観測した。しかしこれらの方法からは欠陥濃度が定量的に求められずまた深さ方向に対する分布も正確には求められない。これに対し(3)の方法は打込まれた不純物イオンの位置決定に用いられるが欠陥に対しても良い感度を持つことを見出したので報告する。

実験に用いた試料は、H, B, He, N, A の各イオンをn型シリコン基板、1Ωcm (111)面に100~200 keVで打込んだもので、イオンドーズ量は 10^{15} ~ $10^{17}/\text{cm}^2$ を渡した。図は200 keVで窒素イオンを打込んだ試料に対する2 MeV ヘリウムイオンの後方散乱のエネルギースペクトルを示す。窒素イオンドーズ $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ の場合(実線) 欠陥のピークはランダムスペクトルに一致し、基板表面より 2600 \AA ~ 6000 \AA の間がアモルファス化していることを示す。欠陥層深さの中心は 4200 \AA でシリコン中の窒素イオンの計算された飛程⁽²⁾に一致している。打込みドーズ量を下げた場合の測定結果をまとめると次の表のようになる。

表: 窒素イオン200 keV
打込み試料の欠陥
測定結果

窒素イオンドーズ(cm^2)	欠陥ピークの高さ	欠陥濃度(cm^{-3})	欠陥分布深さ(\AA)
1×10^{16}	100 %	アモルファス	2600~6000
5×10^{15}	28.6 %	1.43×10^{22}	~4200
1×10^{15}	5 %	2.5×10^{21}	~4200

図: 2 MeVヘリウムイオンの後方散乱のエネルギースペクトル
 試料: 200 keV窒素イオン打込み



より重いイオンの場合は、欠陥は深い打込み層に集中するので、低いドーズ量でアモルファスとすることが示される。さらに打込んだドーピングイオンの質量数と欠陥の関係について実験結果を中心に報告する。

(謝辞) ヘリウムイオンの後方散乱の実験は、Research Chemistry Division, Chalk River Nuclear Laboratory, (Ontario, CANADA)において著者の一人(植本)が行ったもので、同所の J.A. Davies, I. Mitchell 両氏の与えられた好意、有益なる討論に対し心から感謝の意を表する。

(参考文献) (1) T. IKEDA, T. TSUCHIMOTO, T. TOKUYAMA. 10th Symposium on Electron, Ion and Laser Beam Technology に掲載予定

(2) J. F. Gibbons. Proc. IEEE. Vol 56 (1968) 295