

W36b コリメートX線斜入射法によるCCD空乏層厚の精密測定手法の開発

青山翔一、森浩二(宮崎大学)、常深博、繁山和夫、文原篤史(大阪大学)、平賀純子(理化学研究所)、山内誠(宮崎大学)

我々は、できるだけ厚い空乏層を持つ完全空乏化した裏面照射型PチャンネルCCDの開発研究をおこなっている。現時点での課題は、 $625\ \mu\text{m}$ あるウェハ厚のうち、どこまで空乏化できているのか正確にわかっていないことである。ウェハの空乏層厚は、まず表面照射型素子を作製して確かめる。裏面照射型素子は、その測定結果を基に、ウェハから空乏化できていない中性領域部分を削りとることで作製する。現時点では、 $200\ \mu\text{m}$ まで削ると完全空乏化できているということはわかっているが、これを可能な限り厚くして硬X線に感度を持たせたい。

これまでは、X線の検出効率の値をやきなおして空乏層厚を見積っていた。しかし、この従来手法における空乏層厚の値は、検出効率曲線を導出するためのパラメータであり、必ずしも「実質的に電荷収集がおこなえる限界深さ」を表しているわけではない。そこで、我々はX線が光電吸収される深さを精密に測定する手法を考案し、具体的な実験を通して、その手法の有効性を確認した。我々の手法では、素子のすぐ上に適度な間隔でスリットを空けた金属すだれを置き、 ^{109}Cd を斜めから照射する。このセットアップの要点は、すだれでコリメートしたX線を斜入射させることで、深さ方向の吸収位置を横方向の検出位置で読みかえることができる点である。このとき、深さ方向の分解能は画素サイズ($15\ \mu\text{m}$)で決まり、宇宙線の飛跡から予想される空乏層厚($300\sim 400\ \mu\text{m}$)に比べて5%程度になる。また、 ^{109}Cd からの $22\ \text{keV}$ のX線(Siに対する平均吸収距離 = $1400\ \mu\text{m}$)を使用することで、空乏層内にほぼ均一にX線を吸収させることができる。この手法を用いることで電荷収集の度合を深さ方向の関数として調べることができ、電荷収集がおこなえる限界深さとしての空乏層厚の値を定義できる。

本講演では、上記実験で得られた結果を報告する。