

W26b 電子線を使った CCD の診断

大田基在、岡田貴志、北本俊二 (阪大理)

CCD(電荷結合素子)はX線検出器としてたいへん優れており、天文学のみならず、いろいろな分野で使用されている。CCDのX線の検出器としての性能をより一層詳しく調べることはますます重要な課題となってきた。

X線検出器としての基本的な性能は、X線の検出効率、X線エネルギーと信号波高の関係、エネルギー分解能の3つである。特にX線の検出効率の絶対値を測定する事は容易ではない。これまでもいろいろな方法で、CCDの絶対的な検出効率を求めてきたが、CCDの検出効率は照射するX線の強度、CCDのノイズレベル、さらにはデータの解析方法によって変化しうる。そのため、検出効率という定義そのものにも曖昧さが残る。一方、X線がCCDに入射した後の素過程を追うことによって、いろいろな条件でのCCDの検出効率を推定する事ができる。そのためには、CCD表面の不感層の物質や厚み、空乏層の厚み、さらに、X線により作られた電子雲がCCD内部でどのように振舞うかも知る必要がある。

我々は、エネルギーが既知の電子線 (Bi-207 : 976 keV と 1048 keV) を CCD に斜めから照射することで CCD の内部構造、特に空乏層の厚さの測定を行なった。入射電子線が CCD の内部を通過すると、入射電子線の経路に沿って電子ホール対が作られる。入射電子線はほぼ直進するので、電子ホール対が作られた深さは推定する事ができる。電子線の経路に沿って作られた電子は、各画素に集められる。空乏層で作られた電子の広がり小さいが、中性領域で作られた電子は大きく広がり複数の画素に分割される。このような考えを基に、入射電子線の経路に沿った信号の広がりを実験的に調べ、空乏層の厚さや、電子の広がり大きさを測定した。

解析では、電子や光子の素過程をモンテカルロ法で追跡できるソフトウェア「EGS4」を使う事により、入射した電子線の現実的な経路とエネルギー損失をシミュレートした。また、電子の広がりモデルを使い、電子の作られた深さと信号の広がりシミュレーションを行ない、実験データと比較することにより、空乏層の厚みを求めた。