

イオンビーム分析のための最新の放射線検出器

Current radiation detectors for ion beam analysis

東大工

School of Engineering, The Univ. of Tokyo

E-mail: leo@n.t.u-tokyo.ac.jp

イオンビーム分析は加速器技術の進歩、ビーム制御技術の進展とともに、発展をとげている。一方、検出器の部分は加速器本体とは切り離されているため、加速器が導入されたのちにも徐々にアップグレードを行い、最新の技術を導入することが容易である。イオンビームを直接計測する以外にも、2次的な粒子の計測も行うことができるので、放射線計測技術としては、さまざまなものが対象となりうる。講演者は、放射線計測分野で長年研究を行っているが、最新の検出器技術を適用して、イオンビームを対象として本格的な研究開発を行うことで、多くの新しい可能性が開けるであろうと思われるので、本シンポジウムでは、そのような可能性を秘めた最新の放射線検出器について紹介することとしたい。最新の放射線検出器では、入射粒子の検出器への入射位置や粒子のエネルギー情報などの詳細な情報を与えるよう、ピクセル化やボクセル化が進んでおり、多数の検出器出力を得るためのフロントエンド電子回路も検出器と一体に動作するように配置されているものが多い。個々のイオンに対する信号自体は大きいので、X線やガンマ線の計測と比較して、回路上の構成は容易になるはずであるが、イオンビームを直接検出する際に問題となるのが、検出器・信号処理系へのダメージである。逆にCR-39などを用いたイオンビーム計測では、高分子材料への損傷を可視化して計測を行っているが、リアルタイムでデータの解析が可能な最新の検出器を用いる場合は、損傷による信号出力の低下、暗電流増加、SN比の悪化、あるいは誤動作の問題は避けられないところである。一般に、シリコンやゲルマニウムなどの半導体検出器では、損傷の問題は顕著となり、 cm^2 あたり $10^{11}\sim 10^{13}$ 粒子が積算入射するところで影響が出てくるので、検出器へダイレクトビームが入射しないような配置が必要である。一方、SiC、ダイヤモンド、IGZO などバンドギャップの大きな半導体では、損傷の問題は小さくなる。最近IGZOを用いたFPDの技術が開発されており、イオンビームや中性子などの応用には適していると考えられる。また、シンチレータの場合も、比較的損傷に弱いアルカリハライド系以外にも、GSOなど損傷に強い酸化物系のシンチレータであってもビームの強度が高くなると光電子増倍管などの光検出器の応答が追いつかなくなるので、信号処理系を含めた対応が必要である。また、気体を用いた検出器は最近あまり注目を受けていない感があるが、ガスフロー方式やガス純化などの方式を導入すれば、放射線損傷の影響が問題にならないことに加えて、ブラッグピーク部分の線量も電離箱と同様の応答特性を実現できることもあり、イオンビーム計測においては、有用な検出器であると考えられる。本講演では、各種の検出器を紹介するとともに、今後の可能性について展望を行うこととしたい。