

# フォトンカウンティング型2次元検出器の特徴と先端応用

豊川秀訓

高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター  
toyokawa@spring8.or.jp

フォトンカウンティング型検出器の優れた特長として、低バックグラウンド計測があげられる。形態として、シングルフォトンカウンティングレベルに低ノイズ化された CCD/CMOS 検出器、もしくは、エネルギー弁別回路を搭載した計数型検出器に大別されるが、本講演では、主に後者の計数型について、その特徴と先端応用について解説する。

2次元検出器は検出媒体により、ガス検出器、蛍光体検出器、半導体検出器に分別される。ガス検出器は、放射線により電離されたイオン対を計測する直接変換型で、大面積化が容易である利点の一方、X線に対する検出効率が低く、主に<sup>3</sup>Heガスをを用いた中性子検出器として活用されている。蛍光体検出器は、可視光領域に波長変換したうえで、CCD等の光素子で検出する間接型で、高エネルギー領域で優れた検出効率を有することが特長である。近年、MPPC (Multi-Pixel Photon Counter) などの光センサーを利用した様々な開発がなされている。半導体検出器の特徴は、ミクロンオーダーでの空間分解能が得られることが特長で、近年、CMOSプロセスを駆使した高機能検出器が市販されるようになり、PILATUS 検出器を代表に放射光実験での必須ツールとなっている。

半導体検出器は、製造方法により一体型とハイブリッド型に大別される。一体型としては、各種の CCD や CMOS センサーが市販されているが、より高機能な回路を実装することができる SOI センサーの開発は特に注目されており、放射光実験においても SOPHIAS 検出器の利用が始まっている。半導体プロセスのみで製造する一体型センサーは、検出媒体がシリコンに限定されるのに対し、センサー部と回路部を別プロセスで製造して接合するハイブリッド型は、アプリケーションに応じて高性能化できる利点を有する。検出媒体には、スタンダードのシリコンセンサーに加え、近年では、GaAs や CeTe などの化合物半導体センサーへの応用が加速されており、特に、高エネルギー放射光実験や医学応用への期待が高まっている。

シリコンセンサーは2次元配列に微細加工された pn 接合によるダイオード型が標準である。これに対し CdTe 検出器には、金もしくは白金電極を2次元電極配列したオーミック型、これの入射面側電極にインジウムを用いた正孔収集ショットキー型、読み出し側の2次元電極配列電極にアルミニウムを用いた電子収集ショットキー型の3種類があることに注意する必要がある。オーミック型がリーク電流によりエネルギー分解能に制限、正孔収集ショットキー型が分極現象により低温環境 (-10~-15°C) が求められるのに対し、講演者が開発した WERPAD 検出器 (Wide Energy Range Pixel Array Detector) は、世界初のアルミニウム電極を2次元配列した電子収集ショットキー型検出器で、高いエネルギー分解能と常温での安定動作性能を兼ね備えている。WERPAD 検出器には最大3つのエネルギーを弁別して同時に計測できる回路を実装しており、この機能を駆使した先端応用を推進している。

上記の通り、フォトンカウンティング型検出器には様々なタイプがあり、その特徴を理解した上で利用することが重要である。本講演は、WERPAD 検出器による SPing-8 BL04B2 での2波長同時計測法 (61.4keV, 122.8keV) と BL14B1 と BL28B2 での白色 X線二重露光法による応力測定について報告する。