

E-02040 桐本 義弘
松浦研究室

【はじめに】近年、食物への有害物質（カドミウム等）の汚染や土壌への公害物質（例えば、砒素、セレン、水銀）の汚染が問題になっている。その為、物質中に含まれる元素の種類や濃度を調べる必要がある。その方法の中で蛍光 X 線分析が注目されている。

【蛍光 X 線分析】蛍光 X 線分析は、試料に X 線を照射して発生する蛍光 X 線のエネルギーと強度を測定して、試料に存在する元素の種類や濃度を知る方法である。蛍光 X 線分析には、波長分散型とエネルギー分散型の 2 つの方式の分光法がよく用いられている。波長分散型は、試料から発生したさまざまな波長の蛍光 X 線をスリットで平行にして、分光結晶に一定角度で入射させ、結晶の角度を連続的に変化させて検出器で回折 X 線の強度を測定する。その為、試料から十分な蛍光 X 線を発生させるために強力な X 線源が必要であり、また測定する蛍光 X 線の波長に応じて複数の分光結晶が必要なため、高価で装置自体も大きくなる。一方、エネルギー分散型は、分光結晶を使わずに試料から発生した蛍光 X 線を直接半導体検出器で検出し、蛍光 X 線のエネルギーと強度を測定する。したがって、波長分散型のように分光結晶を使用しないため小型化が可能であり、半導体検出器を用いているため強力な X 線源も必要ない¹⁾。

【半導体検出器】半導体検出器の 1 つに PIN フォトダイオードがある。PIN フォトダイオードの動作原理は、I 層に X 線が入射すると、そのエネルギーを吸収して電子と正孔が生じる。この電子と正孔は印加電圧によって電子は N 側、正孔は P 側に移動することで電流が流れる。PIN フォトダイオードは P 層と N 層の表面積が同じことから、I 層で生じたキャリアを同じ走行距離、同じ走行時間で移動させられる為、検出効率は良くなるが、検出器自体の漏れ電流や容量は大きくなる。そこで、PIN フォトダイオードを改良した SDD (Silicon Drift Detector) がある。SDD は N 層の面積を小さくし、その N 層の周りに P 型のリング状の電極を刻んだものである。動作は PIN フォトダイオードとほぼ同じであるが、N 層の面積を小さくすることで検出器自体の漏れ電流や容量を低減させることができる。しかし、そのままの状態では I 層内の N 層付近で生じたキャリアしか移動することができない為、検出効率が悪くなってしまう。そこで、N 層に向かって電位勾配が形成されるようにリング間に電圧を印加することで、図 2 のように I 層内に生じたキャリアを効率良く N 層に移動させることができる²⁾。

- 【参考文献】1) 合志 陽一：X 線分析最前線（アグネ技術センター 2002）総論 2
2) 中井 泉：蛍光 X 線分析の実際（朝倉書店 2005）3 章

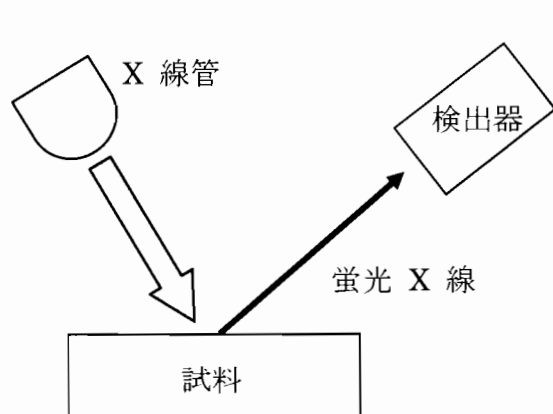


図 1 エネルギー分散型の構造

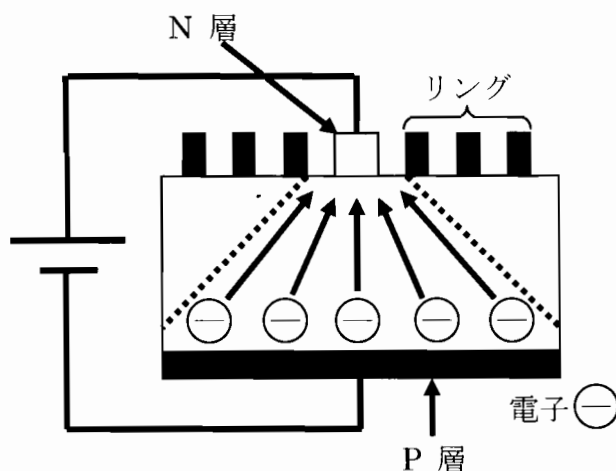


図 2 SDD 検出器の構造