



X線の光源

封入式X線管	熱電子を電場により加速して、電子ビームを対陰極（陽極）に衝突させ、X線を発生させる。
	小型で扱い易い。X線の出力が小さい。
回転式対陰極型	対陰極が高速回転する円盤で、多量の電子ビームを衝突させ、強力なX線を取り出せる。
	封入式の20～60倍出力のX線
シンクロトロン放射光源	高エネルギー物理学研究所の加速器などを用いて、高速に加速された電子をリングに蓄積して、超強力X線を取り出す。
	封入式の百～数千倍出力のX線、連続X線光源。



X線の分光

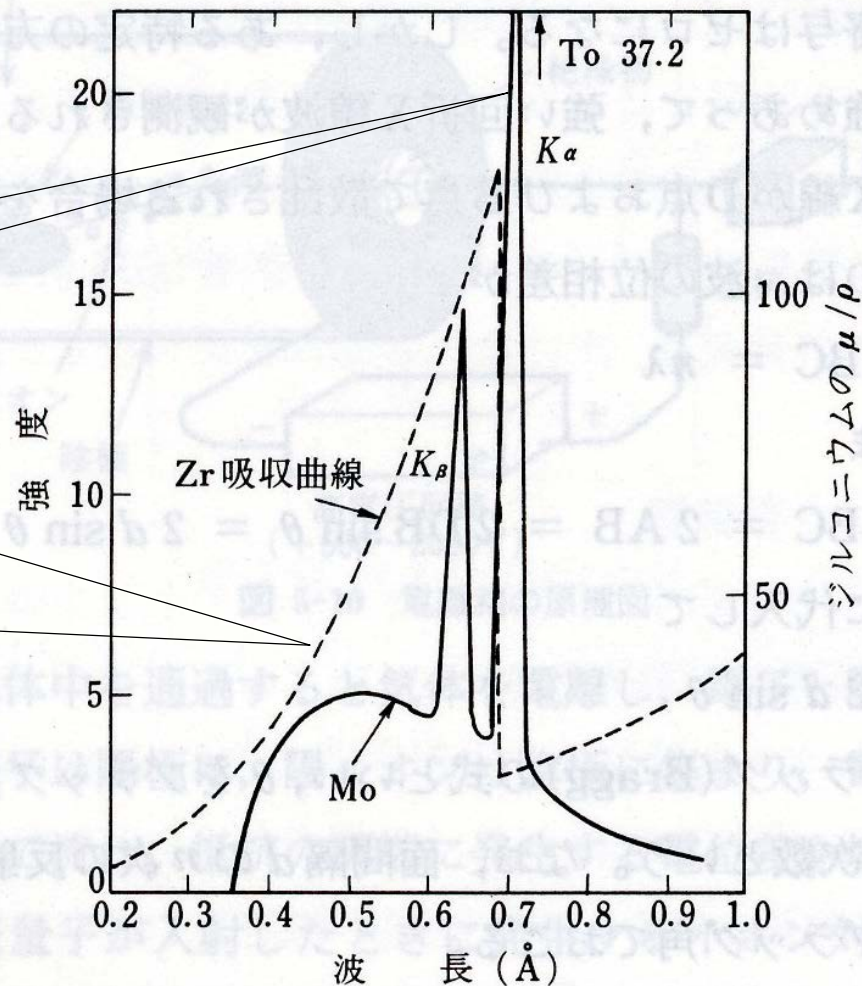
フィルター法	目的の波長のX線を透過し、それ以外の波長のX線を吸収する物質を用いる。
	X線の吸収
分光結晶法	結晶にX線を照射して、目的とする波長のX線を回折して取り出す。波長範囲により結晶を変える。
	X線の回折

フィルター法

モリブデンMoの $K\alpha$ 線のみを取り出す。

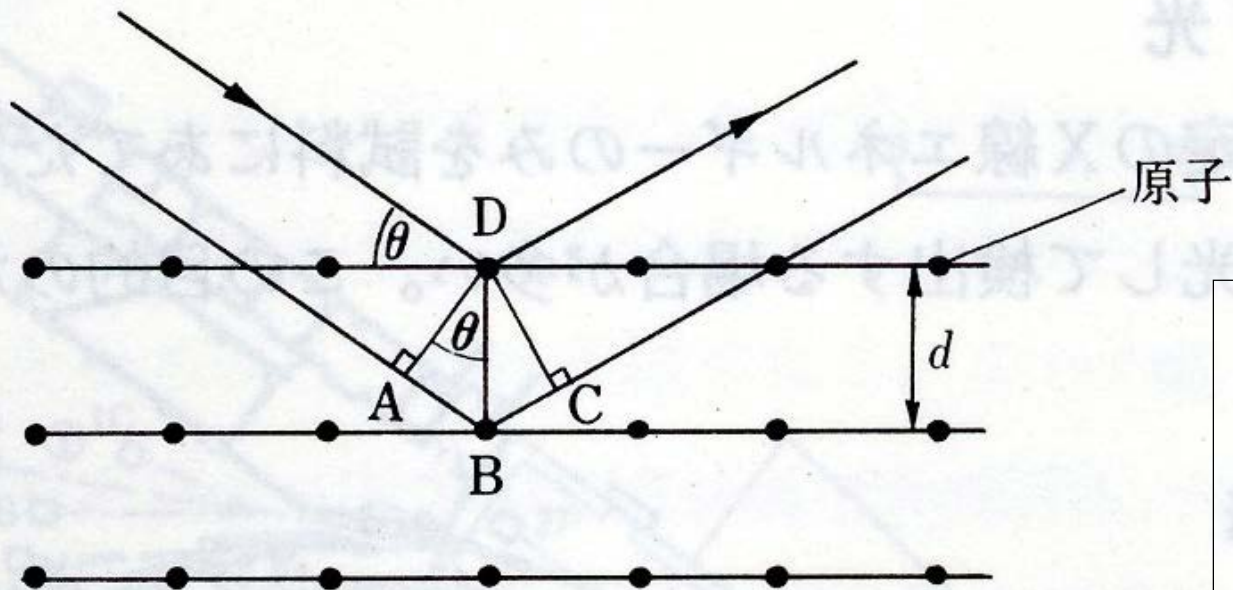
ズルコニウム (Zr) フィルターの吸収により、目的以外のX線を取り除く。

目的とするX線の波長により、最適な物質のフィルターを選択する。



Moの $K\alpha$ 線に対してZrフィルターを使用

分光結晶法



Bragg式
 θ : Bragg角

$$AB + BC = n\lambda$$
$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

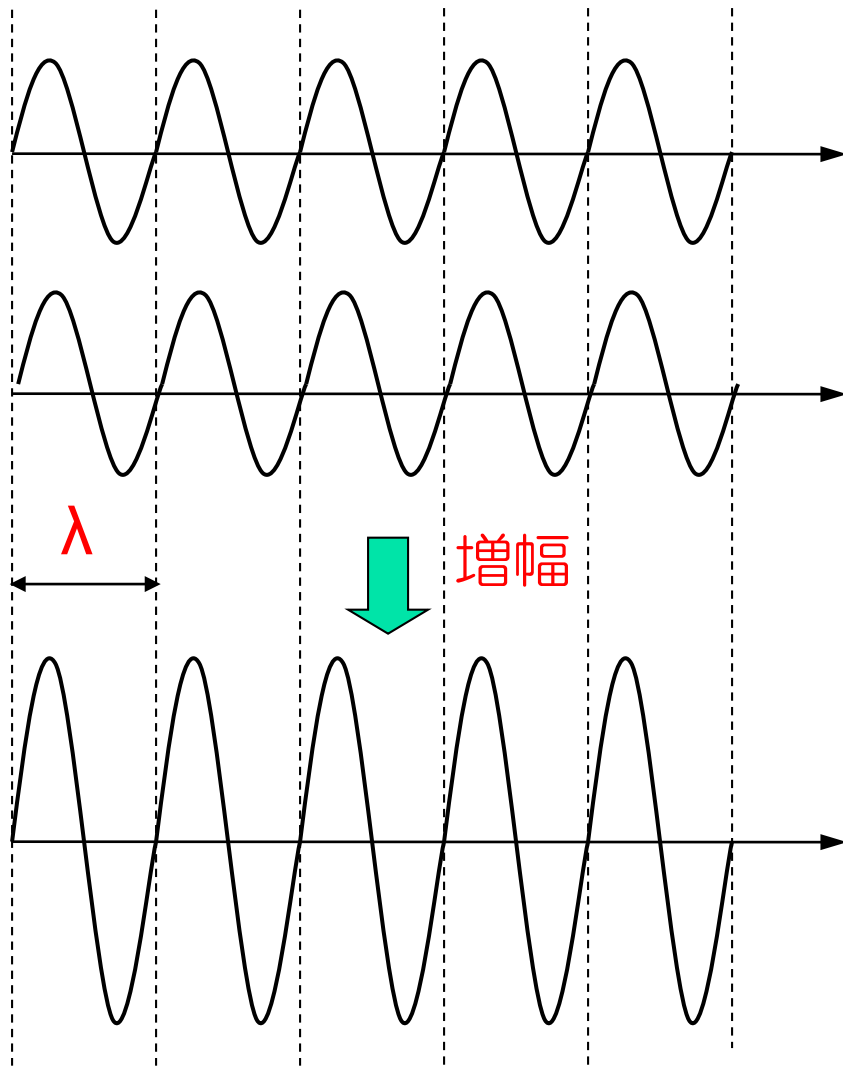
結晶面によるX線の回折

X線を結晶にあてることにより、ある特定のBragg角 θ で特定波長のX線のみ回折（Bragg式を満足しない波長のX線は消滅）する。特定波長のX線を取り出すことができる。

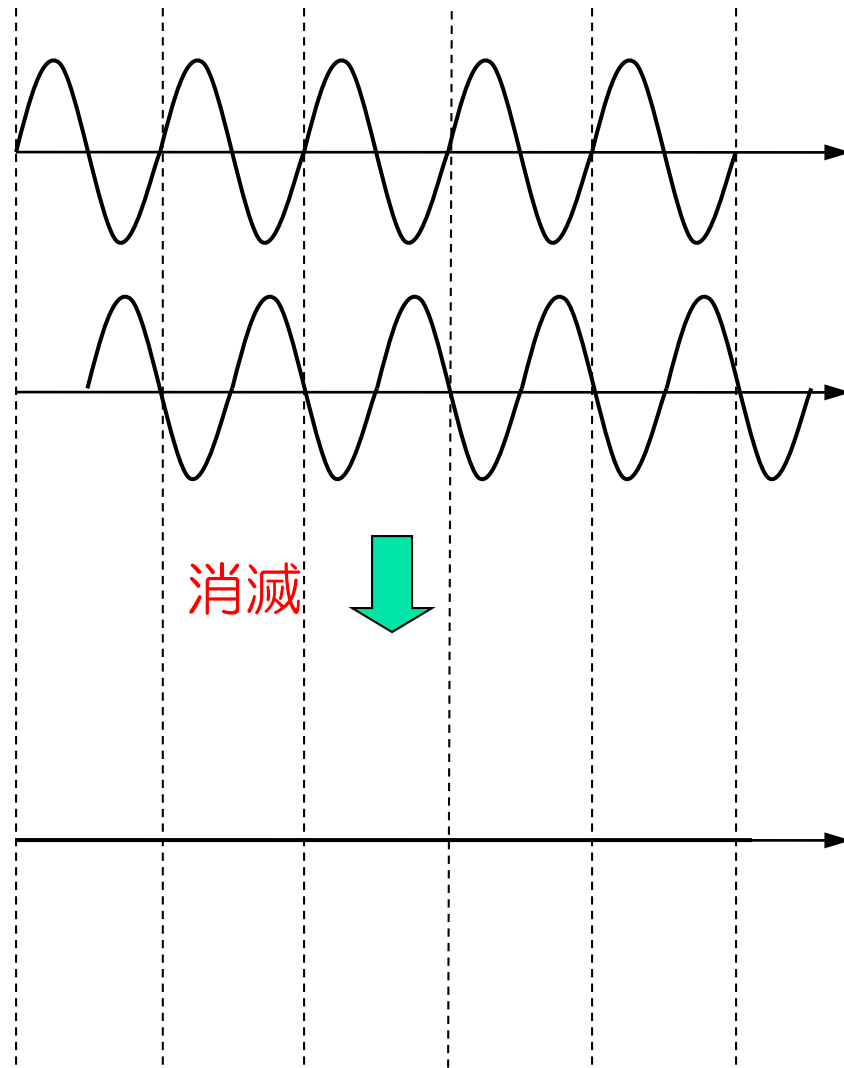
光の回折

波長と位相がいずれも同じ光の合成→増幅
波長や位相の異なる光の合成→消滅

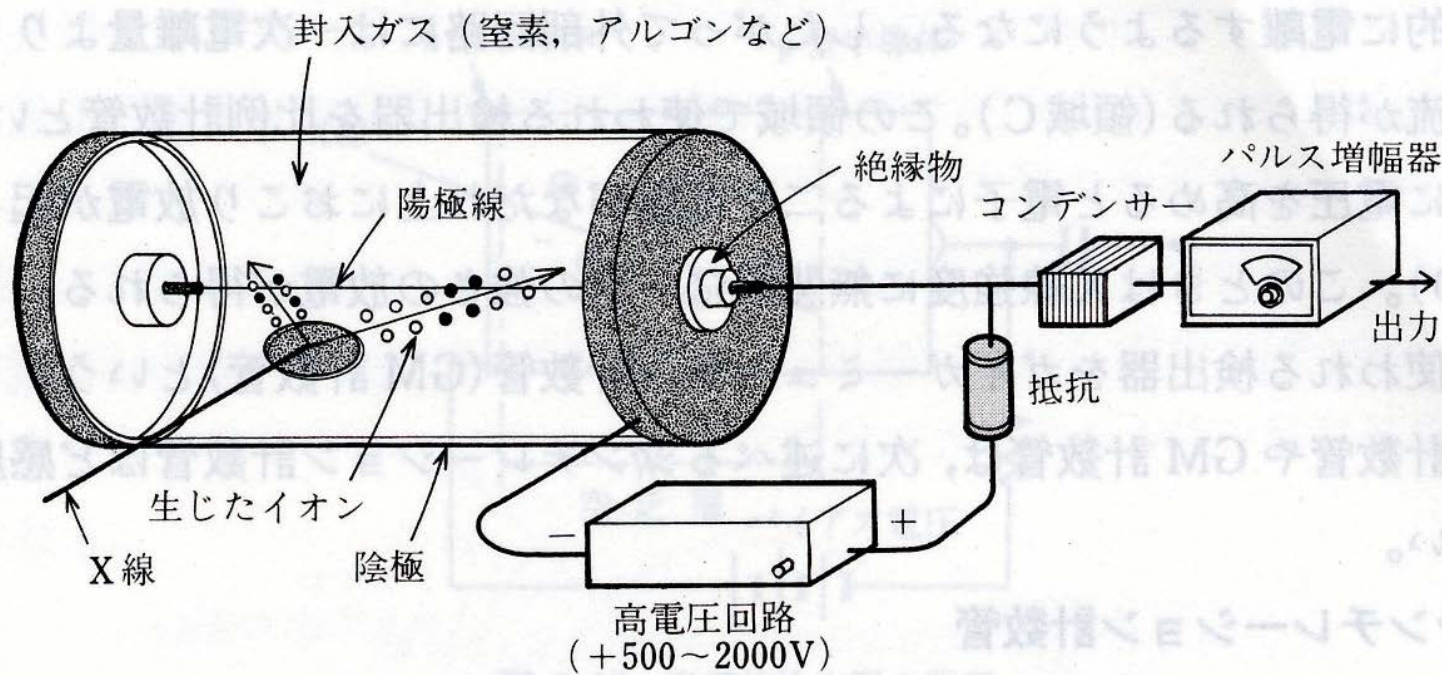
波長・位相いずれも同じ



波長は同じ、位相が異なる



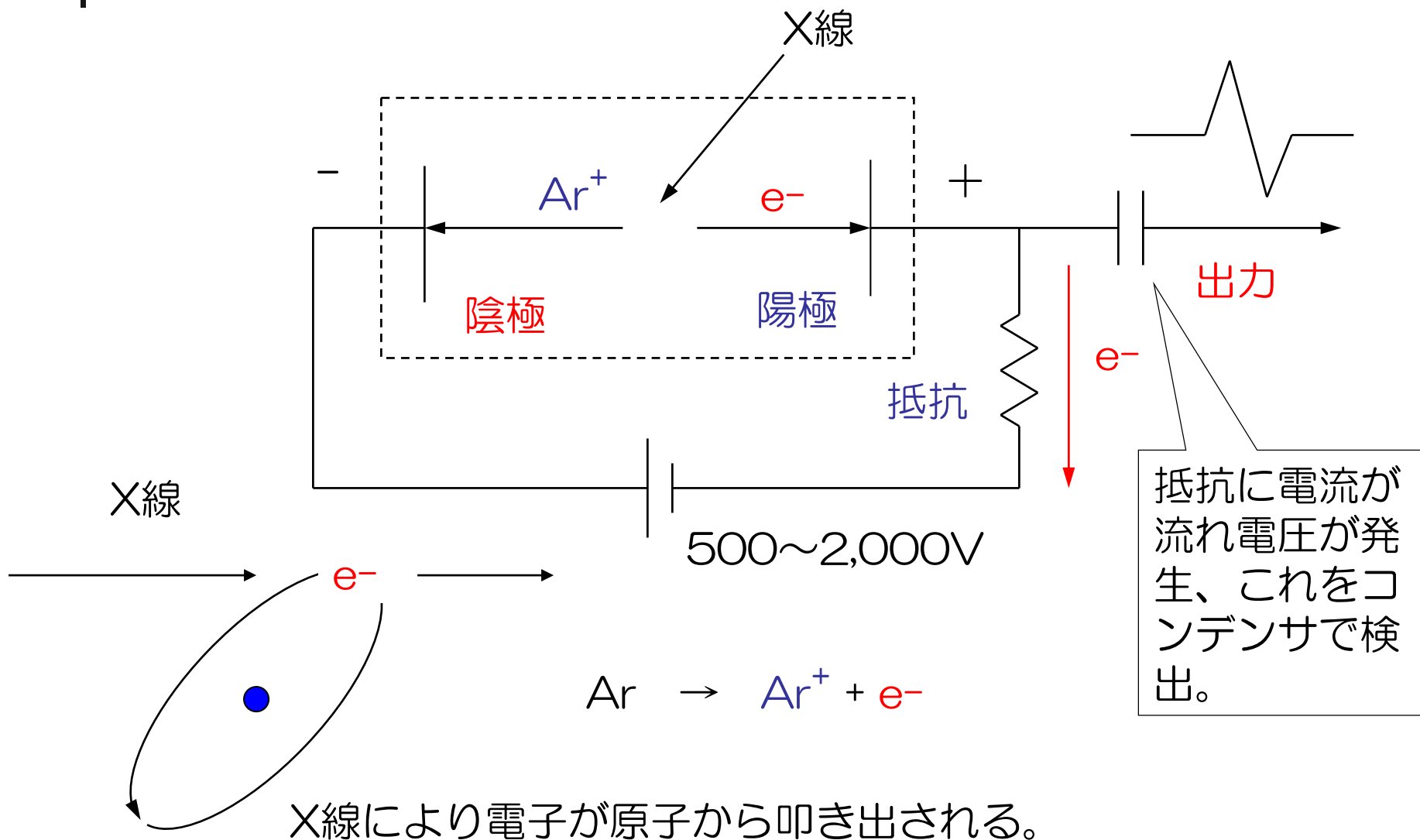
検出器～電離箱



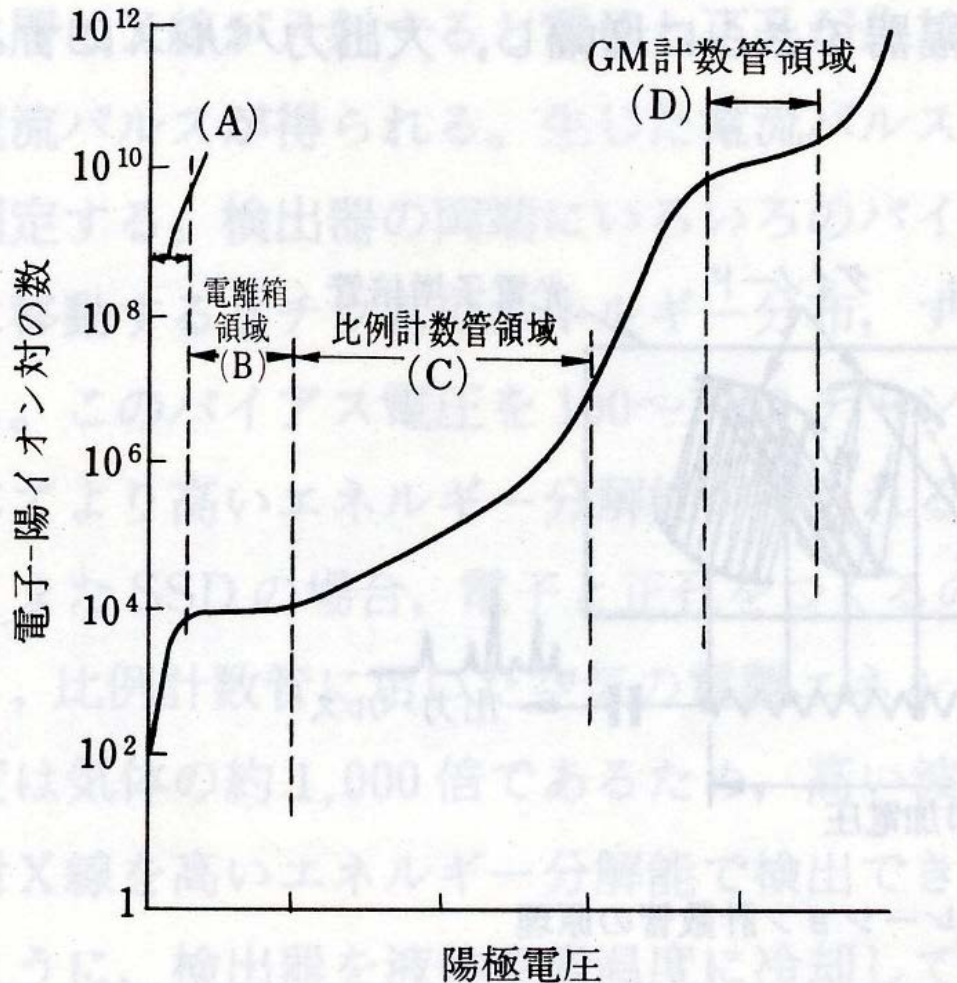
電離箱の原理図

X線光量子が封入ガス (Ar) を電離し、陽イオン Ar^+ と電子 e^- を生成する。 Ar^+ は陰極へ、 e^- は陽極へ集まり、外部回路 (抵抗) を電流が流れる。抵抗の両端に発生する電位差を増幅して測定する。

検出器～電離箱



検出器～電離箱



(A) 電圧が低い
イオン対の再結合により、殆ど電流は流れない
(B) 一次電離に応じた電流が流れる。

電離箱

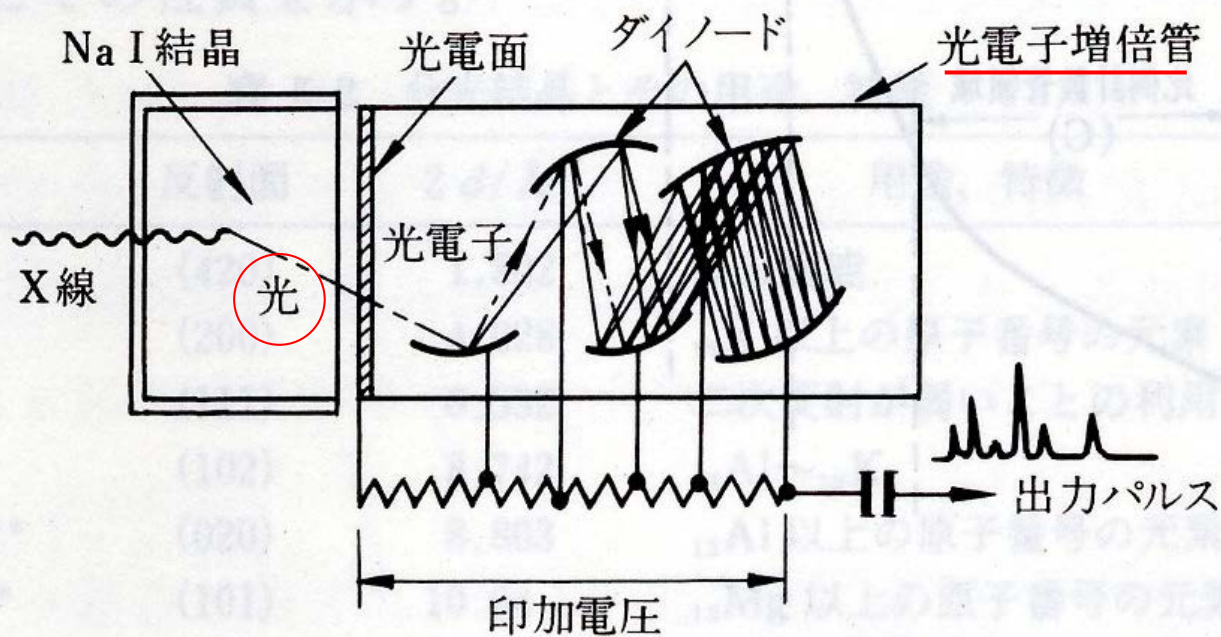
(C) 電子の加速による二次電離により大電流が流れる。

比例計数管

(D) 二次電離がなだれ状に起こり、放電する。

GM計数管

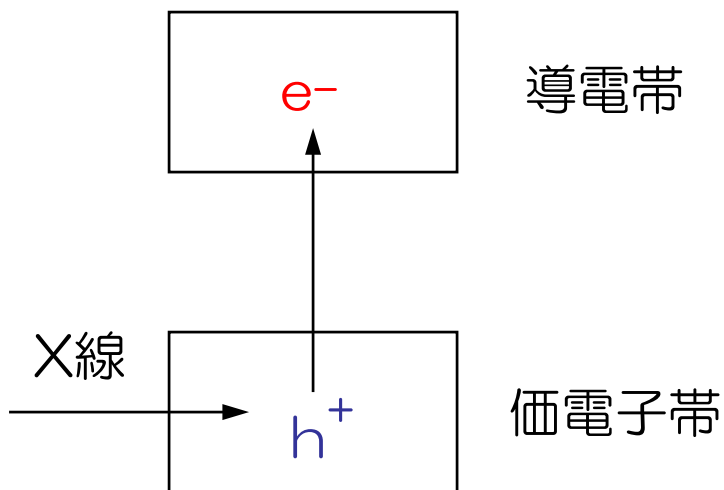
シンチレーション計数管



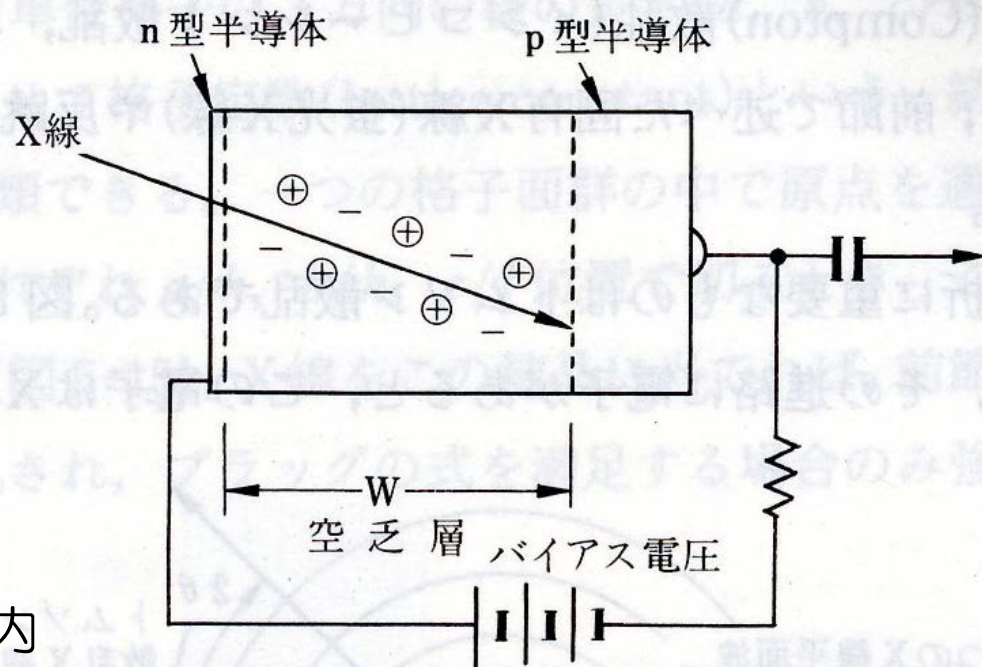
シンチレーション計数管の原理

ヨウ化タリウムを添加したヨウ化ナトリウムの単結晶にX線を入射すると、蛍光が発生する。
この蛍光を光電子増倍管で電流に変換する。

半導体検出器



X線が半導体に入射すると、結晶内（価電子帯）に拘束されていた電子 e^- が、導電帯へ遷移し、電子が抜けたところに正孔 h^+ ができる。電子は陽極へ、正孔は陰極へ移動して電流が流れる。



半導体検出器の原理