

はじめにお読みください

この文章は、研究室に所属する学生が研究活動の一環として作成してくれたものです。研究室セミナーの時間に輪番で発表してもらい、研究に関連した事項の基礎知識の向上をはかりました。内容・文章ともに未だ不完全なものもありますが、2018 年度に調査してくれたものを公開いたします。

※学生の作成してくれたファイルをそのまま公開しております。ところどころ誤った記述もあるため、内容については保証いたしかねます。ご注意ください。
(2019 年度以降、少しずつ改訂していく予定です。)

2018 年 3 月 名古屋工業大学 川崎・石井研究室
<http://kawasaki.web.nitech.ac.jp/jp/tips/index.shtml>

【執筆者一覧】

・ 卒研生

伊達 怜実、堀之内 理紗、山田 えみり、吉谷 駿、渡邊 裕介

・ M1

浅井 七海、亀岡 真祐子、近藤 航平、長谷川 毅、横井 和真、高橋 実夏子

・ M2

石亀 弘基、久野 潤也、中村 元海、林 遼治、松下 一樹、眞鍋 駿

・ D3

李 蒼昊

【XRD】

(26) 管球の X 線発生原理について説明してください。

作成日： 2018 年 1 月 23 日

担当者： 久野 潤也

X 線管球は真空に封入されたフィラメントと金属ターゲットから構成されている。(Fig. 1) X 線は電子を高速で金属ターゲットに衝突させることによって発生する。X 線発生原理は両者の間に数 10kV の高電圧をかけることによって、陰極であるフィラメントから熱電子飛び出し、陽極である金属ターゲットに向かって加速し衝突することで X 線が放出する仕組みである。発生した X 線は吸収の小さいベリリウムで出来た窓を通して取り出される。この時発生する X 線は原子が原子核のクーロン場による制動によって放出される連続 X 線と金属固有の波長をもつ X 線、特性 X 線に分けられる。特性 X 線は飛んできた電子がターゲットの内殻電子を弾き出し生じた空孔を補完するように外殻電子が遷移することで、その分の電子軌道エネルギーの差に等しいエネルギーを持つ X 線のことである。

X 線の発生効率は入射電子のエネルギーと X 線のエネルギーの割合で決まる。また、金属種、管電圧と比例関係になる。

$$\eta = \frac{\text{X 線エネルギー}}{\text{電気エネルギー}} = C Z V \quad \text{式 (1)}$$

C: 定数 $\approx 1.1 \times 10^{-9}$

Z: ターゲット物質の原子番号
(W=74 Mo=42 等)

V: 管電圧

当研究室の XRD 装置は MiniFlex(株式会社リガク製)を採用している。金属ターゲット種は銅であり、管電圧・管電流はそれぞれ 30 kV、15mA である。この管電圧の値は Table 1.より銅の最低励起電圧より大きいと十分なスペクトルが得られること、スペクトルのピークとバックグラウンドの比が最適であることになる。

式 (1) より発生効率を計算すると数%しか X 線は発生せず、ほとんどが熱エネルギーに変換される。この熱エネルギーによって金属ターゲットが変形、溶出してしまうことがある。当研究室ではこの問題をターゲット近傍に水を流し、冷却しながら測定することで防いでいる。他の解決策としてターゲットを高速回転し、熱電子との衝突で高温になる部分を常に移動させることで熱負荷を軽減する方法がある。

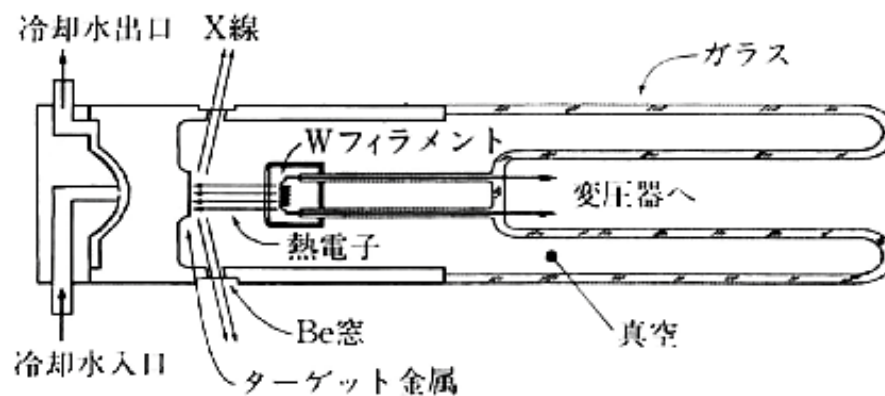


Fig. 1 封入型 X 線管球の断面図

Table 1 管球各種の最低励起電圧と最適電圧

管球	最低励起電圧 (kV)	最適電圧(kV)	
		最大強度が得られる電圧	P/B 比が最大になる電圧
Mo	20.00	60	45-55
Cu	8.86	40-55	25-35
Co	9.86	35-50	25-35
Fe	10.86	35-45	25-35
Cr	11.86	30-40	20-30

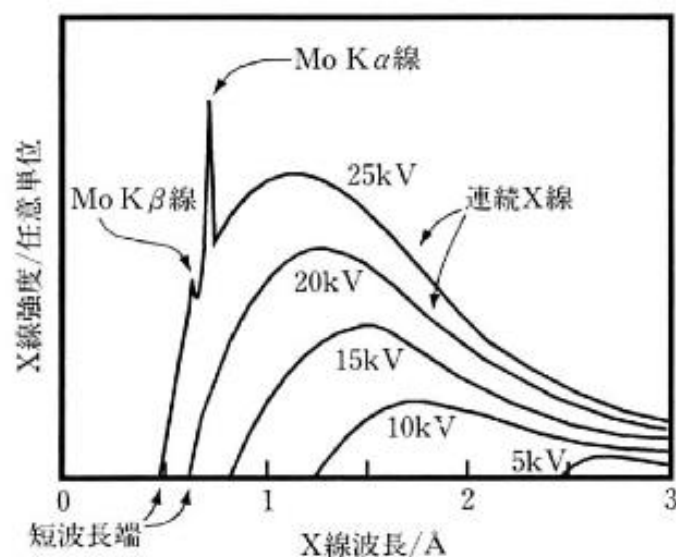


Fig. 2 モリブデン X 線管球から発生する X 線スペクトル