

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】

・ 卒研究生

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】

(27) 我々の実験室の装置は、どのように Cu K β 線をカットしているのですか？

作成日： 2018 年 1 月 23 日

担当者： 久野 潤也

物質に高速で電子が衝突すると、電子軌道の電子が外に弾き出され空孔が生じる。その結果、これを補うように外側の軌道から電子が遷移する。この時の電子軌道のエネルギーの差が X 線として放出され、これを特性 X 線と呼ぶ。K 殻が空位軌道となる場合、Fig. 1 より遷移してくる電子が L 殻の時と M 殻の時がある。この違いが特性 X 線の K α 線と K β 線となる。

XRD のような回析法では強度が強いこと、また、規則的な反射光を得るために単一波長の X 線を使うことが望ましい。強度が強く離散スペクトルである K α 線を発生させるために必要な電圧をかけると、K β 線や連続 X 線も同時に発生する。そのため、K α 線を利用するためには K α 線の強度を弱めることなく K α 線以外の X 線強度を弱める必要がある。これを解決するために X 線の吸収端が金属ターゲットの K α 線と K β 線との中間にあるような物質を K β 線フィルタとして使用する。この条件を満たす物質は、金属ターゲット物質より 1 つ原子番号の小さい元素である。当研究室では銅ターゲットのためニッケル箔を使用している。Fig. 2 に Ni フィルタを通す前後の銅 X 線管球からの X 線強度分布を示す。Fig. 2 では Ni の質量吸収係数が 1.5Å の時に急激に小さくなる現象が確認できる。これは X 線の波長が K の励起エネルギーに近づいたときに、強い X 線の吸収が起こることが原因である。

K β 線の除去の方法として他にモノクロメーターを利用する方法がある。Fig.3 に示すようにフィルタを利用しても K β 線を完全に除去できるわけではない。K β 線を完全に除去するために回析を利用して単一の波長を取り出すのがモノクロメーターの役割である。例えばグラファイトのモノクロメーターを使う場合、ブラッグの式より 1.54Å の X 線を取り出すには 13.2°でグラファイトに X 線を当てればよい。モノクロメーターのように X 線を分光するために利用される結晶を Table 1 に示す。

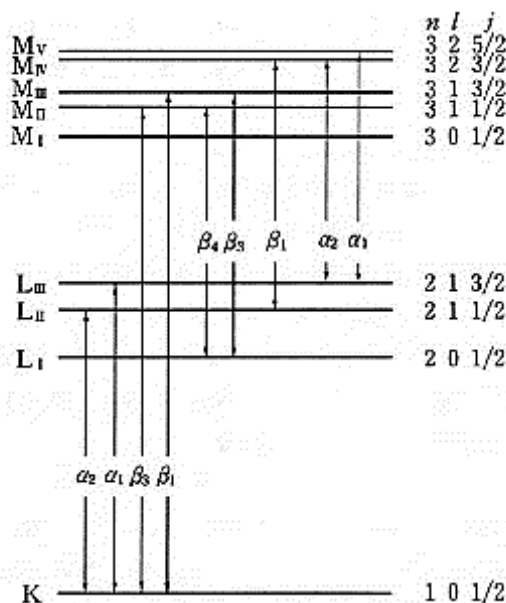


Fig. 1 各種特性 X 線とエネルギー準位の模式図

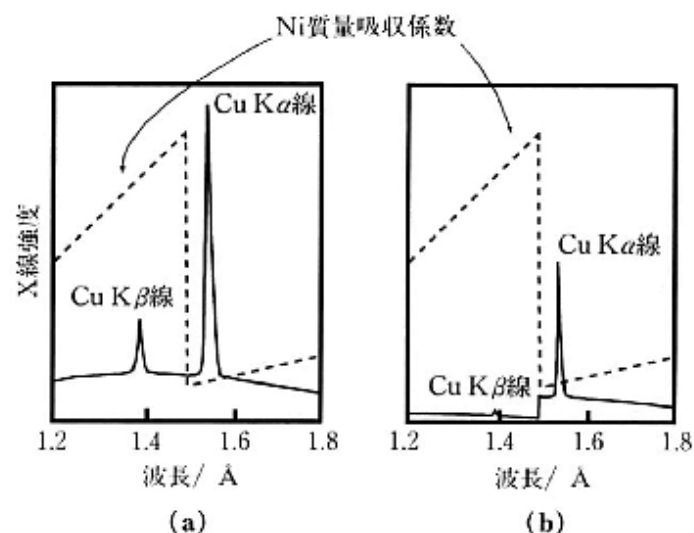


Fig. 2 Ni フィルタを通す前後の銅 X 線管球からの X 線強度分布
(a) Ni フィルタなし、 (b) Ni フィルタあり

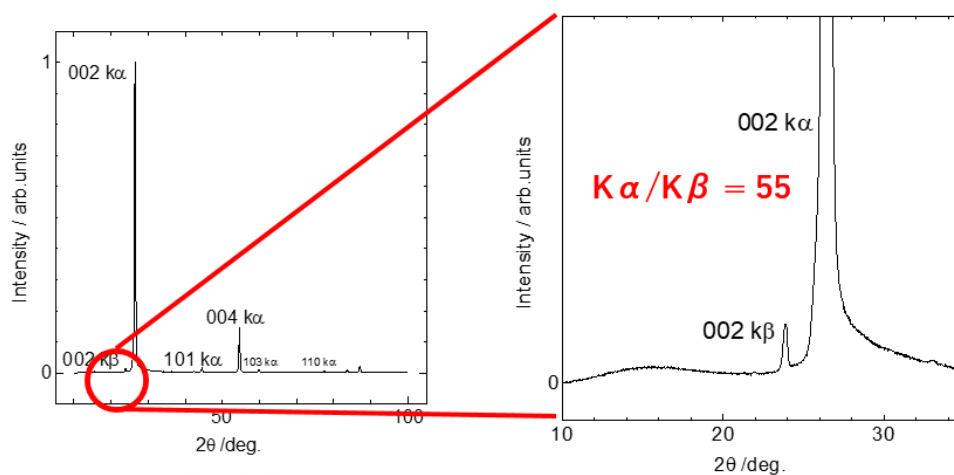


Fig. 3 当研究室で測定したグラファイトの XRD 測定結果

Table 1 X 線分光器に用いられる結晶と反射面の例

結晶 (hkl)	結晶系	2d[Å]
シリコン Si(111)	立方晶系	6.271
α-水晶 SiO ₂ (10 $\bar{1}$ 0)	六方晶系	8.488
ADP NH ₄ H ₂ PO ₄ (200)	正方晶系	7.500
β-アルミナ Al ₂ O ₃ (0330)	六方晶系	2.748
アルミニウム Al(111)	立方晶系	4.678
方解石 CaCO ₃ (20 $\bar{2}$ 0)	六方晶系	6.071
銅 Cu(111)	立方晶系	4.174
EDDT C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₆ (020)	単斜晶系	8.808
蛍石 CaF ₂ (111)	立方晶系	6.306
ゲルマニウム Ge(111)	立方晶系	6.533
グラファイト C(0002)	六方晶系	6.708
セッコウ CaSO ₄ · 2H ₂ O(020)	単斜晶系	15.19
インジウムアンチモン I _n Sb(111)	立方晶系	7.481
フッ化リチウム LiF(200)	立方晶系	4.027
雲母 K ₂ O · 3Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ (002)	単斜晶系	19.84
岩塩 NaCl(200)	立方晶系	43.00