

蛍光 X 線分析装置小型化・低価格化と焦電結晶型電子線マイクロアナライザ

Miniaturized Low Cost X-Ray Fluorescence and Pyroelectric Electron-Probe Analyzers

○河合潤 (京大工)

○Jun Kawai (Kyoto University)

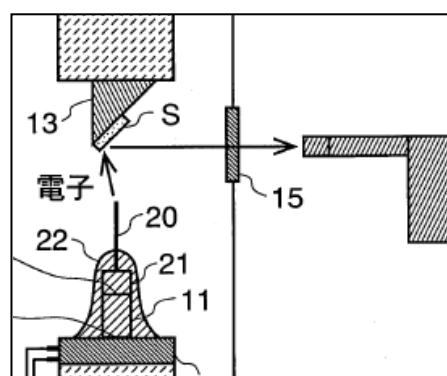
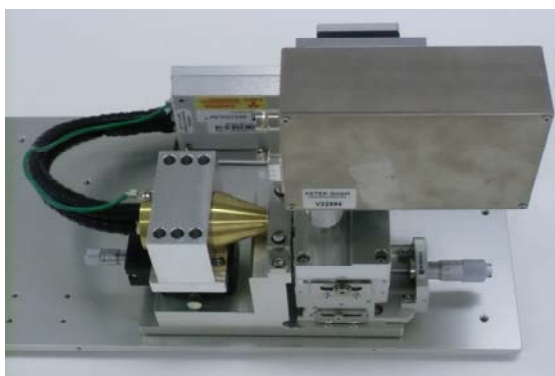
E-mail: kawai.jun.3x@kyoto-u.ac.jp

1990 年代以前の蛍光 X 線分析装置は、高価で複雑に完成された据置型装置であった。

据置型(数千万円)→卓上型(1990 年代, 一千万円弱)→ハンドヘルド型(2000 年代, 500 万円前後)→キット(過去 1 年以内, 200 万円以下)と変遷し, 装置の低価格化が進行している[1]. デジタル・オシロスコープを DSP(デジタル・シグナル・プロセッサ)として利用すれば, さらに格安で自作可能である[2]. この背景には, 日本製の Si-PIN 素子を用いた X 線検出器の普及や, 数 W の自然空冷 X 線管でも, 5kW の強制水冷 X 線管でも, 分析感度は変わらないことがわかってきたからである. 数 kW の水冷 X 線管装置のメリットは, 波長分散型であるために精度が高い点にある. 工業製品のように常に同じ形状の製品を検定する場合, 波長分散装置は必須である. 環境試料などの毎回異なる試料を分析する場合には, エネルギー分散装置で十分である.

電子ビームを発生させる方法として, LiTaO₃ などの焦電結晶による高電圧源を利用する方法は, ロータリー・ポンプの低真空中で 100 μ m 径の電子ビームを発生できるので, 分解能は悪いが, 掌サイズの EPMA や TEM が自作可能となった[3].

X 線を発生させるのは意外に簡単であることは実はレントゲンの時代から変らない. Putterman(2008)が Nature に発表したように真空中でテープ剥離しても発生するし, 我々が最近発表した氷砂糖をハンマーで叩いても発生する[4]. 数ワットの X 線管を用いる全反射蛍光 X 線分析装置の感度は SPring-8 と比較しても良く, 絶対量でピコ・グラムの多元素同時検出ができる. 高感度全反射蛍光 X 線装置キット写真と焦電結晶電子源を示す.



高感度全反射蛍光 X 線装置キット写真 (左) と焦電結晶電子源 (右)。

本研究は旭硝子財団の研究助成による。

[1] ハンドヘルド蛍光 X 線分析の裏技, アグネ技術センター, 「金属」誌別冊 (2014). [2] ラジオアイソトープ, 60(6), 249 (2011). [3] Rev. Sci. Instrum., 84, 073111 (2013); X 線分析の進歩, 46, 203 (2015). [4] X 線分析の進歩, 45, 227 (2014); X-Ray Spectrom. 43, 367 (2014).