

炭素材料フィールドエミッターを用いたX線管の開発

[1] 組織

代表者：中村 智宣
 (株) 鬼塚硝子
 対応者：三村 秀典
 (静岡大学電子工学研究所)
 分担者：久米 博 (国立環境研)
 岩井勇輔 (株) 鬼塚硝子

[2] 研究経過

小型・低消費電力・瞬時点灯のX線管の研究・開発は、近年ますますその重要性を増している。本プロジェクトでは、小型・低消費電力・瞬時点灯のX線管を開発することを目的として研究を行った。本プロジェクトは、本年度が初年度であった。そこで、今年度は新規グラファイトナノ材料である高温燃焼グラファイト電子源の開発を行った。また、高温燃焼グラファイト電子源を用いたX線管を試作し、その特性を測定した。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

高温燃焼グラファイト電子源における電界放出特性を調べるために、電界放射顕微鏡 (FEM) および電界イオン顕微鏡 (FIM) を用いた。図1にその結果を示す。

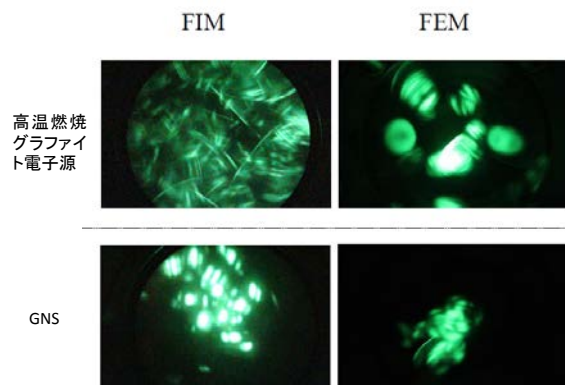


図1 高温燃焼グラファイト電子源とグラファイトナノスピンのFEMとFIM

従来報告されているグラファイトナノスパインにおいては、クローバー葉状のパターンが顕著に現れた。一方、高温燃焼グラファイト電子源においては、輝線状のパターンが得られた。これは、熱分解黒鉛におけるグラフェン層間を反映したものと酷似していることから、グラフェン端からの電子放出が顕著であることが示唆された。

サンプルの炭素結合状態を評価するために、ラマン分光を実施した。図2にその結果を示す。炭素棒燃焼前に存在したDバンドが燃焼後には消失した。これは、 sp^3 結合性の炭素材が、燃焼反応にて消失し、 sp^2 性のグラファイトのみが残ったことを示唆する。よって、高温燃焼グラファイト電子源の放出電流が大きくなったのは、グラフェンの高い電子移動度により、電流が放出されやすくなるからであると推察される。

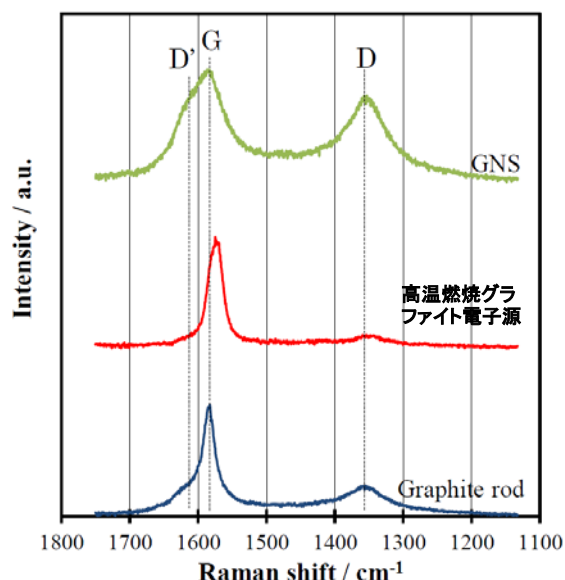


図2 高温燃焼グラファイト電子源、グラファイトナノスパイン、グラファイトロッドのラマンスペクトル

最後に、高温燃焼グラファイト電子源を用いたX線管を試作した。図3にその写真を示す。図4にX線管電流の動作安定度(標準偏差/平均値)について調

べた結果を示す。管電圧 16 kV で管電流 160 μA のとき 2.8% と良好であった。図 5 に、ハンダの蛍光 X 線分析の結果を示す。蛍光 X 線装置に対する、X 線発生源としての応用を、本研究にて試作した 2 極 X 線管を用いて検討したところ、0.2 W 以下の低消費電力で蛍光 X 線分析による元素分析が可能であることがわかった。

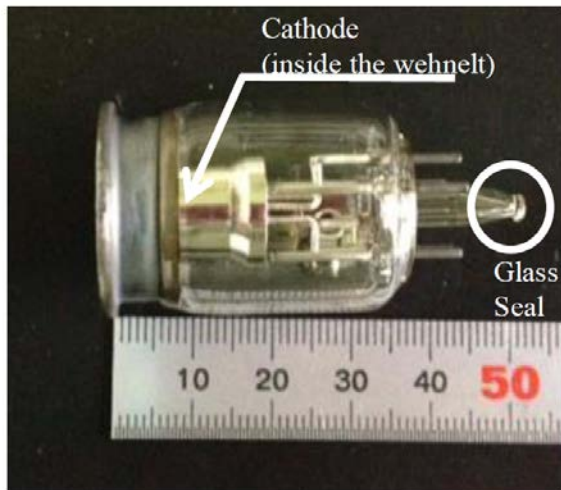


図3 試作した X 線管

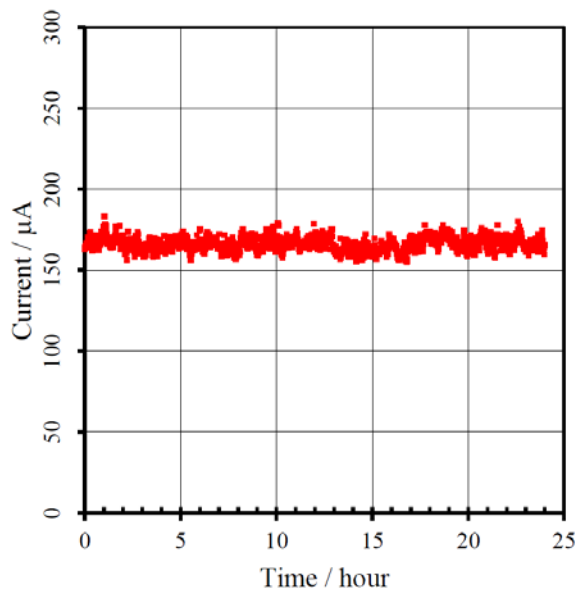


図4 アノード電流の時間依存性

(20 kV, 10 μA)

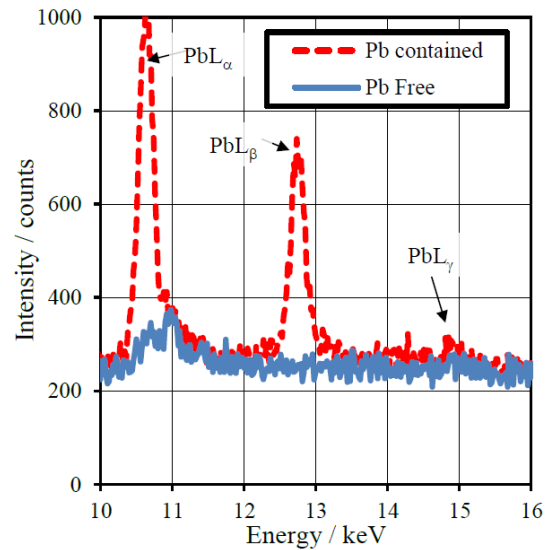


図5 ハンダの蛍光 X 線分析

(3-2) 波及効果と発展性など

今後、50kV 以上の高電圧の X 線管の開発を継続してこうなう予定である。

[4] 成果資料

1.Y. Iwai, T. Koike, A. Jyouzuka, T. Nakamura, Y. Onizuka, Y. Neo, and H. Mimura, "Field Emission Characteristics of Graphite Field Emitters", 27th Inter. Vacuum Nanoelectronics Conf. .July 6-10, 2014, Engelberg, Switzerland, p.44-45.