

誘電体バリア放電イオン化検出器における放電ガス中不純物の影響

Influence of impurities for dielectric barrier discharge ionization detector

島津製作所基盤技術研究所¹, 大阪大学大学院工学研究科アトミックデザイン研究センター²○品田 恵¹, 堀池 重吉¹, 北野 勝久²Shimadzu Co.¹, Osaka University², ○Kei Shinada¹, Shigeyoshi Horiike¹, Katsuhisa Kitano²

E-mail: shinada@shimadzu.co.jp

はじめに ガスクロマトグラフ用検出器として開発した誘電体バリア放電イオン化検出器 (Dielectric Barrier Discharge Ionization Detector: 以下 BID と表記) は、誘電体バリア放電によって励起された He 分子が、基底状態に戻る際に放出される真空紫外光 (70~90nm) により検出対象試料を光イオン化し、そのイオン化電流を検出する[1, 2]。最適な放電条件を得るために、プラズマの紫外-可視発光スペクトルと検出器性能を比較し、放電ガス中不純物の影響を検討した。

内容 BID の放電部 (プラズマ生成部) は 3 個の円環状放電電極とそれらを貫通する石英ガラス管で構成されている。中央の電極には低周波高電圧 (10~30kHz, 4~7kVpp) が印加され、接地された上下電極との間で石英管を誘電体とした誘電体バリア放電が生成される。電極間に光ファイバを設置し、プラズマ光を小型分光器に導いて、発光スペクトルを測定した。放電ガス中不純物の影響を抑えるため、放電ガスは純度 99.9999% の He ガスをガス精製機に通して検出器に導入している。放電開始後、検出器出力が安定した状態での発光スペクトルは Fig. 1a のようになり、主に観測されるピークは、He、H および O の原子発光、および He₂ の発光ピーク (640nm) であった。このヘリウムエキシマー光(640nm)は、極低温下でのプラズマ発光[3]などで観測され、放電ガス中の不純物が十分に少なく、He 分子の三体衝突反応が促進されることで発光強度が増加するとされている。したがって、640nm のヘリウムエキシマー光の発光強度と他の不純物の発光強度を比較することで、放電ガスの純度を評価することができると考えられる。この検出器の放電部を十分にベーク (120℃, 1 日以上) した後、発光スペクトルを測定すると、He₂ (640nm) の発光に対して H (656nm) および O (533, 544nm) の発光ピークは大きく減少し (Fig. 1b)、検出器の S/N も向上した。検出器内の接ガス部品 (O リング、石英管内壁) に吸着した水分が除去されることで、プラズマ光 (真空紫外光) の発光強度、安定性が向上したと考えられる。

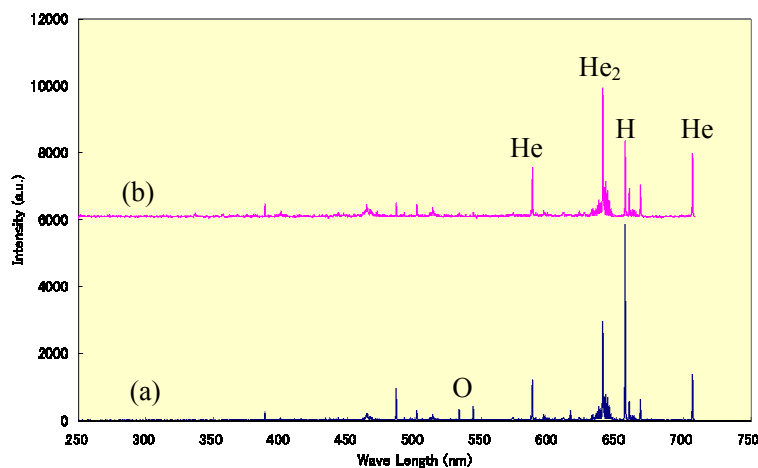


Fig. 1. Emission spectra of helium dielectric barrier discharge.
a) before heat treatment,
b) after heat treatment (120℃, 24hours)

参考文献

- 1) 島津評論 69 [3・4] 255~263 (2012).
- 2) 2014 年 応用物理学会春季学術講演会 19aF2-6
- 3) Y. Noma, J. H. Choi, H. Muneoka, K. Terashima, J. APPL. PHYS. 109, 053303 (2011)