

誘電体バリア放電を用いたガスクロマトグラフ用 イオン化検出器のイオン化機構

Ionization process of dielectric barrier discharge ionization detector for gas chromatography

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²

Shimadzu 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新規検出器として、誘電体バリア放電を用いた放電イオン化検出器 (Dielectric Barrier Discharge Ionization Detector: 以下 BID と表記) を開発した[1]。He ガス放電による試料ガスのイオン化機構は、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) による光イオン化[2, 3]、またはプラズマ内で生成された長寿命のメタステーブル原子によるペニングイオン化[4]と言われている。開発した BID のイオン化機構を明らかにするため、実験を行った。

内容 開発した BID は、プラズマ生成部と電荷収集部から構成される。プラズマ生成部は石英ガラス管と、3 個の円環状放電電極からなる。中央電極には低周波高電圧 (1~30kHz, 4~10kVpp) 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を行う。電荷収集部は、金属電極 (バイアス電極・収集電極) と絶縁体 (アルミナなど) を積層してガス流路を形成し、ガス下流側からはクロマトカラムから伸びた試料導入用のキャピラリ管が挿入される。

図 1 は、放電電源の出力電圧、出力電流および、収集電極に接続した電流アンプの出力を同時に測定した結果である。BID の放電は直流的な放電ではなく、高電圧の立上り・立下りに一回ずつパルス状となっている。これに対し、検出されたイオン化電流も、パルス放電に同期した非常に短いパルス状 (幅 10 μ sec 程度) として計測される。ペニングイオン化が主体であるならば、パルス状放電であっても、メタステーブル原子が拡散して電荷収集部に到達することで、ブロードな出力となるはずであり、BID のイオン化は真空紫外光によるものであると考えられる。

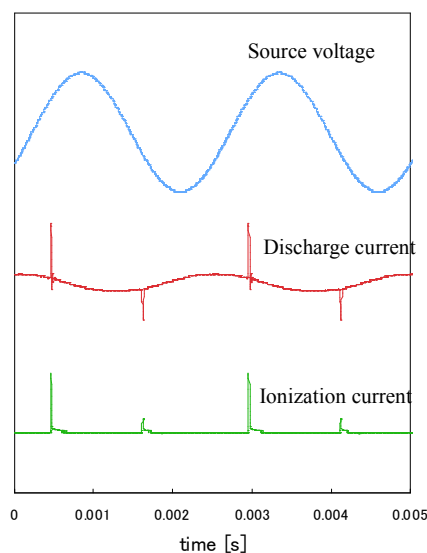


図 1. 放電電源電圧、電流およびイオン化電流波形

参考文献

- 1) 島津評論 69 [3・4] 255~263 (2012). <http://www.an.shimadzu.co.jp/gc/tracera/>.
- 2) J. E. Lovelock: Nature, 188,401 (1960).
- 3) W. E. Wentworth et al.: Chromatographia, 34, 219-225 (1992).
- 4) R. Gras et al.: Journal of Chromatographic Science, 44, 101-107 (2006).