

超微細加工領域における支援成果

基準微小ガス流量導入装置の開発

^a(独)産業技術総合研究所
吉田 肇^a, 秋道 齊^a, 小島 時彦

【研究目的】

産総研で開発したガス導入素子「標準コンダクタンスエレメント(Standard Conductance Element, SCE)」は、開放型標準リークの種類で、ステンレス製の焼結体をリーク媒体としている。焼結体の孔径を1 mm 以下にすることで、標準コンダクタンスエレメントの上流圧力が 10^4 Pa 以下で、分子流条件を満たすことができる。これにより、既知の流量の任意気体を、真空容器に導入することができる¹⁻³⁾。

SCE は、国内外の公的研究機関や民間企業で採用され始めているが、さらにいっそうの普及に努めるために、任意のユーザーが利用できるようにするために、基準ガス流量導入装置としてのパッケージ化について開発を進めているところである。

他の標準リークと比較してのSCEを用いた基準ガス流量導入装置の信頼性や汎用性を検証するには、幾つかの高性能な真空装置を用いて実験する必要がある。山口大学の昇温脱離ガス分析装置は、非常に高性能であることから、当該検証に適した装置である。そこで、本研究ではSCEを用いた基準ガス流量導入装置の検証を最終目的とするが、本年度は従来の標準リーク(水素用)を用いて、昇温脱離ガス分析装置の水素分圧下限について調べることを目的とした。

【成 果】

Fig. 1 にチタン製昇温脱離ガス分析装置の模式図を示す。実験結果をFig. 2に示す。標準リーク測定の平均値は 9.79×10^{-12} A、バックグラウンド測定の平均値は 5.95×10^{-12} Aであった。これらの差の 3.83×10^{-12} Aが標準リークの水素に起因する。

装置の分析室にはコンダクタンス $C_0 = 1.12 \times 10^{-1} \text{ m}^3\text{s}^{-1}(\text{H}_2)$ のオリフィスが配されていることから、QMSが配置されている上流真空室の水素実効排気速度 $S_0 = 1.12 \times 10^{-1} \text{ m}^3\text{s}^{-1}(\text{H}_2)$ と考えてよい。圧力 p [Pa]は流量 Q [$\text{Pam}^3\text{s}^{-1}$]と実効排気速度 S_0 [m^3s^{-1}]から、 $p = Q/S_0$ と記述できるので、流量 $4.3 \times 10^{-9} \text{ Pam}^3\text{s}^{-1}$ の水素を流した時の装置の水素分圧は 3.84×10^{-9} Paである。このことは、装置のQMSの水素イオン電流値 3.83×10^{-12} Aが水素分圧 3.84×10^{-9} Paに相当することを意味する。すなわち、水素イオン電流値 1.0×10^{-12} Aが水素分圧 1.0×10^{-9} Paに相当するとしてよい。

到達圧力が低いことを反映して昇温脱離ガス分析装置のQMSは 1.0×10^{-14} A台に到達する。QMSの感度の線形性を仮定すると、本装置は水素分圧 1.0×10^{-11} Paが計測できると言える。なお、水素は窒素ガスと比較してイオン化効率(電離断面積)が低いことがわかっていて、その値は約窒素に対して0.4程度である。このことから本装置の窒素ガスの窒素分圧測定下限は 4×10^{-12} Paとなる。この値は、QMSの最小検知分圧： 5×10^{-12} Paとほぼ一致する。すなわち、山口大の昇温脱離ガス分析装置は、分析装置に用いている四重極質量分析計の最小検知分圧： 5×10^{-12} Paが測定できるまで高性能であると言える。

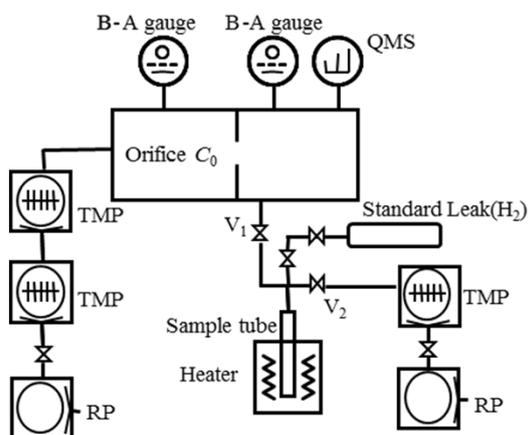


Fig. 1 Schematic diagram of the thermal desorption spectroscopy system in Yamaguchi University.

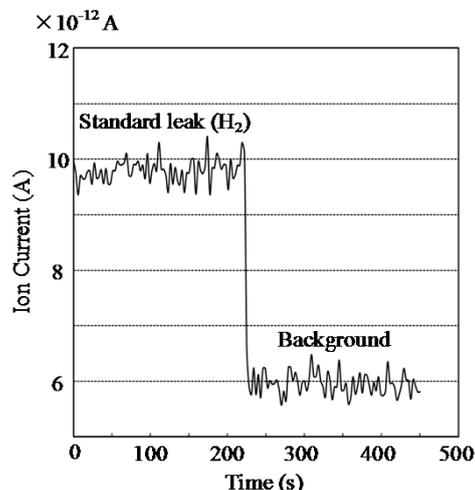


Fig. 2 QMS data of H₂ with introducing H₂ gas of the flow rate of $4.3 \times 10^{-9} \text{ Pam}^3\text{s}^{-1}$ from the standard leak in thermal desorption spectroscopy system.