

加熱タングステン触媒体を用いた遠隔輸送型原子状水素源の開発

Development of Remote Flow Type Atomic Hydrogen Source Using Hot Tungsten Catalytic Wire

東北大学 ○田中康基, 熊野勝文, 江刺正喜, 田中秀治

Tohoku University ○Koki Tanaka, Masafumi Kumano, Masayoshi Esashi, Shuji Tanaka

E-mail: koki-tanaka@mems.mech.tohoku.ac.jp

1. 結論

加熱した金属触媒体によって発生する原子状水素は、反応性が高く、シリコン化合物の成膜、金属酸化膜の還元、フォトリソの除去などに利用されている。この方法は、プラズマレスかつ低温で基板に対する損傷の少ないことを特長とするが、基板によっては、高温の金属触媒体からの熱輻射が、また、導入するガスによっては、その付着による金属触媒体の劣化が問題となる。そこで、本研究では金属触媒体を基板から百 mm のオーダーで大きく離し、高温の金属触媒体によって発生した原子状水素を基板まで遠隔輸送する新しい概念のリアクタ:遠隔輸送型原子状水素源を開発した。

2. 実験装置

本研究で開発した遠隔輸送型原子状水素源の概略構造を図 1 に示す。チャンバ上部から導入された水素は、高温に加熱された金属触媒体であるタングステンワイヤ (線径 0.5 mm, 長さ 220 mm, 巻径 6 mm) の表面において分解される。その結果、原子状水素が生成され、水素ガスの流れに乗って基板表面まで輸送される。チャンバは総ガラス製であり、ロータリポンプによって排気されている。

従来の方式⁽¹⁾とは異なる点として、まず、タングステンワイヤと基板との距離が約 190 mm と長いこと、およびワイヤ周囲に液冷用二重管が設けられていることがあげられ、基板に対する熱輻射の影響が小さい。また、チャンバ形状を細長い管路状にして容量を抑え、さらにガラス製チャンバを採用することで、原子状水素の輸送距離を長くしている⁽²⁾。

3. 実験結果

既往の研究から、原子状水素に暴露したタングステンリン酸塩ガラス透過率と原子状水素密度との関係が示されている⁽³⁾。ここではその関係を利用して、基板表面まで輸送された原子状水素の密度を測定した。主な実験条件を表 1 に示す。チャンバ内の圧力はマスフローコントローラとバタフライ弁によって制御し、タングステンワイヤの温度は 2 波長式放射温度計を用いて測定した。チャンバ圧力と原子状水素密度との関係を図 2 に示す。これから、水素流量一定の条件下では、原子状水素密度は圧力上昇によって減少することが確認できる。これは、圧力の上昇にともなって原子状水素の壁面への入射頻度が高くなり、保存される原子状水素量が減少するためであると考えられる。

4. 結論

- (1) 新たな方式の原子状水素源を開発し、原子状水素を遠隔輸送することに成功した。
- (2) タングステンワイヤ周囲の冷却機構と遠隔輸送方式によって、基板に対する熱輻射を抑制し、室温付近での原子状水素処理を実現した。
- (3) 圧力 2.7 kPa において基板まで輸送される原子状水素密度は $7.5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ であった。これは、従来のホットワイヤ式原子状水素源⁽³⁾と比べて、圧力が 480 倍高いにもかかわらず、原子状水素密度は 2.5 倍高い発生量である。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金挑戦的萌芽研究 (課題番号 24651155)、および先端融合イノベーション創出拠点の形成プログラム「マイクロシステム融合研究開発拠点」によって支援された。

文献

- (1) Y. Nozaki *et al.*: J. Appl. Phys. **88** (2000) 5443.
- (2) S. G. Ansari, *et al.*: J. Vac. Sci. Technol. **A23** (2005) 1728.
- (3) T. Morimoto *et al.*: J. Appl. Phys. **44** (2005) 732.

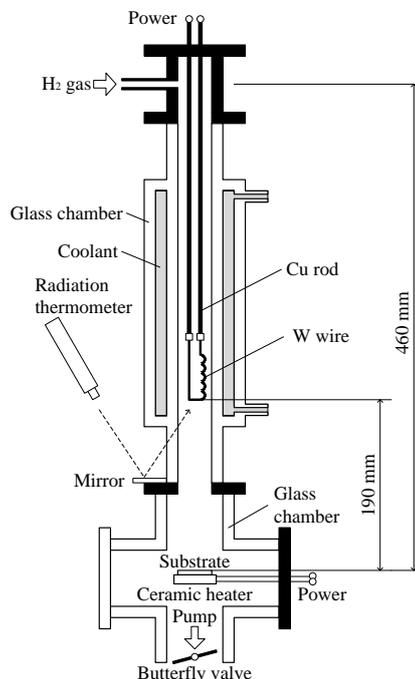


Fig. 1 Schematic structure of remote flow type atomic hydrogen source using hot tungsten wire

Table 1 Experimental condition

Substrate temperature, K	W wire temperature, K	H ₂ flow rate, sccm	Pressure, Pa
600	2070	20	170-2700

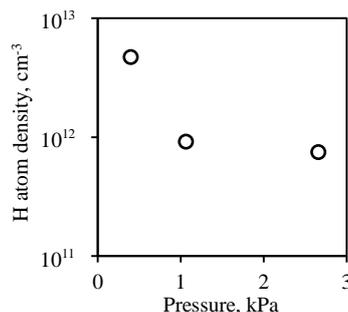


Fig. 2 Dependence of H atom density on chamber pressure