

加熱タングステンワイヤ上でのジボランからの B 原子および BH ラジカルの発生機構

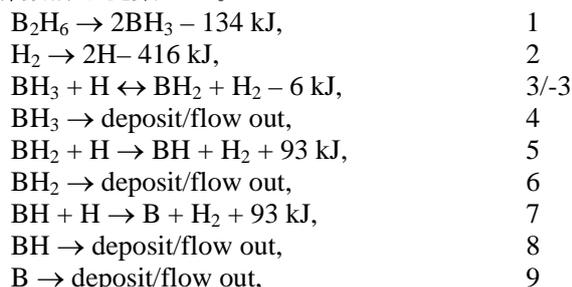
Production mechanism of B atoms and BH radicals from B₂H₆ on heated W wires

静岡大¹, JST CREST² ◯梅本宏信^{1,2}, 金光泰二郎^{1,2}

Shizuoka Univ.¹, JST CREST² ◯H. Umemoto^{1,2}, T. Kanemitsu^{1,2}

E-mail: thumemo@ipc.shizuoka.ac.jp

[序] 最近、我々は、半導体ドーパント材料であるジボランが加熱タングステンワイヤ上で効率よく分解すること、水素添加系では分解生成物として B 原子が生成されること示した[1]。一方、水素無添加系では B 原子は生成されない。これは、ジボランの直接分解生成物が BH₃ であり、B 原子は気相中での水素原子移動反応 (BH_x + H → BH_{x-1} + H₂) によって生成しているためと考えられ、以下のような分解機構を提案した。



今回は、BH ラジカルの検出を通して、この機構の検証を行った。

[実験] BH ラジカルの検出は 4 3 3 nm 付近でのレーザー誘起蛍光法によって行った。絶対濃度は、誘起蛍光強度を A_r によるレイリー散乱強度と比較することで決定した。

[結果と考察] BH ラジカル濃度はジボラン流量に対しては比例して増加したが、図 1 に示すように、H₂ 流量に対しては飽和傾向にあった。これは、H 原子による BH ラジカルの生成反応と消滅反応が拮抗することを示している。図 1 の破線は、上記の反応機構を仮定し、B 原子濃度の水素流量依存を再現するようにパラメーターを選んだ場合の計算値を示す。なお、水素原子移動反応の速度定数は第一原理計算と遷移状態理論により計算で求めたものを使用した。濃度の絶対値には 2 倍程度のずれがあるが、相対的な関係はほぼ再現されている。図 2 に BH ラジカル濃度のワイヤ温度依存を示す。高温でやや飽和するが、これは BH ラジカルがワイヤ内に溶け込むことによるものと思われる。2100 K 以下での温度依存はアレニウス型であり、その活性化エネルギーは ~250 kJ/mol と求められる。この値は、B 原子生成の活性化エネルギーから水素原子発生の活性化エネルギーを引いたものに一致する。上記の機構を仮定すると BH 濃度は $k_9[B]/k_7[H]$ に比例すると予測され、反応 7 と 9 の速度定数に温度依存がないとすれば、この活性化エネルギー間の関係を説明することができる。

[1] 梅本宏信、金光泰二郎、田中晃人、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 19a-D2-1

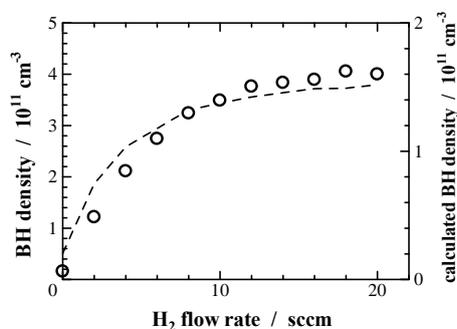


Fig. 1 BH-radical density as a function of H₂ flow rate. The B₂H₆/He flow rate was 10 sccm. The W wire temperature was 2050 K.

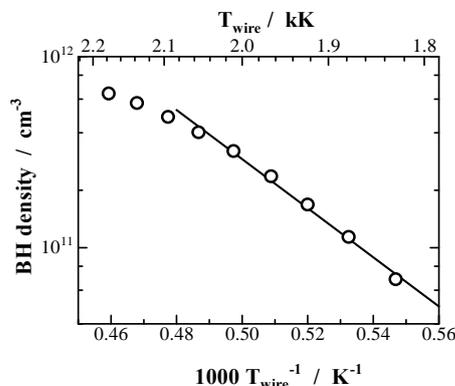


Fig. 2 BH-radical density as a function of the reciprocal of the W wire temperature. The flow rates of B₂H₆/He and H₂ were 10 and 20 sccm, respectively.