多孔質タングステンに含浸させた銅の蒸発*

柴田 猛順**・吉原 清次**・小堀 章**
小倉 浩一**・有沢 孝**

(受付1988年12月1日, 掲載決定1989年2月4日)

Vaporization of Copper Impregnated in Porous Tungsten*

Takemasa SHIBATA**, Seiji YOSHIHARA**, Akira KOBANA**,
Koichi OGURA** and Takashi ARISAWA**

(Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai, Ibaraki)

(Received December 1, 1988, Accepted February 4, 1989)

1. はじめに

原子法レーザー同位体分離では金属原子を大量にしかも安いコストで蒸発させる必要がある。ウランのような蒸気圧の低い金属を加熱蒸発させるには液化した金属に電子ビームを照射して行われる¹⁾。しかしこの方法では液体金属中での対流熱損失が大きいため、蒸発に要するエネルギーコストが高くなる。また蒸発により蒸発部液面が低下して一様な蒸発を長時間続けることができない。

阿部等²⁾はチタン原子を効率よく蒸発させるため、チタンと融点が高く蒸気圧の低い炭素粉末を一体として成形した蒸発材を用いている。電子ビーム加熱により液化したチタンは炭素粒子間を毛管現象により表面に移動して蒸発するので、液体金属内での対流熱損失がなく、しかも蒸発面の低下もない。しかしながら炭素粉末を用いる方法では、蒸発させる金属が蒸発してしまうと炭素粉末がばらばらになり再度の使用ができない。また炭素は高温で金属炭化物になるものが多く、多種類の金属蒸発材にはなりにくい。

多孔質の高融点金属に蒸発させる金属を含浸させて、これを電子銃で加熱蒸発するならば、炭素粉末を用いたのと同様に、液体金属は多孔質高融点金属内を毛管現象で蒸発面に移動するだけなので対流熱損失をなくすることができ安いエネルギーコストでの蒸発が可能となる。し

かも蒸発に伴う蒸発面低下もない。また炭素粉末の場合と異り、蒸発終了後も成形時の形状を保ち何度も使用できる。また高融点金属が蒸発させる液体金属により腐食されずかつよく濡れるものならばどの組み合わせでもよいので多くの種類の金属を蒸発できる可能性がある。

ここでは多孔質タングステンに銅を含浸させ、これを電子銃で加熱して銅原子の蒸発を試みた。

2. 実験方法

Fig. 1 に実験装置の概略図を示す。銅を含浸させた多孔質タングステンを5 kW の電子銃蒸発源の銅のつぼ(約3 cm³)に入れ加熱蒸発を試みた。用いた多孔質タングステンの気孔率は35%で、銅は真空炉中で含浸させた。つぼから38.8 cm 上方に置いた水晶振動式膜厚計で蒸着速度を測定した。また蒸発方向分布を測定するため、つぼから10 cm 上方に置いた蒸着基板に銅を付着させ蒸着前後の重量差を測定した。なお通常の液体金属からの蒸発と比較するため同じつぼに金属銅を入れ液体銅からの蒸発も行った。

3. 実験結果

銅含浸タングステンからの蒸着速度と通常の液体銅からの蒸着速度の測定結果とをFig. 2 に示す。液体銅からの蒸発では電子銃入力を増加させても対流熱損失が増大して蒸着速度が飽和する傾向がある。一方、銅含浸タングステンからの蒸発では小さい入力で大量の蒸発が可能でしかも電子銃入力を増加させても蒸着速度が飽和し

* 昭和63年11月10日 第29回真空に関する連合講演会で講演 (10Bp-5)

** 日本原子力研究所 (茨城県那珂郡東海村)

Fig. 1 Schematic view of experimental apparatus.

Fig. 2 Copper vapor deposition rate. Triangle: vaporization of copper from porous tungsten, open circle: vaporization of copper from liquid copper.

Fig. 3 Vaporization direction distribution of copper from porous tungsten. Open circles: measured values, broken line: $\cos^5 \theta$ distribution.

ない。これは多孔質タングステン中では液体銅による対流熱損失がないためと思われる。

Fig. 3 に蒸着基板の蒸着前後の重量差により測定した蒸発方向分布の一例を示す。これは銅含浸タングステンを 2 kW の電子銃入力で銅を蒸発させて得られたものである、図中の破線は $\cos^5 \theta$ の分布を示すが測定された分布もこれに近く $\cos^5 \theta$ 分布程度の鋭い指向性をもっている。またるつばから鉛直方向 ($\theta=0$) の蒸着量は水晶振動式膜厚計の測定値から蒸発部からの距離を考慮して推定される値と一致した。

タングステンに含浸された銅がほとんど蒸発し終わるとタングステン表面が白熱し蒸発量が減少する。蒸発終了後多孔質タングステンの重量を測定したが、その減少分は含浸されていた銅の重量にほぼ等しく含浸銅のほとんどを蒸発できることがわかった。これは多孔質タングステン中を液体銅が、毛管現象により電子銃で加熱されている表面に移動していることを示している、また銅の蒸発が終了した多孔質タングステン上に金属銅のをせ電子銃により加熱液化させると再び銅は多孔質タングステンに含浸され、何度でも効率よく銅を蒸発させることができた。

4. おわりに

多孔質タングステンに含浸させた銅を小さい電子銃入力で蒸発面の低下を伴わずに効率よく蒸発できることがわかった。蒸発終了後多孔質タングステンに銅を再度含浸させて蒸発させることができた。同様の方法で最近

銀，ガドリニウムも効率よく蒸発させることができた．
他の高融点金属も多孔質タングステンに含浸させて蒸発
できるであろう．

なお本実験を行う際阿部哲也氏に有益な議論をしてい
ただいたことに感謝致します．

〔文 献〕

- 1) 柴是行：日本原子力学会誌，**28** (1986) 129.
- 2) 阿部哲也，稲川幸之助，広木成治：公開特許公報
(A) 昭60-190201.