

(717)

高真空・高温精錬における金属の蒸発  
(金属の蒸発現象-2)

日本鋼管 中央研究所 川上 公成

1. 緒言

機能材料や新材料の溶製においては高真空雰囲気下で行われる高温熱源を用いた高温精錬が行われており、この系では金属の蒸発現象の解析は重要である。鉄鋼に比べるとこの分野の熱力学的データは乏しいが、鉄鋼での知識をトランスファーしながら検討を行った。

2. 溶解用ビーム火炎の形成

代表例として電子・ビーム溶解(EB)法を選んだ。金谷、岡山は入射電子と原子核との nucleus collision を考慮した球形散乱模型を用いてEBガンによる熱の発生を解析した。直径2aのビームが照射されたとき試料の表面温度は  $T = Q/\pi H a$  (°C) (Q:入射熱量, H:熱伝導度)となる。試料に溶解が生ずるときは修正温度  $T_m = T_m + h_m/c$  を考えれば良い。EB法では  $T_m \geq T_e$  または  $\geq T_d^m$  となる(図1)。Ti-6Al-4V合金を対象とする最大温度範囲は合金融点1922KからAlの沸点2750Kと考えることができる。

3. ビーム火炎での蒸発・移動現象

ビーム火炎温度に対するTi, Al, Vの蒸気圧の変化を図2を示す。この系の蒸発速度定数Kは次により算出される:

$$\phi_1 = \frac{P_{Al}^0 \cdot \delta_{Al}}{f} \cdot \left[ \frac{M_{Al}^2}{2\pi M_{Ti} RT} \right]^{1/2} \cdot C^S \quad (1)$$

$$\phi_2 = \frac{V}{A} \cdot \left[ \frac{8 D_v}{\pi r h^2} \right]^{1/2} \cdot (C^m - C^S) \quad (2)$$

(Machlin モデル),  $\delta = r$

$$\phi = K_1 \cdot C^S, \phi = K_2 \cdot (C^m - C^S) \text{ より } K = K_1 \cdot K_2 / (K_1 + K_2)$$

Ti中のAlについて  $K_2 \gg K_1$  の場合は蒸発律速となる。  $K_1 \gg K_2$  であればバルク中のAlの火炎への拡散が律速となる。ここではR.G. WardのFe-Mn系での漸近線がトランスファーできよう<sup>2)</sup>。図3の直線A-A'は  $\gamma_{Al}$  の測定値<sup>3)</sup>、Tiの沸点においては  $K_{Al} = K_{Ti}$  と仮定して求めたものである。

4. Al蒸発ロスの低減

図3から明らかなように、Ti合金のEB溶解では極力低温を選択することでAlのヒューム・ロスが低減される。中圧力作動式のEBガンはAlロスが拡散律速(2式)の場合には効果が少ないのをご確認の必要がある。

[文献] 1)金谷5; 電気加工ハンドブック(1970), 2)川上; 前報, 3)K.Takagi; EB国際会議(1984) Reno, P.89.

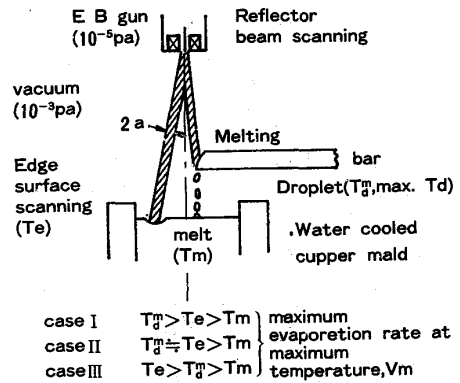


Fig. 1 Schematic sketch of melting and evaporation at E B gun melting furnace.

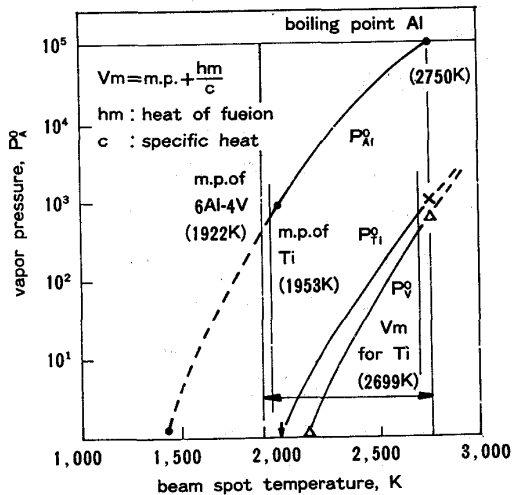


Fig. 2 Relation between beam spot temperature and vapor pressure of Al, Ti and V.

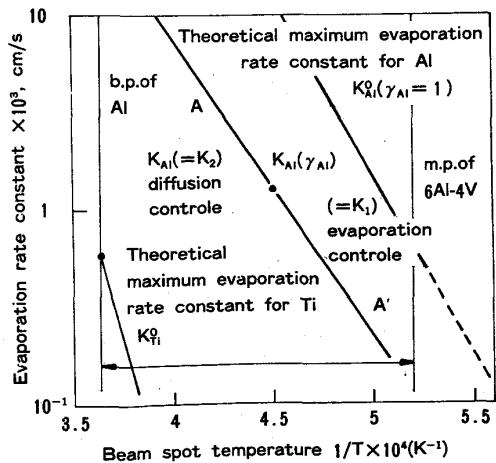


Fig. 3 Relation between beam spot temperature and evaporation rate constant.