

(77)

溶鉄中の Si の 熱拡散について

70353

名古屋大学 工学部

坂尾 弘
○杉山 健

I. 緒言

一般に、均質な溶液に温度差を与えると溶質は温度勾配に沿って移動し、いわゆる熱拡散の現象を生ずる。このようにして濃度勾配が生ずると、これにもとずいてもとの均一状態にもどろうとする拡散作用が生じ、これら両作用の均衡を保つ所に定常状態が現われる。この現象は Ludwig⁽¹⁾ および Soret⁽²⁾ によって発見されて以来、種々の気体系、液体系、固体系に適用され報告がなされているが、溶鉄系に関する研究は非常に少く、R.G.Ward⁽³⁾ によるものが見られるにすぎない。今回は、まず Fe-Si 二元溶液における Si の熱拡散について得た実験結果を報告する。

II. 実験方法

試料は、電解鉄と Si を適当に配合しアルミナるつぼに入れ、アルゴン雰囲気の下で高周波誘導溶解し、石英管吸上げ法により作製した。これを長さ約 4cm とし、アルミナ管(内径 4mm) に入れ温度勾配をもった竪型モリブデン炉(無誘導巻き)内にセットし、Ar+H₂(約 1%) の雰囲気下で所定時間保持した後、炉の下部に設けた水冷銅管内に引降し急冷する。この試料について EPMA による定量分析および JIS による化学分析を行った。

III. 実験結果

実験結果は、攪拌のない溶液における熱と物質の輸送に関する非可逆過程の熱力学より求められた次式⁽⁴⁾により解析した。

$$J_1 = -\frac{D_1 N_1}{RT} \left[RT \frac{d \ln N_1}{dx} + \frac{Q^*}{T} \frac{dT}{dx} \right] \quad (1)$$

ここで J_1, D_1, N_1, Q^* はそれぞれ成分 1 の流束、拡散係数、モル分率および輸送熱を示す。

定常状態に達すると流束 $J_1 = 0$ となる為 (1) 式より次式が得られる。

$$\frac{Q^*}{RT^2} = -\frac{d \ln N_1}{dT} \quad (2)$$

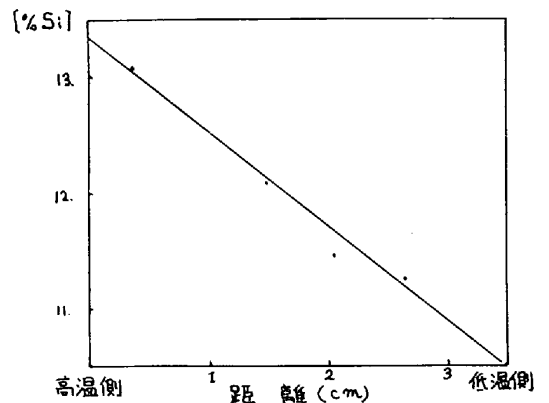
定常状態達成に要する時間は、de Groot⁽⁵⁾ の弛緩時間 $\theta = \frac{d^2}{\pi^2 D}$ (d は試料長さ、 D は平均拡散係数) より、 $D_{Si} = 5.2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 、 $d = 3 \text{ cm}$ とし試算してみると、 $\theta = 4.87$ 時間となり、 4θ で 98% 定常となる為、約 20 時間あれば定常に非常に近い状態が得られることになる。

実験結果の 1 例として、12.3% Si の試料を 100% の温度勾配下に 20 時間保持した結果を図に示す。

この結果より (2) 式を使って輸送熱を求めると -1.7 Kcal/mol となる。

IV. 文献

- (1) C. Ludwig : Wien. Akad., 20 (1856) 539
- (2) L. Soret : Arch. de Genève 2 (1879) 48
- (3) R.G.Ward : Trans. Met. Soc. AIME 227 (1963) 102
- (4) R.O.Davies : Rep. Progr. Phys 19 (1956) 327
- (5) S.R.de Groot : Physica 9 (1942) 699



試料中の Si の濃度分布