となり、水素の一部はイオン化して鉄イオン空孔へ入り込む。

この過程は、初期微細結晶層形成の段階で進行し、 Fe_{1-x}S 格子中に侵入した上記水素イオンは Haycock⁽⁹⁾ が報告するように単に鉄イオンの拡散を阻止するだけでなく、結晶の統合、成長の過程で格子表面に濃縮され、表面部をシールドするような形で P_2 をも抑制するのではないかと推察される。

以上の点は今後、被膜中の水素イオン濃度の分布を明らかにすることが必要であろうが、水素イオン濃度と焼結的成長過程(筆者らは、擬焼結過程と称す)による初期2層形成に対する定性的模型を、従来より提唱されている Haycock⁽⁹⁾ の模型と比して Fig. 5 に示した。ここで(a)は硫黄蒸気中における Fe_{1-x}S の格子、(b)は $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2$ 系の Haycock の2層模型、(c)は $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2$ 系における筆者らの2層模型で、A領域では水素イオンの濃縮によって擬焼結過程が進行し、B領域では水素イオンの濃縮が生じないため擬焼結過程は進行していない。

今後、水素イオンの濃度分布を明らかにすることが重要な課題となるであろう。

IV. 総 括

$\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2$ 混合雰囲気中における鉄単結晶の初期腐食現象について得られた結果はつぎのとおりである。

(1) 試料表面に形成された硫化鉄はトロイライトを含んだ ordered FeS で、 Fe_{1-x}S と表わした。これら単結晶はその(0001)面が下地面に対して平行となるエピタキシャル関係があった。そして、この関係は下地面(110)、(100)とは無関係に成り立った。

(2) Fe_{1-x}S 単結晶の形成温度と格子定数 a_0 との間にはつぎの関係があった。すなわち、高温で形成されたものほど格子定数は小さく、格子が収縮していた。この事実は Fe_{1-x}S 結晶中の硫黄濃度の差によるものである。

(3) 被膜の Fe_{1-x}S 格子には下地格子に整合するために、 $[\bar{1}2\bar{1}0]$ 方向の引張応力が加わっている。この応力は被膜を焼鈍することにより除去することができ、格子定数は平衡値と思われる一定値に漸近した。

(4) レプリカ法、透過組織、走査電子顕微鏡組織よりきわめて初期の段階から2層構造形成の要因が認められた。

この事実より、従来から報告されている硫化水素による被膜の2層形成は、初期微細結晶層を構成する Fe_{1-x}S 格子中の鉄イオン空孔へ侵入した水素イオンの濃縮によって生じる擬焼結過程によるものと推論した。

改良型毛管上昇法による液体スズ、鉛の表面張力の測定

向 井 楠 宏*

Kusuhiro Mukai : Determination of Surface Tension of Liquid Tin and Lead by an Improved Capillary Rise Method. The differential capillary-rise method has been modified to measure the surface tension of liquid metals which are not wet with capillary material. The surface tensions γ of liquid tin and lead measured by this method are given by

$$\gamma_{\text{Sn}} = 587.8 - 0.056 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm} \quad (250 \sim 500^{\circ}\text{C})$$

$$\gamma_{\text{Pb}} = 497.6 - 0.087 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm} \quad (350 \sim 510^{\circ}\text{C})$$

at $t^{\circ}\text{C}$ in hydrogen atmosphere. The surface tension values of liquid tin determined by this method are in good agreement with those by the sessile drop method under the same condition. A comparison with previous experimental surface tension values of liquid tin and lead indicates the apparent discrepancy in the temperature coefficient of surface tension corresponding to the kind of the atmosphere used for the measurement.

(Received July 3, 1972)

I. 緒 言

スズ、鉛など低融点金属の表面張力の測定に、Melford⁽¹⁾ らは2毛管上昇法(differential capillary-rise method)を適用して精度の高い測定結果を得た。しかし melford らの測定法は、毛管中の液体金属柱の高さを毛管を浸した液体

金属の液面で測定するものであるため、装置、操作が複雑であり、誤差の大きな要因である毛管と液柱との間の接触角の測定ができない。また毛管内を上昇中の液柱の高さを測定するため、毛管中を流れるガスの圧力降下等の動的要因に基づく誤差とともに、表面張力の測定値の取扱いに

* 九州工業大学金属加工学科 (Department of Metallurgy, Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu)

(1) D.A.Melford and T.P.Hoar : J.Inst.Metals, 85 (1956~57), 197.

においても動的要素を考慮する必要がある。本研究は毛管中の液体金属柱の高さを光学的に容易に測定できる装置を製作することによって、Melford らとは異なる方法で 2 毛管上昇法の液体金属への適用を試みたものである。Melford らの測定法に比較して本測定法は、装置、操作が簡便であり、毛管と液体金属柱との間の接触角の光学的測定が可能であり、静滴法と同様、力学的にはほぼ完全に静的な条件下での測定が可能な点に特長がある。測定はスズ、鉛について行ない、得られた結果を従来の測定結果と比較検討した。

II. 実 験

1. 測定原理

Fig.1 に示すように、内径の異なる互いに平行な 2 本の毛管(透明石英製)の下端を液体金属中に垂直に浸した場合、毛管の外側の圧力が内側の圧力より大きければ、液体金属は毛管中を上昇し、2 本の毛管の内径差に対応して液体金属柱の高さに差が生じる。任意の高さ l での 2 本の毛管内の力のつりあいの関係から、表面張力 γ は次式で与えられる。

Fig.1 Sketch of measuring cell with two capillaries when liquid metal is rising

$$\gamma = -\rho g r_1 r_2 (H_2 - H_1) / 2(r_2 - r_1) \cos \theta \quad (r_2 > r_1) \quad (1)$$

ここで ρ は液体金属の密度、 g は重力加速度、 r_1, r_2 はそれぞれ 2 本の毛管の半径、 θ は毛管と液柱との間の接触角、 H_1, H_2 は液柱の液面部が球面の一部であるとして、液面部の体積を液柱の高さに換算して求めた液柱の補正高さであり、荻野ら⁽²⁾の式をもとに次式で与えられる。

$$H_i = h_i - (\Delta h_i / 2 - \Delta h_i^3 / 6 r_i^2) \quad (i=1, 2) \quad (2)$$

ここで h_1, h_2 はそれぞれ 2 本の毛管中の液柱の高さ、 $\Delta h_1, \Delta h_2$ はそれぞれ 2 本の毛管中の液柱の液面部の高さである。

接触角 θ は液柱の液面部が球面の一部であるとして次式⁽³⁾から求める。

$$\theta = 90^\circ + 2 \tan^{-1}(\Delta h_i / r_i) \quad (i=1, 2) \quad (3)$$

毛管の半径 r_1, r_2 はナトリウム単色光線を用いて、Fig.2 の関係から光学的に次式⁽⁴⁾によって求める。

$$2r_i = (2L_i/n) \{1 + (L_i - r_i)^2 / (R_i^2 - L_i^2)\}^{1/2} \quad (i=1, 2) \quad (4)$$

ここで $2L_i$ は半径 r_i の毛管中に生じたナトリウム光の 2 本の細線間の距離、 $2R_i$ は半径 r_i の毛管の外径、 n は透明石英の屈折率である。

Fig.2 Cross section of capillary showing elements of measurement

2. 測定装置

測定装置の概略を Fig.3 に、測定用加熱炉の内部を Fig.4 に示す。毛管中の液柱の高さは、加熱炉のパイレックスガラス管(内径 46 mm, 外径 50 mm, 長さ 400 mm)をととして炉外から読取顕微鏡を用いて光学的に直接測定できる。液体金属の容器には、希塩酸、蒸留水で煮沸洗浄後

A Furnace
B Steel rod
C Needle valve
D Three-way cock
E Ground glass joint
F Thermocouple
G Dibutyl phthalate
H Bleeder
I Hydrogen gas purifier

Fig.3 Diagram of experimental apparatus

(2) 荻野和己, 西脇 醇: 鉄鋼基礎共同研究会資料, 1970年5月.

(3) G.L.Mack: J.Phys.Chem., 40(1936), 159.

(4) 磯部 孝(邦訳): コールラウシュ実験物理学第1巻, 商工出版, (1957), 188.

Fig. 4 Details of the experimental furnace

800°C で空焼きした透明石英ルツボあるいは焼結アルミナルツボ (Al_2O_3 99% 以上) を用いた。

測温は Fig. 4 に示すように、アルメルクロメル熱電対の先端を 2 本の毛管中の液柱の液面の中間の高さに位置して行なった。この測温位置と液柱液面との温度差は、 θ の縦方向の温度分布の測定および熱電対の先端を鉛液柱液面と同一高さにした場合の鉛液面の融解、凝固温度の測定からはほぼ無視できることを確かめた。加熱炉のバイレックスガラス管壁の光学的な歪みの検討は、Fig. 4 に示す毛管の位置においたガラススケール (1 目 0.1 mm, 誤差 7μ 以下) を、室温において炉外から読取顕微鏡で測定することにより行なった。表面張力の測定時には、この結果をもとに液柱の高さを、ガラススケールの目盛と読取顕微鏡での読みとの差のばらつきが 0.02 mm 以内にあるガラス管壁の部分に位置させた。毛管径の測定結果を Fig. 5 に示す。横軸の d は毛管のつけ根 a 点からの距離である。この結果から表面張力の測定時には液柱の液面の高さを管径の様な部分に保持した。

Fig. 5 Relation between r_1 , r_2 and d

測定に用いた試料は、スズ 99.999%, 鉛 99.9999% の純度をもつ市販のインゴット状のものを、約 20 g の大きさに切断し、鉄ヤスリで表面を研摩後特級の四塩化炭素で脱脂洗浄したものである。

3. 操 作

毛管の下端を金属試料の上端より 2~3 mm の高さにセットしたのち、精製水素ガスを 1000 cc/min で約 1.5 時間流して炉内を水素ガスで置換後昇温した。炉温が 510°C に到達後その温度に約 30 分間保持したのち 500°C に下げ、この温度に 20 分間保持してから測定を開始した。以後 50°C 間隔で温度を下げ各温度で同様の測定を行なった。測定はまず毛管の下端をルツボ中の液体金属の液面から 3~4 mm の深さに浸したのち、水素ガスが流れているニードルバルブ C_1, C_2, C_3 (Fig. 3) を調節することにより、毛管の外側の圧力を内側の圧力より徐々に高くしていき、毛管中に液体金属柱を適当な高さまで上昇させた。液柱を一定の高さに 15 分間保持してから、読取顕微鏡で $h_1, h_2, \Delta h_2$ を測定した。 Δh_1 は Δh_2 の測定値を (3) 式に代入して求めた。各温度において、液柱の高さを種々変化させることにより 5 回の測定を行ない、その平均値を測定値とした。

III. 実験結果および考察

1. 測定装置に関する問題の検討

本測定装置での表面張力の最大測定誤差は、(1) 式から見積ると約 $\pm 1.5\%$ となる。液柱の液面部を球面の一部と仮定して (2) 式と (3) 式からそれぞれ求めた H と θ は、実際の液面部が球面からずれているので、真の値とは異なる。真の値との差 $\Delta H, \Delta \theta$ は Bashforth, Adams の表⁽⁵⁾を用いて、 $(\theta - 90^\circ)$ とパラメーター β に対する $\Delta h/r$ の値から近似的に求めることができる。ここで $\beta = \rho g b^2 / \gamma$, b は液面の頂部での曲率半径で近似的に $r / \sin(\theta - 90^\circ)$ として求められる。このようにして求めた $\Delta H, \Delta \theta$ によって生じる表面張力の補正量を (1) 式から見積ると 0.3% 以下となるが、この補正量は r の最大測定誤差 $\pm 1.5\%$ に比較して小さいことと、 $\Delta H, \Delta \theta$ を近似的に求めたことによる誤差を考慮して、本測定では液面部の球面からのずれによる H, θ の補正は行なわなかった。毛管径 r_1, r_2 には室温での測定値を用いたが、石英の熱膨張による誤差は本測定温度範囲では $3 \times 10^{-2}\%$ 以下に留まる。

加熱炉のニクロム線を通る電流による電磁誘導によって毛管中の液体金属柱が受ける力の影響については、測定温度で電流を瞬間的に零にしてその前後の液柱の高さの差の有無を調べたが、電流の影響は認められなかった。毛管に液柱が所定の高さまで上昇した後のスズ、鉛の表面張力の時間的変化は、10 分以後はほとんど認められず、液柱が

(5) F. Bashforth and S. C. Adams: *An Attempt to Test the Theories of Capillarity*, Cambridge Univ. Press, (1883).

上昇後 15 分経過してからの測定値を各温度における表面張力の測定値とした。

2. スズ、鉛の表面張力

スズと鉛の表面張力の測定結果をそれぞれ Fig. 6 と Fig. 7 に示す。表面張力と温度との間には直線関係が成り立つとみなせるので、最小 2 乗法を用いてそれぞれ (5), (6) 式を得た。

$$\gamma_{\text{Sn}} = 587.8 - 0.056 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm} \quad (5)$$

$$\gamma_{\text{Pb}} = 497.6 - 0.087 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm} \quad (6)$$

Fig. 6 Relation between surface tension and temperature of liquid tin

Fig. 7 Relation between surface tension and temperature of liquid lead

スズ及び鉛の密度はそれぞれ Kirshenbaum ら⁽⁶⁾⁽⁷⁾ の測定値を用いた。一回の実験における各温度での 5 個の測定値のばらつきはスズの場合、 $\pm 0.5\%$ 以内、鉛の場合は $\pm 1.3\%$ 以内にあった。Fig. 6, 7 の各測定点は、その 5 個の測定値の平均値である。Fig. 6, 7 から明らかにように、別個に行なった 2~4 回の実験で得られた測定値のばらつきは、スズの場合 $\pm 0.6\%$ 以内、鉛の場合は $\pm 1.8\%$ 以内にある。

本測定法を静滴法と比較するために著者ら⁽⁸⁾ は、本研究と同一のスズ試料を用い同一の水素ガス雰囲気のもとで、静滴法を用いて表面張力の測定を行ない、次式で示す結果を得た。

$$\gamma_{\text{Sn}} = 580 - 0.053 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm} \quad (7)$$

静滴法では $\pm 3\%$ 程度の最大測定誤差が見込まれるので、本測定法と静滴法とによる測定値の間に系統的差異は認められない。

(6) A.D.Kirshenbaum and J.A.Cahill : Trans.ASM, **55**(1962), 844.

(7) A.D.Kirshenbaum, J.A.Cahill and A.V.Grosse : J.Inorg.Nucl.Chem., **22**(1961), 33.

(8) 向井楠宏, 柏木一郎, 福田孝祝 : 九州工業大学研究報告(工学), (1973), No.26, 155.

① Pelzel ⁽⁹⁾	⑧ White ⁽¹³⁾
② Atterton and Hoar ⁽¹⁰⁾	⑨ Bircumshaw-1926 ⁽¹⁴⁾
③ Present work	⑩ Hogness ⁽¹⁵⁾
④ Matuyama ⁽¹¹⁾	⑪ Drath and Sauerwald ⁽¹⁶⁾
⑤ Mukai et al. ⁽⁸⁾	⑫ Allen and Kingery ⁽¹⁷⁾
⑥ Melford and Hoar ⁽¹⁾	⑬ Adachi et al. ⁽¹⁸⁾
⑦ Bircumshaw-1934 ⁽¹²⁾	

Fig. 8 Comparison of literature data on surface tension of liquid tin

① Melford and Hoar ⁽¹⁾	⑦ Greenaway ⁽²¹⁾
② Present work	⑧ White ⁽¹³⁾
③ Matuyama ⁽¹¹⁾	⑨ Hogness ⁽¹⁵⁾
④ Harvey ⁽¹⁹⁾	⑩ Bircumshaw-1934 ⁽¹²⁾
⑤ Rhee ⁽²⁰⁾	⑪ Drath and Sauerwald ⁽¹⁶⁾
⑥ Bircumshaw-1926 ⁽¹⁴⁾	⑫ Adachi et al. ⁽¹⁸⁾

Fig. 9 Comparison of literature data on surface tension of liquid lead

スズと鉛の表面張力の従来の測定結果をそれぞれ Fig. 8 と Fig. 9 に示す。Table 1 と Table 2 に各々の場合の測

(9) E. Pelzel : Berg-u. Huttenmänn. Monatsh. Montan. Hochschule Leoben, **93**(1948), 248.

(10) D.V. Atterton and T.P. Hoar : J. Inst. Metals, **81**(1952~53), 541.

(11) Y. Matuyama : Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., **16**(1927), 555.

(12) L.L. Bircumshaw : Phil. Mag., **17**(1934), 181.

(13) D.W.G. White : Met. Trans., **2**(1971), 3067.

(14) L.L. Bircumshaw : Phil. Mag., **2**(1926), 341.

(15) T. R. Hogness : J. Amer. Chem. Soc., **43**(1921), 1621.

(16) G. Drath and F. Sauerwald : Z. anorg. Chem., **162**(1927), 301.

Table 1 Comparison of experimental conditions for measuring surface tension of tin

Marks in Fig.8	Authors	Method	Gas	Purity of tin (%)
①	Pelzel	Max.bubble pressure	N ₂	—
②	Atterton and Hoar	Capillary rise	H ₂ <400 mmHg	99.998
③	Present work	Capillary rise	H ₂	99.999
④	Matuyama	Drop weight	Vacuum	—
⑤	Mukai et al.	Sessile drop	H ₂	99.999
⑥	Melford and Hoar	Capillary rise	H ₂ <550~600 mmHg	99.998
⑦	Bircumshaw-1934	Max.bubble pressure	H ₂	—
⑧	White	Sessile drop	H ₂ or He	99.9999
⑨	Bircumshaw-1926	Max.bubble pressure	H ₂	99.99
⑩	Hogness	Max.pressure in drops	H ₂	—
⑪	Drath and Sauerwald	Max.bubble pressure	H ₂	—
⑫	Allen and Kingery	Sessile drop	H ₂ or vacuum	>99.98
⑬	Adachi et al.	Max.bubble pressure	Ar	>99.95

— : Not described in reference

Table 2 Comparison of experimental conditions for measuring surface tension of lead

Marks in Fig.9	Authors	Method	Gas	Purity of lead (%)
①	Melford and Hoar	Capillary rise	H ₂ <550~600 mmHg	99.998
②	Present work	Capillary rise	H ₂	99.9999
③	Matuyama	Drop weight	Vacuum	—
④	Harvey	Max.bubble pressure	Ar	99.999
⑤	Rhee	Sessile drop	Vacuum	99.999
⑥	Bircumshaw-1926	Max.bubble pressure	H ₂	99.996
⑦	Greenaway	Max.bubble pressure	H ₂	99.996
⑧	White	Sessile drop	H ₂ or He	99.9999
⑨	Hogness	Max.pressure in drops	H ₂	—
⑩	Bircumshaw-1934	Max.bubble pressure	H ₂	—
⑪	Drath and Sauerwald	Max.bubble pressure	H ₂	—
⑫	Adachi et al.	Max.bubble pressure	Ar	>99.95

— : Not described in reference

定法等, 測定条件を示す. Fig.8, 9 と Table 1, 2 との対応から, スズ, 鉛とも従来の測定値は表面張力の温度係数の絶対値 $-d\gamma/dt$ の大小によって二つのグループに分けられ, Melford ら⁽¹⁾ と Allen ら⁽¹⁷⁾ のスズの測定結果を除けば, 水素ガス雰囲気での値はすべて $-d\gamma/dt$ の小さいグループに入り, アルゴンガス, 窒素ガス, 減圧下の水素ガスあるいは真空下での値は $-d\gamma/dt$ の大きいグループに入っている. 本測定値はスズ, 鉛とも $-d\gamma/dt$ の小さいグループに入り, 表面張力はその中で最も高い.

雰囲気によって表面張力の温度係数が相違する原因としては, 第1に White⁽¹³⁾ の注意深い測定で水素ガスと不活性ガス(ヘリウム)との間に差異が見出されていないことから, アルゴンガス, 窒素ガス, 減圧下の水素ガスあるいは真空下では, ガスの純度あるいは真空度が不十分な場合に, 雰囲気中の微量の酸素による金属表面の酸化等, 酸素の作用が考えられる. 第2に真空あるいは減圧下では, 金属表面からの金属の蒸発が促進される可能性があり, 金属表面からの金属蒸気の移動の影響が考えられる. White⁽²²⁾

は亜鉛の表面張力の温度係数が, 亜鉛表面からの亜鉛蒸気の移動によって影響されることを見出している.

1 成分系の液体-蒸気系の表面張力の温度係数は表面エントロピー密度 s_A と次式の関係で示される.

$$d\gamma/dt = \Gamma s^{(l)} - s_A = s_{A(l)} \tag{8}$$

ここで $s^{(l)}$ は液体内部での単位体積あたりのエントロピー密度, $s_{A(l)}$ は液体物質の表面過剰量 Γ が零となるように区分界面をとったときの表面エントロピー密度である. 本測定系での蒸気側の単位体積あたりのエントロピー密度

Fig. 10 Possible variations in entropy density s (cal/deg/cc) of a liquid-gas system across the transition region. z : The space coordinate measured normal to the surface

(17) B.C.Allen and W.D. Kingery : Trans.Met.Soc. AIME, **215**(1959), 30.
(18) 足立 彰, 森田善一郎, 喜多善史, 笠間昭夫, 浜松茂喜 : 金属学会誌, **35**(1971), 1188.
(19) D.J.Harvey : Trans.Met.Soc. AIME, **221**(1961), 266.
(20) S.K.Rhee : J.Amer.Ceram.Soc., **53**(1970), 426.
(21) H.T.Greenaway : J.Inst.Metals, **74**(1948), 133.
(22) D. W. G. White : Trans. Met. Soc. AIME, **236**(1966), 796.

$s^{(6)}$ は零とみなせるので、表面層付近でのエントロピー密度の分布は Fig. 10 に示す(a), (b) 二つの場合が考えられる。いずれの場合にも、 $T=0$ の区分界面の位置によって $s_{A(1)}$ は正負のいずれにもなりうるので、本測定結果のように $s_{A(1)}$ が正の場合でも、この結果だけから表面層でのエントロピー密度が液体内部のそれより大きいと結論することはできない。

IV. 結 論

管径の異なる 2 本の毛管中に上昇した液体金属柱の高さの光学的測定から表面張力を求める装置を製作し、スズ、

鉛の表面張力の測定を行ない、従来の測定法に比較して比較的容易に再現性の良い結果を得ることができた。表面張力と温度との関係は次式で示される。

$$\gamma_{\text{Sn}} = 587.8 - 0.056 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm}$$

$$\gamma_{\text{Pb}} = 497.6 - 0.087 \times t(^{\circ}\text{C}) \quad \text{dyne/cm}$$

本研究と同一のスズ試料、同一水素ガス雰囲気中での静滴法による表面張力の測定結果は、本測定結果とよく一致した。スズ、鉛の表面張力の従来の測定結果の比較から、測定雰囲気の違いによって表面張力の温度係数に、明らかな相違のあることを指摘した。

25 keV 程度の電子線に対する複合標的における 表面膜の「等価膜厚」の算定*

正 藤 和 男** 仁 木 栄 次**

Kazuo Masato and Eiji Niki: Computation of "Equivalent Thickness" of Surface Films in Composite Targets for about 25 keV Electrons. An experimental method for the determination of mass absorption coefficients for the very soft X-ray region by use of EPMA and a composite target, prepared by evaporating a film of metal of different atomic numbers over a base layer, has been devised. In the method it is necessary to know the "equivalent thickness", i.e. the thickness of the surface film, which satisfies the assumption that the characteristic X-ray intensities from backing materials in the composite targets under the surface films are equal to each other. A method of calculation for the "equivalent thickness" is proposed in this work.

The "equivalent thickness" is calculated with the aids of Cosslett and Thomass' expression for the energy distribution of incident electrons in a solid target, and equations for the total electron transmission, for the backscattering coefficients of an isolated film and a massive target, and for the mean energy of electrons transmitted through and backscattered from the isolated film and massive target. The values for the "equivalent thickness" of all elements from $Z=12$ to $Z=92$ are computed by use of these equations.

(Received September 11, 1972)

I. 緒 言

X線マイクロアナライザ(EPMA)で金属中の超軽元素を定量分析する際、信頼し得る質量吸収係数の不足あるいは不確定性を痛感する。現在、原子番号 11 番以上の元素の特性X線、すなわち波長約 $12 \text{ \AA}$ 以下のX線に対する質量吸収係数は、全吸収体元素について、ほぼ確定されてきた

が、これより低い原子番号の元素の特性X線に対する質量吸収係数は、必ずしも確定的ではないと思われる。近時、これらの長波長の、いわゆる軟～超軟X線の質量吸収係数についての研究は、実験的あるいは理論的に、一部または全部の吸収体元素についてなされてきてはいるが^{(1)~(9)}、これらの値は、元素の K または L 吸収端波長が、対象と

** 東京大学宇宙航空研究所(Institute of Space and Aeronautical Science, University of Tokyo, Tokyo)

* 1972 年 4 月金属学会東京大会に発表; $12 \text{ \AA}$ 以上のX線の質量吸収係数に関する研究(第 1 報)

(1) B.L.Henke, R.White and B.Lundberg: J. Appl. Phys., **28**(1957), 98.

(2) B.A.Cooke and E.A.Stewardson: Brit. J. Appl. Phys., **15**(1964), 1315.

(3) W.T.Ogier, G.J.Lucas and R.J.Park: Appl. Phys. Letters, **5**(1964), 146.

(4) A.J.Bearden: J. Appl. Phys., **37**(1966), 1681.

(5) E.Kohlhaas und F.Scheidig: Vth Int. Cong. on X-Ray Optics and Microanalysis, Tubingen, (1968), 193.

(6) R.D.Dewey: Handbook of X-Ray and Microprobe Data, Pergamon Press, (1969), 307.

(7) 正藤和男, 仁木栄次: 金属学会講演概要, (1970.4), 90.

(8) 大平五郎, 渡辺 融, 名和田隆治: 金属学会講演概要(1971.4), 138.

(9) W.J.Veigle, E.Bringgs, B.Bracewell and M.Donaldson: Electron Probe Microanalysis, by L.S.Birks, 2nd Ed., Wiley-Interscience, (1971), 147.