研 究

等方性ストロンチウムフェライト磁石に およぼす塩素の影響*

伊藤 俊治**, 梶永 剛啓**, 今井 郁子**, 遠藤 一哉**

Shunji Ito, Yoshihiro Kajinaga, Ikuko Imai, Ichia Endo: Effect of chloride on the magnetic properties of isotropic strontium ferrite.

The effects of chloric ion on the magnetic properties of isotropic strontium ferrite were studied. The hematite obtained from waste pickle liquor was used. It contained 0.1~0.3 wt% chloric ion as chloride.

Chloric ion in the hematite was reduced to one half of the initial amount by washing with water. Though the green density remained unchanged after dechlorination, it was found that sintered density of ferrite obtained from the dechlorinated hematite was 5~10% higher than that of as received. Remanence and maximum energy product of the ferrite produced from the dechlorinated hematite were 10~15% higher and intrinsic coercive force was about 10% lower than those from non-dechlorinated ferrite.

In the case of the ferrites obtained from hematite containing 0.2~5.0 wt% chloric ion as added in the form of ferrous chloride, magnetic properties of those having molar ratio of both 2 Fe/Sr=6.00 and 2 Cl/Sr=1.00 were improved 15~20% over those from not compensated ferrites. The maximum values of the magnetic properties were obtained in the range of 0.8~1.0 wt% chloric ion.

The chloric ion was found to exist as strontium chloride by X-ray diffraction. It was considered that the effects of chloric ion on the magnetic properties are due to the improved densification caused by liquid phase sintering of strontium chloride.

(Received January 5, 1974)

I 緒 言

ストロンチウムフェライト磁石の 80 wt% 以上を占める酸化第二鉄（以下、ヘマタイトという）は、従来熱間圧延鋼板の酸洗によって生成する廃酸中の硫酸第一鉄を 7 水塩または 1 水塩の形態で晶析分離し、これらを高温で焙焼し、ヘマタイトに分解したものを用いてきた¹⁾。近年、酸洗液として塩酸が用いられるようになり、発生する塩酸廃酸は高温の下で直接、噴霧焙焼され処理される²⁾ようになった。廃酸中の塩化第一鉄はつぎの反応³⁾

によりヘマタイトとして得られる。このヘマタイトは副生ヘマタイトと呼ばれ、フェライト磁石用原料に多く用いられている^{4,5)}。

この焙焼反応は 500°C 以上の高温で行われるが、このヘマタイトには通常塩素が化合物の形（以下、塩素という）で含有されており、塩素分として 0.05~0.3 wt%

含まれる。このヘマタイトをフェライト磁石の原料に用いる場合、塩素の存在は磁気特性〔ここでは残留磁束密度 B_r 、抗磁力 H_c 、最大エネルギー積 $(B \cdot H)_{\max}$ 〕に悪影響を与えるといわれ⁶⁾、水洗により塩素の除去が行われている。本報では副生ヘマタイトに含まれる微量の塩素が等方性ストロンチウムフェライト磁石（以下、フェライトという）の磁気特性に与える影響につき、フェライトを実験的に製造し検討した。

残留磁束密度の大きなフェライトを得るためには、高密度になるよう焼成するか、または磁場成形などの方法により異方性磁石とする方法が採られている。高密度を得るには、圧粉密度を高め、1200~1400°C の高温で本焼成を行えばよいが、高温で、長時間の焼成ではフェライト結晶粒子が粗大化し抗磁力が低下し、著しい場合には残留磁束密度も低下する。この欠点を防止する方法

* 昭和48年10月本協会秋季（金沢）にて一部発表，昭和49年1月5日受理

** 川崎製鉄（株）技術研究所，千葉市川崎町1番地（〒280）

として、フェライト粒子生成過程を利用する方法⁷⁾, Al_2O_3 , Bi_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , WO_2 などの金属酸化物を微量添加する方法^{8,9,10)}, 酸化物以外の CaF_2 , SrSO_4 , CaSO_4 などを微量添加する方法^{11,12,13)} などがある。

本報ではフェライトの磁気特性向上のひとつの方法として、もともと副生ヘマタイトに含まれる塩素を微量添加化合物として利用する方法につき検討を行ったので報告する。

II 実験方法

II-1 原料

副生ヘマタイトは川鉄化学(株)千葉工場の廃酸処理装置 A, B および C 系から得られたものを用いた。それぞれの装置において噴霧焙焼炉から得られるロースターヘマタイトおよびその次工程で得られるサイクロンヘマタイトの2種類について実験を進めた。これらのヘマタイトは $0.5\sim 1.5\mu\text{m}$ の微粒からなった凝集体であり、これらの平均径はロースターヘマタイトで約 $8\mu\text{m}$ 、サイクロンヘマタイトで約 $6\mu\text{m}$ であった。これらの化学組成および噴霧焙焼温度を Table 1 に示す。なお、塩素を微量添加化合物として利用する実験には Fig. 1 に示す粒径頻度分布をもつ A 系の焙焼炉炉底から直接得られた顆粒ロースターヘマタイトを用いた。

炭酸ストロンチウムは特級試薬を用いた。

II-2 脱塩素

磁気特性におよぼす塩素の影響を調べるために、塩素を除く(以下、脱塩素という)操作として、副生ヘマタイトの水洗を行った。ヘマタイト 500 g に水 1 l を加え、よく攪拌したのち 24 時間放置後、上澄みを捨て、

Table 1. Chemical analysis of spray-roasted hematite.

Hematite	Fe_2O_3 (wt%)	Cl- (wt%)	Spray-roasting temperature ($^{\circ}\text{C}$)
*AC	98.45	0.21	560
AC	99.38	0.16	
*AR	98.94	0.12	
AR	99.52	0.06	
*BC	98.29	0.31	540
BC	99.29	0.20	
*BR	98.94	0.17	
BR	99.68	0.07	
*CC	98.35	0.22	600
CC	98.15	0.13	
*CR	98.94	0.19	
CR	98.75	0.08	

A, B and C: Names of treatment plants

C: Cyclone hematite

R: Roaster hematite

*: not dechlorinated

Fig. 1 Particle size distribution of hematite.

100°C 、24 時間乾燥したものを用いた。Table 1 に脱塩素によるヘマタイトの化学組成の変化を示す。1 回の水洗を行うことにより、40~60% 脱塩素されることがわかる。

II-3 原料の調製

原料混合の過程で、ヘマタイトを 100°C 、24 時間空気中で乾燥し、炭酸ストロンチウムとのモル比が Fe_2O_3 : SrCO_3 で 6:1 になるように秤量し、播潰機にて 30 分間乾式攪拌混合を行った。

塩素を微量添加化合物として利用する場合にはつぎの手順によった。塩素を 0.12 wt % 含む A 系の顆粒状ヘマタイトを粉碎、水洗などの前処理を行わず、そのままの状態を試薬特級の炭酸ストロンチウムとのモル比が 6:1 になるよう秤量し、これらを播潰機にて 10 分間混合した(これらを以下、混合物という)。

ヘマタイトに対する塩素の重量割合は、混合物に試薬特級の塩化第一鉄 ($\text{FeCl}_2 \cdot 3.8 \text{H}_2\text{O}$) を所定量加え、ヘマタイトに含まれていた塩素量と合算のうえ計算した。

混合物 (a g) に塩化第一鉄を所定量 (b g) 加え、後者の鉄が全量酸化してヘマタイトになるものとし、モル比でつぎの式を満足するよう炭酸ストロンチウム (c g) を添加する。これを実験 I という。

$$\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{FeCl}_2 \cdot 3.8 \text{H}_2\text{O} \text{ 所定量 } b \text{ g から生成する } \text{Fe}_2\text{O}_3) \text{ のモル数}}{\text{SrO} (\text{SrCO}_3 \text{ の添加量 } c \text{ g からできる SrO) のモル数}} = 6.00 \quad (1)$$

つぎに、混合物 (a g) に塩化第一鉄を所定量 (b g) 加え、鉄が全量酸化してヘマタイトになるものとし、モル比で (1) 式が満足されたのち、塩化第一鉄および副生ヘマタイト中の塩素の全量と炭酸ストロンチウム (d g) との間でつぎの式が成立するよう炭酸ストロンチウムを追加添加する。これを実験 II という。

$$\frac{\text{Cl}(\text{FeCl}_2 \cdot 3.8 \text{H}_2\text{O} \text{ 所定量 } b \text{ g に含まれる Cl) のモル数}}{\text{Sr}(\text{SrCO}_3 \text{ の添加量 } d \text{ g に含まれる Sr) のモル数}} = 2.00 \quad (2)$$

実験 I と II との原料調製は両者まったく同一に進めた。混合物に塩化第一鉄と炭酸ストロンチウムの所定量を加

え、搗潰機にて10分間攪拌混合したものを用いた。

II-4 仮焼成と本焼成

仮焼成は500°C/hrの速度で昇温し、1000°C、30分間空空气中で行い、冷却後、ステアリン酸を0.1 wt%添加したのち搗潰機で30分間攪拌粉碎を行った。これらの仮焼品を成形圧力0.3または0.4 t/cm²で断面積1 cm²、高さ約10 mmの圧粉体を作成した。本焼成は磁気特性が良好となる1250°C、2分間の条件で行った。

II-5 磁気特性の測定

磁気特性の測定は東英工業(株)製 Cioffi 式 TRF-IVA 型自記磁束計を用いた。

III 実験結果と考察

Fig. 2, 3 に得られたフェライトの焼結密度および直径収縮率に与えるヘマタイト原料に含まれる塩素の影響について示した。仮焼品の圧粉密度に対する脱塩素の影響はまったく認められないにもかかわらず、いずれのヘマタイトにおいても脱塩素処理することにより5~10%の焼結密度の向上がみられ、同時に直径収縮率も8~20%大きくなっている。脱塩素の操作として500 gのヘマタイトに対して水1 lを加え、1回水洗を行っただけで、ヘマタイトの物理的性状である粒径や比表面積が大きく変化したとは考えられないので、塩素の除去により焼結が進行しやすくなったためと推定される。

Fig. 4 に磁気特性に及ぼすヘマタイトの種類および脱

Fig. 2 Effect of dechlorination on the sintered density.

Fig. 3 Effect of dechlorination on the diametral shrinkage.

塩素の影響を示す。A系およびB系のヘマタイトからのフェライトの残留磁束密度の値は脱塩素により約1.8 kGから約2.0 kGへと約10%増大する。しかし、逆に抗磁力の値は3.6~4.0 kOeから3.2~3.4 kOeへと10~15%減少する。これは脱塩素によりすでに推定したように焼結が促進される現象を裏付けているものと考えられる。また、最大エネルギー積の値は約0.8 MGOeと脱塩素によりほぼ10%大きな値が得られることが明らかになった。C系のヘマタイトからのフェライトの残留磁束密度の値は脱塩素によって7~8%大きくなるが抗磁力の値は1~2%低下するだけであった。しかし、最大エネルギー積の値はA系およびB系のヘマタイトと同様10%ほど増大している。A系およびB系ヘマタイトを原料とした場合と、C系ヘマタイトを原料とした場合とで、脱塩素による磁気特性変化はこれらのヘマタイトの塩素含有量に大きな差がないので、A系およびB系の噴霧焼結温度がそれぞれ560°C、540°Cと低く、C系では600°Cとやや高いため、ヘマタイト焙焼の熱履歴の差によるものと考えられる。

次に、ヘマタイトに塩素を塩化第一鉄の形で添加して行き、そのとき得られるフェライト中の塩素の形態と分布について検討した。同時に塩素を微量添加化合物として利用する方法について実験を進めた。

Fig. 5 (a), (b) に実験 I, II で得られたフェライトの磁気特性を示す。残留磁束密度および抗磁力と、ヘマタイトまたはフェライトに含有する塩素量との関係には、実

Fig. 4 Effect of dechlorination on the magnetic properties.

験Ⅱではヘマタイト中の塩素量が0.1~5.0%の範囲で残留磁束密度の値は最大 2.46 kG となり、またヘマタイト中の塩素量が0.2%以上で抗磁力の値は 3.91 kOe となった。これらの値はいずれも実験Ⅰのフェライトで得られた値よりも大きい。最大エネルギー積についても同様に、ヘマタイト中の塩素量が0.2~5.0%の範囲で実験Ⅱのフェライトの値は 1.19 MGOe となり、実験Ⅰで得られたものよりも20~25%大きい値を示す。

これらの図で横軸にヘマタイトおよびフェライトに含有する塩素量をそれぞれ示したが、仮焼成にひきつづき本焼成の過程でフェライトに残存する塩素量はヘマタイ

Fig. 5 (a) Effect of chlorine on remanence and intrinsic coercive force.

Fig. 5 (b) Effect of chlorine on coercive force and maximum energy product.

トに含有していた最初の重量のほぼ20%になることを示している。

しかし、実験Ⅱでは実験Ⅰより d_g だけ炭酸ストロンチウムを多量に添加混合しているから、実験Ⅱで認められた磁気特性の向上は塩素の効果ではなく、フェライト ($\text{SrO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$) の m の値が 6.00 以下になるためと考えられた。

そこで、塩化第一鉄を添加せずに Fig. 1 の粒度分布をもつヘマタイトと炭酸ストロンチウムを用い、 m の値と残留磁束密度、抗磁力および最大エネルギー積との関係を求めた。結果を Fig. 6 に示す。図から明らかなように $m=5.5$ で残留磁束密度、抗磁力および最大エネルギー積は最大値を示す。これらの値はヘマタイトに塩素を 0.2~5.0 wt% 添加した実験Ⅱの磁気特性よりいずれも小さい値となっている。また、Fig. 5 (a), (b) から残留磁束密度、抗磁力、最大エネルギー積などが最大となるヘマタイト中の塩素量は約 1 wt% であり、実験Ⅱの場合、添加したストロンチウムが塩素と化学反応せずに共存するとして m の値を求めると $m=4.7$ となり、磁気特性が最良であるときの $m=5.5$ とは大きな差が認められる。そこで実験Ⅱの良好な磁気特性は塩素とこれに対応する量だけ追加添加した酸化ストロンチウムとの相乗作用によるものと考えられる。

Table 2 に実験Ⅰ、Ⅱのフェライトの圧粉密度、焼結密度および直径収縮率を示す。磁気特性が向上する塩素量、すなわちヘマタイトで 0.2~5.0 wt% の範囲内では実験Ⅱの焼結密度は 4.68~4.76 g/cm³ であり、塩素量の少ないフェライトに比べ必ずしも大きくなっているわ

Fig. 6 Relation between magnetic properties and molar ratio.

Table 2. Effect of chlorine on green density, sintered density and diametral shrinkage.

Content of Cl in hematite (wt %)	Experiment I			Experiment II		
	Green density (g/cm ³)	Sintered density (g/cm ³)	Diametral shrinkage (%)	Green density (g/cm ³)	Sintered density (g/cm ³)	Diametral shrinkage (%)
0.02	2.31	4.70	21.4	—	—	—
0.08	2.33	4.73	20.9	2.32	4.76	21.4
0.15	—	—	—	2.37	4.71	20.6
0.19	2.26	4.72	21.6	2.30	4.70	19.8
0.40	2.28	4.71	20.3	2.41	4.68	19.7
0.80	2.27	4.37	19.0	2.36	4.71	20.3
1.19	2.29	3.53	12.6	2.33	4.69	20.6
5.0	—	—	—	2.30	3.28	12.2
10.0	3.11	3.27	4.4	2.38	3.55	13.7
30.0	3.11	3.44	4.3	2.27	3.19	13.4

けではない。しかも、ヘマタイト中の塩素量が0.8 wt%以上になると、実験Ⅰでの焼結密度は実験Ⅱに比べ低くなる傾向にある。ヘマタイト中の塩素量が10 wt%以上になると実験Ⅰ、Ⅱの両者の焼結密度はともに低下する。これは塩化ストロンチウムの密度が3.05 g/cm³¹⁴⁾とストロンチウムフェライトの理論密度5.1 g/cm³¹⁵⁾に比べ低く、フェライト結晶粒界、空隙などをうめてなおかつ多量に存在するようになるためと考えられる。

Photo. 1 (a), (b), (c) および (d) に実験Ⅰ およびⅡで製造した塩素を含有するフェライトのX線回折チャートを示す。塩素が0.02 wt%と少ない(a)では塩化ストロンチウム(SrCl₂)の存在は確認できなかったが、塩素の添加量を順次0.8 wt%, 1.19 wt%と増して行くと(b),

(c) および (d) に認められるように塩化ストロンチウム2水塩または6水塩が同定されるようになる。しかし、塩素源として添加した塩化第一鉄の回折ピークは認められなかった。ここで塩化ストロンチウムに結晶水が認められたのは、本焼成後X線回折測定までの間に空気中の水分を吸着することによるものと考えられた。しかし、フェライト磁石を6ヶ月以上放置しておいても潮解、膨潤、寸法変化などの異状は認められなかった。

Photo. 2 に実験Ⅰ およびⅡで得たフェライトの顕微鏡写真を示す。実験Ⅱの方法で製造したフェライトの結晶粒子は実験Ⅰのものよりやや小さくなっている傾向が認められる。塩素の多い場合では粒界が不明瞭になる。これは塩化ストロンチウムが焼成時に液相(融点

(a) Experiment I: Content of Cl in hematite. 0.02 wt%

(c) Experiment I: Content of Cl in hematite. 1.19 wt%

(b) Experiment II: Content of Cl in hematite. 0.8 wt%

(d) Experiment II: Content of Cl in hematite. 1.19 wt%

Calcination: 1000°C×30 min Sintering: 1250°C×2 min

Photo. 1 X-ray diffraction patterns of strontium ferrites containing chlorine.

(a) Content of Cl in hematite: 0.02 wt%

(b) Content of Cl in hematite: 0.08 wt%

(c) Content of Cl in hematite: 0.8 wt%

(d) Content of Cl in hematite: 1.19 wt%

Experiment I.

Experiment II.

Photo. 2 Optical micrograph of strontium ferrites containing chlorine. (Echant: 6% HF)

872°C)¹⁶⁾となり、冷却時に粒界に晶析して、6 wt% フッ酸でエッチングする際に流出したためと考えられる。

Photo. 3 にフェライトに含まれる塩素が 0.08 wt% の場合のX線マイクロアナライザーによる反射電子像と特性X線像を、Photo. 4 にフェライト粒界と直角方向の鉄ストロンチウムおよび塩素に関するラインアナリシスの結果を示した。これらの結果から、塩素とストロンチウムが粒界に偏析していることが確認された。

フェライトの磁気特性向上の理由はつぎのように考えられる。まず、塩素と酸化ストロンチウムまたは炭酸ストロンチウムとが仮焼成と本焼成時に何らかの化学反応を起こし、X線回折で認められたように塩化ストロンチウムに変化する。塩化ストロンチウムの蒸気圧が 760 mmHg となる温度は 1250°C で他の金属塩化物に比べ

非常に高いので、他の金属塩化物よりフェライト中の残存率が大きいことは明らかである。フェライト中に生成した塩化ストロンチウムは、1250°C の本焼成ですでに溶融し、フェライト結晶粒界にはいり込み液相を介してのフェライト化を促進させる。しかし、フェライト結晶の粗大化を防ぐ相乗作用によって、磁気特性が改善されるものと考えられる。したがって、前者により残留磁束密度の向上が、後者によって抗磁力の向上が得られるものと考えられる。

フェライト中の残存塩素は化学分析の結果、最初のヘマタイトに含まれる塩素量の約20% (フェライト中の鉄を酸化第二鉄としてこれに対する比率では約25%) になる。この塩素量がしだいに低くなるに従って、残留磁束密度、抗磁力および最大エネルギー積の値のいずれも低下し、ヘマタイトの塩素量が0.1 wt% 以下では炭酸ストロンチウムの追加添加による磁気特性改善の効果は認められなくなる。少量の塩素を含むヘマタイトからのフェライトの残留磁束密度の向上が得られないのは、フェライトの液相焼結に寄与する塩化ストロンチウムの絶対量が不足するためと考えられる。すでに実験で明らかにされたように、少量の塩素を含むヘマタイトを用いる場合にはむしろ脱塩素の効果のほうが顕著に認められる。このときは、抗磁力の値は脱塩素により低下する。

実験 I では追加添加する塩素および鉄

Backscattered electron image. Cl

Photo. 3 Backscattered electron image and distribution of chlorine by electron microprobe analysis of $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ containing 0.08 wt% chlorine.

Photo. 4 Line analysis of grain boundary of $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ containing 0.08 wt% chlorine by electron microprobe analyzer.

に対し、ストロンチウムの補償添加を行わないため、フェライトの m の値が 6.00 より大きくなって磁気特性の低下がおこるものと考えられる。しかし、実験 II においてはフェライトの焼結密度が 1.18 wt% までの塩素の添加では、ほぼ一定の値に保たれるにもかかわらず残留磁束密度の向上が得られた。この理由はつぎのように考えられる。すなわち、第 1 に、前述したように塩化ストロンチウムの液相による焼結の促進作用、第 2 に、仮焼品を粉砕したときに生ずる微粉が液相焼結により他のそれらより大きいフェライト粒子に併合され、適度の大きさの粒子に整粒される作用、第 3 に、仮焼品の圧粉体が液相焼結される過程で圧粉体の加圧軸方向にフェライト粒子の c 軸方向が整列されやすくなる作用、などがあるためではないかと推定される。これらの問題については今後検討を進める予定である。

IV ま と め

(1) 副生ヘマタイトに含まれる微量塩素分の等方性ストロンチウムフェライトの磁気特性に与える影響はつぎのようにまとめられる。

(i) ヘマタイトに含まれる 0.1~0.3 wt% の塩素分を、2 倍重量の水で 1 回水洗することにより約 50% 脱塩素することができる。

(ii) ヘマタイトの脱塩素によって、フェライト仮焼品の圧粉密度の値は変化しないにもかかわらず、それらの焼結密度の値は 5~10% 大きな値が得られる。

(iii) 脱塩素したヘマタイトを用いて得られるフェライトの抗磁力の値は 10~15% 減少するが、残留磁束密度、最大エネルギー積の値はそれぞれ約 10% 増大する。

(iv) 以上から、脱塩素により焼結が促進されるものと考えられる。

(2) ヘマタイトに塩素を塩化第一鉄の形で添加して得られたフェライトの磁気特性に及ぼす影響はつぎのようにまとめられる。

(i) $2\text{Fe}/\text{Sr}=6.00$ のフェライトで磁気特性が著しく低下しないヘマタイト中の塩素分の許容量は 0.5 wt% までである。

(ii) 前記モル比が満足されたのち $2\text{Cl}/\text{Sr}=1.00$ の組成までストロンチウムの補償添加をしたものは、前記モル比のまま作成したフェライトに比べ良好な磁気特性が得られる。このとき、最良の磁気特性は塩素分 0.8~1.0 wt% の範囲で得られる。

(iii) フェライトに含まれる塩素分は塩化ストロンチウムとして存在し、フェライトの結晶粒界または空孔に偏析していることが明らかになった。

(iv) 塩素をストロンチウムで補償したフェライトの抗磁力の向上は塩化ストロンチウムがそのフェライトの結晶粒界に存在するためと考えられる。また、焼結密度がほぼ一定に保たれるにもかかわらず残留磁束密度が著しく向上する理由は、塩化ストロンチウムがストロンチウムフェライト焼成過程において液相となり、焼結を促進するが粒子の整粒と粗大化防止の機能をもつためと考えられる。さらに、塩化ストロンチウムの液相の出現により、たとえば圧縮軸方向に結晶方位が整列されることにより残留磁束密度と最大エネルギー積の著しい向上が得られるものと推定される。この点について今後研究を進める予定である。

参 考 文 献

- 1) 小林, 葛原, 小田: 粉体および粉末冶金 **10** (1968), 215.
- 2) 岸高, 谷原, 伊藤, 宮川, 嵯峨: 川鉄技報 **1** (1969), 53.
- 3) H. Dembeck: Bänder Bleche Rohre **5** (1964), 9.
- 4) 日本無機工業薬品協会: “昭和 47 年度年間酸化第二鉄生産出荷実績表” (Mar. 1973).
- 5) M. J. Ruthner, H. G. Richter, I. L. Steiner: “FER-RITES”, Proceeding of the International Conference, Jul. 1970, Japan; University of Tokyo Press, (1971), 75.
- 6) 山元, エレクトロニク・セラミックス: [9] (1972), 63.
- 7) 高田, 木山, 坂東: 日本特許公告, 昭 46-11704~11707.
- 8) 岡村, 小島, 渡辺: 日本金属学会誌, **19** (1955), 464.
- 9) 小島: 同誌, **19** (1955), 632.
- 10) 多田: 日本特許公開, 昭 48-9297.
- 11) 武井: “フェライトの理論と応用 II” 丸善 (1960), 251.

- 12) A. Cochardt: J. Appl. Phys., **34** (1963), 1273; **37** (1966), 1112; **38** (1967), 1904.
 13) コッホアルト: 日本特許公告, 昭39-12383, 昭40-5979; 昭40-25303.
 14) J. W. Mellor: "A comprehensive treatise on in-

- organic and theoretical chemistry", Longmans (England) III, (1960), 700.
 15) 原田: 金属, **42** (1972), 95.
 16) 化学工業協会編: "物性常数表3集", 丸善, (1964), 98.
 17) 日本化学会編: "化学便覧" 丸善 (1952) 13.

テキスト頒分のご案内

下記の講演概要集およびテキストを購入ご希望の方は、現金書留にて事務局へお申し込み下さい。なお、在庫の少ないものもありますので、品切れになりました節は悪しからずご容赦下さい。

第6回粉末冶金入門講座テキスト (49年6月)

B 5判 180頁 頒価 2,400円 (千共)

目次

- 粉末冶金工業の情報分析
一粉末冶金工業近代化への道と
新時代への対応性—
(日本粉末冶金工業会) 中川真澄
- 焼結機械部品の経済性 (住電) 川北宇夫
- 粉末冶金用金属粉の性質とその測定法
(金材研) 田村皖司
- 金属粉の成形法 (東京焼結金属) 田端孝章
- 焼結とは (東北大) 増田良道
- 超硬合金について (東大) 鈴木 寿
- 焼結鍛造とは (豊田中研) 木村 尚
- 焼結機械構造部品について (三菱金属) 的場敏夫
- 焼結含油軸受について (早大) 渡辺悦尚
- 新しい焼結材料について (日大) 土方俊三

分科会合同技術討論会講演概要集 (49年2月)

B 5判 41頁 頒価 1,200円 (千共)

テーマ: 複合材料としての焼結材料

目次

- 金属系繊維強化材料の機械的性質と組織定量化について (早大) 中田 栄一
- 結晶化ガラスならびに多結晶体の強度
(三重大) 作花 済夫
- 無機繊維とその複合材料 (名大) 齊藤 肇
- 複合材料としての超硬合金 (東大) 鈴木 寿
- フェライトにおける複合材料 (理研) 杉本 光男
- 酸化亜鉛焼結体の微細構造と非オーム性
(松下電器) 松岡 道雄

第3回焼結金属材料の摩擦摩耗に関する

講演会講演概要集 (48年11月)

B 5判 41頁 頒価 1,000円 (千共)

目次

- 摩擦摩耗の概論 (理研) 曾田 範宗
- 焼結合金材料の摩擦摩耗 (早大) 葉山 房夫
- 摩擦摩耗の試験方法 (大阪府大) 岡林 邦夫
- 焼結接点材料の通電時における表面現象
(住電) 樺山 資章
- 摩耗データーの解析方法 (東大) 佐田登志夫
- Al系焼結合金の摩擦摩耗—粘着増強用しゅう動子—
(鉄道技研) 熊谷 正博
- 合成制輪子と車輪の摩耗
(近鉄) 中井 実, 齊藤 禎夫
- 固体潤滑の概論 (オイレス工業) 多田 博

新しい焼結材料に関するセミナーテキスト

(48年9月)

B 5判 55頁 頒価 1,000円 (千共)

目次

- 粉末冶金工業の将来と課題
(東京焼結金属) 内藤 逸策
- 焼結高速度鋼の問題点 (神戸製鋼) 河合 伸泰
- 焼結耐熱材料の問題点と将来 (東芝) 鈴木 一雄
- 情報検索による粉末冶金の動向
(豊田中研) 木村 尚
- Al焼結機械構成部品 (住電) 本吉 健也
- Al-Cu系焼結含油軸受
(日本科学冶金) 松川 清喬
- Ti焼結部品の将来 (三菱金属) 西野 良夫
- 粉末圧延法の現状と将来 (金材研) 田村 皖司
- 粉末圧延法によるTi薄板の製造
(金材研) 村松 祐治

春・秋講演大会講演概要集

B 5判 頒価各 2,000円 (千共)

		講演数
昭和45年度春季大会 (東京)	109頁	(36件)
昭和45年度秋季大会 (京都)	121頁	(60件)
昭和46年度春季大会 (東京)	170頁	(58件)
昭和46年度秋季大会 (名古屋)	185頁	(63件)
昭和48年度春季大会 (東京)	183頁	(62件)
昭和48年度秋季大会 (金沢)	232頁	(80件)
昭和49年度春季大会 (京都)	191頁	(87件)