る。

4) 体積絶縁抵抗は緑泥石—珪石素地が最も大きく、珪石の量が増すと減少する。葉蠟石—緑泥石素地がこれに次ぐがはるかに小さく、緑泥石が増加するにしたがって減少する。葉蠟石—絹雲母素地は最も小さく、絹雲母の量が増加すると減少する。

5) アルカリ土金属の体積絶縁抵抗に及ぼす影響は、硼酸は減少、亜鉛華は不変、酸化鉛、石灰、酸化バリウムは増加の傾向を示す。したがって酸化鉛、石灰、および酸化バリウムは絶縁抵抗を増す上には有効である。

6) 誘電体損失角は緑泥石—珪石素地では小さく、特に酸化バリウムおよび石灰を添加したものには非常に小さいものがある。葉蠟石—緑泥石素地では葉蠟石単味素地の中に損失角の小さなものがあり、葉蠟石—絹雲母素地は一般に損失角は大きい、中には良好なものも存在する。

7) 絶縁抵抗の高い素地は必ずしも損失角が小さいとは限らない。

文 献

- 1) 船曳春吉訳. “高周波絶縁物” 有象堂, 昭 18, p.4
- 2) 素木洋一. “金倉 磨 蠟 石 鈹 の 精 製” 窯協, 60 [675] 366-372 (1952)
- 3) 素木洋一. “絹雲母の性質” 同上, 63 [716] 633-640 (1955)
- 4) 素木洋一. “罌 淵 産 緑 泥 石 の 性 質” 同上, 61 [688] 485-490 (1953)
- 5) L.E. Thiess, “Some Characteristics of Steatite Bodies” *J. Am. Ceram. Soc.*, 20 [9] 311-314 (1937)
- 6) S. Speil. “Physical Testing of Talc for High-Frequency Ceramics.” *ibid.*, 26 [10] 336-338 (1943)
- 7) L.E. Kane and H.G. Veltz. “Possible Use of Ferruginous Talcs in Steatite Dielectrics.” *ibid.*, 26 [11] 389-392 (1943)
- 8) M.D. Rigterink, R.O. Grisdale, and S.O. Morgan. “Relation Between Chemical Composition and Dielectric Properties of Ceramic Materials with Low Dielectric Losses.” *ibid.*, 25 [15] 439-443 (1942)
- 9) R.L. Stone. “Physical Chemistry of Firing Steatite Ceramics.” *ibid.*, 26 [10] 333-336 (1943)

(9/20/58 受付)

アルミナ—クロム系サーメットのホットプレス

佐 多 敏 之・清 浦 雷 作

(東京工業大学 工業材料研究所)

Fabricating the Cermet of the System Alumina-Chromium by Hot Pressing

By Toshiyuki SATA and Raisaku KIYOURA

(Tokyo Institute of Technology)

Abstract

Alumina-chromium cermet bodies containing 20 to 70 vol.% Cr were hot-pressed at 1400°~1470°C and 150 kg/cm² for 20~30 min., in argon atmosphere using graphite molds having a circular hole of 8 mm in diameter, or a rectangular hole of 4×15 mm.

From the results of this study it was concluded that :

(1) In hot pressing, increase in the chromium content decreased the pressing temperature, for instance, 1400°~1430°C for 60 vol.% of chromium, being about 300°C lower than the hot-pressing temperature in hydrogen atmosphere (Table 1).

(2) Measuring the hardness distribution along the center line of hot-pressed bodies whose height to diameter ratio was 2:1 the method of pressing was studied, and the best result was obtained when the pressure was applied with a plunger moving downwards in a floating die. (Table 2 and Fig. 3).

(3) The distribution of hardness in hot-pressed bodies of complex shape was studied with a result that there are some regions giving lower hardness values caused

by the lack of the flowability of the mix, which suggests the necessity of three directional pressing (Photo. 2).

(4) The transverse rupture strength of hot-pressed bodies of the size $4 \times 4 \times 15$ mm were $55 \sim 72 \text{ kg/mm}^2$ at room temperature.

(5) The microstructure of hot-pressed bodies was characterized by the occurrence of smaller corundum crystals of the order $1 \sim 3 \mu$, and by the more rough boundaries between the alumina and chromium phase than those in the bodies sintered in hydrogen atmosphere. Continuous metallic phase was observed in the hot-pressed bodies containing more chromium than $60 \sim 70 \text{ vol.}\%$ (Photo. 3).

(6) Fractures in the tension side of the specimens of bending rupture test passed through the crystals of corundum, chromium as well as their phase boundary, and consequently, both chromium and corundum phases were appeared in the electron microphotographs (Photo. 4~5).

緒 言

ホットプレス（熱間加圧成形法）は通常黒鉛型の中に試料粉末を入れ、これを炉内に装置して高温の下に圧縮し、成形と同時に焼結を完了する操作である。その特徴は通常の焼結操作と比較してより低温で焼結できること、気孔率を著しく少なくできること、異形体の成形ができること、その最終加工が僅かであること、成形が容易に短時間に行なえることなどで多くの長所を持っている。しかし黒鉛型の寿命が短いこと、連続多量生産が困難であることによりコスト高となる傾向があるため一般に行なわれていないが、異形体でその硬度が高く、加工費が大きい場合には十分利用できる。また通常の焼結操作では焼結温度が高過ぎて通常の炉の最高温度以上となる場合に、より低温で成形できる場合にも利用されている。

ホットプレスはこれまで金属、炭化物、窒化物、硼化物、酸化物、あるいはこれらのサーメットの成形に使用され、引抜ダイス、歯車、プロペラその他の異形体が作られている。しかしホットプレスの実際の方法については詳細な発表がなされておらず、特に酸化物サーメットのホットプレスについてはほとんど発表がない¹⁾。本報告ではアルミナ-クロム系サーメットの均一成形体を得るためのホットプレスの操作法および得られた成形試料の微構造の特徴等について行なった研究の結果を報告する。

I. 実験装置および方法

ホットプレスの装置 Fig. 1 に示すようにエレマ使用の炉中に外径 40 mm の高アルミナ管を入れ、内部に黒鉛型を入れる。上下に気孔率のある径 30 mm のアルミナ棒を入れ、これらと黒鉛型の間には長さ 50 mm 位の黒鉛の棒が入る。これはアルミナ棒が $1400 \sim 1500^\circ\text{C}$ で圧力下に軟化することを防ぐためである。

Fig. 1 Apparatus for hot-pressing.

Photo. 1 Graphite molds.

アルミナ管の下は鉄製の閉管を連結して、これを通してアルゴンを送り、アルミナ管と鉄製の閉管との接ぎ目はゴム管でおおひ、これを水冷した。アルミナ管の上部にはベローズを気密にかぶせ、圧縮によるアルミナ棒の下降を可能にし、ベローズの下部の外側を水冷する。ベローズの上部にナイフエッジを付し、横杆によって W に荷重する。エレマ炉の横側から白金熱電対を挿入して高アルミナ管の外側、試料部位に接して

温度を測定し、これを温度調節計につなぐ。この温度と試料温度との差は黒鉛型内に温度計を挿入して測定し、内部が 30°C 低い値を得たので、ホットプレス温度より 30°C 高い指示温度でプレスを行なった。

黒鉛型 Photo. 1 に示すように、外径 32 mm、高さ 25 および 30 mm の円柱に径 8 mm の穴をあけたもの、および 4×15 mm の矩形の穴をあけたものをメス型とし、これに厚さ 4 mm の円板の底およびメス型に入る押棒、支え棒からなる。試料粉末を入れて組立て炉内に入れるために、径 1.25 mm のモリブデン線で型を保持し、上部を他のモリブデン線で釣って炉内に降ろす。試料の上下には薄い黒鉛板を入れて、押棒や支え棒を保護する。実際に冷却後は試料と型とは付着するので、このような小さい黒鉛型では 1 試料ごとにメス型を破壊して試料を取り出した。

試料粉末原料 アルミナとクロムの系のクロム配合量は 20~70 vol% で、一部 Mo を Cr の代わりに入れた。アルミナは住友化学製純アルミナで、あらかじめ 1500°C に焼成し、アルミナ製ボールミルで 100 hrs 湿式粉碎し、乾燥後 900°C に焼いたもので、分析値は Ig.loss 0.18, SiO₂ 0.099, Fe₂O₃ 0.009, Na₂O 0.01% であった。[SiO₂ は湿式粉碎前は 0.011% で粉碎時に混入したものと思われる。粒度は 2μ 以下と考えられる。クロムは 99% 純度で 200 mesh の市販品であるが、これを不銹鋼製のポットで、超硬ボールとともに、アルゴン中で乾式粉碎約 100 hrs の後 325 mesh を通過せしめたもので、実際に分析をしたところ、Cr 94.8%, C 0.005, S 0.004, Ni なし, Fe 0.61, Co 0.001% であった。なお O の分析は行っていない。

この原料を所定量に配合し、メタノールを 30% 加えて不銹鋼製ポット中で超硬ボールを用い、30~50 hrs 混合し、後真空乾燥した。

ホットプレスの操作 アルミナ管内にアルミナ棒を入れ、アルゴンを通じて、炉温を上げ、プレス温度になったらベローズをとり、上部のアルミナ棒を別の炉内に保持し、黒鉛棒をとり出し、試料を入れた黒鉛型を Mo 線につるして炉内に設置し、その上に黒鉛棒および別の炉内で加熱しているアルミナ棒を入れ、ベローズをとり付け、横杆を下して 50 kg/cm² 程度加圧する。この交換操作で温度は下るが、調節計の自動操作で 5 分位で元の指示温度に上昇する。この温度になってから 150 kg/cm² の圧力をかけて、一定時間保持し、後逆の操作で黒鉛型を取り出しアルゴン気流中で放冷し、成形試料を取り出した。

ホットプレス試料の測定 ホットプレス試料の表面は黒鉛型との反応層が僅かに存在するので、これをダイヤモンドあるいはカーボランダム砥板で研磨した。この試料について吸水率、気孔率、ロックエル A 硬度、曲げ強さ等を通常の方法で測定した。

II. ホットプレスの方法について

ホットプレス法の要因は温度、加圧力、加圧方法、加圧時間、雰囲気の種類、および圧力等が考えられる。ここで加圧力は普通黒鉛型の高圧強度から考えて 50~250 kg/cm² が採用されており、酸化物のみの場合通常 150~200 kg/cm² で成形体の密度は飽和することが知られている²⁾ので、ここでは 150 kg/cm² のみを採用した。加圧時間があまり長いことはホットプレスの目的には向かないから、できるだけ短い方がよく、10~60 分程度で行なわれている²⁾から、ここでは 20~30 分とした。雰囲気は真空中あるいはガス炉中が考えられるが、Cr 金属の蒸気圧が割合高いので、高真空下では蒸発が問題となるので低真空中かガス中で行なうべきである。ここでは操作の容易さからアルゴン雰囲気中で行なった。これ以外に問題となるのは温度と加圧方法とで、温度は各配合試料によって異なるし、加圧方法は成形体内の焼結度をできるだけ均一にするために最良の方法を採用すべきであるので、この両者についてここで検討した。

加圧温度の決定 黒鉛型の底板を固定して上方のみから加圧を行なって成形体の気孔率、硬度の測定を行なった。成形試料は 8φ×6 mm である。結果を Table 1 に示した。

すなわち Al₂O₃-Cr 系で Cr が 60~70 vol% 程度になると 1400°C で加圧面から 6 mm 位は気孔率がほとんど 0 になることがわかる。アルミナ単味のホットプレス温度²⁾は 1600°C であることが報告されているので、この両者から補内して各加圧温度を求めると、Cr 20% で 1540°C、30% で 1510°C、40% で 1480°C、50% で 1450°C、60% 1420°C、70% で 1400°C となる。本装置ではエレマ炉と高アルミナ管の性質から 1500°C 以上は困難である。加圧上面と下面の硬度差は 3~6 程度あり、焼結度が良ければ無くなるように思われる。

Table 1 Pressing temperature for cermet bodies.

Composition						Hot-pressing		Apparent porosity	Absorption	Hardness	
Al ₂ O ₃	Cr	Mo	Al ₂ O ₃	Cr	Mo	Temp. (°C)	Time (min)			top	bottom
(vol %)						(H _{RA})					
80	20	—	69.3	30.7	—	1410	20	5.55	1.01	84	80
70	30	—	56.8	43.2	—	1430	20	3.90	0.88	81	75
60	40	—	45.8	54.2	—	1430	20	3.22	0.68	80	77
50	50	—	36.0	64.0	—	1400	20	3.40	0.67	77	72
40	60	—	27.3	72.6	—	1400	20	0.00	0.00	88	84
30	70	—	19.5	80.5	—	1400	20	0.33	0.06	73	75
40	50	10	26.0	57.5	16.5	1400	20	0.10	0.01	82	82

加圧方法の決定 前項で用いた試料は $8\phi \times 6\text{ mm}$ で高さや径の比は1以下である。もっと厚い試料で成形体内の硬度分布を測定して、それから最良の加圧方法を決定しようとして $8\phi \times 12\text{ mm}$ の厚物試料を成形した。用いた試料は $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}$ が 40~60 vol% のもので、条件は 1430°C -30 分である。加圧方法としては Table 2 に示す4つの方法で行ない、成形試料をダイヤモンド切断機で半分に切り、ダイヤモンド粉で表面を研磨して後その中心部を約 1 mm 間隔で硬度を測定した。この硬度分布を Fig. 2 に示した。

Table 2 Methods of hot-pressing.

($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-60 vol% Cr}$, Condition of hot-pressing;
 1430°C , 30 min, 150 kg/cm^2)

No.	Methods of pressing	Dia. (mm)	Height (mm)	Apparent porosity (%)	Aborption (%)
1	downwards in fixed die	8.13	12.65	12.5	2.66
2	cold-pressed at 200 kg/cm^2 , and then hot-pressed downwards in fixed die	8.07	12.76	12.3	2.49
3	downwards in floating die as shown in Fig.1	8.16	11.90	0.08	0.01
4	downwards and then upwards in fixed die	8.14	11.55	0.10	0.02

Fig. 2 Hardness distributions along the center line of hot-pressed bodies by four pressing methods as given in table 2.

この実験からわかることは第3の方法、すなわち Fig. 1 に示した黒鉛型のように、型と試料との壁摩擦でメス型を浮かせるか、あるいはメス型と底板の間に弱いスプリング (W あるいは Mo 線) を入れるとかして、上方のみから加圧する方法が実際に簡単であるので、以下の実験ではこの方法を採用した。この方法でも高さ/径比が1以上では一部の下寄りに硬度の少し弱い部分ができることがわかる。また径方向の硬度分布はほとんど変化しないことがわかった。

III. 異形のホットプレス成形体中の硬度分布

上記の加圧方法を用いて、5種の異形体のホットプ

レスを行ない、切断面の硬度分布を測定した。試料は $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}$, 40—60 vol% のもので、 1430°C -30 分の条件で行なった。結果を Photo. 2-a~e に示した。a) は上面が 45° 、下面が 30° に傾斜した $8\text{ mm}\phi$ の円柱で隅に弱い部分が一部あるが、一般に均一と考えられる。b) は下面が 45° の頂角をなす錐体をなしているが、前と異なり傾きが釣合っている場合は均一である。上面に薄い円筒状に入り込んだ部分では壁摩擦が効いて硬度が著しく小さい。こういう部分は別の押棒で、この部分を加圧してやる必要がある。c) は上面下面にゆるい凹凸がある場合で、断面は $4 \times 15\text{ mm}$ である。この程度のゆるい波形面では特に弱い部分はあり得ないが、試料が a の場合と似て梯形になっており、最初試料粉末を入れるときの入れ方を適当にする必要がある。この試料では薄い部分でよくしまり、厚い部分で下の部分がしまっていないことがわかる。d) は $4 \times 15 \times 8\text{ mm}$ の角状試片の中央に $4\text{ mm}\phi$ の円棒が横に突出したものの切断面で、横に突出した部分はメス型に横に穴をあけて得たが、この部分に粉末が流動はしてはいるがほとんどしまっていない。この部分に影響されてそれに近い部分もしまっていない。この場合横方向からも加圧すればよいことがわかる。e) は d) と似ており $8\text{ mm}\phi$ の円柱から四方に突起がでている場合で同様な硬度分布になっており、この場合も横方向から加圧する必要がある。

以上の結果からこのような異形体の成形の場合には、試料粉末をメス型内に成形体に近い形で入れることも必要であろう。また3方向加圧も必要であろう。加圧面に対する試料面の傾斜は 45° 程度までは問題はない。

IV. 角状試片のホットプレス

$4 \times 15\text{ mm}$ の断面のメス型を用い、上述の加圧方法で 150 kg/cm^2 の圧力でホットプレスを行ない、 $4 \times 4 \times 15\text{ mm}$ の角状試片を3~4個ずつ成形した。これを研磨して気孔率、嵩比重、曲げ強さ、硬度を測定した。曲げ強さは 10 mm スパンで常温で測定し、一部の極端に弱い値を棄却して、結果を Table 3 に示した。

この結果から、試片数は少ないが、この程度のものが上述の条件で容易に得られることがわかる。

V. ホットプレス成形物の微構造

第1表所載のホットプレス試料についてカーボランダム研磨後、ダイヤモンド微粉により研磨し、反射顕微鏡で観察した。比較のため同一試料の水素炉焼結物についても観察した。この焼結条件は原料を 800 kg/cm^2 で成形した後、 3 t/cm^2 の圧で静圧成形を行なっ

Photo. 2 Hardness distribution in hot-pressed bodies having complex shape.

(Al_2O_3 -Cr 40—60 vol%, 1430°C, 150 kg/cm²)

Table 3 Rupture tests of hot-pressed rectangular bars ($4 \times 4 \times 15$ mm)

Al_2O_3 -Cr-Mo (vol %)	Hot-pressing		Apparent porosity (%)	Bulk density (g/cm ³)	Transverse strength mean	Rupture (kg/mm ²) max	Number of specimen	Hard- ness R_A
	temp. (°C)	time (min)						
60—40	1470	30	0.02	5.17	54.7	56	2	86
50—50	1450	30	0.02	5.50	56.0	59	3	78
40—60	1430	30	0.05	5.80	55.1	58	2	78
30—70	1410	30	0.00	6.12	68.6	69	1	75
40—50—10	1430	30	0.00	—	71.3	72	2	83

て $8\phi \times 6$ mm とし、炉内水素の露点が -3°C となった水素炉中に入れ、 1680°C に 1 hr 焼成した。試料を取出したときの露点は $+3^\circ\text{C}$ であった。この焼結試料の気孔率、硬度を Table 4 に示した。硬度は気孔率があるためホットプレス試料より小さく、また同様

Table 4 Al_2O_3 -Cr cermets sintered at 1680°C in hydrogen atmosphere

Al_2O_3 (vol %)	Cr	Absorption (%)	Apparent porosity (%)	Hardness R_A
80	20	0.12	0.52	79.0
70	30	0.10	0.48	78.7
60	40	0.16	0.76	78.1
50	50	0.39	2.00	75.6
40	60	0.09	0.53	74.7
30	70	0.11	0.63	69.9

にクロムの含量とともに下降する。

これらの試料のうち Cr 20, 40, 60, 70 vol % のものについてのみの微構造を Photo. 3 に示した。白い部分が金属クロム、黒色部分がアルミナである。クロム、およびアルミナ粉末はそれぞれ凝集して、クロムは 100μ 程度まで長くなる。クロムとアルミナの境界はホットプレス試料では凹凸があるが、焼結試料では滑らかである。アルミナの結晶粒は前者で 3μ 、後者で 8μ 程度で、いずれもクロムの含量が多くなるとアルミナの単結晶が長く連結するようになり、70%以上では金属クロム相中に単結晶として分散するようになる。クロム相の連結はホットプレスの場合 70 vol % から始まり、焼結試料では 60 vol % から始まる。ホットプレスの温度が高いほどクロム相の連結は低クロム含量の方でおこる傾向がある。以上のようなホットプレス試料と焼結試料との微構造の相異は温度が前者で $1400\sim 1430^\circ\text{C}$ で、後者が 1680°C で、その温度差に大部分が帰因していると考えられる。

つぎに Al_2O_3 -Cr 40—60 試料を Table 2 の 3 の方法で 1430°C でホットプレスした場合は、Table 1 の 1400°C でホットプレスした場合と比較してクロム相の連結度はよくなることがわかる。また $8\phi \times 12$ mm の試料の上面ではクロム相が加圧面にはほぼ平行に走る

のが見られ、下面に近いところではほぼ不規則であることがわかり、加圧による微構造への影響が現われている (Photo. 4)。

これらの試料は赤血塩の KOH 溶液で腐蝕したが、W. Schatt の報告³⁾にある反射率の

弱く硬度の高い酸素を固溶したクロム相が見られ、ホットプレス試料では大きく焼結試料ではアルミナ相との界面やクロム相内に小さく分布している。これはホットプレスでは短時間にしかも低温で終了するのに対し、焼結では高温でしかもより長い時間行なわれるこ

Photo. 3 Micro-structure of hot-pressed (left side) and sintered (right side) bodies containing 20, 40, 60, 70 vol% (from above) of Cr ($\times 400$)

Photo. 4 Microstructure of upper and lower part in hot-pressed cylinder (40 Al_2O_3 -60 Cr, at 1430°C) ($\times 400$)

とから生ずる相異であろう。

破断面の微構造 Table 3 に示した角状試片の曲げ試験で、引張面に生成した破断線を顕微鏡で見ると (Photo. 5), それはアルミナ相をもクロム相をも通っていて区別がないが, Al_2O_3 -Cr-Mo 試料では破断線から派生した亀裂線はクロム相をも貫通するが,

アルミナクロム境界をも通っていることがわかる。これは Cr-Mo (50-10) 合金の強度が境界より大きいためか,あるいは派生した亀裂で,そのエネルギーがすでに減少しているためではないかと考えられる。

つぎに破断面の代表的電子顕微鏡写真を Photo. 6 に示した。電子顕微鏡写真はエチルセルローズ-カーボン 2 段階レプリカ-クロムシャドウィング法により試料を作り 5000 倍で撮影した。アルミナ相は $1 \sim 3 \mu$ の均一なコランダム粒が集合しており,クロム相の結晶は著しく大きく,その破面は粒の方向によって平滑な場合と階段状の皺がある場合とがあって粒界がわかる。このような皺のある面に細い亀裂が特に存在しているのが見られる。アルミナとクロム相の接触面はこの写真から特に異常構造は認められない。

総 括

アルミナ-クロム系サーメットの黒鉛型によるホットプレスについて実験を行なった。プレス温度は, $1400 \sim 1470^\circ\text{C}$, 加圧力は 150 kg/cm^2 , 加圧時間は 20 ~ 30 分, 雰囲気はアルゴン気流中である。試料は 8 mm 径と $4 \times 15 \text{ mm}$ 断面の 2 種類について行なった。

1) アルミナとクロムの配合量でホットプレスの温度は異なり,クロムの含量とともに下がり,クロムが 60 vol % で $1400 \sim 1430^\circ\text{C}$ 程度となる。すなわち水素炉内での焼結温度より 300°C 低い温度で完全焼結ができる。

2) 加圧の方法を成形体中心の硬度分布から定めたが,メス型を浮かしたままで上方のみから加圧すればほぼ良い結果が得られる。

3) 種々の異形体成形の可能性について数種の実験を行なったが,成形時の加圧力の伝播が困難場合にはよく填らない。加圧面に 45° 程度の傾斜では可能である。異形体のプレスはその形に応じて予備成形や 3

Photo. 5 Line of fracture in the rupture test, 40 Al_2O_3 -60 Cr (left) and 40 Al_2O_3 -50 Cr-10 Mo (right) ($\times 400$)

60—40

50—50

40—60

30—70

40—50—10

Photo. 6 Electron microphotograph of the fracture of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}$ (or Cr-Mo) Cermet ($\times 5000$).

方向加圧が必要であらう。

4) 角状試片 ($4 \times 15 \times 4 \text{ mm}$) について常温の曲げ試験を行ない強度を測定し、 $55 \sim 72 \text{ kg/mm}^2$ を得た。

5) ホットプレス成形体の微構造を水素炉焼結体の微構造と比較した。ホットプレス成形体の微構造の特色は成形温度が焼結温度より $200 \sim 300^\circ\text{C}$ 低いから、アルミナ結晶粒の発達が小さく、アルミナとクロムとの境界の凹凸が大きい。クロム相の連結はクロム $60 \sim 70 \text{ vol } \%$ 以上でおこる。

6) 常温曲げ破断線はアルミナおよびクロム粒内を通るが、一部アルミナクロム境界を通る場合もある。したがって破断面にはアルミナ相とクロム相の両者が現われる。アルミナの結晶粒は $1 \sim 3 \mu$ で、クロムのそれは著しく大きい。

本研究は東京工業大学協同研究費によって行なわれたことを付記する。化学分析および電子顕微鏡写真についてご援助を頂いた日本特殊鋼株式会社出口喜勇爾

博士、および昭和電工株式会社中野勇三氏に深謝の意を表したい。

なお本研究は本会春季学術講演会（昭和33年6月）で発表した。

引用文献

- 1) S. Kraph, *Ber. deut. Ker. Ges.*, **31** [1] 18-21 (1954)
 Cr_2O_3 と Al とからテルミット反応による高温で直ちにプレスを行なう方法であるが、配合組成に制限がある。
- 2) R. Caillat, R. Pointud, *Rev. Metallurgia*, **54** [4] 277-282 (1957)
P. Murray, *Symposium on Powder Metallurgy*, 1954 p. 125-131 (1956);
P. Murray, E.P. Rodgers, A.E. Williams, *Trans. Brit. Ceram. Soc.*, **53** [8] 474 (1954)
- 3) W. Schatt, *Silikattech.*, **8** [7] 268-73 (1957)
(9/27/58 受付)