

NO. 1

金材技研

1980

科学技術庁

ニュース

金属材料技術研究所

## 新年のごあいさつ

所長 工博 荒 木 透

あけましておめでとうございます。

創立以来、当研究所はここに24年目の新春を迎えました。

当研究所は昨年3研究部の筑波移転をほぼ完了して筑波支所を開設いたしました。ここに目黒地区と併せて、金属材料の精錬、加工等プロセスの研究から品質に関する試験研究、さらに新しい材料の研究開発など、広い分野の金属材料の総合研究所としての使命を果たしてゆく新しい体制づくりを進めることができました。

新年度には、新しい大型プロジェクトとして、まず「極低温利用機器材料の研究開発」が発足いたします。超電導送電、エネルギー貯蔵等に利用される超電導材料ならびに極低温構造材料の開発を進め、これらシステムの我が国における早期実現に貢献しようとするものであります。さらにエネルギー転換に関連した新テーマとして「核融合第一壁用低Z物質被覆に関する研究」、および公害防止関連として「廃水の懸濁電解処理の研究」が発足いたします。

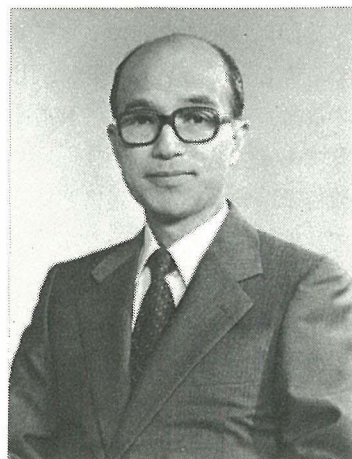
従来よりの継続としましては、特別研究、原子力研究、省エネルギー技術研究開発、大型工業技術研究として、エネルギー関連の研究課題6テーマ、材料の耐久性、安全性に関する課題3テーマ等の研究プロジェクトを推進し、また宇宙材料実

験を含めた各種のシーズ育成的研究、材料試験業務（強さデータシート）等を推進して参ります。

科学技術の積極

的な推進は、エネルギー、資源の代替、財政再建問題など国内的国際的に困難の多いわが国の前途に希望を託する重要な課題であります。すぐれた先導的技術を自主開発してゆくためには、使用される材料の改良、創製が先行して研究され解決されてゆかねばなりません。その意味において、金属材料の分野において当研究所として応分の責任を果たし、材料科学技術の国家的な推進に役立つように努力することが私共の重要な使命と存じます。

官界、学界、業界の各位の一層の御指導御鞭撻と御後援を希求申し上げる次第であります。



## 新しい金属微粒子製造法

金属微粒子，とりわけ平均粒径が  $1\mu\text{m}$  以下の粒子は“超微粒子”と呼ばれ，通常の金属塊には見られない様々な性質を示すようになる。

たとえば，Fe-Ni-Co 系合金の超微粒子は磁気特性が優れ，高密度の磁気記録材料として注目されている。また，磁性微粒子を液体中に分散させて磁性流体としたり，厚膜 IC 用の導電塗料，焼結促進材，化学反应用触媒，微小孔フィルターなど，超微粒子の特性を生かした用途の開発が進められている。

現在，良質の金属微粒子を得るための工業的製造法としては，低圧の不活性ガス中で金属を加熱・蒸発する方法が開発されている。しかしながら，この蒸発現象を利用した金属微粒子製造法は，金属の蒸発速度がその加熱温度における金属の蒸気圧や雰囲気圧力の圧力などによって著しく左右されるため，概して製造能力が低く，しかも，Ta, Nb 等の高融点金属では微粒子製造それ自体が極めて困難である。また，このようにして製造された金属微粒子は貴金属並の価格となることなどが相まって，実用化への隘路ともなっている。

金属化学研究部では，これまで「金属－ガス間の化学反応」に関する一連の研究を進めてきたが，その研究の過程で見出された現象を基に，従来の方法とは全く異なる金属微粒子製造法を開発した。すなわち，上記研究テーマの一環として行われた「アークプラズマ中の

水素と熔融金属の反応」に関する研究において，アークプラズマ中の水素（原子状に解離）は，通常分子状水素よりも熔融金属に活発に作用し，見掛けの水素溶解量を増大させる性質があること，またこのようにして過飽和に溶解した水素は熔融金属

の微粒子をともなって放出することなどの知見が得られた。そして，この一連の現象を利用することにより，金属微粒子の高効率生産が可能であることを見出したものである。

この原理に基づく金属微粒子製造法の一例として，水素－アルゴン混合ガス雰囲気（1 気圧）中で直流アークを発生させ，このアークを熱源として金属を溶解して製造した鉄およびタンタル微粒子の走査電顕写真を写真 1 および 2 に示す。写真に見られるように，製造された金属粒子はいずれも直径  $1\mu\text{m}$  以下の超微粒子であり，とくにタンタル粒子ではその直径が  $0.1\mu\text{m}$  以下となっている。

表には，本製造法による微粒子発生速度の一例を示す。また比較のために真空中における金属の蒸発速度（表面積  $3\text{cm}^2$ ）の計算値も併せ示した。金属の蒸発速度は雰囲気圧力の増大とともに激減することを考えに入れると，本製造法は従来法よりも数百倍以上の微粒子製造能力があると言える。なお，本製造法はどのような金属および合金に対しても適用できることが確認されており，金属微粒子の応用分野の拡大に貢献できるものと考えられる。

表 本製造法と従来法による金属微粒子発生速度の比較

金 属	雰囲気 (1 気圧)	微粒子発生速度	蒸発法の微粒子発生速度 (真空)
鉄	30% $\text{H}_2$ - Ar	30 ~ 90 g/hr	17.6 g/hr
	40% $\text{H}_2$ - Ar	180 ~ 240 g/hr	(2000 K)
タンタル	50% $\text{H}_2$ - Ar	7 g/hr	0.5 g/hr
	75% $\text{H}_2$ - Ar	10 g/hr	(3330 K)

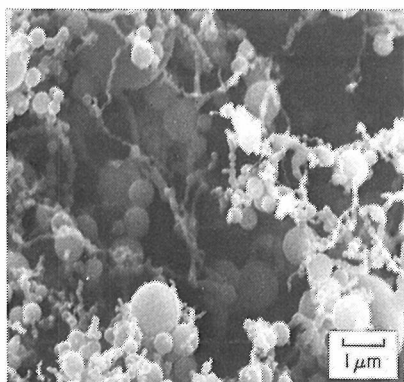


写真 1 鉄微粒子

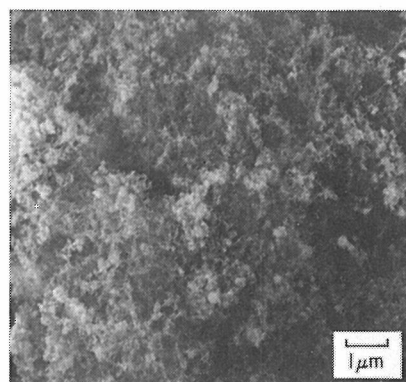


写真 2 タンタル微粒子

## 磁性半導体を含むヘテロ接合

$\text{CdCr}_2\text{Se}_4$ ,  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  などのカルコゲナイド・クローム・スピネルは、1966年に発見されて以来、磁性と半導性をあわせもつ強磁性半導体として注目されている。これらの物質は通常の半導体とはまったく異なった電気的・光学的性質を示す。たとえば、これらの物質はそれぞれの磁気変態温度近傍で大きな負の磁気抵抗を示すとともに、それらの光学的吸収端が温度の低下にともない長波長側にずれる。しかし、これらの特異な性質を利用した本格的な素子に関する研究はほとんど行われていない。それはこれらの物質の基礎的な物性に関する研究、および素子化に必要な接合に関する研究が遅れているためである。

金属物理研究部では、これらの物質の素子化を指向した磁性半導体を含むヘテロ接合に関する金材技研独自の研究を行っている。ヘテロ接合とは、異なった種類の半導体結晶を結晶格子が連続するように接合させたものを言い、これは、おもに受光および発光素子の効率を高めるためにもちいられる。

カルコゲナイド・クローム・スピネル磁性半導体の中で、 $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  は光学的性質の特異性が特に大きく、良好な素子性能が期待される物質であることに注目し、現在まで、 $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  と通常の半導体である  $\text{CdIn}_2\text{S}_4$  あるいは  $\text{HgIn}_2\text{S}_4$  との間の各ヘテロ接合および磁性半導体同志の  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Cr}_2\text{Se}_4/\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  ヘテロ接合を、気相法により作製することに成功している。これらのヘテロ接合は、同じスピネル型の結晶構造をもつ物質同志

の組み合わせであり、さらに格子定数の不整合がいずれも1%以内と小さいため、良好なヘテロ接合特性が期待される。

図1は  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4/\text{CdIn}_2\text{S}_4$  ヘテロ接合の断面における組成変化を示す。各構成元素の濃度は、接合界面近傍においてほぼ階段的に変化しているが、わずかに傾斜を持っていることがわかる。また、このヘテロ接合に光を照射すると、接合両端に付けた電極間に電圧が発生する。この電圧の光子エネルギー依存性を調べた結果、このヘテロ接合は、強磁性半導体  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  の光学的性質の特異性を十分に利用した独特な受光素子として機能することが明らかになった。

写真1に磁性半導体同志の  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Cr}_2\text{Se}_4/\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  ヘテロ接合表面の反射電子線回折像、および断面の光学顕微鏡写真と  $\text{HgLa}$ ,  $\text{CdLa}$  各X線像を示す。 $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  単結晶基板上に厚さ約  $5\mu\text{m}$  の  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Cr}_2\text{Se}_4$  単結晶エピタキシャル膜ができていることがわかる。しかし、この場合も各構成元素の濃度は接合界面近傍において傾斜を持っている。

今後、以上のヘテロ接合をもちいて、磁性半導体の光学的性質の特異性を十分に発揮する磁性半導体発光素子の可能性を探究する予定である。そのためには、各構成元素の濃度が接合界面で急激に階段的に変化するヘテロ接合、および異種物質の吸着層などのない清浄な界面を持つヘテロ接合等を作製する必要がある。これは、超高真空中で各種構成元素の分子線強度を任意に制御しながら結晶成長を行うことができる分子線エピタキシャル結晶成長装置をもちいることにより達成されるであろう。

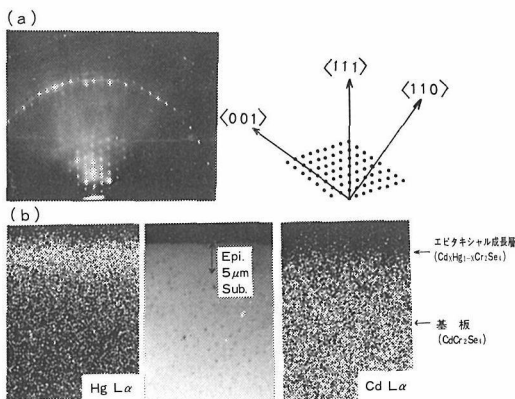


写真1  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Cr}_2\text{Se}_4/\text{CdCr}_2\text{Se}_4$ ヘテロ接合

(a)表面の反射電子線回折像

(b)断面の光学顕微鏡写真および $\text{HgLa}$ ,  $\text{CdLa}$ 各X線像

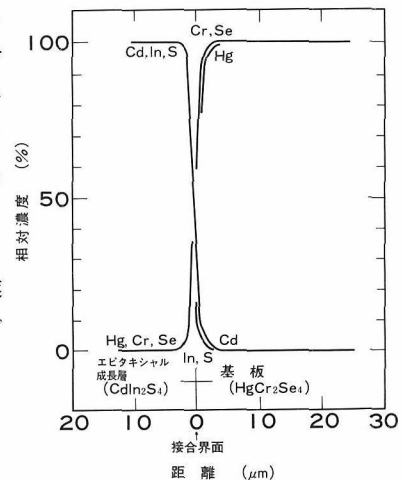


図1  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4/\text{CdIn}_2\text{S}_4$ ヘテロ接合の断面における組成変化

# 1979年外国人来訪者一覧

○来 訪 者

来訪者合計 162人

国 名	人数	月 日	氏 名	所 属 機 関
ア メ リ カ	32	3. 22	Prof. W. E. Wallace	Univ. of Pittsburgh ほか1名
		5. 16	Dr. D. B. Montgomery	Massachusetts Institute of Technology ほか3名
		5. 22	Dr. S. J. Matas	Republic Steel Co. ほか3名
		5. 28	Dr. T. M. Devine	General Electric Co.
		5. 29	Dr. P. S. Swartz	Intermagetics General Co. ほか1名
		5. 30	Prof. K. Strnat	Univ. of California ほか2名
		6. 2	Prof. A. E. Ray	Univ. of Dayton
		9. 20	Prof. M. E. Fine	Northwestern Univ.
		9. 28	Dr. W. Parrish	IBM San Jose Research Laboratories
		10. 3	Prof. R. W. Boon	Univ. of Wisconsin ほか1名
		10. 6	Dr. D. Beard	Department of Energy
		10. 13	Prof. S. W. Vansciver	Univ. of Wisconsin
		10. 13	Dr. D. N. Cornish	Lowrence Livermore Laboratory
		10. 13	Dr. W. V. Hassenzahl	Los Alamos Science Laboratory
		10. 13	Dr. S. T. Wang	Argonne National Laboratory
		10. 23	Prof. M. R. G. Wuttig	Univ. of Missouri 他1名
		11. 1	Dr. R. Dolinsky	Dow Chemical Central Institute ほか1名
		11. 30	Prof. H. K. Birnbaum	Univ. of Illinois
		12. 5	Dr. R. H. Stulen	Sandia Laboratories
		12. 6	Dr. D. G. Westlake	Argonne National Laboratory
中 国	27	3. 3	Dr. 王 如	中国ハルビン船舶工程学院視察団 ほか12名
		4. 5	Dr. 唐 克	中国冶金工業代表団 ほか4名
		6. 1	Prof. 何文望	北京大学 ほか6名
		12. 5	Prof. 周榮章	北京鋼鉄学院 ほか1名
		7. 27	Mr. 姜博光	韓国科学技術調査団 ほか10名
韓 国	19	8. 13	Prof. 洪鐘微	高麗大学 ほか2名
		8. 22	Mr. 呉龍澤	起亚産業株式会社 ほか3名
		10. 3	Mr. 鄭秉承	韓国電力技術研究所
イ ギ リ ス	10	4. 25	Dr. N. W. Kerley	The Oxford Instrument Co. Ltd. ほか1名
		7. 28	Dr. D. S. Flett	Warren Spring Laboratory ほか1名
		10. 2	Dr. J. A. Catterall	Department of Industry ほか2名
		10. 22	Prof. R. W. K. Honeycombe	Univ. of Cambridge ほか1名
ソ 連	10	11. 30	J. C. Scully	Univ. of Leeds
		5. 11	Prof. E. M. Nadgornyi	Solid State Physics Institute
		5. 28	Prof. E. M. Sokolovskaya	Moscow Univ. ほか2名
		10. 3	Dr. I. V. Gorynin	Central Research and Scientific Institute of Shipbuilding ほか4名
西 ド イ ツ	9	11. 9	Dr. L. I. Maslov	Baikov Institute of Metallurgy
		3. 9	Prof. E. Nembach	Univ. of Münster
		8. 31	Dr. G. Landwehr	Max-Planck Institute für Metallforschung
		10. 1	Prof. B. Ilschner	Univ. of Erlangen
		10. 4	Dr. E. From	Max-Planck Institut für Metallforschung
		10. 31	Prof. D. Uebing	TUV Rheinland ほか2名
		11. 30	Dr. H. Züchner	Univ. of Münster
		12. 5	Dr. H. Wüstenberg	Bundesanstalt für Material Prüfung
		9. 22	Dr. T. F. Abdullah	Chief Secretary to Government to Cabinet Secretary ほか5名
		7. 16	Mrs. M. T. C. Dinochet	Ministry of Mining ほか2名
マレーシア	6	10. 19	Dr. W. S. Schwarzbaum	Government Research Center for the Mining Industry ほか1名
		5. 23	Prof. L. D. Anthony	Australia National Univ. ほか3名
オーストラリア	4	4. 27	Mr. P. Heedman	MEFOS-Foundation for Metallurgical Research ほか1名
		11. 21	Dr. R. Corin	ASEA Co.
ノルウェー	3	6. 13	Dr. Wintermark	Norway Ship Bureau (N. V.) ほか2名
		5. 12	Prof. W. K. Lu	McMaster Univ.
カナダ	2	6. 21	Prof. M. B. Ives	McMaster Univ.
		6. 19	Dr. S. Öshuntolu	Nigerian Steel Development Authority ほか1名
ナイジェリア	2	12. 6	Prof. C. Leloup	Commissariat a L'energie Atomique
		12. 7	Asso. Prof. M. Aucouturier	Univ. de Paris Sud.
フランス	2	1. 24	Prof. H. Bethge	The Institute of Solid State Physics and Electron Microscopy ほか1名
東 ド イ ツ	2	1. 11	Mr. I. Kaislaniemi	Embassy of Finland
		2. 2	Prof. M. Caputo	Univ. of Rome
フィンランド	1	2. 21	Dr. V. Walder	Iron and Steel Research Institute
イタリア	1	4. 2	Mr. A. Moisescu	The Standards Institution of Israel
チェコスロバキア	1	7. 14	Dr. G. P. Tiwari	Bhabha Atomic Research Centre
イスラエル	1	10. 29	Prof. D. G. Pinatti	Univ. of Campinois
インド	1	11. 8	Dr. D. Crawford	Univ. of Capetown
ブラジル	1	11. 16	Dr. I. Bleckmann	Bleckmann Co.
南アフリカ	1	10. 8	Group Training Course in Industrial Standardization and Quality Control	18名
オーストラリア	1			
その他	18			

○滞 在 者

(1) Dr. R. G. Sharma, Senior Scientist, National Physical Laboratory, India

(54. 12. 13. ~55. 3. 22)

通巻 第253号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 坂内富士男  
印刷 株式会社 三興印刷  
東京都新宿区信濃町12  
電話 東京(03)359-3811(代表)

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号  
電話 東京(03)719-2271(代表)  
郵便番号 153