

金材技研

1987

科学技術庁

NO. 7

ニュース

金属材料技術研究所

合金も設計できる

——超耐熱Ni合金の性能アップをコンピュータが手助け——

機械や建築では、着工の前に設計を行うのが常識である。合金の場合でも、要求特性を実現する構造を指定し、またこの構造を実現する製造方法を決めるという「設計」ができそうなものだが、これがなかなか難しい。なぜなら、合金の構造がミクロ的で、しかも温度など多くの因子が複雑かつ微妙に影響するからである。しかし当研究所では、Niを主成分とする超耐熱合金の開発にあたり、実用的には世界唯一ともいえる合金設計法を考案し、世界レベルを超える超耐熱合金を次々に送りだしている。

この写真は、Niを主成分とする超耐熱合金の組織の電子顕微鏡写真である。白く見えるところがガンマ(γ)、黒いところがガンマプライム(γ')と呼ばれる結晶で、特にこの γ' 結晶は温度が上がるほど強度が上がるといった変わった性質を示す。この2種類の結晶が共存することが高温に強いNi合金の条件で、単結晶化、粒子分散強化など各種の製造プロセスに合わせ、最適な γ と γ' の量およびそれらの組成を決定するのが合金設計の眼目である。

我々の合金設計の特

徴は、強化の主役である γ' 結晶をまず設計することで、次にこれと平衡する γ 結晶の組成を計算、評価する。さらに互いにペアとして相性が良いか、シグマという有害な結晶が出ないか、 γ と γ' との結晶格子の寸法が適当かなど、さまざまな基準で選別を行う。この過程はすべてコンピュータの中で行われ、無数の有望そうな合金が浮かんでは消えてゆく。そしてわずかに生き残ったものが一次合格者として出力される。これらは次に試験片にして、実験でさらに特性を確かめる。こうしておもにWやTaの量を限界まで高めた結果、表に示すように従来の世界最高性能を凌駕する合金が幾つも得られている。

我々はTi合金にもこの手法の応用を広げるとともに、人工知能的な手法の導入も検討するなど、合金設計法の確立を目指して研究を展開している。

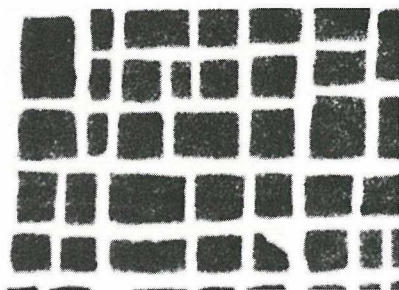


写真 超耐熱Ni合金の内部の電子顕微鏡による観察

表 超耐熱Ni合金の耐用温度の比較(°C)
(14kgf/mm²で1000hのクリープ寿命を示す温度)

	従来の合金 の最高値	当研究所の合金 設計により開発 されたもの
(普通) 精密铸造合金	957	973
一方向凝固合金	981	1000
単結晶合金	1010	1050
分散強化合金	1068	1170

機能性アルミナ皮膜の生成法を開発

——磁気ディスク基板やセンサに利用も可能——

薄い硫酸の中でアルミニウムを直流のプラス側に接続して通電すると、アルミニウムの表面にアルミナ（酸化アルミニウム）の皮膜ができる。アルマイト処理として従来から使われているこの方法で作った皮膜は、素地に接した緻密な薄い密着層（バリアー層）とその上の細孔をたくさんもった皮膜とからなっている。アルマイト処理した食器や建材がさびにくいのは、この緻密なアルミナ皮膜のおかげである。

当研究所では、新しい機能性をもったアルミナ皮膜の生成法の研究を行ってきたが、従来の薄い硫酸の代わりに濃い硫酸を使用して、防食用の皮膜とは異なったいろいろな特徴をもった皮膜を生成させる方法を開発し、ひきつづきその応用の研究も進めている。当研究所の方式で作った皮膜の性質を、従来の方式で作った防食用の皮膜と比較して表に示した。アルミナは電気を通さないので、密着層が緻密であると複雑な工程で穴を作って素地のアルミニウムを露出させなければ、皮膜の上に電解析出ができないが、当研究所の方式では密着層に多数の隙間が存在しているのです。この隙間の底に露出しているごくわずかな素地面を出発点として、ただちに電解析出を行うことが可能である。

最初、 $0.05\text{A}/\text{dm}^2$ という非常に小さい電流でNiを析出させると、図に示したようにNiが密着層の隙間を埋め、一部はその上の

細孔の中に樹枝状に析出し始める。ここで電流を $1.45\text{A}/\text{dm}^2$ に上げると樹枝状のNiは太りながら細孔の上部まで達し、さらに電解を続けるとアルミナ皮膜の表面はNiで均一にメッキされる。写真はNiの析出状態の、二次電子線像と特性X線像である。2段目電解の初期には、(a)のように細孔上部までNiで埋まって一部ではNiが皮膜の表面に析出し、2段目電解の終期には、(b)に示したように皮膜の表面が、Niで全面的に厚く覆われている様子がよくわかる。

Niのような磁性金属を皮膜の細孔内に析出させて充填したものは、垂直磁化膜の作用をもっているのです。磁気ディスク基板に利用できる。また、当研究所の方式で作ったアルミナ皮膜の細孔表面は、表からわかるように活性度が大きいので、水分やガスを吸着しやすい。このような吸着による皮膜の電気伝導度や誘電率の変化を測定すれば、湿度やガスのセンサにも使える。さらに、発光体、感光剤、触媒など細孔中への充填物を変えれば、いろいろな機能をもった皮膜を作ることも、可能になると予測している。

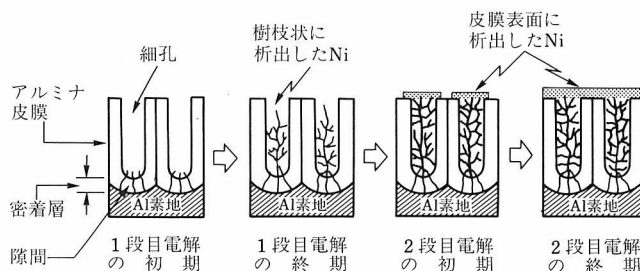


図 ニッケルの電解析出過程の図解

表 アノード酸化皮膜の特徴

	当研究所方式	従来方式
使用液濃度	13モル	1.5モル
細孔の径	200Å	120Å
細孔の数	少	多
密着層	隙間あり	緻密
SO ₄ ²⁻ 量	多	少
活性度	大	普通

1 Å (オングストローム) = 10^{-10}m

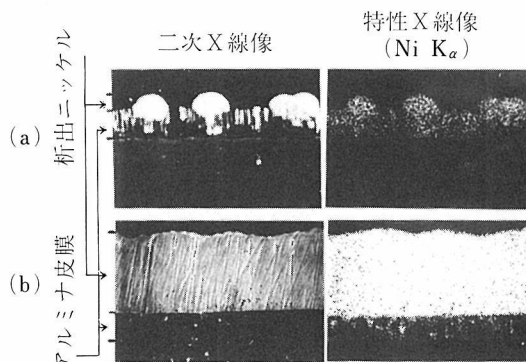
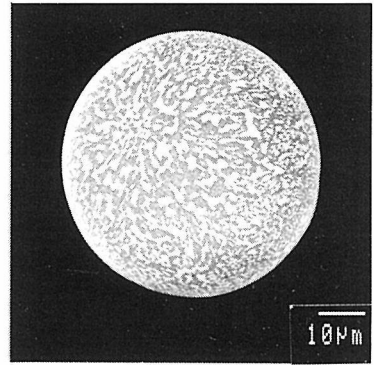


写真 ニッケル析出状態のEPMAによる観察

ハイテクにも利用される 金属粒子の製造技術

当研究所で開発した遠心噴霧法による金属粒子の製造技術（金材技研ニュース1985年No.12参照）は、汚染がなくて粒径がそろった球形の粒子を簡単に作れるので、ハイテク産業用素材の開発分野で注目されている。最近では、マイクロエレクトロニクス用のはんだペーストを始めとして、ニューメディア用光磁気記録材料である希土類化合物の製造にもこの技術が応用されるようになってきている。

この写真は、遠心噴霧法で作ったSn-Pb-Agはんだ粒子の走査電子顕微鏡像（日本金属学会金属組織写真B部門奨励賞受賞作品）である。



当研究所の磁性流体特許が 一斉に実用化へ

当研究所では、昭和59年度から科学技術振興調整費により「ハイブリッド化構造設計技術による新材料創成のための基盤技術に関する研究」を進めているが、その一環として画期的な金属磁性流体の製造法（金材技研ニュース1986年No.3参照）を開発した。この研究過程で得られた種々の特許が、NOK(株)、ライオン(株)、三洋化成(株)、大塚化学(株)、日本精工(株)、昭和真空(株)、花王(株)の7社に実施許諾され、

これにより用途開発を含む実用化が一斉に開始されることになった。特に、磁性流体シールは厳密に気密が保たれる上に、摩擦や摩耗が少ないので、真空中に回転軸を導入するための真空シールや、回転軸受けからの塵の発生を防ぐための防塵シールをはじめとして、将来は自動車等の摺動軸に使用されているオイルシールにも取って代わる新シール材として期待されている。

この磁性流体シールへの応用を契機として、今後はさらにシール以外の用途への普及も、一段と進行するものと考えられる。

活発な技術相談

当研究所は、行政サービスの一環として、昭和46年度から金属材料などに関して、民間企業などからの質問や相談に応じる技術相談を行っている。年間の相談件数は数百件にもなるので、昭和59年度からは複数の研究者がこれを担当し、一層のサービス向上と充実を図っている。なお、相談の結果が個人や企業間のトラブルに利用されないよう、国立研究機関としての中立性に充分配慮している。

来訪、電話、あるいは文書で受付けた相談に

は、ただちに回答するように心掛けているが、時には調査・検討に数日を要して、回答が後日になるような難しい相談もある。技術相談の内容および相談者は千差万別で、ステンレス鋼と銅板の違いについての焼鳥屋さんからの問合せや、セラミックス刃物の登場による法改正のために、金属とセラミックスの特徴についての警視庁からの質問、などがあつた。また、学生から試験問題や宿題の答えを聞いてくることもあるが、これは丁重にお断りしている。

以前は腐食や破壊に関する相談が多かったが最近では新素材に関する質問が増えてきている。

クリープ受託試験の現況

当研究所は、昭和42年に制定された「金属材料技術研究所クリープ試験受託規程」（科学技術庁訓令第69号）および「金属材料技術研究所クリープ試験受託約款」に基づいて、企業等からの委託を受け、クリープ試験を実施している。

昭和42年度に開始してから昭和61年度まで20年間を経過したが、ここでは61年度の試験実施状況

について報告する。

受託試験受理状況は下表に示すとおりであり、昭和61年度については、件数が57件（前年度よりの継続33件、新規24件）、試験片数450本、延試験時間が1,120,435時間で、試験片1本当りの平均試験時間は、クリープ試験が3,192時間、クリープ破断試験が1,918時間である。

受託試験受理状況

区 分		42～60年度	61年度	計	
クリープ 試 験	受 理 件 数 (件)	139	9	148	
	温 度 別 試 験 片 数 (本)	300～600℃	936	125	1,061
		601～800℃	124	0	124
		801～1000℃	105	0	105
		小 計	1,165	125	1,290
クリープ 破断試験	受 理 件 数 (件)	382	15	397	
	温 度 別 試 験 片 数 (本)	300～600℃	3,177	82	3,259
		601～800℃	1,137	45	1,182
		801～1000℃	643	59	702
		小 計	4,957	186	5,143
合 計	受 理 件 数 (件)	521	24	545	
	試 験 片 数 (本)	6,122	311	6,433	

◆短 信◆

●海外出張

西島 敏 疲れ試験部長

国際学術連合コデータ国際会議出席のため、6月8日から6月13日までフランスへ出張した。

戸叶 一正 極低温機器材料研究グループ
第4研究グループリーダー

国際低温材料技術会議出席および超電導材料訪米調査団の団長として、6月13日から6月28日までアメリカへ出張した。

平賀 啓二郎 極低温機器材料研究グループ
主任研究官

国際低温材料技術会議において研究発表のため、6月13日から6月20日までアメリカへ出張した。

吉原 一紘 構造制御研究部第一研究室長
第21回表面技術国際会議出席および国際共同プロジェクトに関する研究打合せのため、6月14日から6月21日までイギリスへ出張した。

通巻 第343号

編集兼発行人 木村 良
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)359-3841(代表)

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所
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