

1989 No.7

金材技研

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

新所長、就任のごあいさつ／超電導酸化物は安定か？／合金設計用新プログラム／AIの拡散接合に朗報／疲労強度評価法で国際協力

就任のごあいさつ

所長 新居和嘉

このたび、中川前所長の後任として所長の職を務めさせていただくことになりました。就任に当たり一言ごあいさつ申し上げます。

金属材料技術研究所は本年7月1日で創立33周年を迎えましたが、この間の材料科学技術の進展には目ざましいものがありました。これまでの我が国の産業の発展、社会生活の向上は材料科学技術の進展に負うところが大きかったといっても過言ではないでしょう。我々はこれまで材料性能の向上、生産技術の開発、信頼性の向上などにおいて、我が国の産業基盤を支える材料科学技術の進展に大きく寄与してきたと自負しておりますし、今後ともこの点において我々に課された責務を十分に果たしていくつもりであります。

しかし近年、我が国は、「基礎研究ただ乗り」論にみられるように、基礎科学の分野において国際的貢献が強く要請されております。今後、材料科学技術の分野においては、技術革新の原動力となるような材料科学技術の基礎的、先導的研究の強化、推進と、それら研究における国際交流の強化が要請されることとなります。我々は既にこれらの要請に対し一昨年、第三次長期計画を策定し、我々の研究をニーズ対応型の産業基盤的研究からシーズ創出型の基礎的・先導的研究に切り換えることとし、昨年4月、それに対応した全面的組織改正を行いました。更に開かれた研究所として国

内外の研究機関との交流を密にするための共同研究や、そのための施設の拡充を計画しております。このように我々はいつでも時代の要請に応じて常に自己変革を図り、研究所を活性化するよう努力を続けてきております。



一方、当研究所の目黒本所は筑波地区へ移転することが、平成元年1月に正式決定されました。我々は今回の筑波移転を単なる移転ではなく、上に述べたような新しい理念に基づいた、新しい研究所の建設だと考えております。すなわち我々は今回の筑波移転を、当研究所の旧来の枠組みを打破し、今後の30年間の当研究所の新しい基本的枠組みを構築する絶好の機会だと考えております。我々はこのことにより、今後の高度情報化社会、高度福祉社会の多岐多様な材料に対する要請に応えるとともに、国際的に一流の研究所として、世界の材料科学技術の進展に大きく寄与したいと念願しております。そしてこのことが次世代の当研究所が完遂すべき使命だと考えております。

今後とも、相変わらぬご理解とご協力をお願い申し上げます。

イットリウム系酸化物超電導物質のHIP処理

—— 高压酸素雰囲気中で2相に分離を確認 ——

従来からある金属系の超電導物質は、沸点が約4 K (-269°C) の液体ヘリウムで冷却しないと超電導にならなかった。これに対して酸化物系の超電導物質は、沸点が77K (-196°C) の液体窒素で冷却しても超電導になるので、その実用化が待たれている。この酸化物超電導物質の性質のうち特に注意しなければならないのは、酸化物から容易に抜けたり逆に入ったりする酸素の挙動である。例えば、約90K (183°C) で超電導になるイットリウム系酸化物超電導物質は $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (以下では金属元素の組成比によって1-2-3相のように書く) で表されるように、1分子中に酸素を7個含んでいる。ところが、焼結する場合の熱処理条件によっては酸素が少し抜けて、超電導になる温度が低くなる。そして酸素の数が約6.3個以下になると、超電導を示さなくなってしまう。

当研究所では、酸素が抜けることがなく、しかも緻密な焼結体を作るために高温で高压を周囲から加えるHIP処理の研究をしているが、その過程で1-2-3相は不安定であるという新しい事実を見付けた。すなわち、1-2-3相の組成比に混合した原料を加熱して作った試料を酸素が外に逃げ出さないように真空の白金製チューブに封じ込み、約830 $^{\circ}\text{C}$ に加熱して1000気圧の圧力を加えた。そうすると、約90Kで超電導になる1-2-3相が、約80Kで超電導になる1-2-4相(Cuが少し多い)と超電導にはならない2-1-1相(Yが多くてCuが少ない)

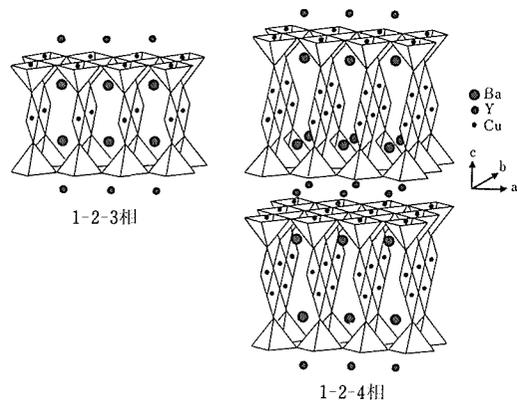


図1 イットリウム系酸化物超電導物質の構造モデル

とに変わった。全体の約80%を占める1-2-4相は1-2-3相を2段重ねにしたような構造(図1)で、気相急冷法による薄膜の合成ではその生成が確認されているが、状態図には安定相(図2の○)として報告されていない。これがHIP処理でも生成するというのは、新しい発見である。

HIP処理で1-2-3相から1-2-4相と2-1-1相が生成する過程は完全にはわかっていないが、おおよそつぎのように考えている。1-2-3相のごく一部から抜けた酸素により、白金チューブ内が高压の酸素雰囲気になる。このような高压酸素雰囲気中では1-2-3相は不安定で、原子の再配列を起こしながらより安定な1-2-4相と2-1-1相とに分かれる。1-2-4相が高压酸素雰囲気中で安定なことは、原料粉末を1-2-4相の組成比となるように混合して作った試料をHIP処理した場合には、ほぼ1-2-4相のみが生成することで証明されている。なお、HIP処理で1-2-4相と2-1-1相とに分かれた試料を酸素雰囲気中で圧力を加えずに900 $^{\circ}\text{C}$ に加熱すると、元の1-2-3相に戻ることも確認されている。また、HIP処理の条件を変えると、これらのほかに2-4-7相(約40Kまで冷却しないと超電導にならない)が生成することもわかった。

このように、高压酸素雰囲気下での酸化物超電導物質の研究は、質の良い超電導線材を作るための加工条件の検討など材料研究にとって重要であるのみでなく、酸化物超電導物質の超電導機構の解明など基礎的な物性研究にとっても重要である。

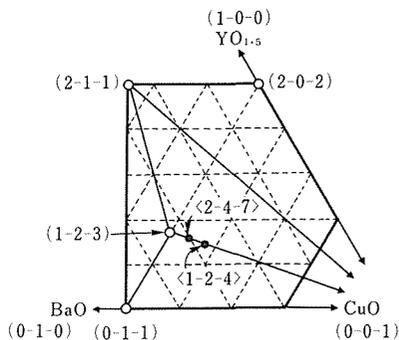


図2 $\text{YO}_{1.5}$, BaO, CuO 擬3元系状態図の一部 ()は常圧での安定相で, < >はHIP処理で確認された相

合金設計プログラムの能力が大幅に向上

当研究所では、コンピュータを用いた合金設計により、ニッケル基単結晶超合金の開発を行ってきている。そして、既に実用合金を超える高強度合金の開発に成功している。この合金開発の過程で得られた多くのデータを解析し、それを合金設計プログラムにフィードバックして、その能力の向上を図った。

その結果、析出相の量と組成や析出相と母相との界面の格子ひずみなどのマイクロ組織の計算精度が向上するとともに、従来は多結晶超合金

についてのみ可能であったクリープ破断寿命の推定が、単結晶超合金についても可能になった。この新プログラムにコバルト、クロム、モリブデン、タングステン、アルミニウムなど10種類の元素の含有量を入力すると、その合金の高温でのマイクロ組織や特性値が計算されて出力される。逆に、要求される特性を入力しても、それを満足する合金の組成が出力される。

現在、この新プログラムで強度がより高いニッケル基単結晶超合金を設計してその実証試験を行っているが、既にクリープ破断寿命が実用単結晶超合金の10倍以上の合金ができています。

アルミニウムの拡散接合が可能に

当研究所は、アルミニウムとアルミニウム、あるいはアルミニウムとアルミナ（酸化アルミニウム）を拡散接合するのに成功した。拡散接合とは、溶融しない程度の温度に加熱した材料同士を押付けて接合することである。酸素との反応性が強いアルミニウムは、表面がアルミナの薄い皮膜で覆われていて接合界面での反応が起こりにくいので、これまで拡散接合が困難であるとされてきた。

そこで、アルミニウムにいろいろな元素を加

えたアルミニウム合金同士を拡散接合させ、どのような元素をどの程度の量を加えた合金が強くと接合されるかを調べた。その結果、アルミニウムよりも活性な金属、例えばマグネシウムやリチウムを1%前後加えた合金は、強く拡散接合されることがわかった。これは、活性の強い元素がアルミナ皮膜と反応してこれを破壊し、その結果界面での反応が促進されるためである。

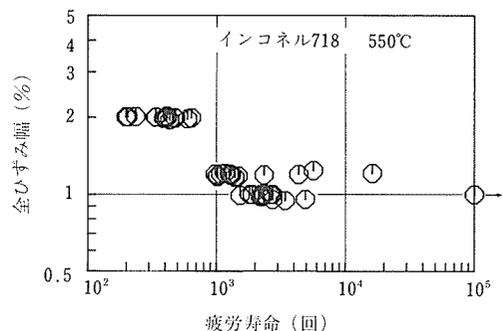
活性の強い元素を加えた合金の箔を間に挟めば、このような元素を含んでいないアルミニウム同士あるいはアルミニウムとアルミナの組み合わせでも、強く拡散接合することができる。

疲労強度評価法の標準化に向けて

VAMAS（ベルサイユサミットに基づく新材料と標準に関する国際共同研究）において低サイクル疲労試験の標準化のための国際的なラウンドロビンテスト（同じ材料について複数の機関で行う試験）が提案された。これを受けて、我が国でのラウンドロビンテストは当研究所が窓口になって、ヨーロッパから提供された4種類の耐熱材料について、大学・民間等の10機関で行っている。

図は、550°Cでのインコネル718の、我が国における低サイクル疲労試験の結果である。今後、

各材料について機関ごとの疲労寿命のばらつきの原因などを検討することになっている。



低サイクル疲労ラウンドロビンテストの結果の一部

〔特許出願速報〕

出願日	出願番号	発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 の 名 称
1. 4. 3	01-081538	超電導材料の製造方法 (新日本製鐵㈱との共同出願)	1. 4. 3	01-081540	超電導材料の製造方法 (新日本製鐵㈱との共同出願)
1. 4. 3	01-081539	超電導材料の製造方法 (新日本製鐵㈱との共同出願)	1. 4. 28	01-107238	表面張力測定装置

8月の研究発表(国内分)

学・協会名	開催期間	発 表 題 目	発表者(所属)
第9回結晶成長 国際会議(仙台 :仙台プラザホテル)	8.20~8.25	1. Y-Ba-Cu-O Films Sputtered Outside Erosion Area. 2. Crystal Growth of Large Size Dy ₃ Al ₅ O ₁₂ Garnet Single Crystals.	福富勝夫(第1)ほか 木村秀夫(第1)ほか
	8.28~9.1	1. Design of 20 T Class Superconducting Magnet with Large Bore. 2. Primary Design of 40 Tesla Class Hybrid Magnet System. 3. High Field Superconducting Properties of 16T Class (Nb,Ti) ₃ Sn Conductor by the Tube Method. 4. Fatigue and Fracture of Ti Alloys Cryogenic Temperatures. 5. Defomation Behavior of Austenitic Stainless Steels at Cryogenic Temperature. 6. Development of Nb ₃ Al Multifilamentary Superconductors. 7. Bi(Pb)-Sr-Ca-Cu-O Superconducting Tape Prepared by Doctor-Blading Process. 8. Magnetization of Composite Processed Nb ₃ Al Superconductors Containing Ultrafine Filaments.	木吉 司(機能)ほか 井上 廉(第1)ほか 井上 廉(第1)ほか 長井 寿(第1)ほか 緒方俊夫(第1)ほか 竹内孝夫(第1)ほか 熊倉浩明(第1)ほか 伊藤喜久男(第1)ほか
第11回国際マグ ネット技術会議 (つくば:筑波大)			

◆短 信◆

●受 賞

全国発明表彰 発明賞

第3研究グループ 西田 勲

「耐熱・耐熱衝撃性に優れた熱発電素子の発明」
により、平成元年6月6日、上記の賞を受けた。

●人事異動

平成元年6月15日

配 置 換 科学技術庁長官官房付 奥井幸信
(管理部長)

平成元年6月16日

配 置 換 管理部長 山田昌夫(科学技術庁長
官官房秘書課企画調査官)

平成元年6月27日

辞 職 中川龍一(所長)

昇 任 所長 新居和嘉(科学研究官)

〃 科学研究官 小口 醇(第4研究グ
ループ総合研究官)

〃 第4研究グループ総合研究官 斎藤
鉄哉(損傷研究部第4研究室長)

通巻 第367号

発 行 所 科学技術庁金属材料技術研究所

〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12

TEL (03)719-2271, FAX (03)792-3337

平成元年7月発行

編集兼発行人

漆 原 英 二

印 刷 株式会社 三 興 印 刷