

## 合金設計による酸化物分散Ni基耐熱合金 —— 1050℃, 16kgf/mm<sup>2</sup>で9000時間をクリア ——

ジェットエンジン、ガスタービンなどの使用温度上昇にともない、耐熱合金の高温強度の向上が要求されている。高温強度を高める方法としては、①合金素地を強くする(固溶強化)、②微細な第2相を均一に析出させる(析出強化)、③高温で安定で硬くかつ微細な金属酸化物などの粒子を分散させる(分散強化)、④結晶粒を制御する(方向性結晶、単結晶)などがある。これまでは主として①、②に関して研究がなされ、この方法による性能向上はほぼ限界に達した観がある。

そこで当研究所では、これまで行った研究を基として開発した合金設計法を用い、①~④の要因について研究を行い、極めて強力な酸化物分散強化Ni基合金を開発した。Ni, Cr, Co, W(タングステン)などからなり、1.1%の酸化イットリウム(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)超微粉末を含むこの合金は、γ'相による析出強化とY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>による分散強化を併用している。

高温で安定な金属酸化物微粒子を分散させた場合、合金の高温強度が著しく向上することは、1950年代から知られているが、合金の製造が困難なため実用化が進まなかった。しかし、近年高エネルギー・ボールミルにより混合した粉末を熱間押し出し加工する機械的合金法が開発され、この問題は解決した。また、機械的合金化により製造した酸化物分散強化合金を帯域焼鈍すると、超微粒子を含んだ粗大な再結晶粒が一方方向にのびた組織と

なり、高温特性はさらに向上するといわれている(帯域焼鈍については金材技研ニュース1985, No.6 スポットニュース参照)。

これらの手法を用いて製造した本合金は、押し出し加工後通常の焼鈍を行った場合、温度1050℃、応力16kgf/mm<sup>2</sup>の条件下で3500時間のクリープ破断寿命を示す。そして、加工後帯域焼鈍して方向性をもった結晶組織のものは9000時間にも達する。ちなみに、本合金と同一組成でY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含まないものは約1時間で破断する。本研究は工業技術院の次世代産業基盤技術研究開発制度による「高性能結晶制御合金の研究」の一環として行ったものである。

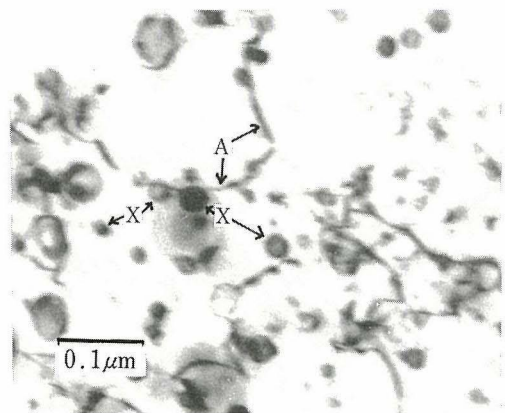


写真 帯域焼鈍材のクリープ破断後の組織  
A：転位 X：イットリヤ粒子

# 金属中の微量不純物をさぐる

—— 黒鉛炉原子吸光法などによる微量不純物の定量分析 ——

ニッケルをベースとし融点の高い元素、耐食性を与える元素、 $\gamma'$  ( $\text{Ni}_3(\text{Al} \cdot \text{Ti})$ その他)などの析出物を形成する元素および結晶粒界を強化する元素などを合金成分とした多くの耐熱合金が研究開発されている。そして一部は、航空機エンジン材料、ガスタービン材料、化学工業用材料として実用化されている。

Ni基耐熱合金は、一般に高温、腐食性雰囲気など過酷な条件下で使用されるが、Bi(ビスマス)、Pb(鉛)、Te(テルル)、Tl(タリウム)などの元素がごく微量でも含まれた場合、合金の加工性およびクリープ特性は著しく劣化するといわれている。このため、NASA(米国航空宇宙局)では、耐熱合金中の有害不純物量を厳しく規定しており、Biなどは0.5ppm(2百万分の1)以下に抑えられている。そのため合金製造にさいしては不純物元素の除去に特別な配慮がなされ、それにともなって、有害な不純物元素をごく微量まで高精度で定量できる分析法を開発することが重要な問題となっている。

当研究所では、原子スペクトル分析法(原子が励起されるさい吸収される光(原子吸光分析)、あるいは、励起された原子から発する光(発光分析)の波長が、その原子個有のものであることを利用した元素分析法)の中でも感度が良く、しかも精

密な分析ができ、かつ、標準試料が不用の黒鉛炉原子吸光法(黒鉛炉中で溶液試料を加熱し、発生するガスの原子吸光分析を行う方法)により、Ni基やCo基超耐熱合金中の微量Pb、Bi、Ag(銀)、Tl、Te、Se(セレン)、Sn(スズ)、Sb(アンチモン)、Ga(ガリウム)を定量分析する方法を開発した。

この方法が適用できないAs(ヒ素)については、ガス状の水素化物として分離した後、炎中に直接導入する水素化物原子吸光法によって感度よく定量分析する手法を開発した。

この方法による超微量不純物の定量分析で最も大きな問題は、共存元素による干渉をいかに抑制するかということである。当研究所では、ガス温度を詳細に検討することによりPb、Bi、Agに対する他の元素の干渉を抑えることに成功した。TeおよびSeは干渉を抑制することが非常に難しいため、Asを用いて沈澱分離したものを測定する方法を用いた。また、濃縮効果によりさらに超微量分析の可能性を広げるとともに、フッ化物イオンを除去することにより分析精度が向上することも実証した。また、これまで定量困難であったSbやGaの高精度定量化の方法も、黒鉛炉の改良などにより確立することができた。

表は、本法によるNi基超耐熱合金中の各元素の検出限界と分析精度を示したものである。

表1 黒鉛炉原子吸光法によるNi基超耐熱合金中有害元素の検出限界と定量精度

分析元素	最大許容濃度**(ppm) (AMS 2280)	検出限界(ppm)	分析値(ppm)	変動係数(%)
Pb	5.0	0.05	1.6	3.3
Bi	0.5	0.05	5.0	2.4
Ag	50	0.005	1.0	1.2
Tl	5.0	0.2	5.9	2.5
Te	0.5	0.05	2.6	2.1
Se	5.0	0.03	2.0	2.4
Sn	50	0.04	8.0	1.7
Sb	50	0.1	2.8	2.6
Ga	50	0.03	8.0	3.8
As*	50	0.5	6.6	2.5

\* 水素化物発生原子吸光法

\*\* 不純物合計 400ppm以下

# 固体金属試料のプラズマ発光分析

—— 粗大炭化物を含む試料等の管理分析に最適 ——

鉄鋼や合金の製造現場における迅速分析（管理分析）として、これまでは試料をスパークさせ、発光分析によって元素の定量を行うカントバックが主として用いられ、生産性の向上に大きく寄与した。しかし、近年では急激な発展を遂げた誘導結合プラズマ発光分析（ICP、高周波誘導によって生じたアルゴンプラズマ中で原子を励起する）が鉄鋼関係でも重要な地位を占めている。

通常、ICPでは試料を溶液化ししなければならないが、固体試料を直接分析できれば、省力化、迅速性の向上のみならず難溶解性試料にも適用できる。また、従来のICPで問題であった不溶解残渣、試薬からの汚染や希釈による感度低下なども考慮しないですむ利点がある。

当研究所では、以上の観点から固体試料の直接ICP発光分析について研究を進めている。この方法はアルゴン雰囲気中での低圧スパーク放電により発生させた試料の微粒子を、輸送管（1 m）を通し、サイクロン中で比較的大きなものを落下させることにより均一にする。そしてその微粒子を、別に発生させたドーナツ状のアルゴンプラズマ中に導入し、発光分析を行う。

低合金鋼中P（リン）、S（硫黄）、As、Mo（モリブデン）、Co、Ni、Si、Mn、Cr、V（バナジウム）、Nb（ニオブ）、Cu、Ti（チタン）、Zr（ジルコニウム）およびAlの分析について検討した結果、得られた検量線は全て良好な直線となった。一方、カントバックでは自己吸収が大きいため、検量線は曲線となる。

高速度鋼を試料として、カントバックにより分析すると、多量に含まれている各種炭化物形成元素（Cr、Mo、V、Nb、Tiなど）や偏析などのために、問題が生ずる。この試料をICPで分析したところ、検討したMo、W、Co、Si、Mn、CrおよびCuの検量線は高含量の元素を含めて良い直線性を示し、カントバックより良好な結果を得た。図はVに対する検量線の例であるが、図中A、B試料に見られるようにカントバックでは異常値を示している。この両試料をEPMA（電子プローブ

マイクロアナライザー）で観察すると、2次電子像は粗大な析出物の存在を示し、 $CK_{\alpha}$ 線像、 $VK_{\alpha}$ 線像、 $WL_{\alpha}$ 線像はこれら元素の偏在を示し、この粗大な析出物が複合炭化物であることがわかる。これに対し、異常値を示さない試料には粗大な炭化物がなく、全体として発光分析的に均一な試料と考えられる。カントバックで異常値を示す原因は、プラズマ容積が小さいため、発光状態まで励起されない粗大炭化物などの影響をうけるためである。一方、ICPではプラズマ容積が大きく、中に高い割合で粒子が導入されるため、励起効率が高く良好な検量線が得られる。

難溶解性試料の例として、軽水炉燃料被覆管に用いられているジルカロイ中の各元素に、固体試料によるICP発光分析を試みた。この合金中のHf（ハフニウム）の分析は最も難しいといわれているが、これを含めて13元素（Sn、Fe、Cr、Ni、Hf、Co、Cu、Mn、Mo、Nb、Si、Ti、W）の同時定量が可能であった。

固体試料への直接ICP発光分析は、将来性が期待される分析法であり、今後は熱履歴や高C含有量のためにカントバックで問題が多い銑鉄試料や各種の合金鋼、さらにはNi基超耐熱合金などへの応用が期待される。また溶湯をレーザーで気化し、20~40mの長さの輸送管でICPに導入し、オンラインで分析を行う道も開ける可能性がある。

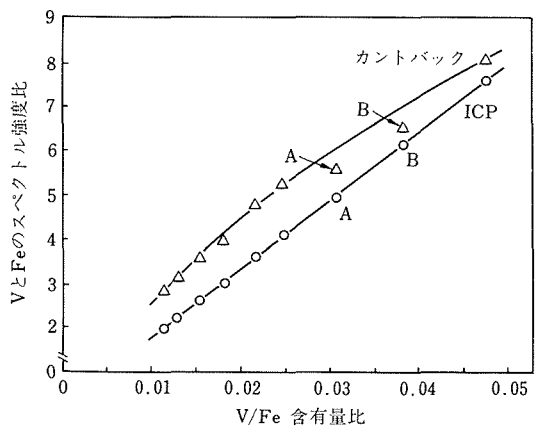


図 Vの検量線

## 研究成果の発表(7-12月)

### 1. 国際会議 (○印は発表者を示す。)

第10回国際高圧力会議 (昭和60年7月8日, オランダ・アムステルダム)

Strain Induced Transformation and Plastic Deformation Behaviour of a 17Cr-7Ni-1Al Steel at High Hydrostatic Pressure.

○Y. Kaieda and A. Oguchi

粉末冶金国際会議 (昭和60年7月16日, アメリカ・サンフランシスコ)

Alloy Design of Nickel-Base Superalloys and Ti Alloys.

○M. Yamazaki

国際低温材料会議 (昭和60年8月12~16日, アメリカ・ボストン)

1) Processing of Nb-Al and Other Emerging Superconductors.

○K. Tachikawa

2) Multifilamentary (Nb, Ti)<sub>3</sub> Sn Conductors for 15T-class Magnet Application.

○K. Tachikawa, K. Kamata and N. Tada

3) Fatigue Testing at 4K with Helium Condensation System.

○K. Nagai, T. Ogata, T. Yuri and K. Ishikawa

4) Effect of Gage Diameter and Strain Rate on Tensile Deformation Behavior of 32 Mn-7Cr Steel at 4K.

○K. Nagai, T. Yuri, Y. Nakasone, T. Ogata and K. Ishikawa

5) Weldability and Mechanical Properties of Age-Hardened Fe-Ni-Cr-Mn-Ti Austenitic Alloy for Cryogenic Use.

K. Hiraga, ○K. Nagai, T. Ogata, Y. Nakasone, T. Yuri and K. Ishikawa

希土類の開発と応用に関する国際会議 (昭和60年9月9日~14日, 中国・北京)

1) A New Intermediate Hydride in LaNi<sub>5</sub>-H<sub>2</sub> System.

T. Matsumoto and ○A. Matsushita

2) Survey Research on Rare Earth Alloys and Compounds.

○R. Hasegawa

低サイクル疲労に関するシンポジウム (昭和60年10月1日, アメリカ・ニューヨーク)

Mapping of Low-Cycle Fatigue Mechanisms at Elevated Temperatures for Austenitic Stainless Steels.

○K. Kanazawa, K. Yamaguchi and S. Nishijima

実験力学国際会議 (昭和60年10月7日, 中国・北京)

Dynamic Fracture of a Cryogenic Material Caused by Electromagnetic Force at 4K.

○Y. Nakasone and K. Ishikawa

第4回日本一連食防食セミナー (昭和60年10月22~25日, 東京)

1) The Role of Surface Films in the Corrosion Resistance of Non-Ferrous Metals in Fresh Water.

○T. Fujii, T. Kodama and H. Baba

2) Control of Metal Surfaces by Surface Segregation and Precipitation.

○K. Nii, Y. Ikeda and K. Yoshihara

第11回世界非破壊試験会議 (昭和60年11月3~5日, アメリカ・ラスベガス)

Numerical Calculation of Probe Index and Beaming Angle of Ultrasonic Angle Probe.

H. Fukuhara, T. Saito and K. Kimura

1985年非鉄製錬シンポジウム (昭和60年11月9~12日, イギリス・ロンドン)

1) Continuous Production of Ti Rod by Iodide Decomposition Involving Thermodynamic Considerations of TiCl<sub>4</sub>/TiI<sub>4</sub> Conversion.

R. Hasegawa and ○H. Kametani

2) Sulphidising Suspension Electolysis—Its Fundamental and Application for Purification of Waste Waters.

○H. Kametani, M. Kobayashi and K. Goto

超電導体における磁束ピンニングと電磁特性に関する国際シンポジウム (昭和60年11月11~14日, 福岡)

1) High Field Properties and Pinning Behaviour in Alloy Superconductors.

H. Wada, K. Itoh, K. Tachikawa, U. Yamada and S. Murase.

2) Superconducting Properties and Flux Pinning Behavior in *In Situ* Processed V<sub>3</sub>Ga Composites.

○H. Kumakura, K. Toganou and K. Tachikawa.

3) Processing of Emerging Superconducting Materials.

○K. Tachikawa.

### 2. 学・協会口頭発表

学・協会名	発表期日	発表題目	担当研究部
日本金属学会	7.5	時効硬化Al合金の繰返し塑性挙動と微細組織	強力
日本金属学会	7.8	1. α粒子照射した316鋼のクリープ挙動 2. プロトン照射下クリープ	原子炉 "
日本表面科学会	7.10	形状記憶合金と表面	機能
学振123委員会	7.11	1. ガスタービン用複合被覆層の高温耐食性 2. 長時間クリープ疲れ寿命予測と評価	エネルギー 疲れ
高融点金属基礎研究会	7.11, 12	良好な延性を持ったモリブデン溶接継手製造の可能性	原子炉



学・協会名	発表期日	発 表 題 目	担当研究部		
日本金属学会	10.4～6	30. MBE法によるPbS-PbCdSSeヘテロ接合の作製とレーザー発振特性	構造制御		
		31. オーステナイト系ステンレス鋼に及ぼす、473Kの非流動液体ルビジウム及びRb-5wt%O系の影響	原子炉		
		32. オーステナイト系ステンレス鋼及び析出強化型Fe-Ni基合金の700℃の流動ナトリウム中の腐食速度、合金組成及び時間の関係	"		
		33. 超高真空中における種々の金属の破断面への残留ガスの吸着	"		
		34. コスパッタ法によるホウ化チタン皮膜の蒸着	"		
		35. 転位ループの成長とSIPAクリープ	"		
		36. He注入後クリープ破断したJPCAにおける微細組織観察	"		
		37. MC型炭化物で安定化したオーステナイトステンレス鋼の疲労挙動におよぼすHe予注入の効果	"		
		38. 転位ループの成長とSIPAクリープ	"		
		39. HIP処理を用いたNb <sub>3</sub> Sn超電導線材の作製	極低温		
		40. 連続化学蒸着法によるNb <sub>3</sub> Ge超電導線材の作製(第2報)	"		
		41. Fe-Ni-Cr-Tiオーステナイト合金中に析出したγ-Ni <sub>3</sub> Tiの極低温における磁気特性	"		
		42. レーザービーム照射によるNb基A15型超電導化合物の合成	"		
		43. 電子ビーム照射によるA15型超電導体の生成	"		
		44. 引上げ法によるGd <sub>3</sub> (Ga <sub>1-x</sub> Al <sub>x</sub> ) <sub>5</sub> O <sub>12</sub> 単結晶の組成と格子定数	"		
		45. Gd基非晶質合金の磁気エントロピー	"		
		46. 酸素プラズマによるWO <sub>3</sub> 超微粉の製造とWO <sub>3</sub> 粉の還元	粉体		
		47. 熔融NiおよびNiCr合金とZrO <sub>2</sub> 系セラミックスとの濡れ性	"		
		48. 焼結初期段階の収縮に及ぼす昇温過程の影響	"		
		49. 超合金MA6000用母合金粉のスクリーニング式ボールミルによる機械的合金化	"		
		50. ニッケル超微粒子の室温酸化	"		
		51. 加熱による銅超微粒子の状態変化	"		
		52. SUS321ステンレス鋼のクリープ試験中の硫黄の粒界偏析	材料強さ		
		53. STS42炭素鋼の高温水中における応力腐食割れ発生条件について	腐食		
		54. Ti-3Al-8V-6Cr-4Mn-4Zr合金の強度と靱性	強 力		
		55. Ti-10V-5Zr-2Fe-3Al合金の強度と靱性	"		
		56. Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al合金の結晶粒度に及ぼすY, La, Ce, B添加の影響	"		
		57. CoZr系金属間化合物の圧縮変形挙動	"		
		58. 非定常水環境下における高強度鋼の疲労き裂伝ば特性	"		
		59. 硫化ベリリウムの製法とその電導度	製 錬		
		60. TiAl化合物の高温加工性	加 工		
		61. イオンプレーティング法によって形成したTiC皮膜の特性におよぼすイオン化率の影響	エネルギー		
		日本鉄鋼協会	10.4～6	1. 高温ガス炉用Ni基超耐熱合金の強化因子に及ぼす不純He環境効果	原子炉
				2. ハステロイXR合金の不純ヘリウム中クリープ破断特性に及ぼすBの影響	"
				3. アルミ酸化物をコーティングしたInconel 617の不純ヘリウム雰囲気中での腐食挙動	"
				4. Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 分散強化型Ni基開発合金のクリープ特性に及ぼす帯域焼鈍の効果	エネルギー
				5. 鋳ぐるみ法によるタングステン線強化Co基合金の製造とクリープ破断特性	"
				6. α/β型Ti合金の強度に及ぼすβ安定化元素添加量の影響	"

学・協会名	発表期日	発表題目	担当研究部		
日本鉄鋼協会	10.4～6	7. Ti-Al-V系合金の超塑性挙動への $\alpha/\beta$ 相の量比の影響	エネルギー		
		8. ニッケル基耐熱鋳造合金に対するC, B, Zr, Hfの変動の影響	"		
		9. ニッケル合金粉末をHIP/超塑性鍛造した素形材の機械的特性に及ぼす加工条件の影響	"		
		10. W合金線のNi誘起再結晶	"		
		11. 素粉末混合法Ti-6Al-4V合金の組織制御による機械的特性の改善	強力		
		12. 80kgf/mm <sup>2</sup> 級高張力鋼切欠材の海水中電気防食下の疲れ強さ	"		
		13. 係留用高張力鋼の海水中にフレッキング疲労	"		
		14. 2相ステンレス鋼の海水環境下における疲れ破面解析	"		
		15. 溶銑中ボロンの除去およびB <sub>2</sub> O <sub>3</sub> スラグの水への溶解(含Nb溶銑の精錬技術に関する研究-4)	加工		
		16. 304及び316ステンレス鋼の粒界キャビティ及び $\sigma$ 相界面グラックによるクリープ破壊	クリープ		
		17. 9Cr-0.5Mo-1.6W-V-Nb鋼のクリープ破断強度におよぼすC, N, Bの影響	"		
		18. 高強度、高靱性フェライト系耐熱鋼の機械的性質におよぼす合金元素の影響	"		
		19. 0.03及び0.07wt%の炭素を含む25Cr-28Ni鋼の高温クリープ強さに及ぼす窒素の影響	"		
		20. 複合荷重下の破断寿命に及ぼす疲労ひずみ速度の影響	"		
		21. MCM法によるクリープ破断データのあてはめと外挿の精度	"		
		22. Cr-Mo-V鍛鋼及び鋳鋼の長時間クリープ破断延性	材料強さ		
		23. 極低温くり返し応力下での試験片の温度上昇	極低		
		24. 極低温における鋳造オーステナイト系ステンレス鋼の機械的性質	"		
		25. 定ひずみ温度サイクル試験装置の試作	疲れ		
		26. 腐食反応速度論による腐食疲労き裂伝ば速度の評価	"		
		27. 低濃度食塩水中におけるSM50B鋼の腐食疲れ損傷	"		
		28. SUS403鋼の食塩水中腐食疲れ特性における繰返し速度効果	"		
		塑性加工連合講演会	10.6～8	1. 熔融塩を圧力媒体とした高温バルジ加工	加工
				2. 超電導線材の加工技術	極低温
		日本分析化学会	10.11	1. 理論の係数を用いる補正法によるNi基耐熱合金の蛍光X線分析	物性
				2. スパークイオン源質量分析法による高純度モリブデン中の超微量元素の定量	"
		アメリカ金属学会	10.15	Surface Precipitation and Its Application to Coating.	構造制御
		アメリカ電気化学協会	10.16	Environmental Factors Affecting Corrosion and Discoloration of Metals in the Indoor Atmosphere.	腐食
日本非破壊検査協会	10.16～17	1. レーザーによる超音波受信波形について	材料強さ		
		2. 傾斜した円形平面反射源の反射指向性	"		
		3. 鋼製円柱試験片による欠陥の弾性波散乱の測定	"		
		4. 斜角探触子のAI屈折角に及ぼす音速異方性の影響(数値実験による検討)	"		
		5. 2 $\frac{1}{2}$ Cr-1Mo鋼の熱処理による磁気特性の変化-材質劣化検出に関連して-	"		
高圧討論会	10.21～23	低温加圧による超電導遷移温度の圧力変化-黒リン&ゲルマニウム	極低		
溶接学会	10.23～25	1. 電子ビーム溶接におけるハンピングビード形成現象(第4報)——溶接姿勢の影響——	溶接		
		2. 拡散溶接部の空隙での表面皮膜の挙動——拡散溶接部での表面皮膜に関する研究(第2報)——	"		
		3. プラズマ溶射による表面改質	疲れ		

学・協会名	発表期日	発 表 題 目	担当研究部
溶 接 学 会	10.23～25	4. 圧縮負荷を受ける溶接継手の疲れき裂伝ば挙動 5. 長寿命疲れ設計データに採用すべき試験法——ひずみ制御に対する荷重制御の優位性——	疲 れ "
日本真空協会	11. 6	N, B, Ceを添加したステンレス鋼の真空容器用材料としての評価	構 造 制 御
応用スペクトロメトリー	11.20～22	低圧火花放電とエアロゾルサイクロンによるジルカロイの直接TCP発光分光分析	物 性
低温工学協会	11.20～22	1. 極低温におけるステンレス鋼の時間依存変形 2. Infiltration法により作製したNb <sub>3</sub> SnテープへのTi添加の効果	極 低 温
日本材料学会	11.12, 13	1. SUS316鋼の長時間応力リラクセーション挙動 2. 長期使用ボイラ過熱器管のクリープ破断特性 3. クリープ損傷の定量的測定のための高精度密度変化の測定法 4. SUS304鋼のクリープ構成方程式に関する二,三の検討 5. 長時間クリープ疲れ寿命の予測と評価	ク リ ー プ " " "
日本機械学会	12. 3～5	1. 高強度鋼の疲労強度と硬さの関係 2. 浸炭焼入鋼の疲れ特性に及ぼす応力比効果	疲 れ " "

## 【特許紹介】

### 形状記憶チタン合金

発明者 笹野久興, 鈴木敏之

公 告 昭和59年8月31日 昭59-35978

特 許 昭和60年3月29日 第1258024号

金属が元の形を記憶しており、これを低温で変形させ、加熱すると元の形に戻る形状記憶現象を示す材料が近年開発されてきている。しかしこれらの材料のほとんどは金属間化合物であるため、鍛造、圧延、線引等の加工が困難であることおよび

形状回復温度が低く 100℃以上で回復動作するものはほとんどなく、利用条件に制約があった。

本発明はTi-Mo、およびTi-Mo-Al から成る形状記憶合金を提供するもので、加工性が良好でかつ回復温度も 100℃以上の高温である上軽量、高強度で耐食性に優れており、従来合金の欠点を解消している。

本発明合金は、各種の配管の継手、温室の窓の開閉等の温度によって作動する機械部品、歯列矯正用ワイヤー等の医療用材料として広く利用されることが期待される。

## ◆短 信◆

### ●海外出張

亀谷 博 製錬研究部非鉄製錬第1研究室長  
1985年製錬国際会議出席及び最新の研究に関する情報交換のため昭和60年9月7日から60年9月15日までイギリスへ出張した。

長谷川良佑 製錬研究部非鉄製錬第2研究室長  
レア・アース開発と応用に関する国際会議に出席のため、昭和60年9月9日から60年9月18日まで中国へ出張した

金尾 正雄 科学研究所

ベルサイユサミットに基づく研究協力プロジェクト

クト「新材料及び標準」(VAMAS)の第4回運営委員会に出席のため、昭和60年9月14日から60年9月19日までカナダへ出張した。

中谷 功 構造制御研究部第4研究室長

スペースシャトル/スペースラブを利用し、宇宙の特殊環境下で、材料実験、ライフサイエンス実験等を行う第1次材料実験推進の第1回IWG会議出席のため、昭和60年9月17日から60年9月25日までアメリカ合衆国へ出張した。

金澤 健二 疲れ試験部第1試験室長

低サイクル疲労に関するシンポジウム出席及び最近の研究に関する情報交換のため昭和60年9月29日から60年10月9日までアメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第322号

編集兼発行人 越 川 隆 光  
印 刷 株式会社 三 興 印 刷  
東京 都 新 宿 区 信 濃 町 1 2  
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