

〔 材料工学科 〕

〔 区 分 A 〕

高圧力下で Ti と Fe の反応拡散により求めた β Ti 中の Fe の拡散係数

山根壽己^{*1}, 久幸晃二^{*1}, 中尾隆一郎^{*2}, 南埜宜俊^{*2}, 荒木秀樹^{*2}, 高橋知司^{*3}

^{*1} 広島工業大学工学部機械工学科、^{*2} 大阪大学工学部材料物性工学科、^{*3} 新居浜工業高等専門学校材料工学科

材料科学, 第 36 巻, pp.267-271, (1999)

純 Ti と純 Fe を拡散対として 0 GPa, 2.0 GPa および 3.0 GPa の高圧力下で 1073 K から 1323 K の温度で, 反応拡散を行わせ, β Ti 中の不純物拡散係数と相互拡散係数を求め, 次のことが明らかになった。(1) 単相内で求めた拡散と反応拡散から求めた拡散は近い活性化エネルギーを示し, 反応拡散からも拡散係数を求めてよい。(2) β Ti 中の Ti の不純物拡散係数と相互拡散係数はアレニウスの関係を満足する。(3) 活性化体積の値から Fe 原子は侵入型 - 置換型分離モデルにより移動している。

Diffusion of Zinc in Commercial Al-Zn Alloys under High Pressure

K. HISAYUKI^{*1}, T. YAMANE^{*1}, T. TAKAHASHI^{*3}, Y. MINAMINO^{*3}, K. HIRAO^{*3} and H. ARAKI^{*3}

^{*1} 広島工業大学工学部機械工学科、^{*2} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*3} 大阪大学工学部材料物性工学科

J. Materials Science, Vol.34, pp.2449-2454, (1999)

The effective interdiffusion coefficients of zinc in commercial Al-Zn alloys are obtained within in the temperature range 773 to 833 K under pressures from 0 to 0.41 GPa. From the temperature dependence of the effective interdiffusion coefficients, the activation energies for the 701, 703 and 705 aluminum alloys are evaluated to be 125, 124, and 127 kJ/mol respectively, and their pre-exponential factors are 3.0×10^{-5} , 4.0×10^{-5} and 3.9×10^{-5} m²/s respectively. The activation volumes, ΔV , for diffusion of zinc in the commercial Al-Zn alloy are 8.30×10^{-6} and 8.60×10^{-6} m³/mol at 823 and 883 K. The ratios of the activation volume to the molar volume of aluminum, $\Delta V/V_0$, are 0.83 at 823 K and 0.86 at 883 K. This means that the diffusion of zinc in the commercial Al-Zn alloys occurs predominantly by the monovacancy mechanism at 823 and 883 K.

Diffusion of Magnesium in Commercial Al-Mg Alloys under High Pressure

K. HISAYUKI^{*1}, T. YAMANE^{*1}, H. OKUBO^{*1}, T. TAKAHASHI^{*2}, and K. HIRAO^{*3}

^{*1} 広島工業大学工学部機械工学科、^{*2} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*3} 大阪大学工学部材料物性工学科

Z. Metallkunde, Vol.90, pp.423-426, (1999)

Effective interdiffusion coefficients of magnesium in a commercial 5052 Al-Mg alloy have been determined in the temperature range from 698 to 823 K under pressures from 0 to 0.31 GPa. From the temperature dependence of the average effective interdiffusion coefficients, the activation energies for the effective interdiffusion are 123 kJ/mol (0.1 MPa) and 127 kJ/mol (0.21 GPa), respectively, and the pre-exponential factors are 2.9×10^{-5} m²/s at both pressures. The ratios of the activation volume to the molar volume of aluminum is 0.83 in the commercial alloy.

Quaternary Diffusion in the α Solid Solutions of Al-Zn-Mg-Cu Alloys

T. TAKAHASHI^{*1}, Y. MINAMINO^{*2}, K. HIRAO^{*3} and T. YAMANE^{*4}

^{*1} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2} 大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻、
^{*3} 大阪大学工学部材料物性工学科、^{*4} 広島工業大学工学部機械工学科

Materials Transactions, JIM, Vol.40, pp.997-1004, (1999)

Quaternary interdiffusion experiments of Al-rich α -Al-Zn-Mg-Cu alloys have been performed in the temperature range from 755 to 833 K. The concentration profiles indicate that the diffusion distance of Cu is shorter than those of Zn and Mg in the solid solutions. The direct interdiffusion coefficients $\bar{D}_{ZnZn}^*$, $\bar{D}_{MgMg}^*$ and $\bar{D}_{CuCu}^*$ are positive, and indirect coefficients are negative. The impurity diffusion coefficients of Zn (or Cu) in Al-Cu (or Zn)-Mg alloys can be expressed by the following equations.

$$D_{Zn(Al-1.15Cu-2.01Mg)}^* = 3.9 \times 10^{-5} \exp(-124 \text{ kJ mol}^{-1} / RT^{-1}) \text{ m}^2 / \text{s},$$

$$D_{Cu(Al-3.37Zn-2.75Mg)}^* = 5.7 \times 10^{-5} \exp(-132 \text{ kJ mol}^{-1} / RT^{-1}) \text{ m}^2 / \text{s}.$$

The ratio values of indirect to direct diffusion coefficients suggest that attractive interactions of Zn-Mg, Zn-Cu and Cu-Mg atoms exist in the Al-Zn-Mg-Cu alloys.

アーク・イオンプレーティング法による TiN 皮膜の形成と X 線残留応力測定

松英達也^{*1}, 英 崇夫^{*2}, 池内保一^{*1}, 三木靖浩^{*3}, 米谷英治^{*4}

^{*1} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2} 徳島大学工学部、^{*3} 奈良県工業技術センター、^{*4} 徳島県工業技術センター

材料・vol.48 (No.7)・699・1999 年.

Surface roughness, hardness and residual stress of TiN films deposited on stainless steel substrates by an arc ion plating method were examined by changing arc current and nitrogen gas pressure, respectively. The TiN films have an average roughness of about 0.1 to 0.3 μm , while the surface roughness decreases with increasing nitrogen gas pressure. Vickers micro hardness tests revealed high hardness (HV=1650 - 2500) whose value depended on nitrogen gas pressure and arc current, respectively. X-ray photoelectron spectroscopy analysis showed the ratio of nitrogen to titanium (N/Ti) of from 0.85 to 0.92 in the as-deposited TiN film.

The X-ray diffraction pattern showed that the crystal orientation of the TiN film depended on the nitrogen gas pressure. By using a two-exposure method, residual stresses in the TiN films were measured as a function of nitrogen gas pressure and arc current, respectively. The TiN films showed very high compressive residual stresses of about -8.0 to -7.0 GPa.

Residual Stress in TiN Film Deposited by Arc Ion Plating

T. MATSUE^{*1}, T. HANABUSA^{*2}, Y. MIKI^{*3}, K. KUSAKA^{*2}, E. MAITANI^{*4}

^{*1} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2} 徳島大学工学部、^{*3} 奈良県工業技術センター、^{*4} 徳島県工業技術センター

Thin Solid Films・343-344・257・1999 年.

TiN films were deposited on aluminum and stainless steel substrates by arc ion plating (AIP). Bias voltages, nitrogen gas pressures and arc currents were changed to examine their role on the hardness and residual stress of a TiN film. Vickers microhardness tests revealed high hardness value (HV=2250-2500) which depends on both nitrogen gas pressures and arc currents. From the X-ray diffraction pattern, it was found that the crystal orientation of the TiN film markedly varied with the bias voltage. Residual stresses in the TiN film were measured by the two-exposure X-ray stress

analysis as a function of the nitrogen gas pressure, arc current. Very high compressive residual stresses, -5GPa in the films on aluminum substrates and -7GPa in the film on a stainless steel substrate, were observed.

Chemical bonding state of sulfur in oxysulfide glasses

T.Asahi, Y.Miura, T.Nanba, H.Yamashita

Niihama National College of Technology, Okayama University, Ehime University

The Korean Journal of Ceramics 5[2] 178-182(1999)

Simple binary $\text{Na}_2\text{S}-\text{SiO}_2$ oxysulfide glasses were prepared by a conventional melt-quench method in order to investigate the role of sulfur in glass structure and the electronic state. By X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) measurement, S2p binding energy of the glass was observed at approximately 161eV which was close to that of ionic S^{2-} . The coordinating state around silicon atoms were investigated by ^{29}Si MAS-NMR measurement. The chemical shift observed NMR supported that sulfur atom was joined to a silicon atom by substituting for an oxygen atom and was present as a non-bridging sulfide ion in low alkali content. On the other hand, it could be presumed that a portion of sulfur anions existed in an isolated state from the glass-network structure at high alkali content. The state of these sulfurs was also studied by Raman spectroscopy in detail.

〔 区 分 C 〕

高 Cr フェライト系耐熱鋼の長時間時効後の組織および硬さに及ぼす W 含有量の影響

東山博吉^{*1}, 北條卓巳^{*2}, 高橋知司^{*1}, 谷 耕治^{*1}, 曾我部卓三^{*1}

^{*1}新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2}新居浜工業高等専門学校生産工学専攻

新居浜工業高等専門学校紀要, 第 36 巻, pp.77-82, (2000)

高 Cr フェライト系耐熱鋼について, 9%Cr-低 C-Nb-V 鋼をベ - ス成分として 0, 1, 2, 4% に W 量を変化させた試料について長時間加熱後の硬さと析出物, および組織について調査した。得られた結果は以下のようである。(1) W 量が 2% までは W 量が多くなれば長時間加熱後の硬さは上昇する。(2) 2%W 鋼はラルソンミラ - パラメ - タ 20×10^3 程度の長時間加熱で硬さが最高となり, それ以上の加熱では緩やかに軟化する。(3) 最高硬さに寄与した粒界および粒内の主な微細な析出物は, Cr_{23}C_6 , WCX, V_8C_7 などである。

Cu-Ni-Co 合金の析出に及ぼす冷間加工の影響

曾我部卓三^{*1}, 鈴木健司^{*2}, 高橋知司^{*1}, 東山博吉^{*1}

^{*1}新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2}新居浜工業高等専門学校生産工学専攻

新居浜工業高等専門学校紀要, 第 36 巻, pp.83-88, (2000)

Cu-25%Ni-15Co 合金を溶体化処理した後, 0-90%の冷間圧延を施し, 673-773 K の間の種々の温度で等温時効した場合の析出過程について調べた。主な結果は以下のようである。(1) 30, 50 および 70%加工材は, 時効初期にわずかに硬化した後, 粒界反応析出の増加に対応して硬化あるいは軟化する。(2) 30-70%の前加工度を施すと粒界反応析出は著しく促進する。しかし, 70%加工材の粒界反応の進展度は, 50%加工材のそれより少し遅くなる。(3) 90%加工材においては粒界反応析出は全く現れず, 最高硬さは 3.6 Ms 付近で HV 260-290 に達する。この強度上昇は, 加工硬化と粒内の連続析出による時効硬化の加算硬化によるものである。

混合のエンタルピーが正の合金系におけるメカニカルアロイング

志賀信哉^{*}， 矢野友子^{*}， 曾我大典^{**}

^{*}新居浜工業高等専門学校 材料工学科、 ^{**}株式会社コベルコ科研

新居浜工業高等専門学校紀要第 36 巻， pp89-95， (2000)

混合のエンタルピー (ΔH) が正である $\text{Ti}_{50}\text{Mg}_{50}$ 、 $\text{Mo}_{50}\text{Mg}_{50}$ 、 $\text{Mo}_{30}\text{Mg}_{70}$ 、 $\text{Mo}_{25}\text{Cu}_{75}$ 混合粉末についてメカニカルアロイング (MA) を実施し、得られた MA 粉末の諸特性を調べた。

X 線回折の結果から、 $\text{Ti}_{50}\text{Mg}_{50}$ 組成粉末は MA により Ti と Mg の回折ピークが消えて新たに Ti と Mg に対応しない回折ピークが現れることから、Ti と Mg が原子レベルで混合されていると考えられる。 $\text{Mo}_{50}\text{Mg}_{50}$ 及び $\text{Mo}_{30}\text{Mg}_{70}$ は 180ks のミリングで Mg に対応する回折ピークが消失し、Mo に対応する回折ピークが低角側にずれていることから Mg が Mo に固溶していると考えられる。 $\text{Mo}_{25}\text{Cu}_{75}$ については MA 時間の増加に伴って Mo と Cu の回折強度が低下するものの 1800ks までミリングしても Mo と Cu の回折ピークが残っていることから、合金化は達成されていない事が分かった。ただし、この組成については 360ks 以上ミリングしたものは MA 粉末のほとんどがミル容器内壁及びミリングボール表面に付着していたことから、360ks 以後は実質的なミリングが行われていない可能性が考えられる。

以上の結果から、 ΔH が正の合金系でも、Ti-Mg 系及び Mo-Mg 系の様に合金化が達成される場合と Mo-Cu 系の様に合金化が達成されない場合があるということが明らかとなった。今後は、MA により合金化が達成されるか否かを決定する要因が何であるか調査する必要がある。

Effects of Annealing Treatments on Residual stresses in TiN Films

T. MATSUE^{* 1}, T. HANABUSA^{* 2}, Y. IKEUCHI^{* 1}

^{* 1} Niihama National College of Technology、 ^{* 2} Faculty of Engineering, Tokushima University
Conference on Advanced Materials Development and Performance • Vol.1 • 246 • 1999 年

The structure and residual stresses of TiN films deposited on a steel substrate were investigated by X-ray diffraction. TiN films approximately 4 μm thick were deposited on one side of the substrate by multi-arc physical vapor deposition (TiN_{PVD} film) and thermal chemical vapor deposition (TiN_{CVD} film). The TiN_{PVD} films had the compressive residual stress of -9.8GPa. These residual stresses decreased on increasing the annealing temperature, and decreased finally to the level of the thermal residual stress after annealing at temperatures above 1073K. The TiN_{CVD} films had the compressive residual stress of -1.8GPa. The residual stresses did not change by annealing at temperatures below 1073K, but they increased with increasing annealing temperatures above 1073 K, almost along with the thermal residual stresses. By X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), we determined the ratio of nitrogen to titanium (N/Ti) of the TiN_{PVD} and TiN_{CVD} films after the annealing treatments. The results of the XPS analysis showed that the initial value of N/Ti was about 1.08 in the as-deposited TiN_{PVD} and TiN_{CVD} films, and those the ratio of N/Ti did not change after annealing at temperatures below 1073K, but decreased to 1.00 after annealing at temperatures above 1073K.

X-ray Triaxial Evaluation of Thermal Residual Stresses in γ -Alumina Fiber-Reinforced Al-5% Cu Composite

Y. IKEUCHI^{* 1}, T. MATSUE^{* 1}, T. HANABUSA^{* 2}

^{* 1} Niihama National College of Technology、 ^{* 2} Faculty of Engineering, Tokushima University
Conference on Advanced Materials Development and Performance • Vol.1 • 234 • 1999 年

When a fiber-reinforced metal matrix composite is cooled down to room temperature from the fabrication or annealing temperature, residual stresses are induced in the composite due to the difference in the coefficient of thermal expansion between the matrix and fibers. An X-ray

diffraction technique was used to measure thermal residual stresses in the matrix of an Al-5wt% Cu alloy reinforced with 17- μ m diameter γ -Alumina fibers. For the composites of this class, it was confirmed that the triaxiality of residual stresses has to be considered in the penetration depth of the X-rays used. The triaxial state of the matrix thermal residual stress was determined by using the stress-free interplanar spacing (d_0) measured for the composite filings. The reliability of the d_0 value was also discussed. In the matrix of the composite annealed at 600K, a tensile residual stress state was observed. On the measurement after cooling the annealed composite to liquid nitrogen temperature, the matrix showed a compressive stress state. In both of the matrix stress states, the longitudinal residual stress parallel to the fibers was the maximum principal stress and the transverse residual stress normal to the fibers was found to be about 40% of the longitudinal residual stress in magnitude. The experimental results agreed well with the prediction based on an elastic concentric cylinder model.

〔 区 分 D 〕

横断的メンテナンス技術の研究開発

谷口佳文^{*1}、曾我部卓三^{*2}、白石哲郎^{*3}、木村好次^{*4} 他

^{*1} 新居浜工業高等専門学校機械工学科、^{*2} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*3} 愛媛大学工学部機能材料工学科、^{*4} 香川大学工学部材料創造工学科

平成 11 年度 地域コンソーシアム研究開発事業成果報告書、(2000)

本コンソーシアムは、高度なメンテナンス技術を持つセンターを中心としたネットワークを構築し、高信頼性、高稼働率、低コストを実現する新しいプラントメンテナンスの産業形態を確立することを目的として、平成 10 年度から実施されている。

本報告書は、

- ・メンテナンスシステムの開発
- ・メンテナンス現場への適用研究
- ・メンテナンスツールの開発

で構成され、このうちメンテナンスシステムの開発における「劣化データベースの構築」を担当した。このデータベースは、メンテナンス計画支援システムの構築に不可欠である。今年度は、劣化の主要因である疲労と腐食に関して、次のデータベースを作成した。

(1) 疲労データベース

疲労データベースには、日本材料学会から発行されている「Databook on Fatigue Strength of Metallic Materials」をデータとして利用した。検索項目として、使用材料、負荷様式、試験片形状、応力集中係数、試験温度、試験雰囲気などを入力すると、条件に合致したデータシートと、それに含まれるすべての疲労データが表形式で表示される。また、S - N グラフ上に疲労データのプロットとその値を基に計算した S - N 曲線と信頼区間が示されようになっている。この S - N 曲線と負荷データから、たとえばマイナー則などを用いて寿命予測が可能である。

(2) 腐食データベース

腐食による劣化は、均一な肉厚の減少による全面腐食と孔食、すきま腐食、粒界腐食、応力腐食割れなどによる局部腐食に大別される。

全面腐食データベースには、NACE の「Corrosion Data Survey」のデータを利用した。検索条件として使用材料、腐食環境を入力すると、種々の溶液濃度・温度に対する腐食速度が表示される。一方、局部腐食では最大浸食深さが主要な劣化量となるが、その形態は多岐にわたる。そこで、本研究では、実際の設備の対象部位から浸食深さのデータを探り、その測定値から母集団の最大浸食深さを推定する極値統計法

を採用した。検査毎にそのデータを蓄積しておけば装置の余寿命予測が可能であり、これは機器の劣化傾向管理のためのデータベースである。

〔 区 分 E 〕

Interdiffusion in Ternary Aluminum-base Alloys under High Pressure

T. TAKAHASHI

新居浜工業高等専門学校材料工学科

3rd International High Pressure School (Warsaw) (1999)

The interdiffusion coefficients in the α -fcc phase of the Al-Cu-Zn, Al-Cu-Mg and Al-Zn-Mg alloys have been determined under pressures from 0.101 to 3000 MPa in the temperature range from 813 to 868 K. The direct interdiffusion coefficients $\tilde{D}_{ii}^A$ ($i = \text{Cu, Zn, Mg}$) are positive, and indirect coefficients $\tilde{D}_{ij}^A$ ($i \neq j$) are negative in the Al-Cu-Zn and Al-Zn-Mg systems. The direct interdiffusion coefficients decrease with increasing pressure. The activation energies for the interdiffusion and impurity diffusion increase with pressure. The ratios of the activation volume to the molar volume of aluminum is between 0.96 and 1.10.

Al-Cu-(Zn, Mg, Sc)系 α 固溶体中の相互拡散の Dayananda 法による解析

高橋知司

新居浜工業高等専門学校材料工学科

日本金属学会秋期 (第 125 回) 大会 (金沢工業大学) (1999)

3 元系合金の 4 個の直接および間接相互拡散係数は、2 種類の独立な拡散対における拡散路の交点 (共通) 組成で求められる。しかし、拡散係数が濃度に依存しないと仮定すれば、Dayananda 法により単一の 3 元系拡散対から相互拡散係数が得られる。本発表では主に 813K における Al-Cu-(Zn, Mg, Sc)系 α 固溶体中の相互拡散係数を、従来の Matano-Kirkaldy 法と Dayananda 法により求め比較検討したものである。両方法による相互拡散係数は、それぞれ、ほぼ一致することが分かった。

Al-Zn-Mg-Ag α 固溶体中における 4 元系拡散

高橋知司^{*1}, 久幸晃二^{*2}, 山根壽己^{*2}, 南埜宜俊^{*3}

^{*1} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2} 広島工業大学工学部機械工学科、^{*3} 大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻

日本金属学会秋期 (第 125 回) 大会 (金沢工業大学) (1999)

実用アルミニウム基合金の多くは 3 元系以上の合金であり、それらの熱処理や時効に伴う組織・強度に関する研究は極めて多く報告されている。しかし、それらの合金作製の基礎的情報である 3 元系の拡散の研究が、実用的にも極めて重要であるにもかかわらず非常に少なく、4 元系 Al-Zn-Mg-Ag 合金の相互拡散の研究に至っては全く報告されていない。

本発表では、Matano-Kirkaldy 法と Thompson-Morrall 法により求めた Al-Zn-Mg-Ag 系合金の相互拡散係数を報告し、溶質元素間の相互作用を熱力学的に考察したものである。

酸化鉛を含まない Bi₂O₃-ZnO-B₂O₃-R₂O 系のガラス化範囲および熱的性質

新田敦己

新居浜工業高等専門学校材料工学科

日本セラミックス協会 第 12 回秋季シンポジウム

第 12 回秋季シンポジウム講演予稿集 1999 年、P. 87

酸化鉛に代わる低融点ガラスの主成分として酸化ビスマス(Bi_2O_3)に注目し、ガラス化範囲および熱的性質を調べた。その結果、 Bi_2O_3 - ZnO - B_2O_3 - CaO ($\text{Bi}_2\text{O}_3 = 10\text{mol}\%$)系においては、 $\text{B}_2\text{O}_3 = 40 \sim 70\text{mol}\%$ 、 $\text{ZnO} = 10 \sim 40\text{mol}\%$ 、 $\text{CaO} = 0 \sim 20\text{mol}\%$ の範囲でガラス化することがわかった。同様に他のアルカリ土類金属元素についても調べた結果、ガラス化範囲は BaO 系が最も広いことがわかった。 Bi_2O_3 - ZnO - B_2O_3 - RO ($\text{R} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) 系ガラスの T_g は、 Bi_2O_3 含有量の増加とともに低くなった。また、 Bi_2O_3 含有量が同じであれば ZnO の含有量が増加すると、若干ではあるが T_g が低くなることがわかった。このことより、アルカリ土類金属酸化物は、同じ 2 価元素である Zn に比べ、 T_g を高くする寄与が大きいということが考えられる。この現象は、他のアルカリ土類金属酸化物でも見られた。以上の結果より、 Bi_2O_3 - ZnO - B_2O_3 - RO ($\text{R} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) 系ガラスの T_g は、 B_2O_3 および 2 価元素の含有量によって決まるといことがわかった。

混合のエンタルピーが正の合金系におけるメカニカルアロイング

志賀信哉^{*}， 矢野友子^{*}

^{*}新居浜工業高等専門学校 材料工学科

日本材料科学会 四国支部 第 8 回講演会 平成 11 年 5 月 28 日

混合のエンタルピーが正であっても、 Ti-Mg 系や Mo-Mg 系のようにメカニカルアロイング(MA)することにより合金化が達成される組み合わせがある。本研究では $\text{Mo}_{25}\text{Cu}_{75}$ 混合粉末の MA を行い、得られた MA 粉末の諸特性を調べた。MA 時間の増加に伴い Mo と Cu に対応する回折強度は低下するものの 1800ks まで MA してもこれらの回折ピークが残っており、MA による合金化は達成されなかった。ただし、360ks 以上 MA したものは MA 粉末のほとんどがミル容器内壁およびミリングボール表面に付着していたことから 360ks 以降はミリングが十分に行われていない可能性があり、今後の検討を要する。

アーク・イオンブレイティング法による TiN 被覆材の熱処理における残留応力緩和と機械的特性

松英達也^{*1}， 英 崇夫^{*2}， 池内保一^{*1}， 三木靖浩^{*3}， 米谷英治^{*4}

^{*1} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、 ^{*2} 徳島大学工学部、 ^{*3} 奈良県工業技術センター、 ^{*4} 徳島県工業技術センター

第 35 回 X 線材料強度に関するシンポジウム・1999 年 9 月

アーク・イオンブレイティング法により TiN 皮膜を作成し、熱処理に対する被覆材の残留応力および機械的特性への影響を検討した。その結果、皮膜さらに皮膜近傍の基板における残留応力値は熱処理温度および保持時間に依存して変化した。また、皮膜の硬さと残留応力値には密接な関係があることが明らかとなった。

アルミナ長繊維強化アルミニウム複合材料の熱膨張

池内保一^{*1}， 石井 亨^{*2}， 松英達也^{*1}

^{*1} 新居浜工業高等専門学校材料工学科、 ^{*2} 新居浜工業高等専門学校専攻科生産工学専攻

第 35 回 X 線材料強度に関するシンポジウム・1999 年 9 月

The thermal expansion behavior along the fiber direction of a unidirectionally reinforced aluminum composite was studied in a temperature range of 300-800K. A strain hysteresis loop attributable to the presence of thermally induced residual stresses in the composite was observed. During cooling the composite from 800K to 300K, the matrix was plastically deformed in tension. With subsequent heating of the composite, the tensile matrix stress elastically decreased to zero stress level at about 330K and then the matrix was plastically deformed in compression. Time dependent strain during isothermal holding of the composite at elevated temperatures was revealed. The change in strain of the composite under isothermal conditions was influenced by the sign of residual stresses. The relaxation behavior of the matrix stress during isothermal holding of the composite could be well

described in a form of the power law for steady-state creep of pure aluminum. The activation energy for the relaxation process of the matrix stress was evaluated to be nearly equal to the activation energy for self diffusion of pure aluminum.

AIP 法による TiN 被覆材の残留応力に及ぼす熱処理の影響

松英達也^{*1}, 英 崇夫^{*2}, 池内保一^{*1}, 三木靖浩^{*3}, 米谷英治^{*4}

^{*1}新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2}徳島大学工学部、^{*3}奈良県工業技術センター、^{*4}徳島県工業技術センター

第 8 回 日本材料科学会四国支部講演大会・1999 年 5 月

AIP 法により鉄鋼基板上に TiN 皮膜を作成し、熱処理により皮膜の残留応力および硬さどのように影響されるか検討した。その結果、皮膜の残留応力値は熱処理温度および保持時間に依存して変化した。また、皮膜の硬さと残留応力値には密接な関係があることが明らかとなった。

アルミナ長繊維強化 Al - 5%Cu の X 線残留応力評価

池内保一^{*1}, 松英達也^{*1}

^{*1}新居浜工業高等専門学校材料工学科

第 8 回 日本材料科学会四国支部講演大会・1999 年 5 月

本研究では平均直径 17 μm の細径長繊維で強化した標記複合材料を 600K で焼なました場合および焼なました複合材料をさらに 77K まで冷却した場合について X 線的に測定される室温での母材熱残留応力の 3 軸性を検討した。本実験の X 線応力測定において、測定表面層内では 3 軸性の高い結果が得られた。X 線 3 軸応力解析では無ひずみの格子面間隔 d_0 を精密に求める必要があり、本研究では d_0 の妥当性についても検討した。

アルミナ長繊維強化アルミニウムの熱膨張

池内保一^{*1}, 石井 亨^{*2}, 松英達也^{*1}

^{*1}新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2}新居浜工業高等専門学校専攻科生産工学専攻

第 8 回 日本材料科学会四国支部講演大会・1999 年 5 月

標記複合材料中に生じる繊維方向の熱応力を複合材料の熱膨張から算出した。算出された熱残留応力は複合材料の熱履歴によって大きく変化し、この熱残留応力変化に関係して複合材料の長さが変化する。複合材料の高温までの熱履歴過程で母材は塑性変形し、複合材料の熱膨張曲線はヒステリシスを示す。加熱途中の高温で一定温度に保持すると複合材料は収縮し、冷却途中の高温で一定温度に保持すると複合材料は膨張する。この挙動は母材の応力緩和に起因し、その緩和機構はアルミニウムの自己拡散に関係することを明らかにした。

AIP 法による TiN 被覆材の熱処理における残留応力緩和

松英達也^{*1}, 英 崇夫^{*2}, 池内保一^{*1}, 三木靖浩^{*3}

^{*1}新居浜工業高等専門学校材料工学科、^{*2}徳島大学工学部、^{*3}奈良県工業技術センター

第 48 期 日本材料学会総会および学術講演会・1999 年 5 月

AIP 法により鉄鋼基板上に TiN 皮膜を作成し、被覆材の残留応力が熱処理に対してどのように影響されるか X 線法により検討した。その結果、回折 X 線の半価幅と積分回折強度は熱処理温度および保持時間に依存して変化した。また、皮膜の残留応力値は熱処理温度および保持時間により圧縮残留応力が緩和されることが明らかとなった。さらに、皮膜近傍の基板の残留応力は熱処理によって圧縮から引張残留応力へと変換することが確認された。

Effects of Annealing Treatments on Residual stresses in TiN Films

T.MATSUE*¹, T.HANABUSA*², Y.IKEUCHI*¹

*¹Niihama National College of Technology、*²Faculty of Engineering, Tokushima University
Conference on Advanced Materials Development and Performance (AMDP'99)・

1999年11月

The structure and residual stresses of TiN films deposited on a steel substrate were investigated by X-ray diffraction. TiN films approximately 4 μ m thick were deposited on one side of the substrate by multi-arc physical vapor deposition (TiN_{PVD} film) and thermal chemical vapor deposition (TiN_{CVD} film). The TiN_{PVD} films had the compressive residual stress of -9.8GPa. These residual stresses decreased on increasing the annealing temperature, and decreased finally to the level of the thermal residual stress after annealing at temperatures above 1073K. The TiN_{CVD} films had the compressive residual stress of -1.8GPa. The residual stresses did not change by annealing at temperatures below 1073K, but they increased with increasing annealing temperatures above 1073 K, almost along with the thermal residual stresses. By X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), we determined the ratio of nitrogen to titanium (N/Ti) of the TiN_{PVD} and TiN_{CVD} films after the annealing treatments. The results of the XPS analysis showed that the initial value of N/Ti was about 1.08 in the as-deposited TiN_{PVD} and TiN_{CVD} films, and those the ratio of N/Ti did not change after annealing at temperatures below 1073K, but decreased to 1.00 after annealing at temperatures above 1073K.

X-ray Triaxial Evaluation of Thermal Residual Stresses in γ -Alumina Fiber-Reinforced Al-5% Cu Composite

Y.IKEUCHI*¹, T.MATSUE*¹, T.HANABUSA*²

*¹Niihama National College of Technology、*²Faculty of Engineering, Tokushima University
Conference on Advanced Materials Development and Performance (AMDP'99)・

1999年11月

An X-ray diffraction technique was used to measure thermal residual stresses in the matrix of an Al-5%Cu alloy reinforced with 17- μ m diameter γ -Alumina fibers. For the composites of this class, it was confirmed that the triaxiality of residual stresses has to be considered in the penetration depth of the X-rays used. The triaxial state of the matrix thermal residual stress was determined by using the stress-free interplanar spacing, d_0 , measured for the composite filings. The reliability of the d_0 value was also discussed. In the matrix of the composite annealed at 600K, a tensile residual stress state was observed. On the measurement after cooling the annealed composite to liquid nitrogen temperature, the matrix showed a compressive stress state. In both of the matrix stress states, the longitudinal residual stress parallel to the fibers was the maximum principal stress and the transverse residual stress normal to the fibers was found to be about 40% of the longitudinal residual stress in magnitude. The experimental results agreed well with the prediction based on an elastic concentric cylinder model.

硫黄含有ホウケイ酸ガラスの局所構造と電子状態

朝日太郎、難波徳郎、三浦嘉也、山下浩、前川尚

新居浜工業高等専門学校、岡山大学環境理工学部、愛媛大学工学部

日本セラミックス協会 第12回秋季シンポジウム 1999.10.6~8 (松江)

硫黄を含有したアルカリホウケイ酸ガラスを作成し、高分解能XPSを用いてガラス中の硫黄の化学結合状態について検討を行なった。ガラス試料は組成に依存して着色が変化する。この現象はガラス骨格中

の非架橋酸素部位の有無に大きく関係している。硫黄はガラス骨格中の非架橋酸素部位に酸素と置換してマトリックスに取り込まれ、その結果 Si-S 結合が生成する。この Si-S 結合の生成がガラス試料の着色に影響していると考えられる。

Na₂O-RE₂O₃-SiO₂(RE: 希土類元素)系ガラスの作製とその電気特性

朝日太郎、中山 享

新居浜工業高等専門学校

日本セラミックス協会 第 38 回セラミックス基礎科学討論会 2000.1.18~19 (岡山)

出発組成が 5Na₂O・RE₂O₃・8SiO₂ (RE=La、Pr、Nd、Sm、Gd、Dy、Y、Ho、Er、Yb) からなるガラスを作製し、そのナトリウムイオン導電性と希土類元素のイオン半径の関係についての検討を行った。作製したガラス試料の密度はセラミックスの理論密度と良く一致した。また、300 °C でのガラス試料の導電率は $10^{-4} \sim 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ で、Shannon らが報告した Na₅YbSi₄O₁₂ セラミックスの導電率より一桁低い値であった。