

[ 材料工学科 ]

[ 区分 A ]

### A MULTI-PLANT MAINTENANCE SYSTEM BASED ON LIFE CYCLE MAINTENANCE MANAGEMENT

Yoshitsugu KIMURA<sup>\*1</sup>, Toshiaki WAKABAYASHI<sup>\*1</sup>, Yuji OHUE<sup>\*1</sup>, Shozo TAKATA<sup>\*2</sup>, Yasuhide NISHI<sup>\*3</sup>, Tetsuro SHIRAISHI<sup>\*3</sup>, Takuzo SOGABE<sup>\*4</sup>, Yoshifumi TANIGUCHI<sup>\*4</sup> and Hiroshi ISHIMARU<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup>Faculty of Engineering, Kagawa University, <sup>\*2</sup>Department of Industrial and Management Systems Engineering, Waseda University, <sup>\*3</sup>Faculty of Engineering, Ehime University, <sup>\*4</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*5</sup>Process and Production Technology Center, Sumitomo Chemical Company, Ltd.

Proceedings of the International Tribology Conference NAGASAKI, pp2351-2356, (2001)

A regional consortium project spanning three years has progressed on the framework of a multi-plant maintenance system in Shikoku area, Japan, where the turnaround of a number of small and medium-sized maintenance businesses is a matter of urgency, and a centralized multi-plant maintenance system is being developed by fully utilizing their skills.

The research organization is composed of three working groups: System, Practice and Tool WGs. System WG is developing maintenance software assigning optimal maintenance specifications to each component of plants and planning a network connecting the plants and a maintenance center. Practice WG is developing practical methodology of modeling plants for efficient maintenance. Further, based upon their tribological and diagnostic component technology, members of Tool WG are developing advanced maintenance tools to apply to, and to improve total effectiveness of, the maintenance system.

In particular, as one of important activities of System WG, this paper introduces the development of a multi-plant maintenance system based on a concept of life cycle maintenance management.

### FEM Study on Microstress Distribution of Fiber Reinforced Material and Triaxiality of X-ray Stress Measurement

Masayuki NISHIDA<sup>\*1</sup>, Takao HANABUSA<sup>\*2</sup> and Yasukazu IKEUCHI<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Kobe City College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University, <sup>\*3</sup>Niihama National College of Technology

Materials Science Research International • Special Technical Publication-1 • pp320-323 • 2001 年 5 月

The criterion of biaxial or triaxial analysis was examined with the distribution of microstress in the fiber reinforced material by the finite element method (FEM). The microstress in the matrix phase and the long-fiber phase is generated from the thermal stress due to the difference in the thermal expansion coefficient between these two phases. Two models of different fiber arrangement were used to calculate microstress states. The correlation between the free surface effect and the distribution of microstress both in the matrix and the fiber was investigated. The weighted average strain  $\langle \epsilon \rangle$  in the direction of the angle  $\psi$  inclined from the surface normal was calculated under the consideration of the X-ray absorption. The criterion of the biaxial and triaxial stress measurement was discussed from the  $\langle \epsilon \rangle - \sin^2\psi$  diagram calculated on different volume fractions and fiber arrangements.

## X-Ray Evaluation of Residual Stresses in Continuous Fiber-Reinforced Aluminum Composites

Yasukazu IKEUCHI<sup>\*1</sup>, Tatsuya MATSUE<sup>\*1</sup> and Takao HANABUSA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

Materials Science Research International • Special Technical Publication-1 • pp324-327 • 2001 年 5 月

Residual stresses arise in fiber-reinforced metal matrix composites after cooling down from elevated temperatures due to the thermal expansion mismatch between the matrix and fibers. The thermally induced residual stresses were measured by the X-ray method in the matrix of two different composites, one being pure Al reinforced with 17 $\mu$ m average diameter  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fibers and the other being 6061Al reinforced with 140 $\mu$ m diameter SiC fibers. Results of the X-ray triaxial stress analysis showed that the stress state in the matrix sampled by the diffracted X-ray beam was biaxial on the composite with large fibers, whereas triaxial on the composite with small fibers. In the matrix of annealed composites, a tensile residual stress state was observed. After cooling the annealed composite to liquid nitrogen temperature, the matrix showed a compressive stress state in each composite. Regardless of the tensile or compressive stress states, the residual stress parallel to the fibers was the maximum principal stress. From the X-ray biaxial stress measurements during heating and cooling process of each composite, it was found that the tensile residual stress in the matrix linearly decreased with increasing temperature. The amount of reduction was in good agreement with the prediction by an elastic cylinder model.

## Quaternary Diffusion in the $\alpha$ Solid Solutions of Al-Zn-Mg-Ag Alloys

Tomoshi Takahashi<sup>\*1</sup>, K. Hisayuki<sup>\*2</sup>, Toshimi Yamane<sup>\*2</sup>, Yoritoshi Minamino<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Materials Science and Engineering, Niihama National College of Technology, Niihama 792-8580, Japan,

<sup>\*2</sup>Department of Mechanical Engineering, Hiroshima Institute of Technology, Hiroshima 731-5143, Japan, <sup>\*3</sup>Department of Adaptive Machine Systems, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita 565-0871, Japan

Defect and Diffusion Forum Vols. 194-199, pp.235-240(2001)

Quaternary interdiffusion experiments of Al-rich  $\alpha$  Al-Zn-Mg-Ag alloys have been performed in the temperature range from 725 to 832 K. The concentration profiles indicate that the diffusion distance of Ag is shorter than those of Zn and Mg in the solid solutions. The direct interdiffusion coefficients  $D^4_{ZnZn}$ ,  $D^4_{MgMg}$  and  $D^4_{AgAg}$  are positive, and indirect coefficients are negative. The impurity diffusion coefficients of Ag, Cu or Mg in Al-Zn-Mg (or Ag) alloys can be expressed by the following equations.

$$D^*_{Mg(Al-3.04Zn-1.90Ag)} = 2.0 \times 10^{-5} \exp(-119 \text{ kJ mol}^{-1} / RT^{-1}) \text{ m}^2 / \text{s},$$

$$D^*_{Ag(Al-3.37Zn-2.75Mg)} = 1.9 \times 10^{-5} \exp(-138 \text{ kJ mol}^{-1} / RT^{-1}) \text{ m}^2 / \text{s},$$

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

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

## Diffusion in 2000 Series Aluminum Alloys

Toshimi Yamane<sup>\*1</sup>, Koji Hisayuki<sup>\*1</sup>, Tomoshi Takahashi<sup>\*2</sup>, Koji Fujita<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Mechanical Engineering, Hiroshima Institute of Technology, Hiroshima 731-5143, Japan, <sup>\*2</sup>Department of Materials Science and Engineering, Niihama National College of Technology, Niihama 792-8580, Japan

Defect and Diffusion Forum Vols. 194-199, pp.253-258(2001)

2000 series aluminum alloys contain mainly Cu and other elements such as Mg, Si, Fe, Mn and so on. In this research, effective interdiffusion coefficients of Cu and Mg were obtained in the commercial multicomponent 2000 series aluminum alloys. At atmosphere pressure, the temperature dependence of the average effective interdiffusion coefficients in the temperature range from 763 K to 813 K are expressed by Arrhenius type relation.

The ratios of activation volumes  $V^{\text{eff}}$  for effective interdiffusion obtained from pressure dependence at 0.1 MPa to 0.196 GPa to the molar matrix volumes  $V_0$  are 0.68-0.84 for Cu and Mg. From these values, Cu and Mg atoms are considered to diffuse through the medium of monovacancies.

### 摩耗機構図を基礎とした銅合金の被削性評価

平尾桂一<sup>\*1</sup>, 森山重信<sup>\*1</sup>, 花崎伸作<sup>\*1</sup>, 高橋知司<sup>\*2</sup>, 山根壽己<sup>\*3</sup>, 白井泰治<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>大阪大学工学部, <sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科, <sup>\*3</sup>広島工業大学工学部機械工学科(現在 大阪大学名誉教授)  
伸銅技術研究会誌, Vol.40, pp.161-169, (2001)

銅合金の被削性の基準材である C3604 と鉛入り黄銅に近い被削性を示すエコプラスの摩耗機構図を構築し、切削加工における被削性評価を試みた。得られた結果は以下のようである。

- (1) 大気中、無潤滑で行った pin on disk 試験により、摩耗量のすべり速度依存性は典型的な酸化摩耗を示す材料のものである。
- (2) 鉛や他の内部潤滑粒子を含んでない種々の銅合金の摩耗を、規格化した荷重とすべり速度で統一的に整理できる。鉛添加合金も鉛が同じであれば同様に整理できる。
- (3) エコプラスはせん断型の不連続切り屑を排出するが、高速切削条件では流れ型の連続切り屑になる。
- (4) 摩擦面温度の理論による閃光温度  $T_f$  の計算より、鉛の有無で、ピンとディスク接触面の温度差は約 300K であることが分かった。
- (5) 摩耗の寄与を加味したすくい面摩耗と表面粗さ評価を、切削条件図中に示すことにより、切削可能領域を決定することができた。

### Quaternary Diffusion in 7000 Aluminum Alloys

Tomoshi Takahashi<sup>\*1</sup>, Yoritoshi Minamino<sup>\*2</sup>, Toshimi Yamane<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Materials Science and Engineering, Niihama National College of Technology, Niihama 792-8580, Japan,  
<sup>\*2</sup>Department of Adaptive Machine Systems, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita 565-0871, Japan,  
<sup>\*3</sup>Department of Mechanical Engineering, Hiroshima Institute of Technology, Hiroshima 731-5143, Japan

Materials Transactions, Vol.43, pp.232-238, (2002)

Quaternary and ternary interdiffusion experiments of 7000 aluminum alloys have been performed at 725 K and 755 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  $D^{\text{Al}}_{\text{ZnZn}}$ ,  $D^{\text{Al}}_{\text{MgMg}}$  are positive, and indirect coefficients  $D^{\text{Al}}_{\text{ZnMg}}$ ,  $D^{\text{Al}}_{\text{MgZn}}$  are negative in the ternary Al-Zn-Mg alloys. The effective interdiffusion coefficients in 7000 aluminum alloys are in the order  $D^{\text{eff}}_{\text{Zn,C}} > D^{\text{eff}}_{\text{Mg,C}} > D^{\text{eff}}_{\text{Cu,C}}$ . When the concentration distribution of Zn and Mg are almost constant and the concentration of Cu approaches zero in the Al-Zn-Mg / Al-Zn-Mg-Cu couple, it is obvious that  $D^{\text{eff}}_{\text{Cu,C}} = D^4_{\text{CuCu}} = D^*_{\text{Cu(Al-Zn-Mg)}}$ . The ratio values of indirect to direct diffusion coefficients suggest that attractive interactions of Zn-Mg and Cu-Mg exist in the Al-Zn-Mg-Cu alloys.

### Glass forming-regions and thermal properties of $\text{Bi}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{R}_2\text{O}$ quaternary systems

新田敦己<sup>\*1</sup>, 小出 学<sup>\*2</sup>, 松下和正<sup>\*2</sup>

\*1新居浜工業高等専門学校材料工学科、\*2長岡技術科学大学環境・建設系環境システム工学科

Physics and Chemistry of Glasses, Vol.42, pp275-278 (2001)

New glasses containing  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-}10\text{B}_2\text{O}_3\text{-R}_2\text{O}$  ( $\text{R} = \text{Li, Na, K}$ ) system, were studied on glass-forming regions and thermal properties. The glass-forming regions containing  $\text{Li}_2\text{O}$  are wider than those containing  $\text{Na}_2\text{O}$  or  $\text{K}_2\text{O}$ . It is found that  $\text{ZnO}$  in the glasses containing  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  spreads out the glass-forming region.  $T_g$  of the  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-R}_2\text{O}$  quaternary systems ranges from 272 to 339 .  $T_g$  does not depend on the size of alkaline ions, but depend on the amount of alkaline oxide. The values of ratio  $T_g/T_i$  are from 0.63 to 0.72, being in fair agreement with "two-third rule."

### アーク・イオンプレーティング法による TiN 皮膜の結晶状態に対する成膜条件の影響

松英達也\*1, 英 崇夫\*2, 池内保一\*1

\*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

材料・vol.50 (No.7)・707・2001年.

Relationship between the structure and the depositing conditions of TiN film deposited by arc ion plating were investigated by X-ray diffraction. Bias voltage and arc current were changed to examine their roles on the structure of TiN films. The structure of TiN film depended on the bias voltage. In the case of a bias voltage at 0V, the TiN films exhibited high {110} orientation, whereas the films exhibited high {111} orientation when the bias voltage was -100V. On the other hand, arc current did not affect the structure of TiN films. {111} orientation was accomplished on the glass substrate when the effect of droplets was reduced. The ratio of nitrogen to titanium composition ( $\text{N/Ti}$ ) was observed by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The results of XPS analysis showed that the maximum value of  $\text{N/Ti}$  was about 0.89 in the TiN films when they had {110} and {111} preferred orientation along the film surface.

### アルミニウム基材への TiN 厚膜の作製とその摩耗特性

英 崇夫\*1, 森口忠和\*2, 日下一也\*1, 松英達也\*3

\*1徳島大学工学部, \*2徳島大学大学院 (現 四国化工機(株)), \*3新居浜工業高等専門学校材料工学科

材料・vol.50 (No.7)・732・2001年.

In the industrial fields, aluminum (A1050) and aluminum alloys (A5052 and A2017) are widely used in mechanical components. However, their application is essentially restricted because of their low strength and low hardness. In the present study, TiN film deposition was tried on a surface of aluminum and aluminum alloy substrates by means of an arc ion plating. The aim is to develop thick TiN film on aluminum based materials in order to get strong wear resistance. In order to minimize an increase of the substrate temperature throughout the deposition, the process was planned to deposit TiN intermittently with cooling intervals of 120 min. Arc current, bias voltage and coating time were changed to examine their roles on hardness and wear property of TiN films. X-ray diffraction study revealed (100) preferred orientation in the film deposited under the condition of low bias voltages, whereas (111) under high bias voltages. No cracks were observed in the films deposited on the A5052 and A2017 substrates under the bias voltage below -30V, however, they occurred in the films deposited higher than -20V on A1050 substrate. Low bias voltage should be essential to obtain thick TiN films on aluminum-base materials. Wear test was made by a ball-on-disk type machine. The depth of wear traces observed in the films with the thickness of  $9\ \mu\text{m}$  on A1050 substrate was about  $40\ \mu\text{m}$ . However, no wear traces appeared in the other films deposited under low bias voltages; regardless of film thickness. Although the hardness of the film was reduced with using

low bias voltage, the wear property was greatly improved by thick TiN coatings.

### **Influence of Processing Conditions on Structure of TiN Films Deposited by Arc Ion Plating**

Tatsuya MATSUE<sup>\*1</sup>, Takao HANABUSA<sup>\*2</sup> and Yasukazu IKEUCHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

Materials Science Research International · Special Technical Publication-1 · pp303-306 · 2001 年 5 月

The relationship between deposition conditions of TiN film deposited by arc ion plating and the resultant structure was investigated by X-ray diffraction. Bias voltage and arc current were varied in order to examine their roles in determining the structure of TiN film. It is found that the structure of TiN film was depend on bias voltage. When a bias voltage of 0V was applied, the resultant TiN film exhibited high {110} orientation, whereas when a bias voltage of -100V was applied, the film exhibited high {111} orientation. In contrast, arc current did not affect the structure of TiN film. The ratio (at.%) of nitrogen to titanium (N/Ti) was measured by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The results of XPS analysis show that the maximum value of N/Ti is about 0.89 in TiN films when they exhibit {110} and {111} preferred orientations along the film surface.

### **ガラスを題材とする無機材料科学分野の系統的学習方法についての検討**

朝日太郎

新居浜工業高等専門学校材料工学科

論文集「高専教育」第 25 号 pp91-96(2002.3)

現在、我々が見るガラスは窓ガラスや瓶ガラスのように日常生活に使用されるものから、光ファイバーや光導波路など最先端技術に至る広範囲な分野で利用されているが、金属とともに人類が作り出した材料物質としては、古い歴史を有するものである。このように、ガラスは材料として日常生活に深く関わっているが、その作製方法や構造についての記載は 1 ~ 2 年生対象の化学の教科書内にはほとんど紙面が割かれていない状況である。一方で、ガラスの主成分であるシリカを原料としたケイ酸塩工業（窯業）は日本の代表的産業の一つであり、近年のファインセラミックス産業の発達と関連付けて、低学年からの早い段階で、これらの分野の重要性を概説する必要があると思われる。本稿では、溶液反応を中心に記載された一般化学分野の教科書中ではあまり取り上げられていないガラスを題材にした材料工学への興味付けと、固体化学の系統的な理解を目標とした実験例を紹介し、教材として使用することの有効性について検証した。

### **Preparation of $(\text{Li}_2\text{O})_{35.7}(\text{RE}_2\text{O}_3)_{7.2}(\text{SiO}_2)_{57.1}$ (RE = Sm, Gd, Dy, Ho, Y, Er and Yb) glasses and their electrical properties**

Taro ASAHI<sup>\*1</sup>, Yan Lin AUNG<sup>\*2</sup>, Maiko SAITO<sup>\*1</sup>, Shinji IMAI<sup>\*3</sup>, Masatomi SAKAMOTO<sup>\*4</sup> and Susumu NAKAYAMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Materials Engineering Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Department of Applied Chemistry and Biotechnology Niihama National College of Technology, <sup>\*3</sup>Sharp Takaya Electronics Industry Co. Ltd. and <sup>\*4</sup>Faculty of Science Yamagata University

Journal of the Ceramic Society of Japan, Vol.110 (2002), p.200-203

Lithium rare-earth silicate glasses,  $(\text{Li}_2\text{O})_{35.7}(\text{RE}_2\text{O}_3)_{7.2}(\text{SiO}_2)_{57.1}$  (RE = Sm, Gd, Dy, Ho, Y, Er and Yb), were prepared by melting a mixture of  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{RE}_2\text{O}_3$  and  $\text{SiO}_2$  under the composition ratio of each component. The density was increased with increasing the atomic weight of RE. Three differential thermal analysis (DTA) exothermic peaks ( $T_c(\quad)$ ,  $T_c(\quad)$  and  $T_c(\quad)$ ), attributed to crystallization,

were observed in the temperature range of 650 to 880 . The powder X-ray diffraction analysis indicated that  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ ,  $(\text{Li}_2\text{SiO}_3 + \text{RE}_2\text{Si}_2\text{O}_7 + \text{RE}_2\text{SiO}_5)$  and  $(\text{Li}_2\text{SiO}_3 + \text{RE}_2\text{Si}_2\text{O}_7)$  formed around Tc( ), Tc( ) and Tc( ), respectively. The conductivity of,  $(\text{Li}_2\text{O})_{35.7}(\text{RE}_2\text{O}_3)_{7.2}(\text{SiO}_2)_{57.1}$  glass was found to increase about two orders of magnitude over that of the corresponding  $\text{Li}_5\text{YSi}_4\text{O}_{12}$  ceramic.

### Crystallization of tantalum oxide formed by PLD

Takanori Hino<sup>\*1</sup>, Minoru Nishida<sup>\*2</sup>, Takao ARAKI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Materials Science and Engineering, Niihama College of Technology, <sup>\*2</sup>Department of Materials Science and Engineering, University of Ehime

Surface & Coatings Technology, Vol.149, pp1-6, (2002)

The film using Ta target at 1mPa consisted of fine crystal and orientated to Ta(110) independently of substrate orientation. The enough collision above 5Pa was necessary to obtain stoichiometric film irrespective of the target, however the films were amorphous.

## [ 区 分 C ]

### 金属材料の疲労強度簡易データベースの構築

谷口佳文<sup>\*1</sup>、北住順一<sup>\*1</sup>、曾我部卓三<sup>\*2</sup>、白石哲郎<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校機械工学科、<sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科、<sup>\*3</sup>愛媛大学工学部機能材料工学科

新居浜工業高等専門学校紀要第 38 巻, pp1-7, (2002.1)

一般に、機械や構造物の部材は、周期的に変動する繰返し荷重を受け疲労破壊を生じる場合が多い。そのため、部材の設計あるいは稼働中の部材の疲労寿命評価には、使用されている材料の疲労特性を把握しておく必要があり、これまでに蓄積された疲労データを有効に活用することは重要な課題である。

このような背景から、パーソナルコンピュータ上で、金属材料の疲労データの追加、更新、検索および統計処理を容易に行うことを目的に、データベースソフト「Microsoft Access」を用いた簡易疲労データベースを構築した。そして、既刊の疲労データ集のデータを入力して使用し、その有用性を確認した。

### Cu-Ni-Sn 合金における相分解と規則構造

相根博道<sup>\*1</sup>、藤山敏彦<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科、<sup>\*2</sup>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 38 巻, pp85-92, (2002.1)

Cu-Ni-Sn 合金において準安定状態として形成される変調構造について、電子回折およびX線回折と透過電顕により、濃度ゆらぎの成長過程と形成される規則格子構造の合金組成依存性を調べた。Ni および Sn 濃度の異なる広い組成範囲にわたり変調構造が形成され、その変調構造中に D022 型規則格子が形成される。D022 型規則構造は母相の格子定数が小さくなると、母相との間に弾性的な格子歪みを生じて L12 型規則構造に移行する。D022 型規則構造の消滅は濃度ゆらぎの振幅が成長する過程で起こる。相分解過程の進行は、Ni 濃度が高く Sn 濃度の低い合金ほど遅くなる。

### 表面シリカ修飾処理-未処理 2 種 TGS-ガスセンサの動的応答を用いたインテリジェント・ガスセンサシステム

松原靖廣<sup>\*1</sup>、谷 耕治<sup>\*1</sup>、荒井亮介<sup>\*2</sup>、佐伯和彦<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科、<sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校生産工学専攻、<sup>\*3</sup>新居浜工業高等専門学校研究生

新居浜工業高等専門学校紀要第三十八巻, 93pp-99. (2002.1)

$\text{SnO}_2$  を主成分とする TGS-816 ガスセンサの表面温度を正弦波的に変化した条件下、応答ガスの種類に

よりセンサの動的応答波形が特徴的に変化する。今回、オルガノシリカゾルを表面に塗付し焼成して TGS-816 センサ表面を修飾した。表面修飾したセンサとそのままの TGS-816 の 2 種センサの動的応答情報を用いインテリジェントガス・センサシステムを構築した。この 2 種センサ間でガスに対する応答波形の違いがみられたことから 2 種間の動的応答情報を用いて散布図を示した。するとメタン、エタン、プロパンガスの区別のみならずメタンとエタン、メタンとエタン、エタンとプロパンの 2 種類の混合気体の分別も可能であった。よってセンサ素子の工夫により動的応答情報を利用したインテリジェントセンサシステムの性能が向上することを示せた。

### **The Structure of TiN Films Deposited by Arc Ion Plating**

Tatsuya MATSUE<sup>\*1</sup>, Takao HANABUSA<sup>\*2</sup> and Yasukazu IKEUCHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

The Sixth International Symposium on Sputtering&Plasma Processes(ISSP2001)・123・2001 年

The relationship between deposition conditions of TiN film deposited by arc ion plating and the resultant structure was investigated by X-ray diffraction. Bias voltage was varied systematically in order to clarify the effect of such a variation on the final structure of TiN films. At low bias voltage, the resultant TiN film exhibited strong {110} preferred orientation, whereas at high bias voltage, the dominant orientation of the film was {111}. The ratio of nitrogen, carbon, and oxygen to titanium at the film surface and the interface between the film and substrate was determined by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), revealing that the maximum N/Ti ratio is approximately 0.89 in TiN films that exhibit {110} and {111} preferred orientation on the film surface. Titanium oxides such as TiO<sub>2</sub> or TiO were observed at the interface between the film and substrate in {110} oriented films, however these oxides were not observed in {111} orientated films.

### **The Effect of Laser Irradiation Condition on the Formation of Droplets Using KrF Excimer Laser**

S. Mustofa<sup>\*1</sup>, K. Mii<sup>\*1</sup>, T. Hino<sup>\*2</sup>, M. Nishida<sup>\*1</sup>, T. Araki<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Dep. of Materials Science and Engineering, University of Ehime, <sup>\*2</sup>Dep. of Materials Science and Engineering, Niihama College of Technology

Proc. of the 7th International Symposium of JWS, Vol. 1, pp609, (2001.11)

In this experiment, the relationships between laser irradiation conditions and formation of droplets were investigated by KrF excimer laser of 1 pulse, which was irradiated to the target materials such as Au, Ag, Al and Cu by altering laser fluence from 2.5J/cm<sup>2</sup> to 10J/cm<sup>2</sup>.

### **Reduction of droplet formation in PLD of tantalum oxide**

Takanori HINO<sup>\*1</sup>, Mustofa Salim<sup>\*2</sup>, Minoru Nishida<sup>\*2</sup>, Takao ARAKI<sup>\*2</sup>, Yasuhiro TSUGITA<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Dep. of Materials Science and Engineering, Niihama College of Technology, <sup>\*2</sup>Dep. of Materials Science and Engineering, University of Ehime, <sup>\*3</sup>Sumitomo Metal Mining Co., Ltd. Tokyo

Proceedings of 3rd International Conference on Laser Assisted Net Shape Engineering, pp775-784 (2001) 775-784

In this work the influence of droplets on corrosion resistance was studied and a double slit droplet reduction method suitable for the PLD using KrF excimer laser was also invented.

## Development of Emission-Free Recycling Process for Printed Circuit Boards of Spent Personal Computer

Araki Takao<sup>\*1</sup>, Nishida Minoru<sup>\*1</sup>, Tsugita Yasuhiro<sup>\*2</sup>, Agawa Ryuichi<sup>\*3</sup> and Hino Takanori<sup>\*4</sup>

<sup>\*1</sup>Dep. of Materials Science and Engineering, University of Ehime, <sup>\*2</sup>Sumitomo Metal Mining Co., Ltd. Tokyo, <sup>\*3</sup>Sumitomo Heavy Industries, Ltd. Niihama, <sup>\*4</sup>Dep. of Materials Science and Engineering, Niihama College of Technology, Proceedings of International Electronics Recycling Congress, pp38, (2002)

Emission-free process for recycling of PCB was developed. All of the materials contained in PCB could be recovered by combination of so-called physical separation, i.e., combination of mechanical and thermal separation.

### [ 区 分 E ]

## FEM Study on Microstress Distribution of Fiber Reinforced Material and Triaxiality of X-ray Stress Measurement

Masayuki NISHIDA<sup>\*1</sup>, Takao HANABUSA<sup>\*2</sup> and Yasukazu IKEUCHI<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Kobe City College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University, <sup>\*3</sup>Niihama National College of Technology

INTERNATIONAL SYMPOSIA ON MATERIALS SCIENCE FOR THE 21ST CENTURY・2001年5月25日.

The criterion of biaxial or triaxial analysis was examined with the distribution of microstress in the fiber reinforced material by the finite element method (FEM). The microstress in the matrix phase and the long-fiber phase is generated from the thermal stress due to the difference in the thermal expansion coefficient between these two phases. Two models of different fiber arrangement were used to calculate microstress states. The correlation between the free surface effect and the distribution of microstress both in the matrix and the fiber was investigated. The weighted average strain  $\langle \epsilon \rangle$  in the direction of the angle  $\theta$  inclined from the surface normal was calculated under the consideration of the X-ray absorption. The criterion of the biaxial and triaxial stress measurement was discussed from the  $\langle \epsilon \rangle - \sin^2\psi$  diagram calculated on different volume fractions and fiber arrangements.

## X-Ray Evaluation of Residual Stress in Continuous Fiber-Reinforced Aluminum Composites

Yasukazu IKEUCHI<sup>\*1</sup>, Tatsuya MATSUE<sup>\*1</sup> and Takao HANABUSA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

INTERNATIONAL SYMPOSIA ON MATERIALS SCIENCE FOR THE 21ST CENTURY・2001年5月25日.

Residual stresses arise in fiber-reinforced metal matrix composites after cooling down from elevated temperatures due to the thermal expansion mismatch between the matrix and fibers. The thermally induced residual stresses were measured by the X-ray method in the matrix of two different composites, one being pure Al reinforced with 17 $\mu$ m average diameter  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fibers and the other being 6061Al reinforced with 140 $\mu$ m diameter SiC fibers. Results of the X-ray triaxial stress analysis showed that the stress state in the matrix sampled by the diffracted X-ray beam was biaxial on the composite with large fibers, whereas triaxial on the composite with small fibers. In the matrix of annealed composites, a tensile residual stress state was observed. After cooling the annealed composite to liquid nitrogen temperature, the matrix showed a compressive stress state in each composite. Regardless of the tensile or compressive stress states, the residual stress parallel to the fibers was the maximum principal stress. From the X-ray biaxial stress measurements



during heating and cooling process of each composite, it was found that the tensile residual stress in the matrix linearly decreased with increasing temperature. The amount of reduction was in good agreement with the prediction by an elastic cylinder model.

### アルミナ長繊維強化 Al-5%Cu 複合材料の熱膨張

池内保一<sup>\*1</sup>, 安部将之<sup>\*2</sup>, 松英達也<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科, <sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校生産工学専攻

第 10 回 日本材料科学会講演大会・2001 年 6 月 23 日

標記複合材料とアルミナ繊維の熱膨張差から, 複合材料中に生じる繊維方向の熱応力を応力の釣合条件と一次近似によるひずみの適合条件から算出し, 複合材料の熱サイクル過程における母材の変形挙動を考察した。熱膨張測定は熱履歴過程における複合材料中での母材のその場変形挙動を知り得る簡便な手法である。

### 繊維強化材料の内部応力解析

西田真之<sup>\*1</sup>, 英 崇夫<sup>\*2</sup>, 池内保一<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>神戸市立工業高等専門学校材料工学科, <sup>\*2</sup>徳島大学工学部, <sup>\*3</sup>新居浜工業高等専門学校

第 37 回 X線材料強度に関するシンポジウム・2001 年 9 月 6 日

有限要素法を用いて発生させた繊維強化材料の内部応力を X 線の吸収を考慮した重み付き平均ひずみを利用して  $\sin^2$  法により評価した結果を以下にまとめる。

1.  $\sin^2$  線図の直線性より 2 軸または 3 軸応力状態を判断し,  $\sin^2$  法の適用範囲を決定することは困難である。2. 繊維が母材表面下にある場合, 繊維体積率 10 % のモデルでは X 線侵入深さが繊維直径の 20 % 程度の深さまで  $\sin^2$  法が適用できる。3. 繊維が母材表面下にある場合, 繊維体積率 24 % および 55 % のモデルでは X 線侵入深さが繊維直径の 10 % 以下のごく表面近傍に侵入する場合のみ  $\sin^2$  法が適用できる。4. 繊維が表面に露出したモデルではすべての体積率のモデルにおいて  $\sin^2$  法は適用できない。

### アルミナ長繊維強化 Al-5%Cu 合金の熱膨張と残留応力

池内保一<sup>\*1</sup>, 安部将之<sup>\*2</sup>, 松英達也<sup>\*1</sup>, 西田真之<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科, <sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校生産工学専攻, <sup>\*3</sup>神戸市立工業高等専門学校

第 37 回 X線材料強度に関するシンポジウム・2001 年 9 月 7 日

高圧鋳造法によって成形されたアルミナ繊維強化 Al-5%Cu 複合材料に種々の熱処理を施して複合材料の室温から 527 までの範囲で繊維方向の熱膨張を測定した。加えて, 母材が純 Al の同種複合材料の熱膨張からアルミナ繊維の室温から 550 における熱膨張を求め, 繊維と複合材料の熱膨張差から複合材料の熱履歴過程における合金母材の熱応力変化を調査した。主な結果を以下に示す。(1) 複合材料の室温における熱残留応力は複合材料の熱履歴の相違によって符号と大きさが大きく変化し, この熱残留応力変化に直接対応して複合材料の巨視的長さが変化する。(2) 焼なました複合材料の室温から 527 までの熱サイクルにおいて, 母材は複雑な塑性変形挙動を示すが, 複合材料の熱膨張曲線は安定したヒステリシスループを描く。この場合, 複合材料の室温からの再加熱過程で母材はバウシinger 効果を示す。(3) 時効処理した複合材料の室温から時効温度までの熱サイクルにおいて, 複合材料の膨張曲線と収縮曲線はほとんど一致する。この場合, 繊維と母材は両者の熱膨張差を両相の弾性変形で修正する。(4) 熱膨張測定は熱履歴過程における複合材料中での母材のその場変形挙動を知り得る簡便な手法である。

## Cu-Ni-Sn スピノーダル合金における変調構造と規則構造

藤山敏彦<sup>\*1</sup>、相根博道<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校生産工学専攻、<sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科

第 41 回 日本金属学会中国四国支部講演大会、2001 年 8 月 7 日

Cu-Ni-Sn 合金の過飽和固溶体はスピノーダル分解を起こし、変調構造と  $D0_{22}$  型規則格子を形成する。Ni 濃度の低い合金では、 $D0_{22}$  型規則構造は平衡相に覆われるまで一定の強度を保つが、Ni 濃度の高い合金では、 $D0_{22}$  型規則構造は変調構造の発達過程で弱くなり、 $L1_2$  型規則構造に変化する。 $D0_{22}$  型から  $L1_2$  型規則構造への変化は、散漫な X 線サイドバンドが形成される時効の比較的早い段階で生じ、また、Sn 濃度の低い合金では、 $D0_{22}$  型規則構造も十分に発達せず、 $L1_2$  型規則構造への変化も早くなる。

## Al-Cu-Mg-Ag 固溶体中における 4 元系拡散

高橋知司<sup>\*1</sup>、久幸晃二<sup>\*2</sup>、山根壽己<sup>\*2</sup>、南埜宜俊<sup>\*3</sup>、日野孝紀<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科、<sup>\*2</sup>広島工業大学工学部機械工学科、<sup>\*3</sup>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 129 回)大会 (九州産業大学)(2001 年 9 月)

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ともなう組織・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-Cu-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。本研究では 753 ~ 833 K において、Matano-Kirkaldy と Thompson-Morrall 法により求めた Al-Cu-Mg-Ag 系 相合金の相互拡散係数を報告した。

## 多元系拡散の研究の進歩

高橋知司

新居浜工業高等専門学校材料工学科

日本金属学会春期大会 第 10 回「拡散研究会」(東京理科大学)(2002 年 3 月)

報告者は、1982 年より多元系拡散の研究に着手し、Cu-Ni-Zn 系をはじめとした 7 種類の銅基 3 元系合金の相互拡散に関する研究を行ってきた。本報告は拡散研究 20 年間で得られた銅基 3 元系、アルミニウム基 3 元合金および高圧力下 (3 万気圧まで) でのアルミ基合金の相互拡散係数の濃度依存性、温度依存性ならびに溶質元素間の熱力学的相互作用についてまとめたものであり、銅基 3 元系合金においては間接相互拡散係数が負となるグループ (A グループ: 溶質原子間に引力作用の有する系) と間接係数が正となるグループ (B グループ: 溶質原子間に斥力作用の有する系) に分けられることを示した。さらに最近得られた 4 元系 Al-Zn-Mg-Cu 合金、Al-Cu-Mg-Ag および 7000 系アルミニウム合金の相互拡散係数を報告し、多元系合金の拡散係数を求めるための新しい解析方法を紹介した。なお、多元系拡散研究における今後の展望と問題点についても論じた。

## Low melting glasses based on bismuth oxide

新田敦己

新居浜工業高等専門学校材料工学科

XIX International Congress on Glass Proceeding(Extended Abstracts) 2001 年、P. 661

Oxide glasses are extensively applied some electric parts, which are CRT (cathode-ray tube), FPD (flat panel display), thick film hybrid IC, LSI, and magnetic heads. Especially, magnetic heads have been using sealing glasses having lower  $T_g$  (glass transition temperature). It is widely known that these sealing glasses contain lead oxides as a major component. However, lead oxides have toxicity upon human body and environment. New low melting glasses without lead oxide are needed

in the industrial field of electric devices right now. However, until now, there have been little investigations as to the properties relating with sealing glass.

The purpose of this study is to study glass forming regions and thermal properties of  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-R}_2\text{O}$  ( $\text{R}=\text{Li, Na, and K}$ ) system in order to investigate the possibility as the sealing glasses.

New glasses containing  $\text{Bi}_2\text{O}_3, \text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-R}_2\text{O}$  ( $\text{R} = \text{Li, Na, K}$ ) system, were studied about glass forming regions and thermal properties. The glass forming regions as follows:  $\text{Li}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O} = \text{K}_2\text{O}$ . The glass forming regions of these systems weakly depend on the size of alkaline ion, however, ZnO in the glasses containing  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  spreads out the glass forming region. Tg of the  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-R}_2\text{O}$  quaternary systems are the range from 272 to 339. Tg does not depend on the type of alkaline oxide, but the amount of alkaline oxide. The values of ratio Tg/TI are from 0.63 to 0.72 and in fair agreement with "two third rule"

### 中間酸化物を含んだ $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 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 2002 年年会 2002 年年会講演予稿集 2002 年、P. 213

$\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$  and  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  systems were studied on glass-forming regions and thermal properties.  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$  system has the wide glass-forming region up to  $\text{ZnO}=60\text{mol}\%$ . That of the system with  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , however, is narrower than that of the system with ZnO. Tg of these glasses decreases with increasing the content of ZnO and  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , while Tg of the glass with  $\text{ZnO}=10\text{mol}\%$  becomes the maximum value at  $\text{Bi}_2\text{O}_3=20\text{mol}\%$ . The system with  $\text{Al}_2\text{O}_3$  also shows the similar tendency of Tg. It is ascribed that coordination number of born ion changes from 3 to 4 by addition of ZnO and  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  to the system.

### アルミニウム青銅に対する熱処理効果

谷 耕治\*, 松原靖廣\*

\*新居浜工業高等専門学校材料工学科

日本鑄造工学会中国四国支部研究発表会 平成 12 年 12 月 5 日 広島市工業技術センター

これまで製鉄用圧延ロールのライナーとして高力黄銅 (CAC303) が使用されてきた。しかし CAC303 のライナーとしての寿命は 3 ヶ月程度であった。ライナーの材質を鑄放しの新規開発合金 (DZ 合金) に変えたところ、現在までのところ 1 年以上の使用に耐えている。本研究では、より高性能高寿命のライナーとしてはもとよりチタン等の難加工性材料の金型材としての用途を視野に入れ DZ 合金の機械的性質に対する熱処理の効果を検討した。

本実験条件下では、熱処理による硬度の変化は、焼入後 573K で焼戻した場合には AC に比べ硬度が約 17% 向上した。DZ 合金鑄放し材の場合には延性破面であったが、焼入並びに 673K までの焼き戻しの場合には脆性破面になった。773K の場合にも鑄放し材と同様な延性破面となり、鑄放し材に比べ硬度は約 9%、引張強さは約 40% 向上した。圧縮強さは AC 材が最も強い値を示した。

### MA 法を用いた高性能熱電材料の開発

永島靖之\*<sup>1</sup>, 志賀信哉\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>新居浜工業高等専門学校生産工学専攻、\*<sup>2</sup>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 10 回講演会 平成 13 年 6 月 2 日

環境に無害で高性能な熱電材料として期待されている  $\text{MnSi}_{1.73}$  および  $\text{Mg}_2\text{Si}$  をメカニカルアロイング

(MA) 法およびその後の放電プラズマ焼結 (SPS) により作製し、その熱電特性を調べた。主な結果は次の通りである。

(1) Mn-Si 系

$Mn_{35.71}Si_{64.29}$ (at%)MA 粉末を 973K ~ 1273K で SPS 焼結した試料は熱電特性に大きな変化はなくゼーベック係数 0.057mV/K、比抵抗 0.011 m、出力因子 P 0.186 $\mu Wm^{-1}K^{-2}$  である。

$Mn_{35.09}Si_{64.91}$ (at%)MA 粉末を 1073K で SPS 焼結した試料の熱電特性は、ゼーベック係数 0.069mV/K、比抵抗 0.014 m、出力因子 P 0.065 $\mu Wm^{-1}K^{-2}$  である。また、1173K で SPS 焼結した試料の熱電特性は、0.068mV/K、0.008 m、P 1.130 $\mu Wm^{-1}K^{-2}$  である。

(2) Mg-Si 系

$Mn_{66.66}Si_{33.33}$ (at%)MA 粉末を 1073K で SPS 焼結した試料の熱電特性は、ゼーベック係数 -0.173mV/K、比抵抗 0.0219 m、出力因子 P 1.63 $\mu Wm^{-1}K^{-2}$  である。

$Mn_{66.66}Si_{33.33}$ (at%)MA 粉末を 1173K で SPS 焼結した試料の熱電特性は、ゼーベック係数 -0.138mV/K、比抵抗 0.0946 m、出力因子 P 0.18 $\mu Wm^{-1}K^{-2}$  程度である。

### Influence of Processing Conditions on Structure of TiN Films Deposited by Arc Ion Plating

Tatsuya MATSUE<sup>\*1</sup>, Takao HANABUSA<sup>\*2</sup> and Yasukazu IKEUCHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

INTERNATIONAL SYMPOSIA ON MATERIALS SCIENCE FOR THE 21ST CENTURY・2001年5月

The relationship between deposition conditions of TiN film deposited by arc ion plating and the resultant structure was investigated by X-ray diffraction. Bias voltage and arc current were varied in order to examine their roles in determining the structure of TiN film. It is found that the structure of TiN film was depend on bias voltage. When a bias voltage of 0V was applied, the resultant TiN film exhibited high {110} orientation, whereas when a bias voltage of -100V was applied, the film exhibited high {111} orientation. In contrast, arc current did not affect the structure of TiN film. The ratio (at.%) of nitrogen to titanium (N/Ti) was measured by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The results of XPS analysis show that the maximum value of N/Ti is about 0.89 in TiN films when they exhibit {110} and {111} preferred orientations along the film surface.

### The Structure of TiN Films Deposited by Arc Ion Plating

Tatsuya MATSUE<sup>\*1</sup>, Takao HANABUSA<sup>\*2</sup> and Yasukazu IKEUCHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Niihama National College of Technology, <sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

The Sixth International Symposium on Sputtering&Plasma Processes(ISSP2001)2001年6月13~15日

The relationship between deposition conditions of TiN film deposited by arc ion plating and the resultant structure was investigated by X-ray diffraction. Bias voltage was varied systematically in order to clarify the effect of such a variation on the final structure of TiN films. At low bias voltage, the resultant TiN film exhibited strong {110} preferred orientation, whereas at high bias voltage, the dominant orientation of the film was {111}. The ratio of nitrogen, carbon, and oxygen to titanium at the film surface and the interface between the film and substrate was determined by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), revealing that the maximum N/Ti ratio is approximately 0.89 in TiN films that exhibit {110} and {111} preferred orientation on the film surface. Titanium oxides such as TiO<sub>2</sub> or TiO were observed at the interface between the film and substrate in {110} oriented films, however these oxides were not observed in {111} orientated films.

## 古代製鉄法「たたら」炉の試作と鋼の生成機構の検討 ~材料工学における「もの作り教育」の試み~

Tatsuya MATSUE\*<sup>1</sup> and Yasukazu IKEUCHI\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Niihama National College of Technology

第 10 回 日本材料科学会講演大会・2001 年 6 月

現代鋼は、材料として流通する段階で既に完成した性質を有しており、その後の鍛造の段階においても取り立てて性質が改善されることはない。一方、「たたら」と呼ばれる古代製鉄法で生み出された鋼(ケラ)は折り返し鍛錬等の行程を経ることによって、さらに良い性質へと生まれ変わることができる。このように古代の鉄は非常に優れた性質を持っており、それは現代の製鉄技術でも作ることが困難である。そこで、古きを訪ねて新しきを知る、また、学生にもの作りの楽しさを知ってもらう意味から古代たたら炉の試作を試み、古代製鉄技術についての検討を行った。その結果、操業を通して炉自体の改良が行われ、鉄の生成が可能な状態まで復元することができた。

## Cu/TiN 二層膜の X 線残留応力測定

Tatsuya MATSUE\*<sup>1</sup>, Takao HANABUSA\*<sup>2</sup> and Yasukazu IKEUCHI\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Niihama National College of Technology, \*<sup>2</sup>Faculty of Engineering, Tokushima University

第 37 回 X 線材料強度に関するシンポジウム・2001 年 9 月

LSI 分野などで電気配線用に薄膜を多層コーティングする場合、上層の薄膜を作製する際の成膜法における諸条件により下層の薄膜に剥離等の悪影響を及ぼすことが問題となっている。本研究では、RF スパッタリング法と AIP 法によりガラス基板上に Cu/TiN 二層膜を形成し、その結晶状態と残留応力値について検討した。さらに、熱処理を加えた場合の上層 (Cu) および下層 (TiN) の結晶状態および残留応力値について検討した。その結果、RF スパッタリング法および AIP 法によりガラス基板上に形成された Cu 薄膜および TiN 薄膜はともに [111] 軸の結晶配向性を示すことがわかった。また、Cu/TiN 二層膜の上層 Cu 薄膜には約 400 から 450MPa、下層の TiN 薄膜には約 230MPa の引張残留応力が存在しており、この値は熱処理を加えると上層 Cu 薄膜では約 600MPa から 380MPa、下層 TiN 薄膜では約 230MPa から約 500MPa の引張残留応力へと処理温度の増加とともに変化することを明らかにした。

## 希土類含有アルカリシリケートガラスの作製と電気特性評価

大原瑠奈\*<sup>1</sup>、朝日太郎\*<sup>1</sup>、ヤン・リン・アウン\*<sup>2</sup>、中山 享\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科、\*<sup>2</sup>新居浜工業高等専門学校生物応用化学科

第 8 回ヤングセラミストミーティング in 中四国 2001.12.8 (松山)

出発組成が  $(M_2O)_{35.7}(RE_2O_3)_{7.2}(SiO_2)_{57.1}$  ( $M=Li, Na, K; RE=Sm, Gd, Dy, Y, Ho, Er, Yb$ ) からなるガラスを作製し、そのアルカリ金属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。Na 系と K 系では、導電率は希土類元素のイオン半径が大きくなるに従い低くなる傾向が得られたが、Li 系では高くなる傾向が得られた。また、K 系の導電率は Li 系と Na 系の導電率に比べ約 0.5 桁程度低かった。

## 放射光 XANES スペクトルによるガラス中の硫黄の状態分析

山本和弘、小島一男<sup>1</sup>、和田憲幸<sup>2</sup>、朝日太郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>立命館大学理工学部、<sup>2</sup>鈴鹿高専、<sup>3</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科

第 15 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 2002.1.11~13 (東京)

ガラス工業において、硫黄は着色剤や清澄剤として広く使用されているが、ガラス中に残存する微量硫黄はガラス製品の各種特性に影響を及ぼす事も一方で知られている。本研究では、系内に比較的多量に硫黄を含有する事のできる  $Na_2S-B_2O_3, SiO_2$  系ガラス中の硫黄について放射光 XANES スペクトルを測定し、

その存在状態について検討を行った。

### 硫黄含有アルカリゲルマン酸ガラスの作製とその局所構造解析

朝日太郎<sup>1</sup>、三浦嘉也<sup>2</sup>、山下 浩<sup>3</sup>、前川 尚<sup>3</sup>

<sup>1</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科、<sup>2</sup>岡山大学、<sup>3</sup>愛媛大学

日本セラミックス協会 2002 年年会 2002.3.24~26 (大阪)

ガラス中での硫黄の挙動は、原料溶融時の清澄作用や製品の着色・化学特性の変化とも関連しており、工業的な側面からもその存在状態の把握は重要である。本研究では周期律表において Si と同族にある Ge からなるゲルマン酸塩ガラスに着目し、 $R_2S-GeO_2$  系ガラス ( $R=Li, Na, K$ ) の作製を試み、ガラス化範囲の確認と  $SiO_2$  系  $B_2O_3$  系の場合と比較したガラス網目構成酸化物の違いによる残留硫黄の化学結合状態とガラス構造について、主として高分解能 XPS と FT-IR から検討を行った。

### pH メータ用全固体型電極の開発

谷崎亜希絵<sup>\*1</sup>、村上 茜<sup>\*1</sup>、朝日太郎<sup>\*2</sup>、中山 享<sup>\*1</sup>、桑田茂樹<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>新居浜工業高等専門学校生物応用化学科、<sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科

日本化学会第 81 春季年会・2002.3.26~29 (早稲田大学)

塩橋部のない固体検知極と固体対極からなる新しいタイプの pH 電極を作製し、その応答特性について検討した。Ag/AgCl 電極を Nafion 膜でコーティングした固体対極と  $Na_3MSi_4O_{12}$  ( $M=La, Y, Yb, Sm$ ) ディスクや  $LaF_3$  単結晶を用いた pH 感応電極を組み合わせることにより、pH メータ用全固体型電極を作ることができた。本セルは高温 (80 ) における測定も可能であり、応答速度も pH メータのそれとほぼ近い。また、本セルの起電力は溶液中の共存イオン (F<sup>-</sup>イオンを除く) に影響されないことも確認できた。

### PLD 法による積層セラミックコンデンサ用薄膜の作製

古澤達雄<sup>\*1</sup>、Salim MUSTOFA<sup>\*1</sup>、西田 稔<sup>\*1</sup>、荒木孝雄<sup>\*1</sup>、日野孝紀<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>愛媛大学工学部機能材料工学科、<sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科

日本金属学会講演概要 (第 129 回日本金属学会秋季大会) 773 pp452 (2001)

PLD 法により  $BaTiO_3$  誘電体層 350nm / Cu 卑金属電極層 100nm の薄膜コンデンサの作製を行った。

### 金属ターゲットを用いた PLD 時に発生するドロップレットの発生因子について

Salim Mustofa<sup>\*1</sup>、露口聡史<sup>\*1</sup>、三井和夫<sup>\*1</sup>、日野孝紀<sup>\*2</sup>、西田 稔<sup>\*1</sup>、荒木孝雄<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>愛媛大学工学部機能材料工学科、<sup>\*2</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科

溶接学会全国大会講演概要集、第 69 巻、p.398 (2001)

1shot のレーザ照射後からターゲットのレーザ照射部にはドロップレットが爆発的に噴出した形跡が認められた。ドロップレットの発生部には P および酸化物等の不純物が認められた。

### Cu-BaTiO<sub>3</sub> 複合体の焼結特性

源代恵太<sup>\*</sup>、松本和也<sup>\*</sup>、日野孝紀<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>新居浜工業高等専門学校材料工学科

第 7 回四国地区材料関連学協会支部・研究会連合講演会講演概要集、pp12 (2002)

Cu 微粉末と  $BaTiO_3$  微粉末を混合し焼結して、その断面観察および結晶相の固定から、Cu と  $BaTiO_3$  の反応性について検討した。

### **Cu-BaTiO<sub>3</sub> 複合体の誘電特性**

松本和也\*、源代恵太\*、日野孝紀\*

\*新居浜工業高等専門学校材料工学科

第7回四国地区材料関連学協会支部・研究会連合講演会講演概要集、pp13 (2002)

Cu-BaTiO<sub>3</sub> 複合焼成体を作製し誘電特性に及ぼす混合比、および周波数の影響について検討した。

### **常温接合におけるレーザー照射面の形態**

隈本佳宏\*1、鈴木隆資\*1、荒木孝雄\*1、西田 稔\*1、日野孝紀\*2

\*1愛媛大学工学部機能材料工学科、\*2新居浜工業高等専門学校材料工学科

第7回四国地区材料関連学協会支部・研究会連合講演会講演概要集、pp17 (2002)

表面を活性化させるのに、エキシマレーザーによるアブレーション現象を利用し、接合を試み、常温接合に及ぼすレーザー照射面の形態の影響について検討した。

### **エキシマレーザー照射時のアブレーション現象の制御と成膜状態の解析**

境田寛之\*1、古澤達雄\*1、サリム・ムストファ\*1、日野孝紀\*2、荒木孝雄\*1、西田 稔\*1

\*1愛媛大学工学部機能材料工学科、\*2新居浜工業高等専門学校材料工学科

第7回四国地区材料関連学協会支部・研究会連合講演会講演概要集、pp18 (2002)

放電プラズマ焼結法により作製したターゲット材を用い BaTiO<sub>3</sub> 薄膜の作製及び成膜状態を解析した。