

NRIM NEWS



科学技術庁 金属材料技術研究所

National Research Institute for Metals

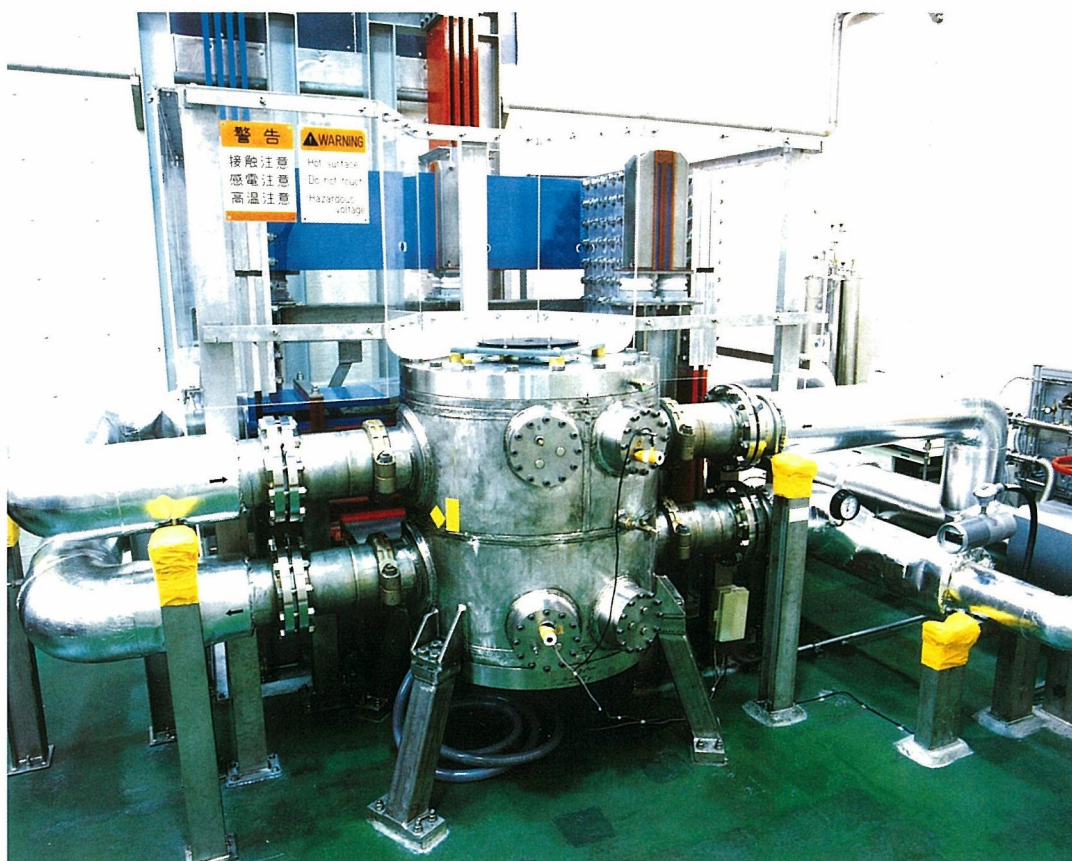
研究最先端

- 次世代型耐候性鋼の開発を目指して
—低合金耐食鋼のさび解析による耐食指針提示—
- 結晶中の異種物質原子位置の精密測定

講演会報告

- 第4回極限場国際シンポジウム

えぬりむ

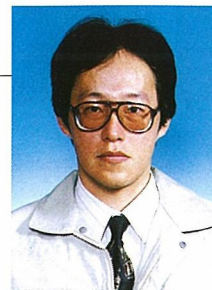


4

1999 APRIL

次世代型耐候性鋼の開発を目指して

—低合金耐食鋼のさび解析による耐食指針提示—

構造化ステーション
西村 俊弥

21世紀において我が国では人件費の高騰が懸念され、定期的な塗装作業等のメンテナンスが必要ない耐候性鋼が着目されています。耐候性鋼とは、防食性の鉄さび層が大気中において鋼材表面に自然に形成され、それによって高い耐食性を示す鋼材のことです。ところが、橋梁や鋼構造物などの社会資本の多くは海浜地域に集中しているために、海より飛来する塩分による腐食が大きく、従来の耐候性鋼では防食性のさびが形成できないために使用できません。本研究では、海浜地域で使用可能な次世代型耐候性鋼の開発を目指して、海浜環境を模擬した腐食試験を行い、低合金鋼に形成したさび相

を物理解析および電気化学解析により明らかにすることにより耐食指針を提示することを試みています。

まず、どのような添加元素が耐食性に有効であるかを判断するために、2元系の電位-pH図作成システムを用い、各種鉄さび相の安定性を検討しました。その結果、鉄属元素であるNiとCoがFeと広い環境範囲で安定な複合酸化物を形成することを見い出しました。そこで、NiおよびCoを1～3%程度含有する低合金鋼を溶製して海浜環境を模擬した腐食試験を行い、形成したさび相を解析して機構を検討しました。

図1は、Co添加鋼のさび相を電子プロ

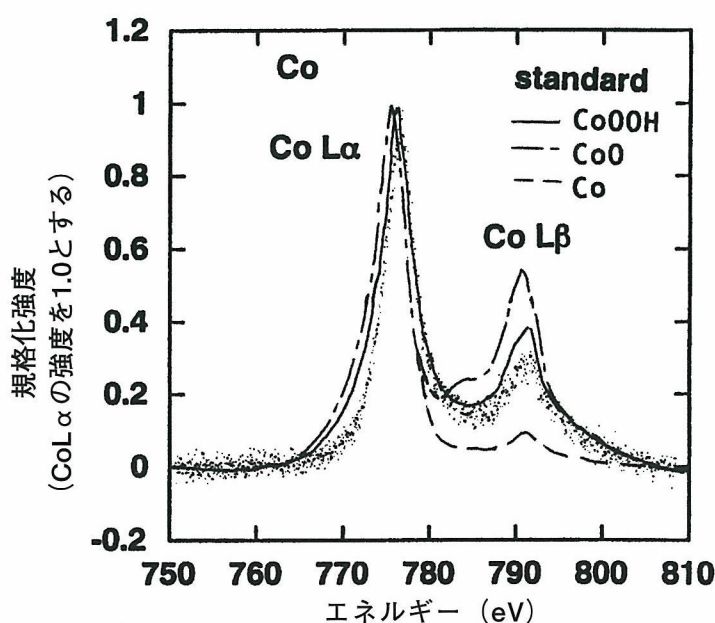


図1 EPMAによるCo (L α / L β) スペクトル解析結果 (Co添加鋼のさび相では、Co (図中の点分布) はCoOOHの状態を示す)

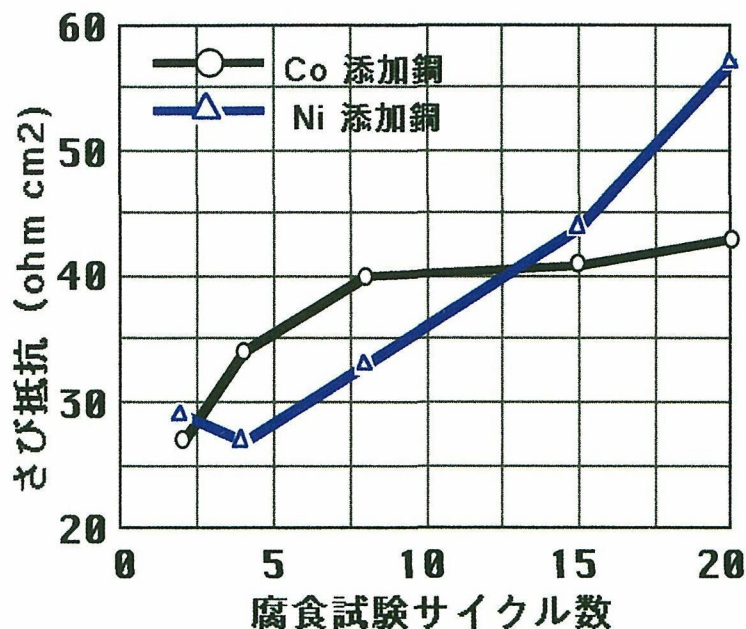


図2 交流インピーダンス法によるさび抵抗測定結果（さび抵抗が高くなることは耐食性が高くなることを示す）

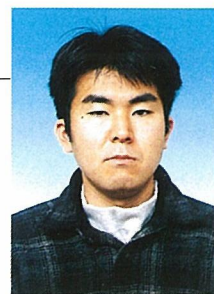
ープマイクロ解析（EPMA）により状態分析した結果です。Coは鉄さび相全体に均一に分布しており、標準物質として用いたCoOOH、CoO、Coの（ $L\alpha/L\beta$ ）特性X線結果と照合するとCoOOHに近いことが分かりました。これは、Coが3価の酸化物としてオキシ水酸化鉄（FeOOH）に置換含有していることを示しています。同様にNi添加鋼について検討すると、Niは主に2価の酸化物としてスピネル系鉄酸化物（ Fe_3O_4 ）に含有されていることが分かりました。

図2は、交流インピーダンス法によりさび相の抵抗を求めたものであり、横軸は腐食試験のサイクル数です。Co添加鋼では、試験初期からさび相の抵抗が大きくなっており、その後、一定の値に収束します。Ni添加鋼では、試験初期ではさび相の抵抗が小さく、サイクル数とともに大きくなっていきます。これは、鉄さ

び相の大部分を占めるFeOOHに含まれているCoはさび形成初期から耐食効果を発揮するのに対して、鉄さび内層の Fe_3O_4 に含まれるNiは内層形成が不十分な初期の耐食効果は低いものの、内層さびの連続的な形成とともに耐食効果を大きく発揮することを示しています。つまり、CoはFeOOHが塩分の透過を防ぐ働きを向上させており、Niは内層さびの Fe_3O_4 の緻密性を向上させて高い耐食性を付与することが分かりました。

このように、鉄さび相の安定性を向上させるには、塩分の透過を防ぐこと、さびの緻密性を向上させることが重要であるといえます。今後、さらに鉄さび相の安定性を向上させることを目標として、鉄族元素に加えて酸化物形成元素や電気化学的に貴な元素についても詳細に検討する予定です。

結晶中の異種物質原子位置の精密測定



精密励起場ステーション
三石 和貴

金属中に照射などによって埋め込まれた異種原子ナノ結晶の観察は、現在、主に高分解能電子顕微鏡法（HRTEM）によって行われています。我々はOff-Bragg条件による観察で、母相の結晶格子像を消し、異種原子ナノ結晶のみの映像を抽出して観察し、一つ一つの原子の動きを追うことにすでに成功しています。しかし、異種物質原子の母相原子に対する位置などはOff-Bragg条件では観察することは出来ません。また元来HRTEM像は焦点はずれ量や試料の厚さに強く依存するため、HRTEMを用いた異種物質原子位置の精密測定にはそのようなパラメーターを同時に決定する必要がありますが、困難でした。

暗視野走査透過電子顕微鏡（ADF-STEM）は電子顕微鏡技術の一つで、細く絞った電子線を材料に当て、そのとき散乱されてくる電子のうちの大角度に散乱される熱散漫散乱電子を、ドーナツ状の検出器で測定する方法です。図1にHRTEMとADF-STEMの光学系の模式図を示しました。HRTEMでは透過波の干渉によって像が作られますが、ADF-STEMでは原子番号に比例して大角度に散乱される電子の数によって像が作られるため、画像強度が原子番号に比例します。また、焦点はずれ量に伴う像の変化が少なく、直感的な像解釈が出来ます。この手法の分解能は主に電子線をどれほど細く絞れるかに依存しますが、1.3Åのプローブサイズまで小さくすることは可能です。

我々のグループではアルミニウム中にキセノンイオンを照射したときに生成するキセノン析出物について観察を行ってきました。今回ADF-STEMをもちいてこ

のキセノン微結晶に対して観察を行い、その有効性を確認しました。

試料はアルミニウムに対して50keVのキセノンイオンを 1×10^{15} ion/cm²まで注入し、[110]方位から観察しました。図2が得られたキセノン微結晶の写真です。HRTEMによる観察から、キセノン微結晶はアルミニウムの1.5倍の格子常数をもち同じ方位をもって析出している事が分かっています。図3(a)にHRTEMによる格子モデルを示します。このモデルではXe原子の位置に、アルミニウム原子と重なる位置と原子列間の位置の二通りがあり、アルミニウム原子上のキセノン原子を中心に6個の原子列間キセノンが取り囲む対称的な形をしています。しかし、図2の実験像ではそのような対称性は観察されていません。我々はこの違いはキセノン微結晶が母相アルミニウムの格子位置から僅かにずれているのではないかと考え、図3(b)に示したモデルを作りADF-STEM像のシミュレーションを行いました。このモデルではキセノン微結晶は[001]方向に約0.5 Å変位させてあります。図4に図2の像の中心部分の拡大図(a)とキセノン微結晶原子を微少に変位させたモデルによるシミュレーション像の対応する部分(b)を示します。実験像はアルミニウム原子6個で構成させる大きな三角形と3個がくっついた小さな三角形の2つのパターンから構成されていますが、変位を導入したモデルではこれらの三角形が非常によく再現されていることが分かります。ADF-STEMは像がフォーカスに強く依存しないという特徴を持つためこのような微少変位の観察に有効な手法であると考えられます。

以上、ADF-STEMによるキセノン微結晶の微小な変位の観察をご紹介しました。

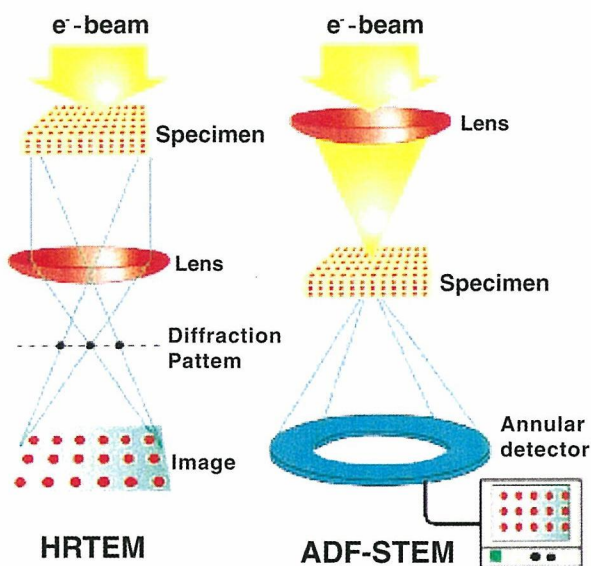


図1 HRTEMとADF-STEMの光学系の模式図

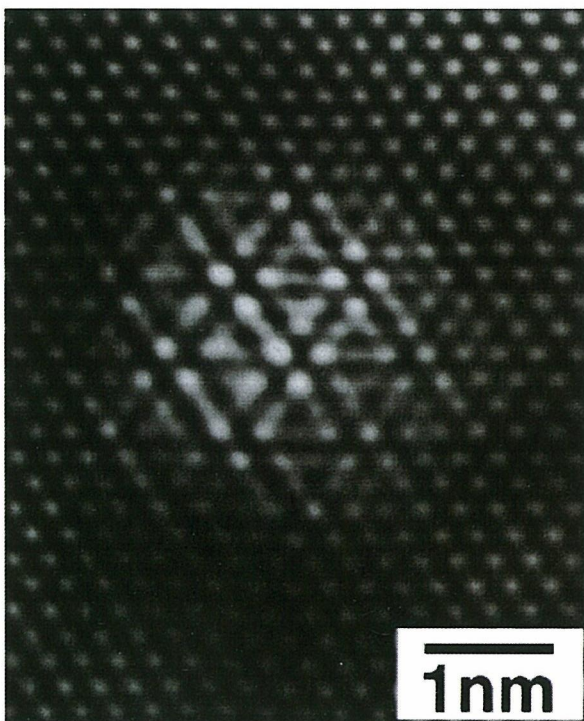


図2 ADF-STEMによるアルミニウム中のキセノン微結晶の像

今回観察された微小な変位がすべてのキセノン微結晶にあてはまるか、また、微結晶のサイズや方位に依存するかどうかなどは、今後より系統的な観察を行い決定していく必要があります。また、ADF-STEMの結像に関しては、微結晶と母相原子との微小な変位のみならず方位のずれによる影響や、析出物の試料中での深さの像への影響などの研究を、今後行っていく予定です。

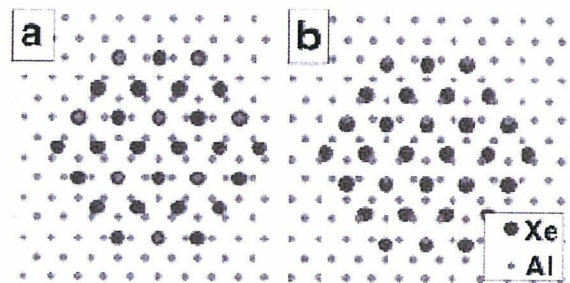


図3 (a)HRTEMにより得られていたアルミニウム中のキセノン微結晶のモデル
(b)[001]方向に微小な変位を導入したモデル

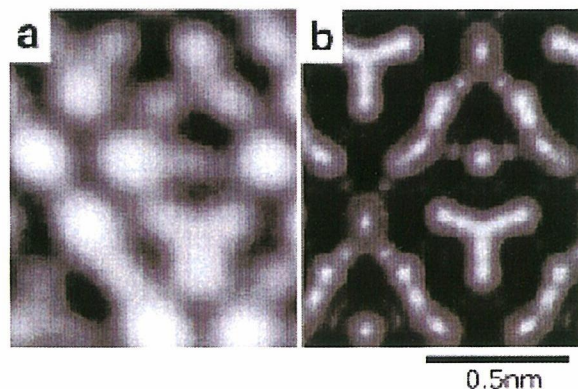


図4 (a)ADF-STEMによって得られた実験像の中心部分の拡大図
(b)微小な変位を導入したモデルでの対応する領域の計算像

講演会報告

第4回極限場国際シンポジウム

本年3月9日から12日までの4日間にわたって金属材料技術研究所において、第4回極限場国際シンポジウムが開催されました。

今回のテーマは「強磁場による先進材料の量子現象研究」で、半導体における2次元電子系、半導体ナノ構造、ヘビーフェルミオン、量子スピン系、高温超伝導物質、有機伝導体のトピックスについてそれぞれの分野で最先端の研究を行っている世界の代表的な研究者32名（国内21名、国外11名）を招聘し、主として最前線の話講演していただきました。シンポジウムは岡田所長のCOEプロジェクトについての紹介で始まりしました。最初のセッションの講演者の江崎玲於奈先生（前筑波大学学長、現茨城県科学技術振興団理事長）はトンネル効果の研究で1973年のノーベル物理学賞を受賞されていますが、2次元電子半導体の先駆者でもあります。当会議では「電子波工学」という題名で、半導体超格子を提唱された頃から現在に至る研究について講演されました。なお、半導体2次元電子系物質に関連しては強磁場低温で観測される「整数量子ホール効果の発見」に対して1985年にノーベル賞が授与されていますが、1998年には極めて高移動度の化合物半導体ヘテロ界面2次元電子における「分数量子ホール効果の発見とその理論」に関してもノーベル賞が授与されました。

シンポジウムでは招待者による口頭発表の他にポスター発表を公募しましたが、世界各国からの申込みを

含め全部で60件強の発表がありました。ポスター発表のコアタイムはシンポジウムの3日目の午後の前半とし、後半は桜地区の強磁場ステーション実験施設の見学ツアーとしました。金材研以外から約50名の参加があり、熱心な質問がありました。

シンポジウムは連日盛況で活発な討論が続きました。参加者は正規の登録をした方だけで15ヶ国217名におよび中核的研究拠点課計画が着実に進行している事を示しました。シンポジウムは白石前極限場センター長の閉会の挨拶で終了しました。シンポジウムの運営にあたり多くの方にお世話になりました。篤くお礼申し上げます。なお、今回は口頭及びポスター発表の論文を1月末までに収集し、プロシーディングスとしてシンポジウム受付時にお渡ししました。



特許速報

●登録
(国内)

発明の名称：Bi系酸化物超電導体の製造法

登録日：平成11年1月8日

登録番号：特許第2870647号

発明者氏名：中村恵吉、貝瀬正次、小川恵一、他2名

概要：(日立電線株式会社との共有特許権)

本発明は、高い臨界温度を有するBi系酸化物超電導体の薄膜、テープ状体あるいは線材などを簡便に再現性よく、しかも高効率で製造することのできるBi系酸化物超電導体の製造法に関するものである。本発明の製造法により、通常の熱処理では全く高温相（高T_c相）が得られない場合にも高温相を有するBi系酸化物超電導体の薄膜、テープ状体あるいは線材などを容易に製造することができる。

発明の名称：高強度導電性Cr含有銅合金とその製造方法

登録日：平成11年1月8日

登録番号：特許第2869859号

発明者氏名：安達和彦、竹内孝夫、三井達郎、鈴木洋夫

概要：本発明は、Cuが有する高導電性ととともに高強度を必要とするCu基合金全般に係わり、特に、送電線、水冷銅マグネット用コイル、IC（集積回路）リードフレーム材をはじめとする電子材等に有用な、高強度導電性Cr含有銅合金とその製造方法に関するものである。本発明の合金は、様々な電子材での実用化が期待されるものであって、ステンレス等で既に工業的に量産使用されるCrを添加元素とする安価な合金であり、現在の工業設備による製造が可能である。

発明の名称：溶融または半溶融・半凝固金属の加圧法

登録日：平成11年1月14日

登録番号：特許第2874130号

発明者氏名：田頭扶、城田透、韓範釋

概要：(科学技術振興事業団との共有特許権)

本発明は、加圧鋳造、溶湯鍛造、ダイカスト、レオキャスト、加圧溶浸などの、溶融または半溶融・半凝固金属を取扱う加工法に有用な加圧方法に関するものである。本発明により、加圧棒が挿入された金型開口部から高温の溶融金属を漏洩させることなく高圧で加圧することを可能とする。

発明の名称：波長変換用非晶質物質とその製造方法

登録日：平成11年1月22日

登録番号：特許第2876527号

発明者氏名：木村秀夫、勝亦徹、酒井理恵子

概要：本発明は、レーザー素子、非線形光学素子などの光学部品等として有用な波長変換用非晶質物質とその製造方法に関するものである。本発明により、非線形光学効果を発揮しないBaB₂O₄ガラス状物質のBの一部を、Al、Gaで置換することにより、第2高調波発生のための非線形光学効果が発揮される波長変換用非晶質物質が提供される。均質なガラス状物質を母体とするため、単結晶の場合に必須の方位依存性を考慮する必要が無く、取扱いが容易であるため、デバイス化する場合のコストが安くなる。

(実用新案)

考案の名称：誘導電磁器

登録日：平成9年8月15日

登録番号：登録第2556461号

発明者氏名：中谷功、土方政行、他1名

概要：(田淵電機株式会社との共有実用新案権)

本考案は、コアを複数に分割したチョークやトランスのような誘導電磁器に関するものである。本考案により、コアの相対向する分割面の間に介挿された強磁性体の微粒子によって、コア全体の実効透磁率が向上し、かつ、分割面間のギャップの外周を閉塞するシール材によって微粒子の酸化が防止される結果、透磁率の経時的な劣化が抑制されるので、分割型誘導電磁器の特性が向上する。

考案の名称：小型試験片の液体環境下疲労試験用チャンバーおよびフレットングパッド取付構造

登録日：平成11年3月10日

登録番号：登録第3058177号

発明者氏名：丸山典夫、中澤興三

概要：本考案は、液体環境における小型試験片の疲労試験において、小型試験片を容易に取り付けることのできる、新しい疲労試験用チャンバー、およびこの疲労試験用チャンバーにおいてフレットングパッドの取付けを容易に行うことのできる、新しいフレットングパッド取付構造に関するものである。本考案により、生体疑似環境などの液体環境における小型試験片の疲労試験およびフレットング疲労試験の容易な実現を図ることができ、非平衡材料を用いた生体融和材料などの新材料の創出に大いに貢献することとなる。

受賞 Congratulations!

鉄鋼技能功績賞

社団法人日本鉄鋼協会

馬場英次

「長時間クリープ試験技術の高度化」が鉄鋼及びその周辺領域に関する業績において優れた技術技能を発揮したものと認められ、上記の賞を受けた。

.....

三島賞

社団法人日本鉄鋼協会

高橋稔彦

「高炭素高強度鋼の高性能化の研究と工業化技術の開発」が熱処理の分野において顕著な業績を挙げたことに対して、上記の賞を受けた。

.....

高木賞

第8回インテリジェント材料シンポジウム

山本玲子、塙隆夫

論文発表「細胞剪断接着力測定による材料の生体融和性評価」が優秀であると認められ、上記の賞を受けた。

.....

金属学会功績賞

社団法人日本金属学会

津崎兼彰

金属に関する学理ならびに技術の進歩に対する功績を認められ、上記の賞を受けた。

.....

日本物理学会論文賞

社団法人日本物理学会

木戸義勇

第4回日本物理学会論文賞選考においてJOURNAL OF SOCIETY OF JAPAN またはPROGRESS OF THEORETICAL PHYSICS に掲載された論文の中で特に優れたものと認められ、上記の賞を受けた。

.....

表紙説明

30T級水冷銅マグネット

ポリピッター型的水冷銅マグネットで約30Tの強磁場を発生する。マグネット両側につながっているパイプには、マグネットの冷却水が流れる。マグネットの後ろに見える赤、青の金属板はマグネットの電極。

■編集後記

新年度となり気持ちの引き締まる思いです。今年度は2000年問題等、様々な心配事が言われていますが全てが良い方向へ進んでくれればと思います。

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所
〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1
TEL.(0298)59-2045 FAX.(0298)59-2049
ホームページ <http://www.nrim.go.jp>

通巻 第485号 平成11年4月発行
編集兼発行人 細川洋治
印刷所 前田印刷 株式会社