

金材技研

科学技術庁

金属材料技術研究所

1991 No. 8

ニュース

「画像処理の応用」特集

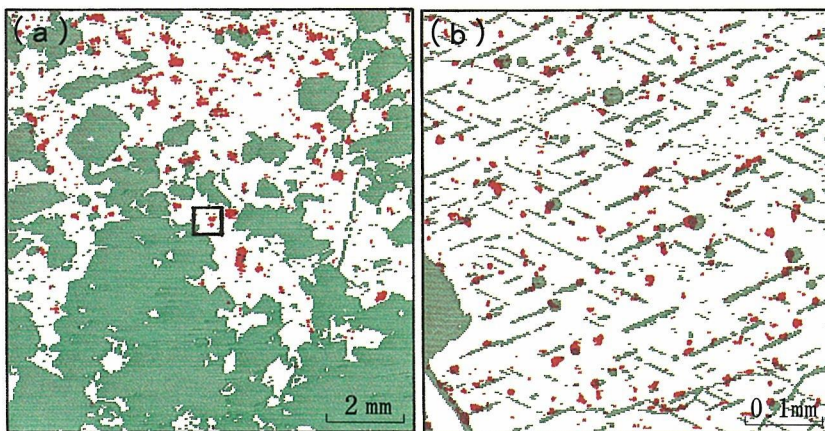
「EPMAで100ppmのガリウムの存在状態を確認／CCDカメラでひずみの分布を測定
／2枚のSEM像から表面の立体図を作成」

鉍石中の微量元素の存在状態が明確に —— 分布画像の分解能が2桁以上向上 ——

当研究所は、4台のワークステーションでコンピュータ・ネットワークを構成する複合コンピュータ画像処理システムを構築して、X線マイクロアナライザ（EPMA）のデータ解析の高速化と高精度化を図った。EPMAは試料に電子線を照射してX線を発生させ、発生したX線の波長と強度から、成分元素の種類と濃度を決定する分析装置である。EPMAによる成分元素の面分析では、濃度分解能は通常数%程度に過ぎないが、上記の画像処理システムを用いれば、濃度分解能が点分析でも困難な100ppmと大幅に向上して、極めて鮮明な分布画像が得られるようになった。

下の写真は、鉄鉍石中に30～50ppmの微量含まれているガリウムを回収する技術を開発するため

に、その分布状態を調べた例である。鉍物組織を表す電子顕微鏡像を緑色で描いており、ガリウムが100ppm以上の濃度で存在していることを示すX線画像を赤色で重ねてある。低倍率で広い領域（1辺10mm）を観察したのが(a)で、ガリウムは脈石（緑色）の中には存在せず、磁鉄鉍（白色）の中に含まれていた。そこで、磁鉄鉍の中の四角で囲んだ狭い領域（1辺0.5mm）を高倍率で観察したのが(b)である。ガリウムは磁鉄鉍そのものには含まれておらず、磁鉄鉍中に分散している針状または点状に見える微細な鉍物（緑色）に含まれていた。この鉍物はスピネル（ MgAl_2O_4 ）であって、ガリウムはこのスピネルの中に100～250ppmの濃度に濃縮されていることもわかった。



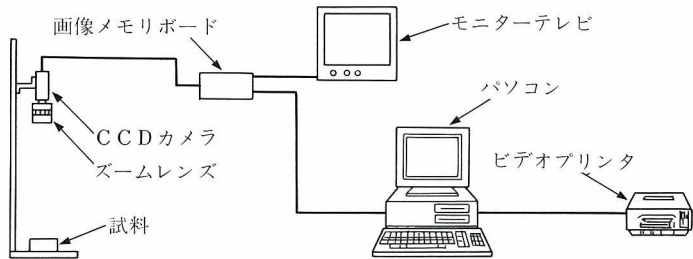
画像処理で明らかになった100ppm以上のガリウムが、鉄鉍石中に存在する領域を示したEPMAの低倍率像(a)と高倍率像(b)

ひずみ分布図を迅速に作成

—— CCDカメラでモアレ縞を発生させて ——

材料に外から力が加わると切り欠きなどの近くに応力が集中し、局部的に大きなひずみが生じてき裂が発生し、ついには破壊に至る。したがって、構造物の安全性を向上するためには、どのような場合にどの程度のひずみが生じるかをしておく必要がある。局部的に発生するひずみの程度を調べるのには、材料表面に作っておいた格子が基準のマスター格子と干渉して発生する縞模様、すなわちモアレ縞の間隔が、ひずみの程度によって変化するので測定する方法がある。

当研究所では、既に、走査型電子顕微鏡の走査線をマスター格子に利用し、二次電子発生量が試料とは異なる物質で試料表面に平行線を作っておき、発生する二次電子の縞模様（電子線モアレ）の間隔からひずみ量を測定する方法（金材技研ニュース、1990年、No.4 参照）を開発している。今回は、CCD（電荷結合デバイス）を撮像素子としたカメラの走査線がマスター格子に利用できることに着目して、安価な装置でひずみ分布図を迅速に作成するシステムを開発した。

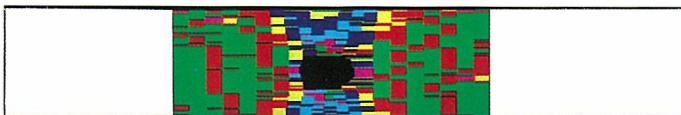
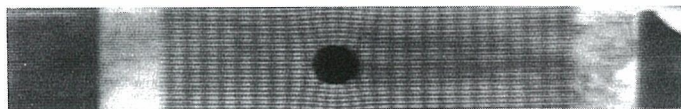


ひずみ分布測定システム構成図

今回開発したひずみ分布測定システムでは、ズームレンズ付きCCDカメラで試料を撮影し、CCDカメラの走査線と試料表面に作っておいた平行線とを干渉させて、縞模様（CCDモアレ）を発生させる。CCDカメラから出力されるモアレ縞情報を512×512画素、256階調の画像メモリボードに取り込み、パーソナルコンピュータで簡単な画像処理を施して、ひずみ量を計算する。このシステムを利用すれば、ひずみ分布図をわずか数秒で作成することができる。また、ズームレンズの調節により、調べようとする部分のひずみ量の測定に最も適したモアレ縞間隔を得ることができるので、精度の高い測定をすることが可能である。

左の写真は、径約10mmの孔をあけた試料に全ひずみ2%の変形を起こさせた場合の、ひずみ分布を調べた例である。試料はSUS304ステンレス鋼板で、その表面に1in当り50本の平行線をエッチングしておいた。白黒写真からわかるように、CCDカメラとの干渉で、きれいなモアレ縞が得られている。このモアレ縞の間隔の変化から求めたひずみ量を色で表示すると、カラー写真で示したひずみ分布図になる。

このシステムを構成しているCCDカメラは比較的安価であるので、ひずみ分布のその場観察に、手軽に利用することができる。



ひずみ量 (%)

CCDカメラで得られるモアレ縞(上)
から作成したひずみ分布図(下)

破面の立体図を簡便に作成するシステム

—— ステレオSEMの画像処理にパソコンを使用 ——

材料の表面は、組織や不純物などの影響を受けて、複雑な凹凸を形成している。したがって、材料の破壊機構の解明には、従来から行われている走査型電子顕微鏡（SEM）を用いた平面的な観察のみでは不十分であって、立体的な観察が必要である。材料表面の凹凸を調べる手法の1つは、材料と探針の間のトンネル電流を一定に制御して凹凸を求める走査型トンネル顕微鏡（STM）を用いるもので、当研究所でも脆性破面や腐食面の原子レベルの研究に利用（金材技研ニュース、1989年、No.9、同1991年、No.1 参照）して、成果を挙げている。

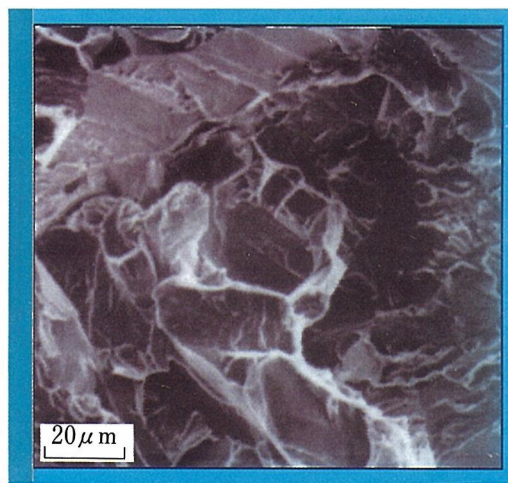
材料表面の立体図を作るもう1つの手法が、ステレオSEMである。この方法の原理は、航空写真から立体的な地形図を作成するのと同じで、同一視野のSEM像を、材料に対する傾斜角を変えて2枚撮影する。この2枚のSEM像では、同一点であっても、材料表面の凹凸の程度に応じてずれが生じている。このずれから高さを求める計算を各点で繰り返すことにより、立体解析ができる。

当研究所は、手軽に使用できるパーソナルコンピュータを利用して、ステレオSEM像から材料表面の立体解析ができる画像処理システムを開発した。誰にでも簡単に操作できるこのシステムは、ステレオSEM像の情報を直接取り込むA/D変換器、2枚のSEM像から同一点の位置と高さを計算して立体図を描くパソコン、および結果を出力するビデオプリンタで構成されている。このシステムで重要なのは同一点を探し出す技術で、残差逐次検定法（SSDA）に一部修正を加えてパソコンによる計算時間の短縮を図り、1点当たり数秒で処理できるようにしたのが特徴である。

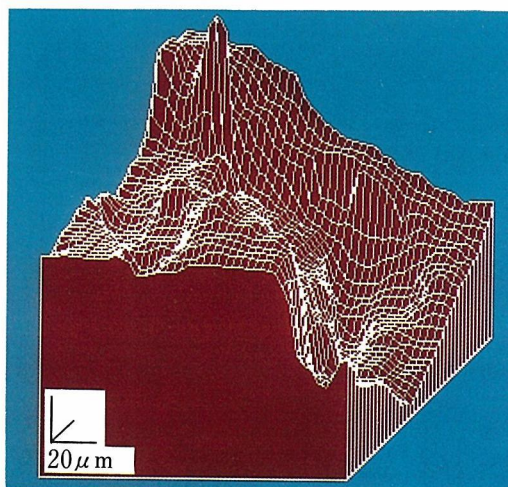
写真は、脆性破壊した構造用圧延鋼板（SS41）の破面である。(a)に示した1枚のSEM像と(a)の試料を8°傾斜させたもう1枚のSEM像とから得た立体解析結果が、(b)である。(a)のSEM像では想像もできない大きな凹凸が破面に存在していることが、(b)の立体図によってよくわかる。

この立体図に見られる四角形の合計面積を計算すると、破面の実表面積に極めて近い値が求めら

れる。こうして得られた値と破壊に費したエネルギー（例えばシャルピー衝撃エネルギー）との関係を破面形状評価のパラメータとして利用し得ることや、材料組織（結晶粒度や圧延方向）の違いによって破面の凹凸に差があることなどが、このシステムを用いた研究によってわかってきた。



(a) 脆性破面のSEM像



(b) ステレオSEM像(傾斜角8°)から作成した(a)と同じ領域の立体図

パソコンによる立体解析例

9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）
非結晶物質の構造に関する国際会議 (仙台：ホテル・クレセント) 腐食防食シンポジウム (大阪：科学技術センター) 日本化学会 (札幌：北海道大学)	9.1～9.6	1. Amorphization from Quenched High-Pressure Phase of Silicon and Germanium	今井 基晴（反応）ほか
	9.6	1. TiAl基合金の高温酸化に及ぼす表面状態や第3元素添加の影響	笠原 和男（第3）ほか
	9.22～9.25	1. DMSO溶液中におけるビスマス(III)とフタロシアニンとの錯形成 2. ビス(フタロシアニナト)セリウム錯体の一電子酸化体及び還元体の電子吸収スペクトル	加賀谷 豊（反応）ほか 砂金 宏明（反応）ほか
	9.25～9.27	1. 分光による混合ガスシールドTIGアークプラズマ中のガス組成割合の評価法	平岡 和雄（組織）ほか
溶接学会 (高松：ラホールニースホール)	9.25～9.27	1. 加圧溶浸による金属～セラミックの層状複合化	城田 透（組織）ほか
塑性加工連合講演会 (札幌：北海道大学)	9.27～9.30	1. $Pb_2Sr_2LnCu_3O_{8+x}$ の結晶構造 2. 重い電子系 VGe_2 のドハース・ファンアルフェン効果 3. $La_{2-x}Ca_{1+x}Cu_2O_6$ の ^{57}Fe のメスbauer効果 4. ヨウ素をインターカレートした超伝導体 $IBi_2Sr_2CaCu_2O_y$ の超格子構造	茂筑 高士（第1）ほか 宇治 進也（物性）ほか 古林 孝夫（機能）ほか 池田 省三（表面）ほか
日本物理学会 (札幌：北海道大学)			

◆特許速報◆

●出 願

発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 者 名
水素脆化防止表面処理法	3. 3. 7	03-065284	浜野隆一、坂井義和、斎藤一男
高温超伝導酸化物薄膜の改質方法	3. 3. 7	03-065293	斎藤一男、貝瀬正次
黒色系顔料組成物	3. 3. 11	03-069398	小澤 清、中谷 功
溶銑の連続処理装置	3. 4. 12	03-106431	福沢 章、岩崎 智、笠原 章、古山貞夫、福沢安光
Ti/Al基金属間化合物材料とその加工法	3. 5. 1	03-126548	沼田英夫、富塚 功

●登 録

発 明 の 名 称	登録日	登録番号	発 明 者 名
金属とセラミックスの接合方法及びその接合体	3. 5. 13	1604702	坂田君子、新居和嘉
炭素鋼とアルミナとの固相接合法	3. 5. 13	1604722	坂田君子、新居和嘉
極低温用非磁性鋼	3. 5. 13	1604724	平賀啓二郎、石川圭介

◆短 信◆

●外国人研究員の受入れ

氏 名 朱 海岩

テーマ 遷移金属酸化物の構造と物性に関する研究

所 属 中華人民共和国 浙江大学

期 間 平成3年5月15日～平成4年5月14日

●海外出張

氏 名	所 属	期 間	行 先	用 務
田中 千秋	環境性能研究部	3. 5. 27～3. 5. 31	大韓民国	新素材特性評価センター事前調査
伊藤喜久男	第1研究グループ	3. 6. 7～3. 6. 16	アメリカ	国際会議出席
衣川 純一	組織制御研究部	3. 6. 9～3. 6. 18	スウェーデン	国際理論応用力学シンポジウム出席
戸叶 一正	表面界面制御研究部	3. 6. 9～3. 6. 16	アメリカ	国際会議出席
緒形 俊夫	第1研究グループ			
梅沢 修	第1研究グループ			

発 行 所 科学技術庁金属材料技術研究所
(本 所) 〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12
TEL(03)3719-2271, FAX(03)3792-3337
(筑波支所) 〒305 茨城県つくば市千現1-2-1
TEL(0298)51-6311, FAX(0298)51-4556

通巻 第392号 平成3年8月発行
編集兼発行人 真 鍋 烈
印 刷 所 株式会社 三 興 印 刷
東京都新宿区西早稲田2-1-18