

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年1月17日 (17.01.2002)

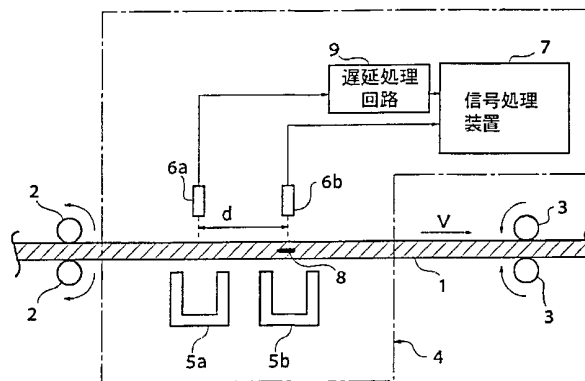
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/04937 A1

- (51) 国際特許分類: G01N 27/87 (KATO, Hiroharu) [JP/JP]. 四辻淳一 (YOTSUJI, Junichi) [JP/JP]. 長棟章生 (NAGAMUNE, Akiyo) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04645
- (22) 国際出願日: 2000年7月12日 (12.07.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本鋼管株式会社 (NKK CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加藤宏晴
- (74) 代理人: 高野 茂 (TAKANO, Shigeru); 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 日本鋼管株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MAGNETIC LEAKAGE FLUX FLAW DETECTION METHOD AND MANUFACTURING METHOD OF HOT ROLLED STEEL PLATE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 漏洩磁束探傷法およびそれを用いた熱延鋼板の製造方法



9...DELAY PROCESSING CIRCUIT
7...SIGNAL PROCESSING UNIT

(57) Abstract: A magnetic leakage flux flaw detection method, in which by magnetizing a ferromagnetic material such as steel plate by plural magnetic fields different in intensity and detecting magnetic fluxes leaking from the ferromagnetic material after the magnetization by a magnetic sensor, or by magnetizing the ferromagnetic material by a constant intensity magnetic field and detecting the magnetic fluxes leaking from the ferromagnetic material after the magnetization by plural magnetic sensors disposed in different positions along a magnetizing direction, output signal(s) of the magnetic sensor(s) after the magnetic flux leakage detection is (are) subjected to such an arithmetic processing that a signal owing to a defect in the ferromagnetic material is emphasized. Further, with this magnetic leakage flux flaw detection method, since the defect can be detected with high accuracy, if, by this method, a defect detection is performed for a hot rolled steel plate after hot rolling, and a position where the detected defect exists is specified, it is possible to manufacture the hot rolled steel plate having a scale or subjected to a descaling treatment, in which accurate position information of the defect is previously known.

[続葉有]



WO 02/04937 A1



(57) 要約:

本発明は、鋼板のような強磁性体を複数の異なる強さの磁界で磁化し、磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁気センサで検出したり、あるいは強磁性体を一定の強さの磁界で磁化し、磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁化方向に沿って異なる位置に設置した複数の磁気センサで検出したりして、漏洩磁束検出後の磁気センサの出力信号を強磁性体内の欠陥に起因する信号が強調されるように演算処理する漏洩磁束探傷法である。また、この漏洩磁束探傷法では、欠陥を高精度に検出できるので、熱間圧延後の熱延鋼板に対しこの方法により欠陥検出を行い、検出された欠陥が存在する鋼板上の位置を特定すれば、欠陥の正確な位置情報が予め知られたスケール付きまたは脱スケール処理された熱延鋼板を製造できる。

明 細 書

漏洩磁束探傷法およびそれを用いた熱延鋼板の製造方法

技術分野

本発明は、強磁性体に磁界を印加し、強磁性体から漏洩する磁束を検出することによってそこに内在する介在物のような欠陥を検出する漏洩磁束探傷法およびそれを用いた熱延鋼板または脱スケール鋼板の製造方法に関する。

背景技術

鋼板のような強磁性体に内在する介在物のような欠陥を検出する方法として、漏洩磁束探傷法が広く用いられている。

その一例として、図 1 に、鋼板検査ラインに組み込まれている磁気センサを利用した磁気探傷装置の構成を示す。製品検査ラインを搬送ローラ 2、3 によりほぼ一定速度 V で搬送される鋼板 1（強磁性体）の搬送路に沿って、磁気探傷装置 4 が配置されている。この磁気探傷装置 4 は、走行状態の鋼板 1 を磁化する磁化器 5 と、鋼板 1 を挟んで磁化器 5 の対向位置に設置された磁気センサ 6 と、この磁気センサ 6 の出力信号を演算処理する信号処理装置 7 とで構成されている。

いま、鋼板 1 を磁化器 5 により磁化したとき、鋼板 1 の内部に欠陥 8 が存在すると、この欠陥 8 により鋼板 1 の内部を通る磁束は乱され、その一部は鋼板 1 の外部へ漏洩する。この漏洩磁束を磁気センサ 6 により検出し、その出力信号を信号処理装置 7 で処理すれば、欠陥 8 が検出されることになる。また、漏洩磁束の強度は欠陥 8 の大きさに依存するので、磁気センサ 6 の出力信号レベルにより欠陥 8 の大きさも評価できる。

一方、磁気センサによって検出される漏洩磁束には、欠陥に起因する漏洩磁束

以外に、鋼板における局所的な磁気特性の不均一（酸化スケールの厚みの不均一や酸化スケール/下地鋼板界面の凹凸など）や表面粗さに起因する漏洩磁束の乱れが含まれる。こうした磁束の乱れは、欠陥の検出という観点からすれば不要な磁束、すなわち雑音となる。

この雑音の影響を除くために、欠陥に起因する出力信号（以下、単に欠陥信号と呼ぶ）と雑音に起因する出力信号（以下、単に雑音信号と呼ぶ）の異なる周波数特性を利用した以下のような方法が用いられる場合がある。

図 2 に、鋼板を一定速度で走行させて測定した欠陥信号と雑音信号の周波数特性の一例を示す。一般には図のように欠陥信号の方が雑音信号よりも高い周波数分布を持っているので、信号処理装置に遮断周波数 f を有するハイパスフィルタを組み込むことにより、欠陥信号を相対的に強調して抽出することが可能になる。なお、漏洩磁束探傷法において欠陥検出能を上げるために適当な定数を持つフィルタを使用する方法は、実開昭 61-119760 号公報などにも開示されている。

しかしながら、図 2 に示すように、欠陥信号と雑音信号の周波数特性には重なり合う部分があるため、欠陥が微小な場合あるいは雑音が大きい場合は、たとえハイパスフィルターを設けて欠陥信号を周波数弁別しても、欠陥を精度良く検出できる程度に雑音の影響を除くことが困難になる。

発明の開示

本発明の目的は、欠陥が微小であったり、不要な磁束、すなわち雑音が大きくても、高精度に欠陥を検出できる漏洩磁束探傷法およびそれをを用いた熱延鋼板の製造方法を提供することにある。

上記目的は、強磁性体を複数の異なる磁化の強さに磁化する工程と、各磁化の強さに磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁気センサで検出する工程と、各磁化の強さに対応した磁気センサの出力信号を強磁性体内の欠陥に起因する信号が強調されるように演算処理する工程とを有する漏洩磁束探傷法によって達成される。また、強磁性体を磁化器により一定の磁化条件で磁化する工程と、磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁化方向に沿って異なる位置に設置した複数の磁気センサで検出する工程と、検出後の磁気センサーの出力信号を強磁性体内の欠陥に起因する信号が強調されるように演算処理する工程とを有する漏洩磁束探傷法によっても可能である。

また、熱間圧延を行う工程と、圧延後の熱延鋼板に対し上記した本発明である漏洩磁束探傷法により欠陥検出を行う工程と、検出された欠陥が存在する鋼板上の位置を特定する工程あるいは検出された欠陥の密度を算出する工程とを有する熱延鋼板の製造方法により、予め欠陥の位置や密度情報が正確にわかっている表面が酸化スケールに覆われた熱延鋼板や、脱スケール処理された熱延鋼板を提供できる。

図面の簡単な説明

図1は、従来の磁気探傷装置の構成を模式的に示す図である。

図2は、欠陥信号と雑音信号の周波数特性の一例を示す図である。

図3は、削り代と正規化雑音信号レベルとの関係を示す図である。

図4は、磁界の強さと欠陥信号レベルおよび雑音信号レベルとの関係を示す図である。

図5は、本発明である漏洩磁束探傷法を実施するための磁気探傷装置の一例を示す図である。

図6は、磁化器により鋼板を磁化するときの磁束の流れを示す図である。

図7は、同一の出力信号レベルが得られる磁化器の磁界の強さMと磁気センサのずれ量Sとの関係を示す図である。

図8は、本発明である漏洩磁束探傷法を実施するための磁気探傷装置の別の例を示す図である。

図9は、各磁化条件および差分演算処理後の出力信号を示す図である。

図10は、本発明である漏洩磁束探傷法を組入れた熱延鋼板の製造工程を示す図である。

図11は、欠陥の位置情報がマーキングされた熱延コイルの一例を示す図である。

図12は、熱延コイル外周部の欠陥の密度情報の一例を示す図である。

図13は、本発明である漏洩磁束探傷法を組入れた熱延鋼板の別の製造工程を示す図である。

図14は、本発明である漏洩磁束探傷法を組入れた熱延コイルの製造工程を示す図である。

図15は、本発明である漏洩磁束探傷法を組入れた熱延コイルの別の製造工程を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

図3に、厚さ1mmの鋼板を表面より歪みが入らないよう化学的に少しずつ削り、雑音信号を測定した結果を示す。図3の雑音信号レベルは、削る前の信号レベルで正規化されている。

削り代が多くなるとともに雑音信号レベルは徐々に小さくなり、20 μ mほどの削り代になったところで削る前のレベルの半分以下になって安定する。この結果は、表面粗さや鋼板製造時に表面から冷却されることにより生じる表層部の磁気特性の不均一の影響が研削によって減少することに基づいていると考えられる。このような現象は、上記の鋼板以外でも確認されており、雑音発生源は主として強磁性体の表層部にあるといえる。一方、介在物のような欠陥は、一般には、

表層部より内部にある場合がほとんどである。

我々は、強磁性体の磁気シールド効果が磁化の強さに依存する現象に着目し、鋼板を磁化器により異なる磁界で磁化したとき、磁気センサと欠陥や雑音発生源の間に存在する鋼板自体の磁気シールド効果が欠陥信号や雑音信号に対してどのような影響をおよぼすかを調査した。

図 4 に、磁界の強さと欠陥信号レベルおよび雑音信号レベルとの関係を示す。図 4 の信号レベルは、2500AT 以上の磁界の強さで鋼板を磁気飽和させたときの信号レベルで正規化されている。

磁界の強さを、鋼板が磁気飽和する磁界の強さである 2500AT より下げていくと、欠陥信号レベルと雑音信号レベルは共に低下するが、その低下の程度は欠陥信号の方が大きいことがわかる。この現象は以下のように理解できる。

鋼板を磁気飽和させると、微分比透磁率は 1 に近くなりその磁気シールド効果がなくなるため、欠陥信号と雑音信号のレベル差は磁気センサと欠陥および雑音発生源の距離の差のみに依存する。一方、磁界の強さを低下させて鋼板を磁氣的に未飽和にすると、微分比透磁率は 1 より大きくなり鋼板の磁気シールド効果が生じる。そのとき、磁気センサからより離れたところにある欠陥に起因する欠陥信号の方が、表層部からの雑音信号に比べ、磁気センサと欠陥の間にある鋼板の厚みが厚いためこの磁気シールド効果の影響を強く受け、信号レベルの低下の度合いが大きくなる。

したがって、鋼板のような強磁性体を複数の異なる磁化の強さに磁化し、磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁気センサで検出し、各磁化の強さに対応した磁気センサの出力信号に対して、比較的レベルの高い雑音信号が相殺され欠陥信号が相対的に強調されるような演算処理を行えば、欠陥が微小であったり、雑音が大きくても、高精度に欠陥を検出できることになる。

このとき、複数の異なる磁化の強さのうち、最強の磁化の強さを微分比透磁率が 1 となる強磁性体が磁気飽和する磁化の強さに設定すると、より効果的である。

また、強磁性体を 2 種類の磁化の強さに磁化し、大きい磁化の強さに対応した

磁気センサの出力信号から小さい磁化の強さに対応した磁気センサの出力信号を重みを付けて差し引けば、より簡便で効果的に欠陥信号を強調できる。この場合も、前述のように、大きい磁化の強さを強磁性体が磁気飽和する磁化の強さに設定することが好ましい。加えて、(小さい磁化の強さに対応した磁気センサの出力) / (大きい磁化の強さに対応した磁気センサの出力) を算出すると、値が大きいと表面に近い欠陥、値が小さいと内部の欠陥であることがわかる。適切な関数を用いることで欠陥の表面からの深さを算出できる。

図 5 に、本発明である漏洩磁束探傷法を実施するための磁気探傷装置の一例を示す。この装置では、図 1 に示した従来の装置に設置されている磁化器 5a、磁気センサ 6a とは別に、そこから鋼板 1 の進行方向に距離 d だけ離れた位置にもう 1 組の磁化器 5b と磁気センサ 6b が設置されている。なお、ここでは磁気センサ 6a と 6b の鋼板 1 からの距離、すなわちリフトオフ L は同一に設定されている。

いま、磁化器 5a により鋼板 1 を磁気飽和させるように磁化し、磁化器 5b により鋼板 1 を磁氣的に未飽和となるように磁化して、鋼板 1 を磁化器 5a から 5b に沿って移動させながら鋼板 1 の同一部位からの漏洩磁束を磁気センサ 6a、6b で検出し、その出力信号 $V_a(t)$ 、 $V_b(t)$ を、信号処理装置 7 により欠陥 8 のないところで下記の式 (1) の A が 0 に近くなるように、すなわち $V_a(t)$ から $V_b(t)$ に K_2 の重みを付けて差し引けば、雑音信号を低減でき欠陥信号の S/N 比を向上できる。

$$A = K_1 \cdot (V_a - K_2 \cdot V_b) \quad \dots (1)$$

このとき、磁気センサ 6a の出力信号 $V_a(t)$ は、遅延処理回路 9 により、磁気センサ 6a と 6b の距離、すなわち位置ずれ量 d を逐次実測した鋼板速度 V で除して求めた同じ鋼板位置に対応する時間差 Δt を用いて相対的に磁気センサ 6b の出力信号 $V_b(t)$ に対して遅らされており、 $V_a(t - \Delta t)$ と $V_b(t)$ が対応するようになっている。また、検出信号 $V_a(t - \Delta t)$ と $V_b(t)$ は、直流分や周波数の低い地合ノイズ成分を低減し、欠陥信号周波数より高い電気ノイズなどをカットするため、1~2kHz のバンドパスフィルタにかけられる。出力信号の差し引き、遅延処理、フィルタリングなどはアナログ信号で行ってもよいが、例えば 20kHz のサンプリング周

波数によりアナログ-デジタル変換してデジタル信号で行うこともできる。

なお、リフトオフLは必ずしも磁気センサ6a、6bで同一である必要はない。また、異なる磁化に磁化するには、必ずしも複数の磁化器と磁気センサを使う必要はなく、1組の磁化器と磁気センサを用いて磁化器の電流を変えて磁化の強さを変えてもよい。

以上のような強磁性体を複数の異なる磁化の強さに磁化する代わりに、強磁性体を磁化器により一定の磁化条件で磁化し、磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁化方向に沿って異なる位置に設置した複数の磁気センサで検出しても、以下に述べるように同様な効果が得られる。

図6に、磁化器により鋼板を磁化するときの磁束の流れを示す。

磁化器5のN極から出た磁束の一部は、鋼板1内を通り、鋼板1を磁化する。このとき、磁化器5より鋼板1に供給される磁束の量は、磁化器5の磁極センタに近づくにしたがって増加し磁極センタで最大となるので、鋼板1の磁化の強さも磁極センタで最大になり、そこから遠ざかるほど低くなる。したがって、強磁性体を磁化器により一定の磁化条件で磁化し、磁化方向の異なる位置に設置した複数の磁気センサで漏洩磁束を検出すれば、上記した強磁性体を複数の異なる磁化の強さに磁化した場合と同様な効果が得られることになる。

図7に、図1に示した磁気探傷装置を用いて、厚さ1mmの鋼板1に内在する2種の欠陥と雑音に対して、磁気センサ6の位置を磁極センタに固定して磁化器5による印加磁界の強さMを変えて得られる出力信号レベルと、逆に磁化器5の印加磁界の強さMを一定にして磁気センサ6を磁化器5の磁極センタから磁化方向にSだけずらして得られる出力信号レベルとが同一になるときのMとSの関係を求めた結果を示す。このとき、鋼板1はリフトオフ1mm、速度300m/minで搬送され、鋼板1から4mmの位置にある磁極間隔12mmの磁化器5により磁化された。また、磁気センサ6を磁極センタからずらす試験では、印加磁界の強さMを3000ATの一定とした。また、例えば図7の欠陥2において、磁極センタ上に磁気センサ6

を設置して 2500AT の磁界を印加したときの出力信号レベルと、 $S=5\text{mm}$ の位置に磁気センサ 6 を設置して 3000AT の磁界を印加したときの出力レベルが同一になることがわかる。

図 7 に示すように、2 種の欠陥と雑音のデータがほぼ重なっており、磁気センサ 6 を磁化器 5 の磁極センタから磁化方向にずらして測定することの有効性が確認できる。

このような、強磁性体を磁化器により一定の磁化条件で磁化し、磁化後の強磁性体から漏洩する磁束を磁化方向の異なる位置に設置した複数の磁気センサで検出する方法では、一つの磁化器で一度に測定できるので、磁化条件ごとに磁化器を設ける場合と比べ装置構成が単純になり、また、一つの磁化器で磁化条件を変えられるので、複数回測定する場合に比べ高速測定も可能になる。

上記した本発明である漏洩磁束探傷法を、従来より高精度の欠陥検出が難しかったスケール付きの熱延鋼板あるいは熱延コイル、更に熱延鋼板あるいは熱延コイルを脱スケール処理（酸洗、ショットブラスト処理等）したものに適用して欠陥検出を行い、検出された欠陥が存在する鋼板上の位置を特定したり、検出された欠陥の密度を算出して、欠陥の位置や密度情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体を添付したり、欠陥の情報を鋼板上にマーキングして熱延鋼板または熱延コイルまたは脱スケール処理鋼板または脱スケール処理コイルを提供できれば、欠陥の正確な位置や密度情報が予めわかっているため、後工程や客先などの鋼板使用者が欠陥を考慮した事前の対策を取れることになる。

実施例 1

図 5 に示したような磁気探傷装置を鋼板検査ラインに配置し、厚さ 1mm の鋼板 1 を 100m/min の速度で搬送して、磁化器 5 a により鋼板 1 が磁気飽和する磁界 2500AT を印加し（強磁化条件）、磁化器 5 b で鋼板 1 の磁化が未飽和となる磁界 1000AT を印加して（弱磁化条件）、上記した方法で磁気センサ 6 a により強磁化

条件の出力信号 Va を、また、磁気センサ 6 b により弱磁化条件の出力信号 Vb を計測した。このとき、強磁化条件として 2500AT の磁界を、また弱磁化条件として 1000AT の磁界を印加した理由は、両条件で共通した雑音信号が計測され、かつ欠陥信号レベルの変化が雑音信号レベルの変化よりも大きくなるようにするためである。なお、磁気センサ 6a、6b のリフトオフ L は 0.7mm に設定した。そして、出力信号 Va から出力信号 Vb を 2.5 倍して、すなわち上記の式 (1) において $K_2=2.5$ として、差し引く差分演算処理を行った。

図 9 に示すように、強磁化条件で得られた欠陥信号の S/N 比は雑音が大きく 1.3 と低いが、弱磁化条件で得られた出力信号を差分演算処理することにより欠陥信号の S/N が 3.5 まで向上していることがわかる。

なお、本発明法により板幅にわたって同時に測定する場合には、磁気センサ 6a、6b を鋼板 1 の板幅方向にも一定ピッチで設置する必要があり、例えば幅 1m の鋼板で 5mm ピッチで設置する場合は、200 組 400 個の磁気センサ 6a、6b が必要となる。

実施例 2

図 8 に、本発明である漏洩磁束探傷法を実施するための磁気探傷装置の別の例を示す。この装置では、図 1 に示した従来の装置の磁化器 5 の磁極センタに対向設置されている磁気センサ 6a とは別に、そこから磁化方向に 4mm だけ離れた位置にもう 1 つの磁気センサ 6b が設置されている。なお、磁気センサ 6a と 6b のリフトオフ L は 0.7mm に設定されている。

図 8 に示したような磁気探傷装置を鋼板検査ラインに配置し、厚さ 1mm の鋼板 1 を 100m/min の速度で搬送して、磁化器 5a により 3000AT の磁界を印加して鋼板 1 を磁気飽和させ、磁気センサ 6a により実施例 1 の強磁化条件に対応する出力信号 Va を、また、磁気センサ 6b により実施例 1 の弱磁化条件に対応する出力信号 Vb を計測した。そして、実施例 1 の場合と同様に、出力信号 Va から出力信号 Vb を 2.5 倍して差し引く差分演算処理を行った。ここで、磁化器 5a により 3000AT の磁界を印加し、磁気センサ 6b を磁気センサ 6a から磁化方向に沿って 4mm だけ離

れた位置に設置した理由は、上記したように、強磁化条件と弱磁化条件で共通した雑音信号が計測され、かつ欠陥信号レベルの変化が雑音信号レベルの変化よりも大きくなるようにするためである。

その結果、実施例 1 で得られた図 9 の場合と同様に、磁化器 5 の磁極センタに設置した磁気センサ 6a (強磁化条件に対応) により得られた欠陥信号の S/N 比は雑音が大きく 1.3 と低かったが、磁気センサ 6a から磁化方向に 4mm だけ離れた位置に設置した磁気センサ 6b (弱磁化条件に対応) により得られた出力信号を差分演算処理することにより欠陥信号の S/N が 3.5 まで向上した。

ここでは 2 種の磁化レベルでの測定を行う場合を示したが、磁気センサをさらに設置して 3 種以上の磁化レベルでの測定を行う場合も同様である。また、この実施例においては、磁気センサ 6a、6b と磁化器 5 は鋼板 1 を挟んで、お互いに反対の側に対向配置したが、同じ側であってもよく、磁気センサの位置をずらす方向は、鋼板 1 の進行方向であっても、その逆方向であってもよい。

なお、磁気センサ 6a、6b における測定値の演算、遅延処理、フィルタリングなどの処理は、アナログ信号にて行ってもよいし、アナログ信号をデジタル信号に変換後に行ってもよい。また、実施例 1 と同様に、本発明法により板幅にわたって同時に測定する場合には、磁気センサ 6a、6b を鋼板 1 の板幅方向にも一定ピッチで設置する必要がある。

実施例3

図 10 に示したような介在物検査工程と欠陥情報付加工程が組み込んだ熱延コイルの製造工程により、板厚 1.8mm、板幅 1m の低炭素鋼熱延コイルを製造し、スケールの付いたままで欠陥検査を行い、欠陥の位置および密度情報を求めた。このとき、介在物検査工程では、磁気センサをコイルの板幅方向にも 5mm ピッチで設置した図 5 と同様な磁気探傷装置を用い、実施例 1 と同様な磁化条件で、欠陥検出を行った。

図11に、熱延コイルのある部分で長手方向1000mにわたり、欠陥位置をマーキ

ングした例を示す。このように、スケール付きの熱延コイルについても、マーキングにより欠陥の平面的な位置を提供できる。加えて欠陥の深さ、大きさ、形状情報の少なくとも1つも提供できる。また、より正確な位置は、表1のようなシートして、あるいは情報記録媒体に保存して提供または情報を伝送手段を用いて提供することも可能である。さらに詳細な欠陥の深さ、大きさ、形状情報の少なくとも1つも提供可能である。

図12に、熱延コイル長手方向の欠陥の密度情報の一例を示す。また熱延コイル外周面の欠陥の密度情報を提供してもよい。

熱延コイル以外にも、脱スケール処理（酸洗、ショットブラスト等）された熱延コイルに欠陥情報をマーキングしたもの、欠陥情報を添付したものも、提供できる。

本発明の熱延コイルや脱スケール熱延コイルの製造方法により、図11や図12に示したような欠陥の位置情報や密度情報を提供できるので、熱延コイルや脱スケール熱延コイルの使用者にとっては欠陥の多い部分を避けて使用するまたは用途を変更するなどの事前検討が行えなどの事前検討が行え、多大のメリットとなる。また、図10に示したように、欠陥情報を上工程へフィードバックすれば、熱延コイルの品質管理にも有効なデータを提供できることになる。

表 1

欠陥番号	X[m]	Y[m]	深さ位置[mm]	信号レベル[V]	面積[mm ²]	形状
1	0.3	100.3	0.34	1.2	1.0	円
2	0.8	180.2	0.1	2.8	1.6	楕円
3	0.4	405.2	0.22	2.3	1.5	楕円
4	0.2	997.4	0.6	1.0	0.8	円

請求の範囲

1. 強磁性体を、複数の異なる磁化の強さに順次磁化する工程と、
前記各磁化の強さに磁化した前記強磁性体の同一位置から漏洩する磁束を、
磁気センサで検出する工程と、
前記各磁化の強さに対応した前記磁気センサの出力信号を、前記強磁性体内の欠陥に起因する信号が強調されるように演算処理する工程と、
を有する漏洩磁束探傷法。
2. 強磁性体を磁化するときの最強の磁化の強さを、前記強磁性体が磁気飽和する磁化に設定する請求の範囲 1 の方法。
3. 強磁性体の同一位置を 2 種類の磁化の強さに順次磁化し、大きい磁化の強さに対応した磁気センサの出力信号から小さい磁化の強さに対応した磁気センサの出力信号を重み付けして差し引く請求の範囲 1 の方法。
4. 大きい磁化の強さを、強磁性体が磁気飽和する磁化に設定する請求の範囲 3 の方法。
5. さらに小さい磁化の強さに対応した磁気センサの出力と、大きい磁化の強さに対応した磁気センサの出力の比を演算する請求の範囲 3 の方法。
6. 強磁性体を、1 または複数の磁化器により磁化する工程と、
磁化強度が異なる位置に設置した複数の磁気センサに沿って前記強磁性体を移動させながら、前記磁化した強磁性体の同一位置から漏洩する磁束を、前記磁化強度が異なる位置に設置した複数の磁気センサで順次検出する工程と、

前記検出後の磁気センサの出力信号を前記強磁性体内の欠陥に起因する信号が強調されるように演算処理する工程と、
を有する漏洩磁束探傷法。

7. 大きい磁化の強さが強磁性体が磁気飽和する磁化になるよう、磁化器の強度を設定する請求の範囲 6 の方法。

8. 磁化強度が異なる位置に設置したの 2 つの磁気センサに沿って強磁性体を移動させながら、前記強磁性体の同一位置での大きい磁化の強さに対応した前記磁気センサの出力信号から小さい磁化の強さに対応した前記磁気センサの出力信号を重み付けして差し引く請求の範囲 6 の方法。

9. 大きい磁化の強さが強磁性体が磁気飽和する磁化になるよう、磁化器の強度を設定する請求の範囲 8 の方法。

10. さらに小さい磁化の強さに対応した磁気センサの出力と、大きい磁化の強さに対応した磁気センサの出力の比を演算する請求の範囲 8 の方法。

11. 熱間圧延を行う工程と、

圧延後の鋼板に対し、請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により欠陥検出を行う工程と、

前記検出された欠陥が存在する前記鋼板上の位置を特定する工程と、
を有する熱延鋼板の製造方法。

12. さらに、欠陥の位置情報を鋼板上にマーキングする工程を有する請求の範囲 11 の方法。

13. さらに、欠陥の位置情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体を添付する工程を有する請求の範囲 11 の方法。

14. さらに、欠陥の位置情報を熱延鋼板の使用者に送出する工程を有する請求の範囲 11 の方法。

15. さらに、欠陥の位置情報を示すシートまたは情報記録媒体を熱延鋼板の使用者に送付する工程を有する請求の範囲 11 の方法。

16. 熱間圧延を行う工程と、
圧延後の鋼板に対し、脱スケール処理を行う工程と、
前記脱スケール処理後の鋼板に対し、請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により欠陥検出を行う工程と、
前記検出された欠陥が存在する前記鋼板上の位置を特定する工程と、
を有する熱延鋼板の製造方法。

17. さらに、欠陥の位置情報を鋼板上にマーキングする工程を有する請求の範囲 16 の方法。

18. さらに、欠陥の位置情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体を添付する工程を有する請求の範囲 16 の方法。

19. さらに、欠陥の位置情報を熱延鋼板の使用者に送出する工程を有する請求の範囲 16 の方法。

20. さらに、欠陥の位置情報を示すシートまたは情報記録媒体を熱延鋼板の使用者に送付する工程を有する請求の範囲 16 の方法。

21. 鋼板をコイル状に巻いた熱延コイルまたは脱スケール熱延コイルを巻き解く工程と、

前記巻き解かれた鋼板に対し、請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により欠陥検出を行う工程と、

前記検出された欠陥が存在する前記鋼板上の位置を特定する工程と、

前記巻き解かれた鋼板を巻き戻す工程と、

を有する熱延コイルまたは脱スケール熱延コイルの製造方法。

22. さらに、欠陥の位置情報をコイル上にマーキングする工程を有する請求の範囲 21 の方法。

23. さらに、欠陥の位置情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体を添付する工程を有する請求の範囲 21 の方法。

24. さらに、欠陥の位置情報を熱延コイルまたは脱スケール熱延コイルの使用者に送付する工程を有する請求の範囲 21 の方法。

25. さらに、欠陥の位置情報を示すシートまたは情報記録媒体を熱延コイルまたは脱スケール熱延コイルの使用者に送付する工程を有する請求の範囲 21 の方法。

26. 鋼板をコイル状に巻いた熱延コイルを巻き解く工程と、
前記巻き解かれた熱延鋼板に対し、脱スケール処理を行う工程と、
前記脱スケール処理された熱延鋼板に対し、請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により欠陥検出を行う工程と、
前記検出された欠陥が存在する前記脱スケール熱延鋼板上の位置を特定する工程と、

前記脱スケール熱延鋼板を巻き戻す工程と、
を有する脱スケール熱延コイルの製造方法。

27. さらに、欠陥の位置情報を脱スケール熱延コイル上にマーキングする工程を有する請求の範囲 26 の方法。

28. さらに、欠陥の位置情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体を添付する工程を有する請求の範囲 26 の方法。

29. さらに、欠陥の位置情報を脱スケール熱延コイルの使用者に送出する工程を有する請求の範囲 26 の方法。

30. さらに、欠陥の位置情報を示すシートまたは情報記録媒体を脱スケール熱延コイルの使用者に送付する工程を有する請求の範囲 26 の方法。

31. 鋼板をコイル状に巻いた熱延コイルまたは脱スケール熱延コイルの外周面に対し、請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により欠陥検出を行う工程と、

前記検出された欠陥の密度を算出する工程と、
を有する熱延コイルの製造方法。

32. さらに、欠陥の密度情報を熱延コイル上にマーキングする工程を有する請求の範囲 31 の方法。

33. さらに、欠陥の密度情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体を添付する工程を有する請求の範囲 31 の方法。

34. さらに、欠陥の密度情報を熱延コイルの使用者に送出する工程を有する請求の範囲 31 の方法。

35. さらに、欠陥の位置情報を示すシートまたは情報記録媒体を熱延コイルの使用者に送付する工程を有する請求の範囲 31 の方法。

36. 請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により検出された欠陥の位置情報がマーキングされた熱延鋼板または熱延コイルまたは脱スケール熱延鋼板または脱スケール熱延コイル。

37. 請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により検出された欠陥の位置情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体が添付された熱延鋼板または熱延コイルまたは脱スケール熱延鋼板または脱スケール熱延コイル。

38. 請求の範囲 1-10 のいずれか 1 つの請求の範囲に記載された漏洩磁束探傷法により検出されたコイル外周面の欠陥の密度情報を示すタグ、シートまたは情報記録媒体が添付された熱延コイルまたは脱スケール熱延コイル。

図 1

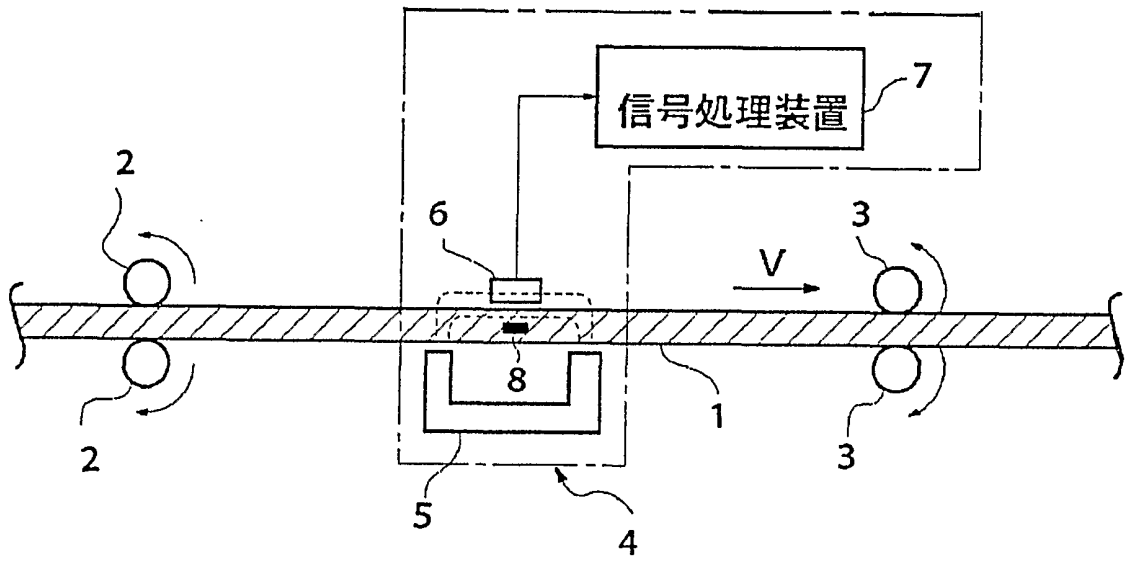


図 2

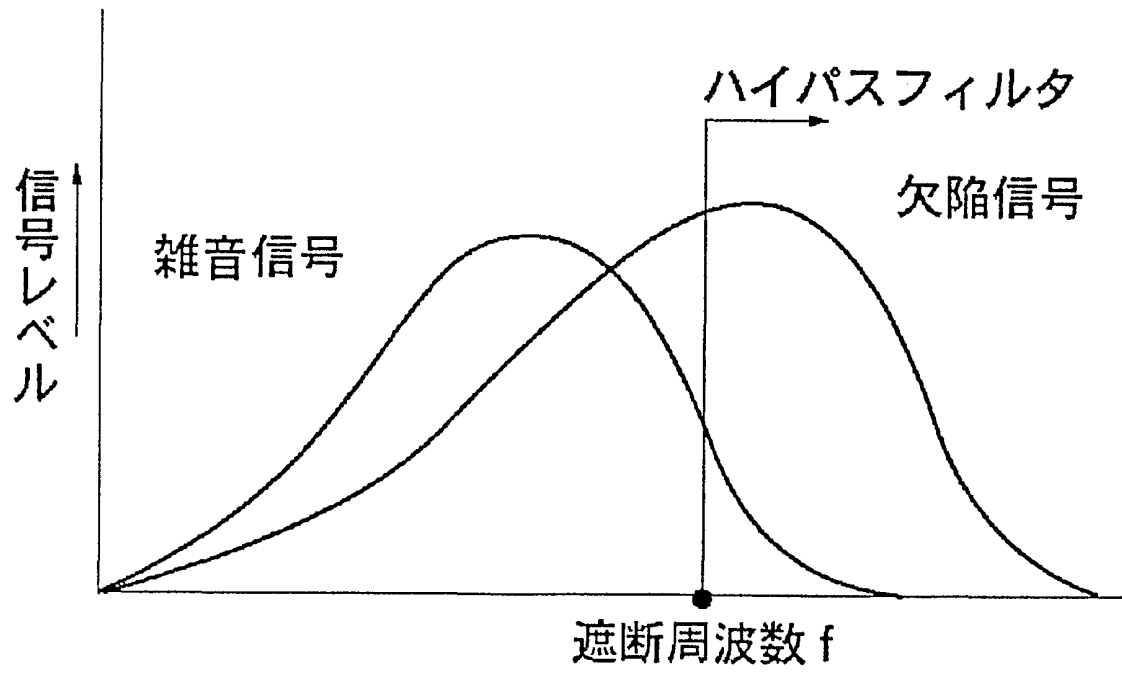


図 3

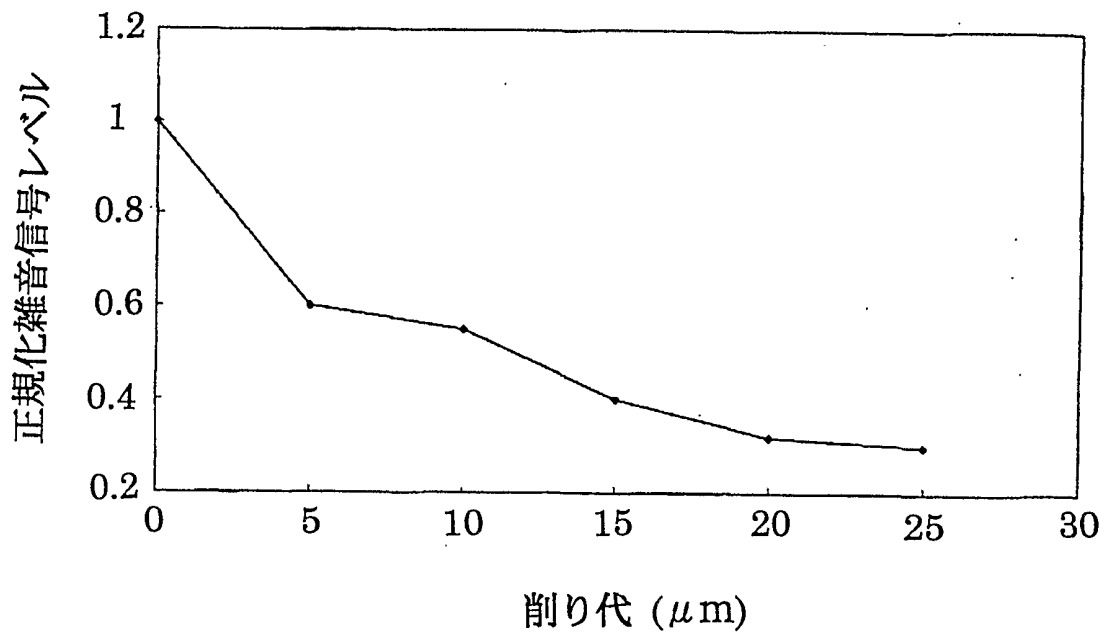


図 4

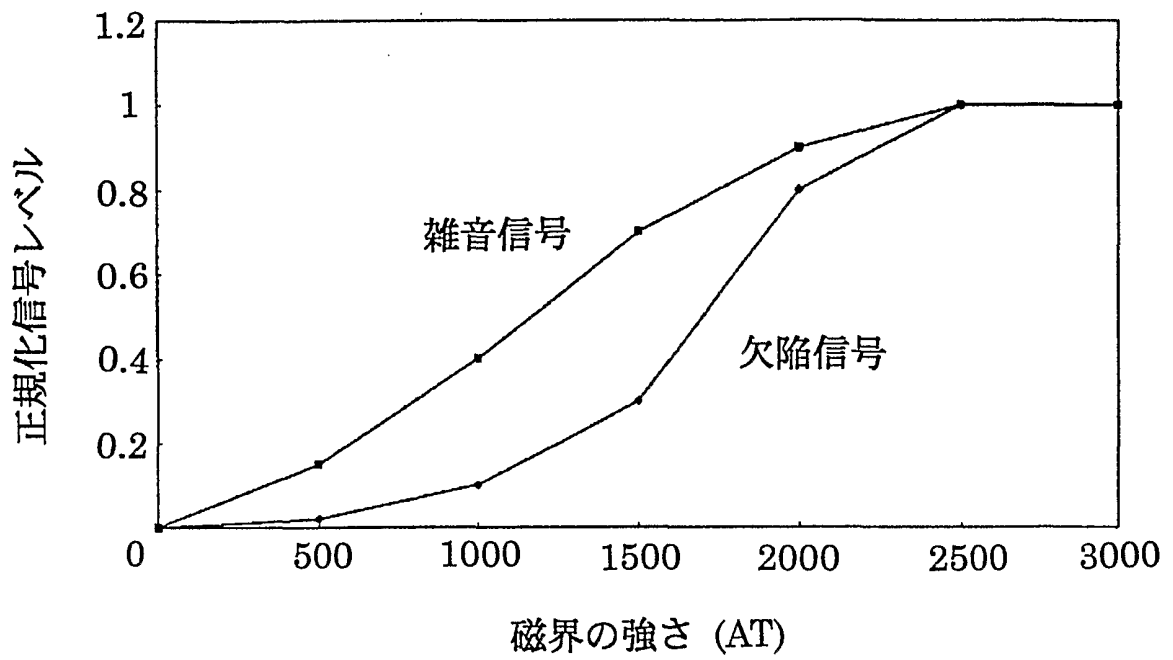


图 5

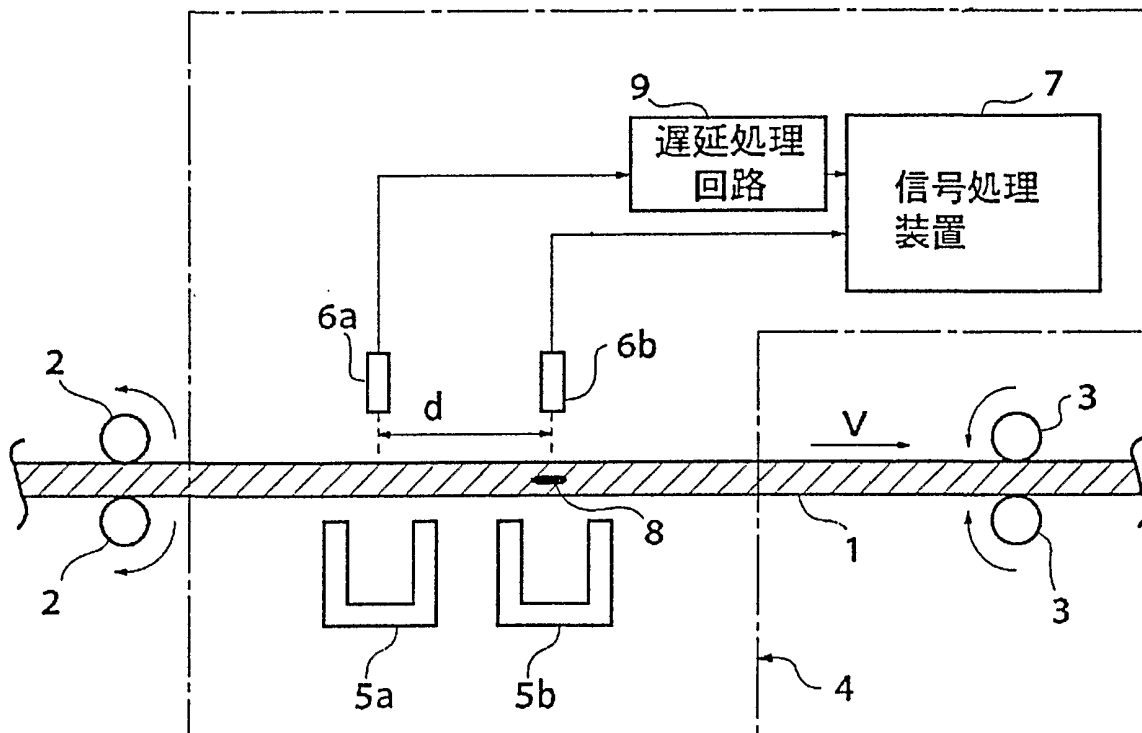


図 6

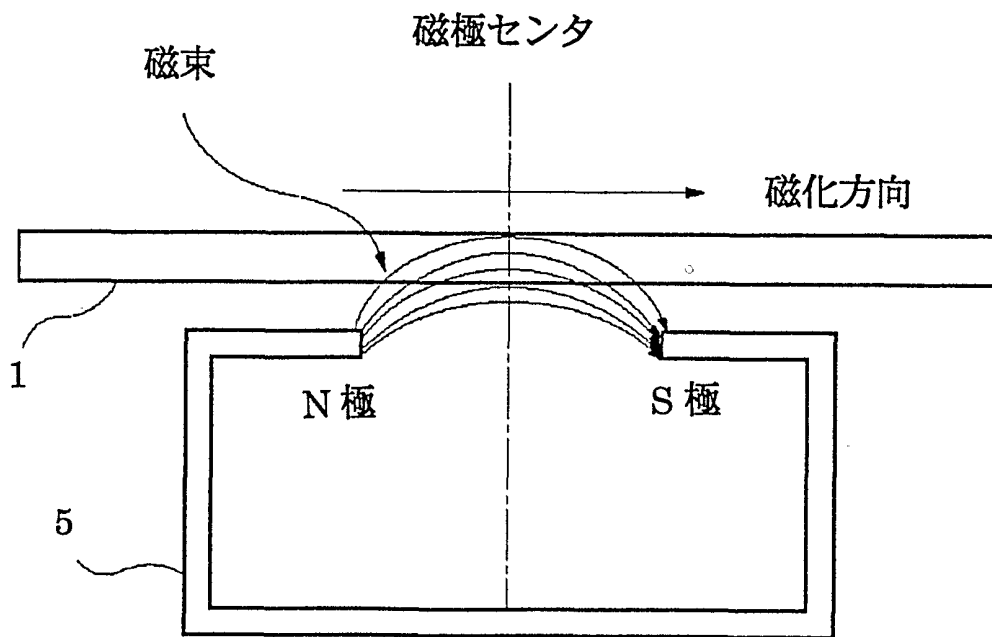


図 7

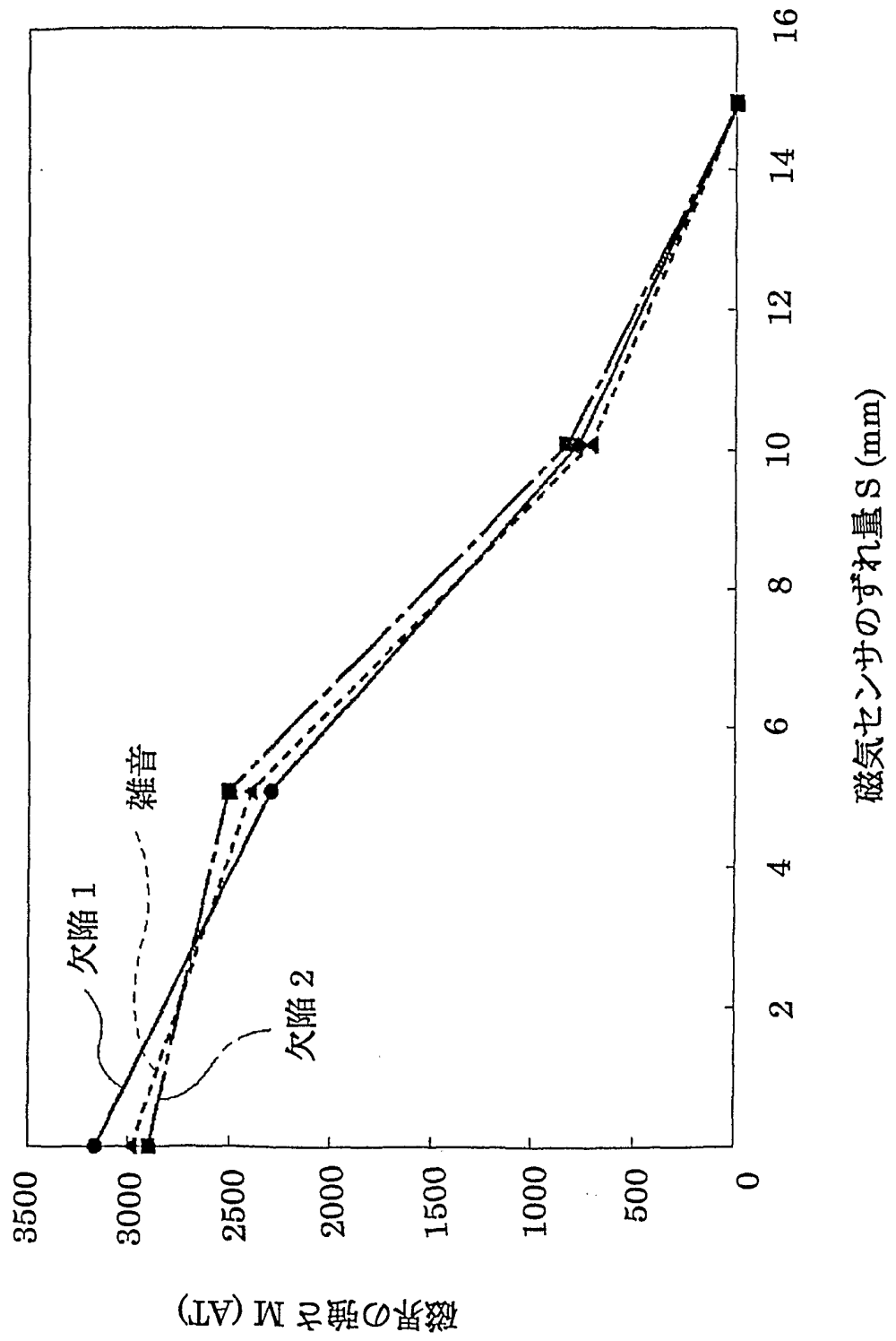


图 8

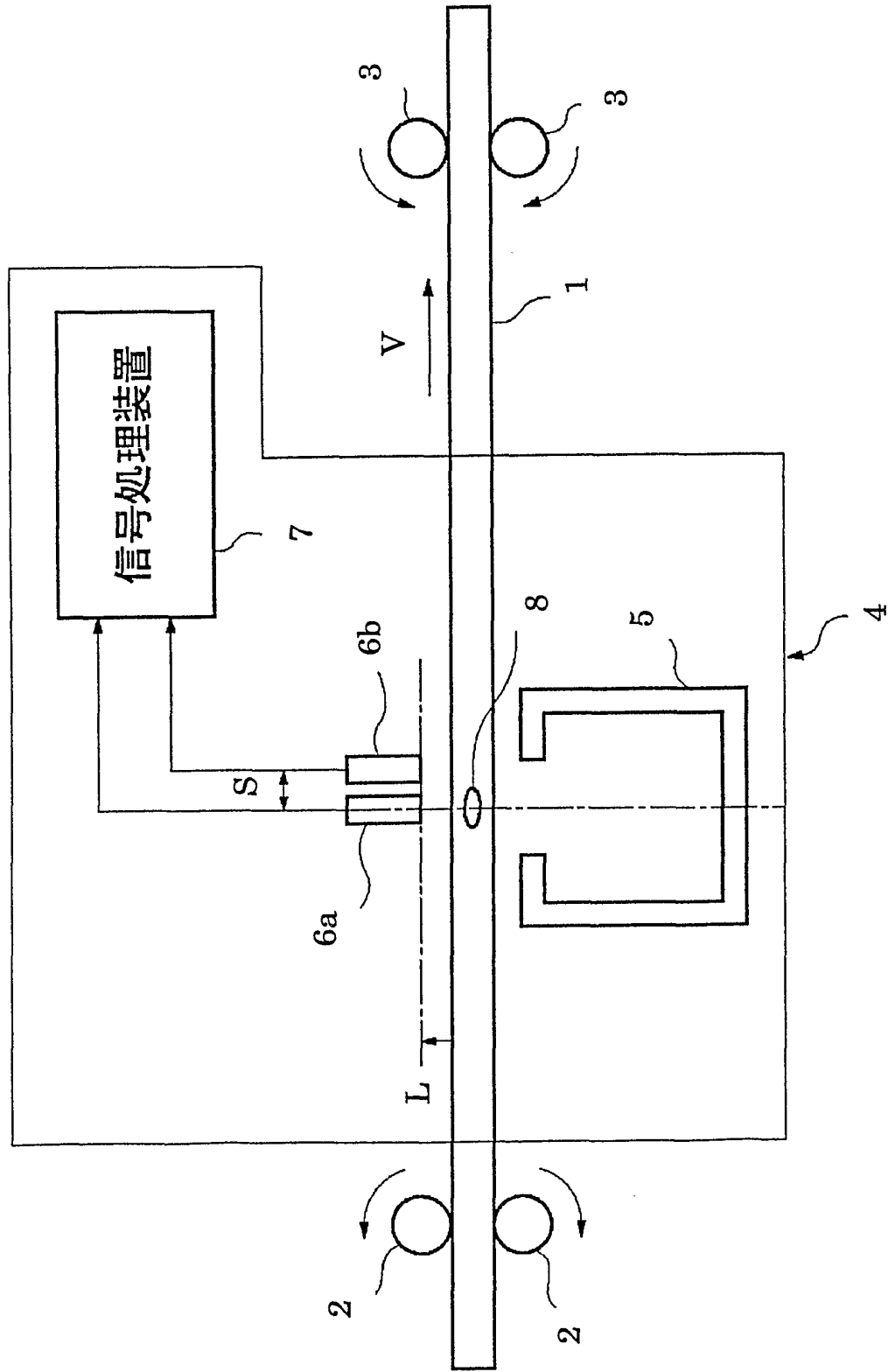


図9

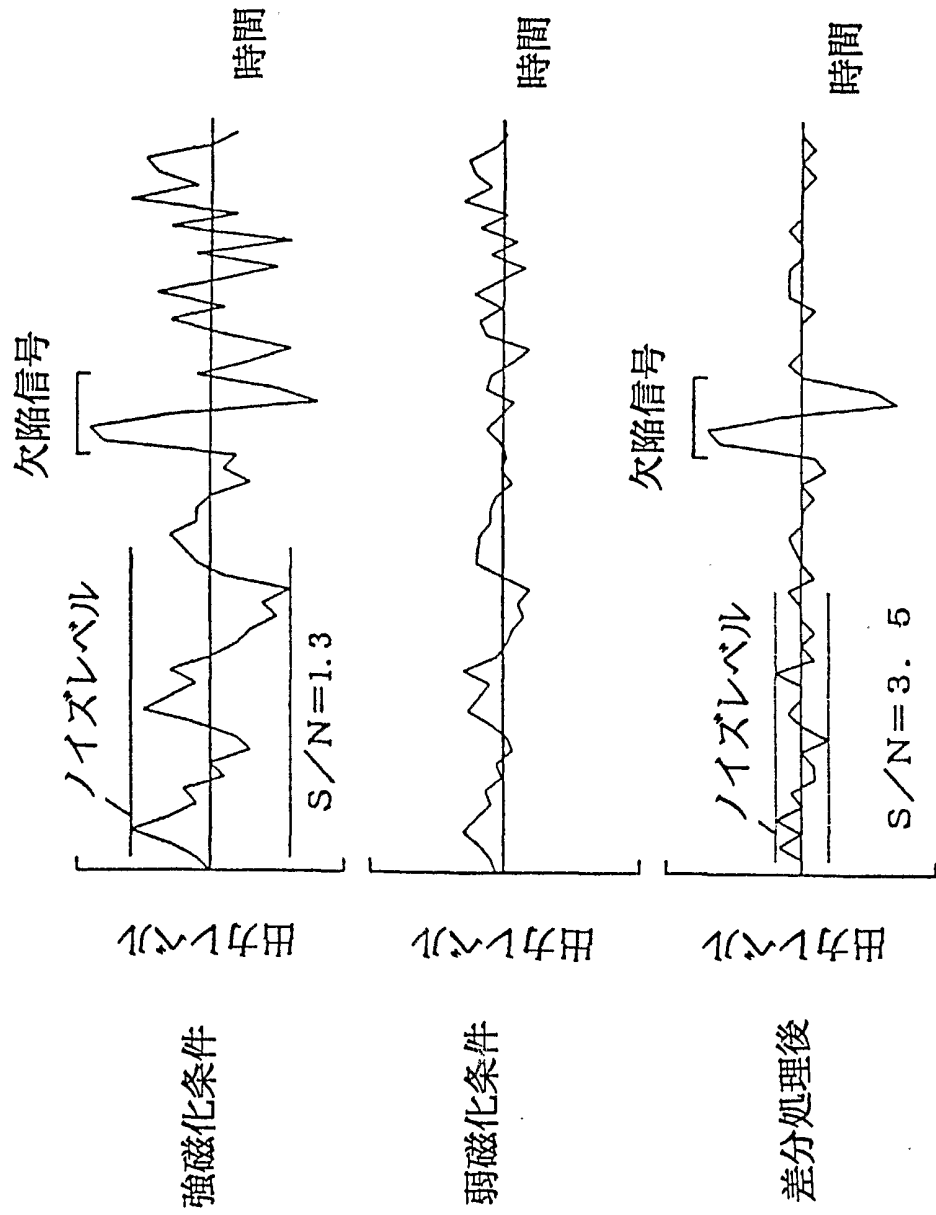


図 10

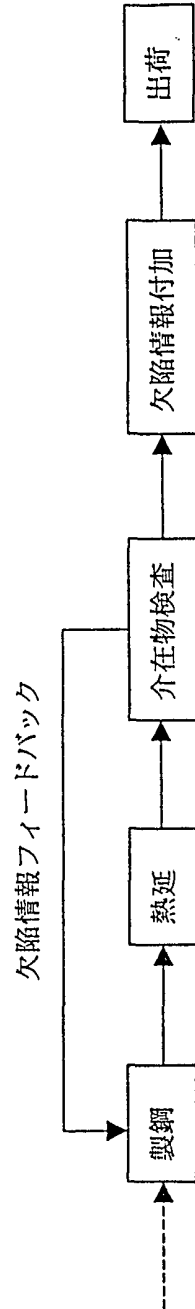


図 11

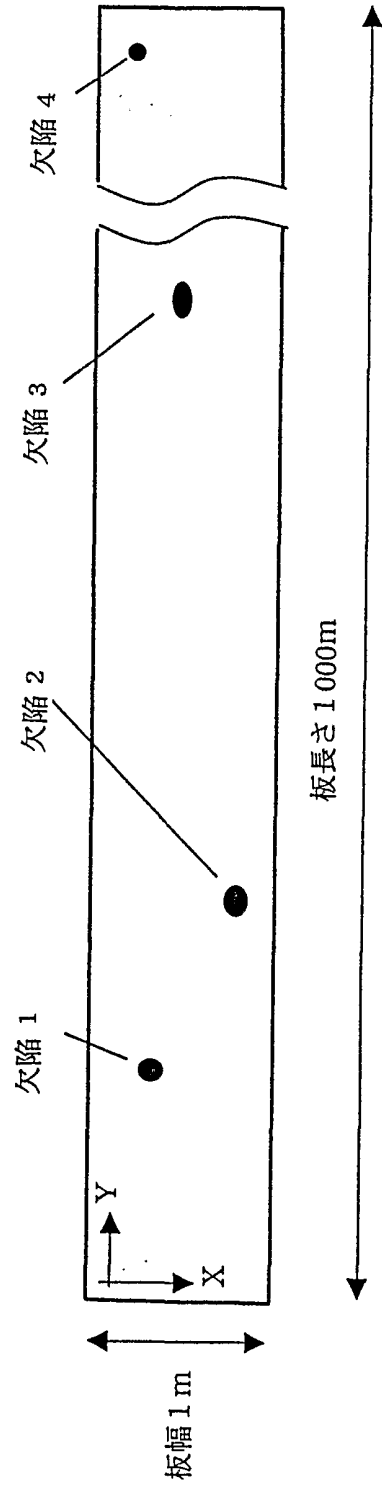


図 12

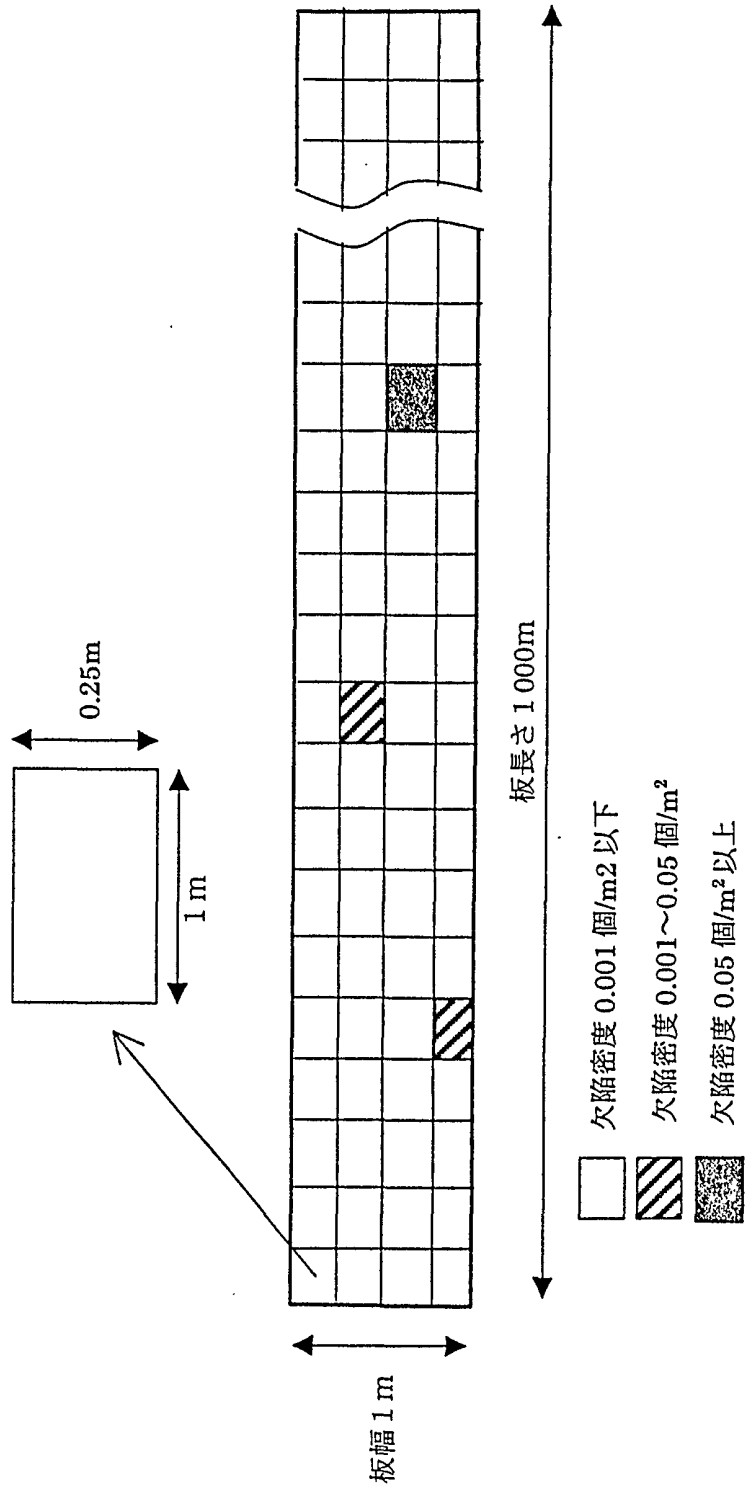


図13

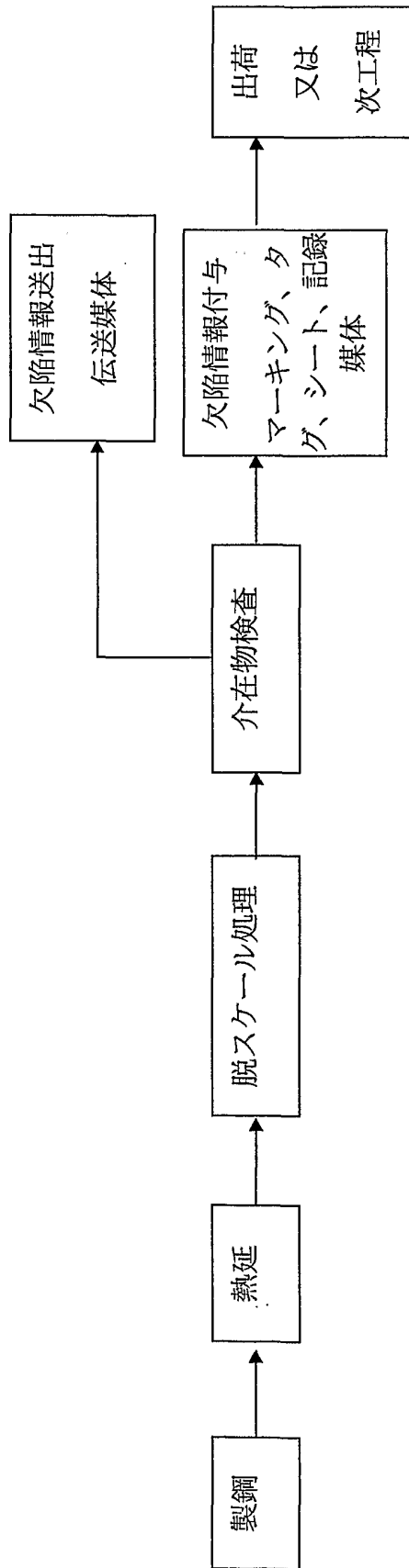


図14

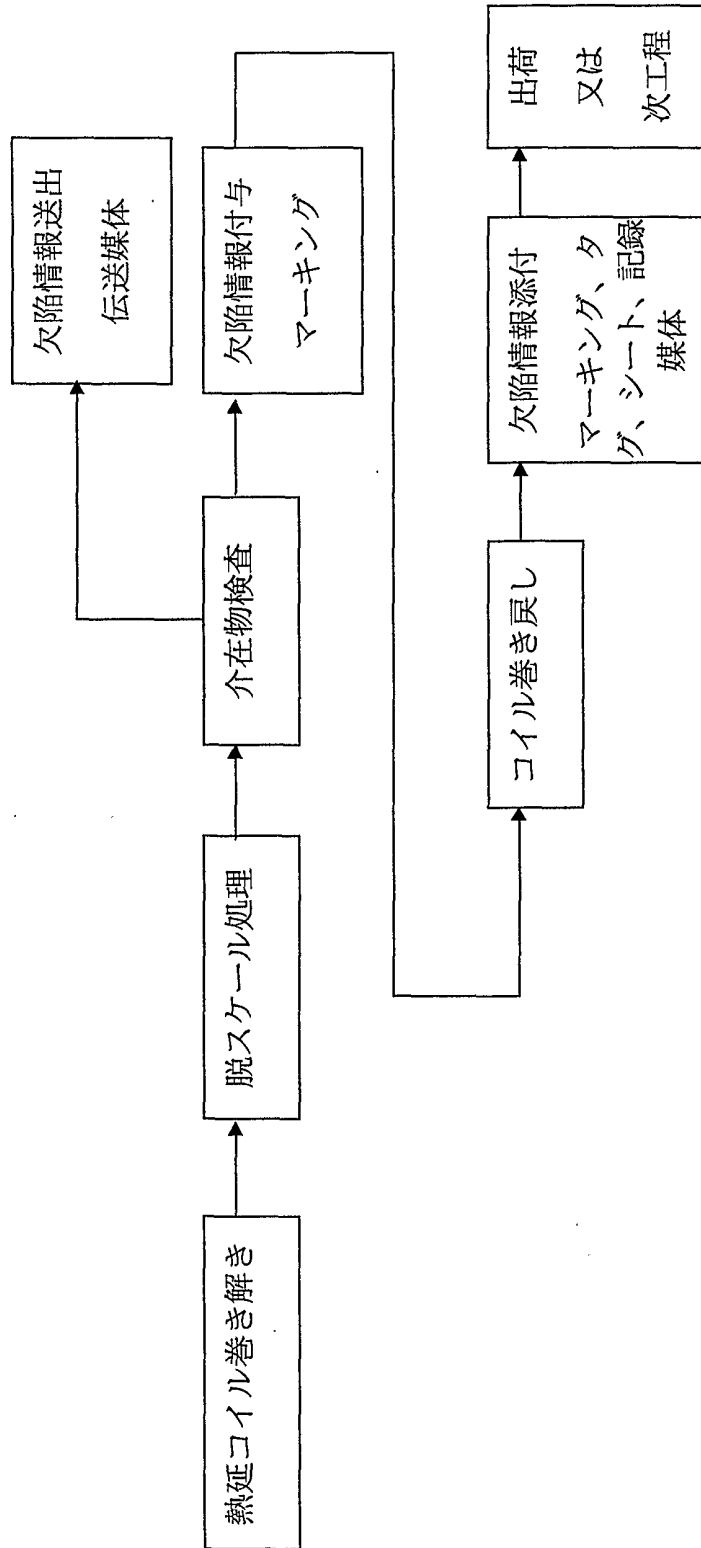
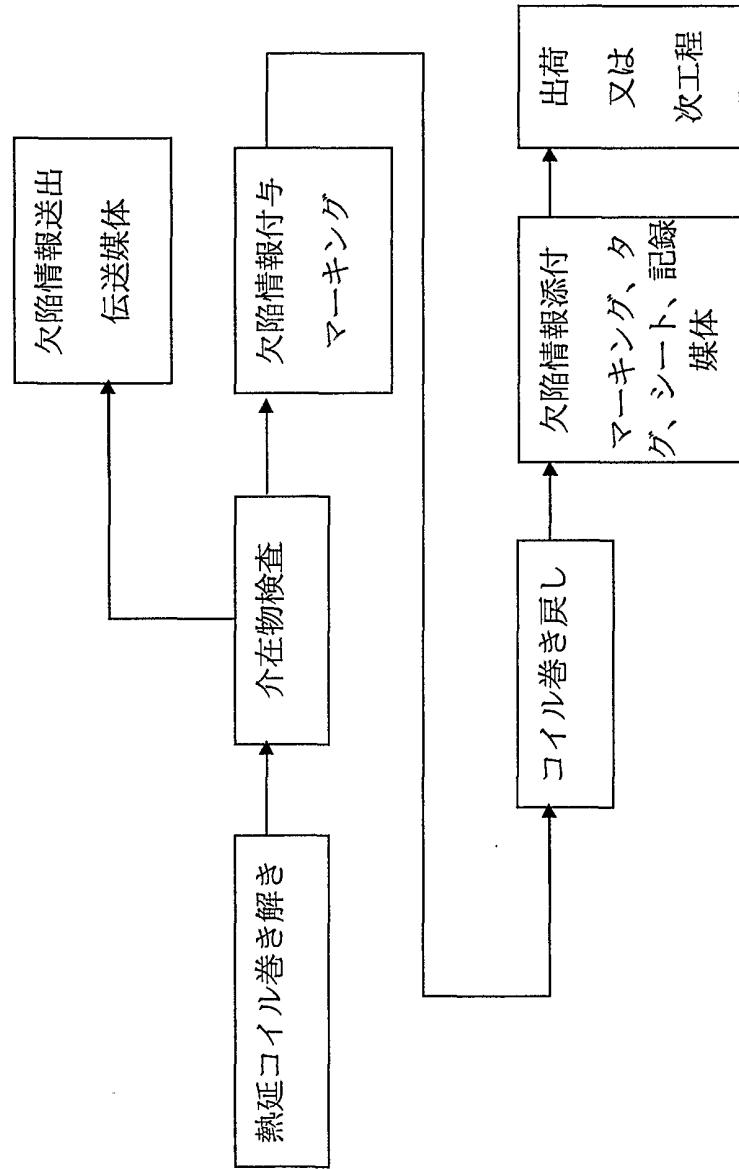


図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01N27/87

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01N27/83, G01N27/87

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-288603 A (NKK Corporation), 27 October, 2000 (27.10.00), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-38
A	US 4477776 A (Magnetic Analysis Corporation, Mount Vernon, N.Y.), 16 October, 1984 (16.10.84), Full text; Figs. 1 to 11 & DE, 3240480, A & GB, 2111217, A	1-38
A	JP 8-68778 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 March, 1996 (12.03.96), page 4, left column, lines 43 to 48; Fig. 2 & WO, 96000386, A & DE, 19580847, T & US, 5739685, A	12, 17, 22, 27, 32, 36
A	JP 1-209356 A (Maakutekku K.K.), 23 August, 1989 (23.08.89), page 3, lower left column, lines 13 to 15; Fig. 2 (Family: none)	13-15, 18-20, 23-25, 28-30, 33-35, 37, 38

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 August, 2000 (07.08.00)Date of mailing of the international search report
15 August, 2000 (15.08.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p style="margin-left: 20px;">Int. Cl⁷ G01N27/87</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p style="margin-left: 20px;">Int. Cl⁷ G01N27/83, G01N27/87</p>											
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2000年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2000年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2000年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2000年	日本国登録実用新案公報	1994-2000年	日本国実用新案登録公報	1996-2000年	
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2000年										
日本国登録実用新案公報	1994-2000年										
日本国実用新案登録公報	1996-2000年										
<p>国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)</p>											
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">引用文献の カテゴリー*</th> <th style="width: 70%;">引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th style="width: 20%;">関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP, 10-288603, A (日本鋼管株式会社) 27. 10月. 2000 (27. 10. 00) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)</td> <td style="text-align: center;">1-38</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US, 4477776, A (Magnetic Analysis Corporation, Mount Vernon, N.Y.) 16. 10月. 1984 (16. 10. 84) 全文, 第1-11図 &DE, 3240480, A&GB, 2111217, A</td> <td style="text-align: center;">1-38</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	A	JP, 10-288603, A (日本鋼管株式会社) 27. 10月. 2000 (27. 10. 00) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-38	A	US, 4477776, A (Magnetic Analysis Corporation, Mount Vernon, N.Y.) 16. 10月. 1984 (16. 10. 84) 全文, 第1-11図 &DE, 3240480, A&GB, 2111217, A	1-38
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP, 10-288603, A (日本鋼管株式会社) 27. 10月. 2000 (27. 10. 00) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-38									
A	US, 4477776, A (Magnetic Analysis Corporation, Mount Vernon, N.Y.) 16. 10月. 1984 (16. 10. 84) 全文, 第1-11図 &DE, 3240480, A&GB, 2111217, A	1-38									
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>											
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p>							
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p>										
<p>国際調査を完了した日</p> <p style="text-align: right;">07. 08. 00</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p style="text-align: right; font-size: 1.2em;">15.08.00</p>										
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p style="margin-left: 20px;">日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員)</p> <p style="text-align: center;">加藤 隆夫</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2W 8204</div> </div> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3290</p>										

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 8-68778, A (住友金属工業株式会社) 12. 3月. 1996 (12. 3. 96) 第4頁左欄第43行~第48行, 図2 &WO, 96000386, A&DE, 19580847, T& US, 5739685, A	12, 17, 22, 27, 32, 36
A	JP, 1-209356, A (マークテック株式会社) 23. 8月. 1989 (23. 8. 89) 第3頁左下欄第13行~第15行, 第2図 (ファミリーなし)	13-15, 18-20, 23-25, 28-30, 33-35, 37, 38