

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4887496号
(P4887496)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月22日 (2011. 12. 22)

(51) Int. Cl. F 1
GO 1 R 33/10 (2006. 01) GO 1 R 33/10
GO 1 B 7/00 (2006. 01) GO 1 B 7/00 1 O 3 M

請求項の数 3 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-219452 (P2006-219452) (22) 出願日 平成18年8月11日 (2006. 8. 11) (65) 公開番号 特開2008-45899 (P2008-45899A) (43) 公開日 平成20年2月28日 (2008. 2. 28) 審査請求日 平成21年7月3日 (2009. 7. 3)</p> <p>特許法第30条第1項適用 平成18年2月16日 国立大学法人宇都宮大学主催の「卒業論文発表会」において文書をもって発表</p>	<p>(73) 特許権者 304036743 国立大学法人宇都宮大学 栃木県宇都宮市峰町350番地 (74) 代理人 100117226 弁理士 吉村 俊一 (72) 発明者 上村 佳嗣 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 国立大学法人宇都宮大学内 (72) 発明者 宮田 巨樹 栃木県河内郡河内町中岡本2919-203 審査官 中村 和正</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁界分布測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

任意の立体空間における磁界分布を測定する磁界分布測定装置であって、
 前記立体空間上における位置および傾きを検出する第1センサと、
 前記立体空間内の各ポイント毎に磁力を検出する第2センサと、
 前記第1センサおよび前記第2センサが所定の距離離れて保持されている保持部材と、
 前記第2センサにて前記立体空間内の磁力を検出する毎に、当該検出タイミングにて前記第1センサによって取得された位置および傾きと前記第1センサおよび前記第2センサの距離とに基づいて第2センサの位置を演算する演算手段と、
 を備え、

前記演算手段が、予め取得された第1センサの位置および傾きに基づいて前記第1センサと第2センサの距離を算出し、当該算出された距離を用いて前記第2センサの位置を演算することを特徴とする磁界分布測定装置。

【請求項2】

請求項1に記載の磁界分布測定装置において、
 前記第1センサの位置および傾きを検出するための磁界発生手段を更に備え、
 前記第1センサが、前記磁界発生手段から発生された磁力に基づいて当該第1センサの前記立体空間上における位置および傾きを検出することを特徴とする磁界分布測定装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の磁界分布測定装置において、

前記保持部材が、所定の長さを有する部材であって、一端に前記第1センサが設けられているとともに他端に前記第2センサが設けられていることを特徴とする磁界分布測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体空間の磁界分布を検出する磁界分布測定装置に関する技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

近年、測定対象の磁場の強さ、交流または直流の別や測定環境等、目的に応じてコイル、ホール素子又は磁気抵抗効果素子を利用したものなど多種多様なセンサを用いて任意の空間の電磁界分布を測定する磁界分布測定装置が知られている。

【0003】

また、これらの磁界分布測定装置は、純粋な磁場計測のみならず、電流センサ、磁気ヘッド、移動体探知器等、電気・電子系をはじめとして、ありとあらゆる工学分野にて用いられている。

【0004】

これらの磁界分布測定装置は、所定の立体空間における電磁界分布を測定する場合には、予め定められた各「点（ポイント）」（以下、「測定点」という。）毎に値を取得し、当該測定した各点の値（以下、「測定値」という。）を集計して空間としても磁界分布を算出するようになっている。

特許文献1には、被検場内を任意に移動することが可能であり、被検量を検出する主センサ(12)と、前記被検場を撮影可能な位置に固定され、前記主センサ(12)の光軸(Ax)と垂直な面内の座標を検出するためのビデオカメラ(13)と、前記ビデオカメラに固定され、前記被検場に向けて前記主センサの光軸方向の座標検出用の測定波を送波する送波器(13c)とを備えた場の測定システムにおいて、前記送波器(13c)の波源を、前記ビデオカメラ(13)の光軸(Ax)上に設定する測定システムが記載されている。これによれば、自由走査センサシステムを採用しながらも被検量の分布の算出に拘わる演算量を抑えることができるとされている。

非特許文献1には、電気機器周辺の測定磁界と等価な磁界分布となる磁気モーメントを数値解析的に求め、これを等価磁界ソースモデルとして用いる手法が記載されている。

【特許文献1】特開2005-265480号公報

【非特許文献1】西澤振一郎ら、電子情報通信学会論文誌B、2003年7月、Vol. J86-B、No. 7、p. 1251-1254(2003)。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、これらの磁界分布測定装置にあっては、測定点と測定値を必ず対応付けて取得する必要があるが、これらに対応付けるためには、測定者の手動によるか、または、大規模な装置として自動化する方法しかないのが現状である。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、測定点と測定値の確実に対応付け簡易な構成によって容易にかつ確実に立体空間における磁界分布を計測することのできる磁界分布測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、任意の立体空間における磁界分布を測定する磁界分布測定装置であって、前記立体空間上における位置および傾きを検出する第1センサと、前記立体空間内の各ポイント毎に磁力を検出する第2センサと、前

10

20

30

40

50

記第 1 センサおよび前記第 2 センサが所定の距離離れて保持されている保持部材と、前記第 2 センサにて前記立体空間内の磁力を検出する毎に、当該検出タイミングにて前記第 1 センサによって取得された位置および傾きと前記第 1 センサおよび前記第 2 センサの距離とに基づいて第 2 センサの位置を演算する演算手段と、を備える構成を有している。

【 0 0 0 8 】

この構成により、請求項 1 に記載の発明は、第 2 センサにて立体空間内の磁力を検出する毎に、当該検出タイミングにて第 1 センサによって取得された位置および傾きと第 1 センサと第 2 センサの距離とに基づいて第 2 センサの位置を演算することができるので、当該第 2 センサの立体空間上の位置を的確に認識することができる。

【 0 0 0 9 】

したがって、請求項 1 に記載の発明は、第 2 センサにて検出された磁力とそのときに認識した第 2 センサの立体空間上の位置を対応付けることによって、たとえ、保持部材を立体空間内において適当に移動させたとしても、立体空間内の移動経路上での磁界分布を的確に測定することができるので、簡易な構成によって容易にかつ確実に立体空間における磁界分布を計測することができる。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の磁界分布測定装置において、前記演算手段が、予め取得された第 1 センサの位置および傾きに基づいて前記第 1 センサと第 2 センサの距離を算出し、当該算出された距離を用いて前記第 2 センサの位置を演算する構成を有している。

【 0 0 1 1 】

この構成により、請求項 2 に記載の発明は、第 1 センサの立体空間内の位置およびその傾きを検出することによって、第 1 センサと第 2 センサの距離を算出することができるので、第 2 センサの立体空間上の位置を的確に認識することができる。

【 0 0 1 2 】

したがって、請求項 2 に記載の発明は、第 2 センサにて検出された磁力とそのときに認識した第 2 センサの立体空間上の位置を対応付けることによって、たとえ、保持部材を立体空間内において適当に移動させたとしても、立体空間内の移動経路上での磁界分布を的確に測定することができるので、簡易な構成によって容易にかつ確実に立体空間における磁界分布を計測することができる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の磁界分布測定装置において、前記第 1 センサの位置および傾きを検出するための磁界発生手段を更に備え、前記第 1 センサが、前記磁界発生手段から発生された磁力に基づいて当該第 1 センサの前記立体空間上における位置および傾きを検出する構成を有している。

【 0 0 1 4 】

この構成により、請求項 3 に記載の発明は、磁界を用いることによつて的確に第 1 センサの位置および傾きを検出することができるので、第 2 センサの位置についても的確に検出することができる。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の磁界分布測定装置において、前記保持部材が、所定の長さを有する部材であつて、一端に前記第 1 センサが設けられているとともに他端に前記第 2 センサが設けられている構成を有している。

【 0 0 1 6 】

この構成により、請求項 4 に記載の発明は、棒状または板状などの所定の長さを有する部材によつて一端と他端に第 1 センサと第 2 センサを保持させることができるので、第 1 センサが位置検出に用いる磁界と第 2 センサが測定する立体空間内の磁界とを分離し、相互干渉を抑えることができるとともに、測定者が保持する際の形状をも考慮することができるので、計測時の操作性も向上させることができる。

【 発明の効果 】

10

20

30

40

50

【0017】

本発明は、第2センサにて検出された磁力とそのときに認識した第2センサの立体空間上の位置を対応付けることによって、たとえ、保持部材を立体空間内において適当に移動させたとしても、立体空間内の移動経路上での磁界分布を的確に測定することができるので、簡易な構成によって容易にかつ確実に立体空間における磁界分布を計測することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

次に、本発明に好適な実施の形態について、図面に基づいて説明する。なお、本発明は、その技術的特徴を有する範囲を包含し、以下に示す図面等に限定されない。

10

【0019】

以下に説明する実施の形態は、任意の立体空間における磁力を計測するための磁界センサと磁気式の位置センサ（モーションキャプチャー）にて構成されるセンサロッド（プローブ）を用いた磁界分布測定装置に対して本願発明を適用した場合の実施形態である。

【0020】

まず、図1を用いて本実施形態の磁界分布測定装置の概要について説明する。なお、図1は、本実施形態の磁界分布測定装置の構成を示すブロック図である。

【0021】

本実施形態の磁界分布測定装置100は、図1に示すように、任意の立体空間Sにおける各地点の磁力を計測するための磁界センサ140に位置センサ110を追加するとともに、当該磁界センサ140と位置センサ110の位置を常に一定に配設したセンサロッド（棒状部材）を有し、各測定点（ポイント）を計測しつつ、当該計測された値と測定点の位置を的確に対応付けて記憶し、測定結果を出力するようになっている。

20

【0022】

したがって、この磁界分布測定装置100は、磁界センサ140の立体空間S上の位置を的確に認識することができるので、磁界センサにて検出された磁力とそのときに認識した磁界センサの立体空間S上の位置を対応付けて記憶することができるようになっている。

【0023】

このため、この磁界分布測定装置100は、たとえ、センサロッドを立体空間S内において適当に移動させたとしても、立体空間S内の移動経路上での磁界分布を的確に測定することができるので、簡易な構成によって容易にかつ確実に立体空間Sにおける磁界分布を計測することのできるようになっている。

30

【0024】

次に、図1とともに、図2～図4を用いて本実施形態の磁界分布測定装置100の構成および当該磁界分布測定装置100を構成する各部の概略動作について説明する。

【0025】

なお、図2は、本実施形態において、磁界発生部120から発生する磁場と位置センサ110にて検出する位置および角度について説明するための図であり、図3は、本実施形態においてセンサ間距離の算出について説明するための図である。また、図4は、本実施形態における磁界データおよび座標データに基づく可視化処理の一例である。

40

【0026】

本実施形態の磁界分布測定装置100は、図1に示すように、立体空間S内の位置を検出する位置センサ110と、位置センサ110における位置を検出する際に用いる磁場を発生させる磁界発生部120と、位置センサ110および磁界発生部120を制御するセンサ制御部130と、立体空間Sの各点の磁力を検出する磁界センサ140と、位置センサ110および磁界センサ140を保持するセンサロッド150（棒状部材）と、を備えている。

【0027】

また、この磁界分布測定装置100は、位置センサ110と磁界センサ140の距離（

50

以下、「センサ間距離」という。)を算出するとともに磁界センサ140による各測定点における磁力測定時の位置を算出する演算処理部160と、各部を制御するシステム制御部170と、所定のデータを記憶するデータ記憶部180と、測定した各測定点のデータに基づいて立体空間Sの磁界分布を可視化するための処理を行う出力処理部190と、を備えている。

【0028】

なお、例えば、本実施形態の位置センサ110は、本発明の第1センサを構成し、磁界発生部120は、本発明の磁界発生手段を構成する。また、例えば、本実施形態の磁界センサ140は、第2センサを構成し、棒状部材150は、本発明の保持部材を構成する。

【0029】

位置センサ110は、非接触式の磁気センサから構成される。この位置センサ110は、磁界発生部120から発生された磁場を検知して当該位置センサ110の磁界発生部120からの相対的な位置および当該位置センサ110の角度を検出するようになっており、検出された位置及び角度を位置情報及び角度情報としてセンサ制御部130を介して演算処理部160に出力するようになっている。

【0030】

具体的には、本実施形態の位置センサ110は、図2に示すように、磁界発生部120から発生された磁場(H_x , H_y , H_z)に基づいて、当該位置センサ110の磁界発生部120からの相対的な位置(x , y , z)と、当該位置センサ110の左右角(アジマス) yaw、上下角(エベレーション) pitch及び回転角(ロール) rollと、を検出するようになっている。

【0031】

磁界発生部120は、センサ制御部130の制御に基づいて、位置センサ110に対して基準となる所定の磁場を発生させるようになっている。具体的には、本実施形態の磁界発生部120は、センサ制御部130から出力された周波数に基づいて位置センサ110の基準となる磁場(電磁界)を発信するようになっている。

【0032】

センサ制御部130は、磁界発生部120及び位置センサ110に対する電源の供給、磁界発生部120にて発生させる磁場の制御、位置センサ110にて検出された位置情報及び角度情報の解析、並びに、位置情報及び角度情報の演算処理部160への出力制御を行うようになっている。

【0033】

磁界センサ140は、センサと本体部とから構成されており、センサにて取得された各測定点のデータ(以下、「磁界データ」という。)を本体部に出力するようになっており、本体部は、取得された磁界データを解析して数値のデータとしてデータ記憶部180に出力するようになっている。

【0034】

なお、この磁界データは、具体的には三軸等方性磁界センサ等により得られる磁界の大きさ(磁界ベクトルの絶対値)情報、位相情報、磁界ベクトルの各成分情報、周波数情報などを示す。

【0035】

センサロッド150は、所定の長さおよび太さを有し、可搬可能な形状にて構成されている。また、この棒状部材150には、一端に位置センサ110が設けられているとともに、他端に磁界センサ140が設けられている。

【0036】

なお、本実施形態では、位置センサ110に非接触式の磁界センサを用いているが、センサロッド150が所定の長さおよび太さを有することによって、位置センサ110と磁界センサ140とにおいて発生する互いの磁界の干渉を防止している。また、本実施形態では、位置センサ110と磁界センサ140において発生する磁界の干渉を防止しているため、磁界センサ140における位置センサ110における影響を排除することができるようになっ

10

20

30

40

50

ている。

【0037】

演算処理部160には、センサ制御部130から出力された位置センサ110の位置情報および角度情報が入力されるようになっている。この演算処理部160は、システム制御部170の制御の下、立体空間Sの磁界分布を計測する前に、予め取得された位置情報及び角度情報に基づいて位置センサ110と磁界センサ140のセンサ間距離を算出するようになっている。

【0038】

具体的には、本実施形態の演算処理部160は、図3に示すように、予め入力された立体空間S内の測定点(2点)における位置情報および角度情報を取得し、当該各測定点における棒状部材150の角度 および位置センサ110と磁界センサ140の高さ方向(Z方向)の距離 Zを算出するようになっている。そして、この演算処理部160は、当該算出された各測定点の角度 及び距離 Zに基づいて、(式1)によってセンサ間距離Rを算出するようになっている。

10

【0039】

すなわち、この演算処理部160は、棒状部材150が傾斜している場合(立体空間S内において水平面に対して傾斜させてある場合)には、そのときに位置センサ110にて取得された測定点の位置情報および角度情報にて角度 及び距離 Zが算出可能であるため、(式1)にて任意の2点における角度 および距離 Zに基づいて、センサ間距離Rを算出することができるようになっている。

20

【0040】

【数1】

$$R = \frac{Z_n - Z_{n+1}}{\sin \theta_n - \sin \theta_{n+1}} \quad \dots (式1)$$

【0041】

なお、本実施形態において、センサ間距離を算出する場合には、棒状部材150を立体空間S内にて傾斜した状態にて位置センサ110の測定を行わせるようになっている。また、本実施形態では、演算処理部160に、2以上(望ましくは200以上)の測定点にて角度 と距離 zの算出させ、(式2)にてその平均を算出させることによって、より正確なセンサ間距離を算出するようにしてもよい。

30

【0042】

【数2】

$$R = \left(\sum_{n=1}^{200} \frac{Z_n - Z_{n+1}}{\sin \theta_n - \sin \theta_{n+1}} \right) / 200 \quad \dots (式2)$$

40

【0043】

一方、本実施形態の演算処理部160は、磁界分布測定時においては、磁界センサ140によって立体空間Sの各測定点における磁界データを取得するタイミングにて、センサ間距離およびそのときに入力された位置情報および各情報に基づいて、磁界センサ140の立体空間S内の座標を算出し、当該算出された各測定点の座標を座標データとしてデータ記憶部180に出力するようになっている。

【0044】

具体的には、本実施形態の演算処理部160は、各点毎に位置センサ110から出力された位置情報(x, y, z)および角度情報(yaw, pitch, roll)に基づいて(式3)にて位置センサ110と磁界センサ140間の立体空間S上のx軸、y軸およびz軸のセン

50

サ間距離 (x , y , z) を算出し、当該算出された x 軸、 y 軸および z 軸のセンサ間距離 (x , y , z) に基づいて (式 4) にて磁界センサ 1 4 0 の位置、すなわち、磁力を測定する測定点の座標を算出するようになっている。

【 0 0 4 5 】

【 数 3 】

$$\Delta x = R \cos(\text{pitch}) \cos(\text{yaw})$$

$$\Delta y = R \cos(\text{pitch}) \sin(\text{yaw})$$

$$\Delta z = R \sin(\text{pitch})$$

… (式 3)

10

【 0 0 4 6 】

【 数 4 】

$$X = x + \Delta x$$

$$Y = Y + \Delta y$$

$$Z = Z + \Delta z$$

… (式 4)

【 0 0 4 7 】

システム制御部 1 7 0 は、主に中央演算処理装置 (C P U)、R O M、R A M およびハードディスクによって構成されるとともに、バス B によって各部と接続されており、磁界分布測定装置 1 0 0 の全般的な機能を総括的に制御するようになっている。

20

【 0 0 4 8 】

具体的には、R O M には、磁界分布測定装置 1 0 0 の各部を制御するための各種制御情報が記録されるとともに、ハードディスクには、制御プログラムや O S (Operating System) などの各種プログラムが記録されている。

【 0 0 4 9 】

C P U は、ハードディスクに記録されたプログラムを実行することにより、立体空間 S の磁界分布を計測する前のセンサ間距離の算出処理、立体空間 S における磁界分布測定時における磁界データと座標データの算出処理及び記憶処理、並びに、磁界データの出力処理 (後述する可視化処理) の各種の制御を行うようになっている。そして、R A M は、ワークエリアとして用いられるようになっている。

30

【 0 0 5 0 】

データ記憶部 1 8 0 は、R A M またはハードディスクなどの記憶装置から構成される。特に、本実施形態のデータ記憶部 1 8 0 は、システム制御部 1 7 0 の制御の下、磁界センサ 1 4 0 から出力された磁界データが座標データに対応付けて記憶されるようになっている。また、このデータ記憶部 1 8 0 は、システム制御部 1 7 0 の制御に基づいて出力処理部 1 9 0 に磁界データおよび座標データを出力するようになっている。

【 0 0 5 1 】

出力処理部 1 9 0 は、システム制御部 1 7 0 の制御の下、データ記憶部 1 8 0 から読み出した磁界データおよび座標データに基づいて立体空間 S の磁界分布の可視化処理を行うようになっており、例えば、プリンタなどの印字手段に印字するための、または、ディスプレイなどの表示手段に表示するためのデータを出力するようになっている。

40

【 0 0 5 2 】

例えば、本実施形態の出力処理部 1 9 0 は、データ記憶部 1 8 0 から読み出した磁界データおよび座標データに基づいて、図 4 に示すような印字および表示するためのデータ処理を行うようになっている。

【 0 0 5 3 】

なお、図 4 は、I H (Induction Heater) 調理器 (電磁誘導加熱調理器) 周辺の立体空

50

間Sにおける磁界分布を示す図であり、X軸およびY軸とも5cm間隔にて磁力を測定した場合を示す。ただし、図4(a)は、IH調理器前面の立体空間Sにおける磁界分布($Z=0$)を示し、図4(b)は、IH調理器を含む立体空間Sにおける磁界分布(Z =可変)を示す。

【0054】

なお、図4中の縦軸のField Strengthは、各測定点での磁界の大きさ(磁束密度ベクトルの絶対値)である。

【0055】

以上本実施形態の磁界分布測定装置100は、位置センサ110の立体空間S内の位置およびその傾きを検出することによって、当該位置センサ110と磁界センサ140の距離を算出することができるので、磁界センサ140の立体空間S上の位置を認識することができる。

10

【0056】

このため、この磁界分布測定装置100は、磁界センサ140にて検出された磁力とそのときに認識した磁界センサ140の立体空間S上の位置を対応付けることができるので、たとえば、保持部材を立体空間S内において適当に移動させたとしても、的確に立体空間S内の磁界分布を測定することができる。

【0057】

したがって、この磁界分布測定装置100は、簡易な構成によって容易にかつ確実に立体空間Sにおける磁界分布を計測することができる。

20

【0058】

なお、本実施形態では、位置センサ110として、非接触式の磁気センサを用いているが、勿論、位置センサ110の立体空間S上の位置および傾きを検出することができればその他の方式および種類のセンサを用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本願に係る磁界分布測定装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】一実施形態において、磁界発生部から発生する磁場と位置センサにて検出する位置および角度について説明する為の図である。

【図3】一実施形態においてセンサ間距離の算出について説明するための図である。

30

【図4】一実施形態における磁界データおよび座標データに基づく可視化処理の一例である。

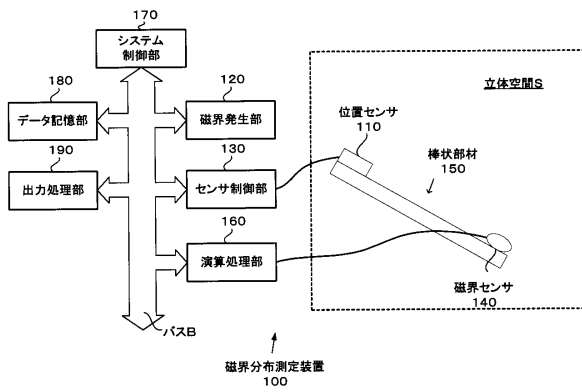
【符号の説明】

【0060】

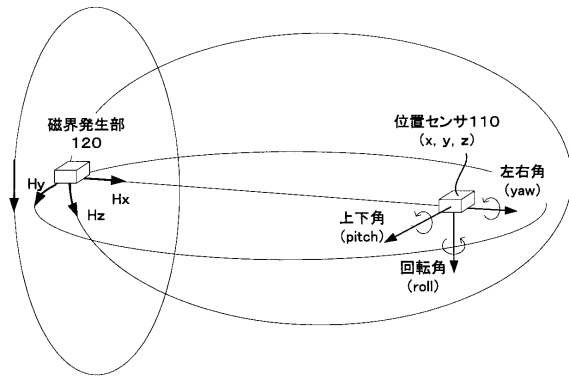
- 100 ... 磁界分布測定装置
- 110 ... 位置センサ
- 120 ... 磁界発生部
- 130 ... センサ制御部
- 140 ... 磁界センサ
- 150 ... 棒状部材
- 160 ... 演算処理部
- 170 ... システム制御部
- 180 ... データ記憶部
- 190 ... 出力処理部

40

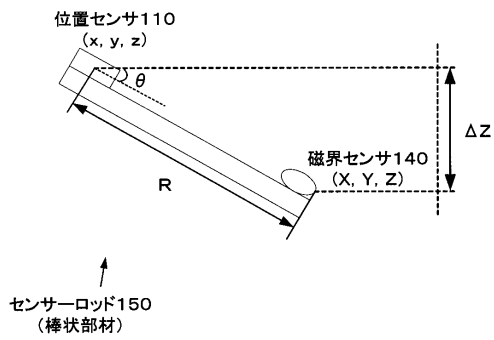
【図1】



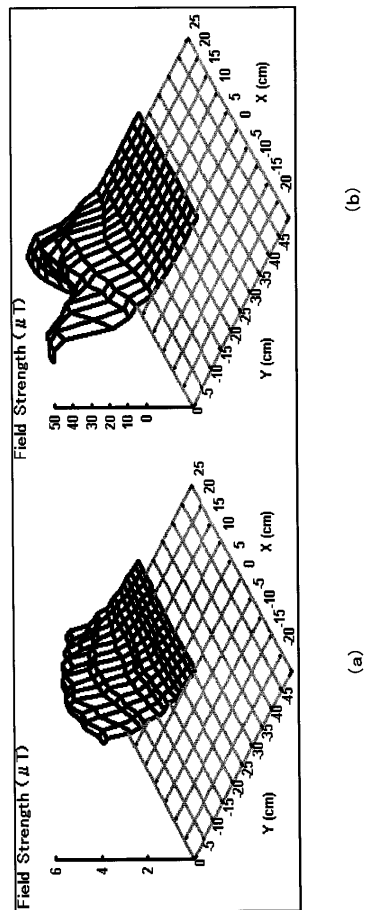
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 027169 (JP, A)
特開2006 - 017631 (JP, A)
特開2000 - 214198 (JP, A)
特開平10 - 318748 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01R 33/10
G01B 7/00