

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第1区分  
 【発行日】平成19年3月29日(2007.3.29)

【公開番号】特開2004-286732(P2004-286732A)  
 【公開日】平成16年10月14日(2004.10.14)  
 【年通号数】公開・登録公報2004-040  
 【出願番号】特願2004-40501(P2004-40501)  
 【国際特許分類】

**G 0 1 C 17/28 (2006.01)**

【F I】

G 0 1 C 17/28 C

【手続補正書】

【提出日】平成19年2月13日(2007.2.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

水平面上の磁北を示すX軸、前記水平面において前記X軸に直交するY軸、および前記水平面に直交するZ軸からなる3次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、

前記装置本体が指し示す方向をx軸の方向とした場合に、当該x軸の方向の地磁気量を検出するx軸地磁気量検出手段と、

前記水平面と前記x軸とのなすx軸傾斜角を検出するx軸傾斜角検出手段と、

前記x軸傾斜角検出手段によって検出されたx軸傾斜角を、前記x軸を前記Y軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定手段と、

前記x軸に直交するy軸の方向の地磁気量を検出するy軸地磁気量検出手段と、

前記x軸および前記y軸に直交するz軸の方向の地磁気量を検出するz軸地磁気量検出手段と、

前記水平面と前記y軸とのなすy軸傾斜角を検出するy軸傾斜角検出手段と、

前記x軸を前記x軸傾斜角分の前記Y軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記y軸を回転移動させた場合に、当該y軸を前記X軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式(1)に示す3回回転座標式を用いて、前記x軸傾斜角検出手段によって検出されたx軸傾斜角および前記y軸傾斜角検出手段によって検出されたy軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出手段と、

前記x軸地磁気量検出手段によって検出された地磁気量と、前記決定手段によって決定された回転角と、前記y軸地磁気量検出手段およびz軸地磁気量検出手段によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、

を備えることを特徴とする方位測定装置。

## 【数 1】

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\theta$  は X 軸回りの回転角、 $\beta$  は Y 軸回りの回転角となる X 軸傾斜角、 $\alpha$  は装置本体の方位角となる Z 軸回りの回転角。

## 【請求項 2】

前記方位角算出手段は、

前記 y 軸地磁気量検出手段および z 軸地磁気量検出手段によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角の正弦値を算出する正弦値算出手段と、

前記 x 軸地磁気量検出手段によって検出された地磁気量と、前記決定手段によって決定された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角の余弦値を算出する余弦値算出手段と、

前記正弦値算出手段によって算出された正弦値と、前記余弦値算出手段によって算出された余弦値とに基づいて、前記方位角の角度範囲を判別する判別手段と、を備え、

前記方位角の正弦値、余弦値、または、前記正弦値および前記余弦値から得られる正接値のうちいずれか一つの値と、前記判別手段によって判別された判別結果と、に基づいて、前記方位角を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の方位測定装置。

## 【請求項 3】

水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、

前記装置本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出手段と、

前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出手段と、

前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出手段と、

前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出手段と、

前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出手段によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出手段と、

前記 y 軸地磁気量検出手段および z 軸地磁気量検出手段によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、

を備えることを特徴とする方位測定装置。

## 【数 2】

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\theta$  は X 軸回りの回転角、 $\beta$  は Y 軸回りの回転角となる X 軸傾斜角、 $\alpha$  は装置本

体の方位角となるZ軸回りの回転角。

【請求項4】

前記方位角算出手段は、

現在位置における地磁気ベクトルと前記水平面とのなす伏角の入力を受け付ける伏角入力手段を備え、

さらに、前記伏角入力手段によって入力された伏角に基づいて、前記装置本体の方位角を算出することを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の方位測定装置。

【請求項5】

前記方位角算出手段は、

現在位置における前記磁北と真北とのなす偏角の入力を受け付ける偏角入力手段を備え、

さらに、前記偏角入力手段によって入力された偏角に基づいて、前記装置本体の方位角を算出することを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の方位測定装置。

【請求項6】

水平面上の磁北を示すX軸、前記水平面において前記X軸に直交するY軸、および前記水平面に直交するZ軸からなる3次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、

前記装置本体が指し示す方向をx軸の方向とした場合に、当該x軸の方向、前記x軸に直交するy軸の方向、または前記x軸および前記y軸に直交するz軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第1軸」という）の方向の地磁気量を検出する第1軸地磁気量検出手段と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の方向のうち、前記第1軸以外の軸（以下、「第2軸」という）の方向の地磁気量を検出する第2軸地磁気量検出手段と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力手段と、

前記合成地磁気量入力手段によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第1軸および第2軸地磁気量検出手段によって検出された前記第1軸および第2軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記x軸、前記y軸および前記z軸の軸方向のうち、前記第1軸および第2軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出手段と、

前記水平面と前記x軸とのなすx軸傾斜角を検出するx軸傾斜角検出手段と、

前記x軸傾斜角検出手段によって検出されたx軸傾斜角を、前記x軸を前記y軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定手段と、

前記x軸の方向の地磁気量と、前記決定手段によって決定された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、

を備えることを特徴とする方位測定装置。

【請求項7】

水平面上の磁北を示すX軸、前記水平面において前記X軸に直交するY軸、および前記水平面に直交するZ軸からなる3次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、

前記装置本体が指し示す方向をx軸の方向とした場合に、当該x軸の方向、前記x軸に直交するy軸の方向、または前記x軸および前記y軸に直交するz軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第1軸」という）の方向の地磁気量を検出する第1軸地磁気量検出手段と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の方向のうち、前記第1軸以外の軸（以下、「第2軸」という）の方向の地磁気量を検出する第2軸地磁気量検出手段と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力手段と、

前記合成地磁気量入力手段によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第1軸および第2軸地磁気量検出手段によって検出された前記第1軸および第2軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記x軸、前記y軸および前記z軸の軸方向のうち、前記第1

軸および第 2 軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出手段と、

前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出手段と、

前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出手段と、

前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出手段によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出手段と、

前記 y 軸の方向の地磁気量と、前記 z 軸の方向の地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と

を備えることを特徴とする方位測定装置。

【数 3】

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\theta$  は X 軸回りの回転角、 $\beta$  は Y 軸回りの回転角となる x 軸傾斜角、 $\alpha$  は装置本体の方位角となる Z 軸回りの回転角。

【請求項 8】

水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、

前記方法本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向の地磁気量を検出する x 軸地磁気量検出工程と、

前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、

前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角を、前記 x 軸を前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定工程と、

前記 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出工程と、

前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出工程と、

前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出工程と、

前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出工程によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出工程と、

前記 x 軸地磁気量検出工程によって検出された地磁気量と、前記決定工程によって決定された回転角と、前記 y 軸地磁気量検出工程および z 軸地磁気量検出工程によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、

を含んだことを特徴とする方位測定方法。

## 【数 4】

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\theta$  は X 軸回りの回転角、 $\beta$  は Y 軸回りの回転角となる X 軸傾斜角、 $\alpha$  は方法本体の方位角となる Z 軸回りの回転角。

## 【請求項 9】

前記方位角算出工程は、

前記 y 軸地磁気量検出工程および z 軸地磁気量検出工程によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角の正弦値を算出する正弦値算出工程と、

前記 x 軸地磁気量検出工程によって検出された地磁気量と、前記決定工程によって決定された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角の余弦値を算出する余弦値算出工程と、

前記正弦値算出工程によって算出された正弦値と、前記余弦値算出工程によって算出された余弦値とに基づいて、前記方位角の角度範囲を判別する判別工程と、を含み、

前記方位角の正弦値、余弦値、または、前記正弦値および前記余弦値から得られる正接値のうちいずれか一つの値と、前記判別工程によって判別された判別結果と、に基づいて、前記方位角を算出することを特徴とする請求項 8 に記載の方位測定方法。

## 【請求項 10】

水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、

前記方法本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出工程と、

前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出工程と、

前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、

前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出工程と、

前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に追従して前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出工程によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出工程と、

前記 y 軸地磁気量検出工程および z 軸地磁気量検出工程によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、

を含んだことを特徴とする方位測定方法。

## 【数 5】

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\theta$  は X 軸回りの回転角、 $\beta$  は Y 軸回りの回転角となる X 軸傾斜角、 $\alpha$  は方法本

体の方位角となるZ軸回りの回転角。

【請求項11】

前記方位角算出工程は、

現在位置における地磁気ベクトルと前記水平面とのなす伏角の入力を受け付ける伏角入力工程を含み、

さらに、前記伏角入力工程によって入力された伏角に基づいて、前記方法本体の方位角を算出することを特徴とする請求項8～10のいずれか一つに記載の方位測定方法。

【請求項12】

前記方位角算出工程は、

現在位置における前記磁北と真北とのなす偏角の入力を受け付ける偏角入力工程を含み、

さらに、前記偏角入力工程によって入力された偏角に基づいて、前記方法本体の方位角を算出することを特徴とする請求項8～11のいずれか一つに記載の方位測定方法。

【請求項13】

水平面上の磁北を示すX軸、前記水平面において前記X軸に直交するY軸、および前記水平面に直交するZ軸からなる3次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、

前記方法本体が指し示す方向をx軸の方向とした場合に、当該x軸の方向、前記x軸に直交するy軸の方向、または前記x軸および前記y軸に直交するz軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第1軸」という）の方向の地磁気量を検出する第1軸地磁気量検出工程と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の方向のうち、前記第1軸以外の軸（以下、「第2軸」という）の方向の地磁気量を検出する第2軸地磁気量検出工程と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力工程と、

前記合成地磁気量入力工程によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第1軸および第2軸地磁気量検出工程によって検出された前記第1軸および第2軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記x軸、前記y軸および前記z軸の軸方向のうち、前記第1軸および第2軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出工程と、

前記水平面と前記x軸とのなすx軸傾斜角を検出するx軸傾斜角検出工程と、

前記x軸傾斜角検出工程によって検出されたx軸傾斜角を、前記x軸を前記y軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定工程と、

前記x軸の方向の地磁気量と、前記決定工程によって決定された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、

を含んだことを特徴とする方位測定方法。

【請求項14】

水平面上の磁北を示すX軸、前記水平面において前記X軸に直交するY軸、および前記水平面に直交するZ軸からなる3次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、

前記方法本体が指し示す方向をx軸の方向とした場合に、当該x軸の方向、前記x軸に直交するy軸の方向、または前記x軸および前記y軸に直交するz軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第1軸」という）の方向の地磁気量を検出する第1軸地磁気量検出工程と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の方向のうち、前記第1軸以外の軸（以下、「第2軸」という）の方向の地磁気量を検出する第2軸地磁気量検出工程と、

前記x軸、前記y軸および前記z軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力工程と、

前記合成地磁気量入力工程によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第1軸および第2軸地磁気量検出工程によって検出された前記第1軸および第2軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記x軸、前記y軸および前記z軸の軸方向のうち、前記第1

軸および第 2 軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出工程と、

前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、

前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出工程と、

前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出工程によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出工程と、

前記 y 軸の方向の地磁気量と、前記 z 軸の方向の地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と

を含んだことを特徴とする方位測定方法。

【数 6】

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ただし、 $\theta$  は X 軸回りの回転角、 $\beta$  は Y 軸回りの回転角となる x 軸傾斜角、 $\alpha$  は方法本体の方位角となる Z 軸回りの回転角。

【請求項 15】

請求項 8 ~ 14 のいずれか一つに記載の方位測定方法を、コンピュータに実行させることを特徴とする方位測定プログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項 1 の発明にかかる方位測定装置は、水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、前記装置本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向の地磁気量を検出する x 軸地磁気量検出手段と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出手段と、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角を、前記 x 軸を前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定手段と、前記 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出手段と、前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出手段と、前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出手段と、前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出手段によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出手段と、前記 x 軸地磁気量検出手段によって検出された地磁気量と、前記決定手段によって決定された回転角と、前記 y 軸地磁気量検出手段および z 軸地磁気量検出手段によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、を備えることを特徴

とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

また、請求項 2 の発明にかかる方位測定装置は、請求項 1 の発明において、前記方位角算出手段は、前記 y 軸地磁気量検出手段および z 軸地磁気量検出手段によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角の正弦値を算出する正弦値算出手段と、前記 x 軸地磁気量検出手段によって検出された地磁気量と、前記決定手段によって決定された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角の余弦値を算出する余弦値算出手段と、前記正弦値算出手段によって算出された正弦値と、前記余弦値算出手段によって算出された余弦値とに基づいて、前記方位角の角度範囲を判別する判別手段と、を備え、前記方位角の正弦値、余弦値、または、前記正弦値および前記余弦値から得られる正接値のうちいずれか一つの値と、前記判別手段によって判別された判別結果と、に基づいて、前記方位角を算出することを特徴とする。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

また、請求項 3 の発明にかかる方位測定装置は、水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、前記装置本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出手段と、前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出手段と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出手段と、前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出手

段と、前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に追従して前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 x 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、上記式(1)に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出手段によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出手段と、前記 y 軸地磁気量検出手段および z 軸地磁気量検出手段によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、を備えることを特徴とする。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

また、請求項 4 の発明にかかる方位測定装置は、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つの発明において、前記方位角算出手段は、現在位置における地磁気ベクトルと前記水平面とのなす伏角の入力を受け付ける伏角入力手段を備え、さらに、前記伏角入力手段によって入力された伏角に基づいて、前記装置本体の方位角を算出することを特徴とする。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

また、請求項 5 の発明にかかる方位測定装置は、請求項 1 ~ 4 のいずれか一つの発明において、前記方位角算出手段は、現在位置における前記磁北と真北とのなす偏角の入力を受け付ける偏角入力手段を備え、さらに、前記偏角入力手段によって入力された偏角に基づいて、前記装置本体の方位角を算出することを特徴とする。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

また、請求項 6 の発明にかかる方位測定装置は、水平面上の磁北を示す x 軸、前記水平面において前記 x 軸に直交する y 軸、および前記水平面に直交する z 軸からなる 3 次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、前記装置本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向、前記 x 軸に直交する y 軸の方向、または前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第 1 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 1 軸地磁気量検出手段と、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の方向のうち、前記第 1 軸以外の軸（以下、「第 2 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 2 軸地磁気量検出手段と、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力手段と、前記合成地磁気量入力手段によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第 1 軸および第 2 軸地磁気量検出手段によって検出された前記第 1 軸および第 2 軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の軸方向のうち、前記第 1 軸および第 2 軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出手段と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出手段と、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角を、前記 x 軸を前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定手段と、前記 x 軸の方向の地磁気量

と、前記決定手段によって決定された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、を備えることを特徴とする。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

また、請求項 7 の発明にかかる方位測定装置は、水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における装置本体の方位を測定する方位測定装置であって、前記装置本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向、前記 x 軸に直交する y 軸の方向、または前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第 1 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 1 軸地磁気量検出手段と、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の方向のうち、前記第 1 軸以外の軸（以下、「第 2 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 2 軸地磁気量検出手段と、前記 X 軸、前記 Y 軸および前記 Z 軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力手段と、前記合成地磁気量入力手段によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第 1 軸および第 2 軸地磁気量検出手段によって検出された前記第 1 軸および第 2 軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の軸方向のうち、前記第 1 軸および第 2 軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出手段と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出手段と、前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出手段と、前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に追従して前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることにより前記水平面に回転移動させる回転角を、上記式 ( 1 ) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出手段によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出手段によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出手段と、前記 y 軸の方向の地磁気量と、前記 z 軸の方向の地磁気量と、前記回転角算出手段によって算出された回転角とに基づいて、前記装置本体の方位角を算出する方位角算出手段と、を備えることを特徴とする。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 6】

また、請求項 8 の発明にかかる方位測定方法は、水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、前記方法本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向の地磁気量を検出する x 軸地磁気量検出工程と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角を、前記 x 軸を前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定工程と、前記 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出工程と、前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出工程と、前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出工程と、前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に追従して前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることにより前記水平面に回転移動させる回転角を、下記の式 ( 1 ) に示す 3 回回転座標式を用い

て、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出工程によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出工程と、前記 x 軸地磁気量検出工程によって検出された地磁気量と、前記決定工程によって決定された回転角と、前記 y 軸地磁気量検出工程および z 軸地磁気量検出工程によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、を含んだことを特徴とする。

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

また、請求項 9 の発明にかかる方位測定方法は、請求項 8 の発明において、前記方位角算出工程は、前記 y 軸地磁気量検出工程および z 軸地磁気量検出工程によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角の正弦値を算出する正弦値算出工程と、前記 x 軸地磁気量検出工程によって検出された地磁気量と、前記決定工程によって決定された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角の余弦値を算出する余弦値算出工程と、前記正弦値算出工程によって算出された正弦値と、前記余弦値算出工程によって算出された余弦値とに基づいて、前記方位角の角度範囲を判別する判別工程と、を含み、前記方位角の正弦値、余弦値、または、前記正弦値および前記余弦値から得られる正接値のうちいずれか一つの値と、前記判別工程によって判別された判別結果と、に基づいて、前記方位角を算出することを特徴とする。

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

また、請求項 10 の発明にかかる方位測定方法は、水平面上の磁北を示す x 軸、前記水平面において前記 x 軸に直交する y 軸、および前記水平面に直交する z 軸からなる 3 次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、前記方法本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸に直交する y 軸の方向の地磁気量を検出する y 軸地磁気量検出工程と、前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向の地磁気量を検出する z 軸地磁気量検出工程と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出工程と、前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 x 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、上記式 (1) に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出工程によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する

回転角算出工程と、前記 y 軸地磁気量検出工程および z 軸地磁気量検出工程によって検出された各地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、を含んだことを特徴とする。

【手続補正 18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

また、請求項 11 の発明にかかる方位測定方法は、請求項 8 ~ 10 のいずれか一つの発明において、前記方位角算出工程は、現在位置における地磁気ベクトルと前記水平面とのなす伏角の入力を受け付ける伏角入力工程を含み、さらに、前記伏角入力工程によって入力された伏角に基づいて、前記方法本体の方位角を算出することを特徴とする。

また、請求項 12 の発明にかかる方位測定方法は、請求項 8 ~ 11 のいずれか一つの発明において、前記方位角算出工程は、現在位置における前記磁北と真北とのなす偏角の入力を受け付ける偏角入力工程を含み、さらに、前記偏角入力工程によって入力された偏角に基づいて、前記方法本体の方位角を算出することを特徴とする。

【手続補正 19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

また、請求項 13 の発明にかかる方位測定方法は、水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、前記方法本体が指し示す方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向、前記 x 軸に直交する y 軸の方向、または前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第 1 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 1 軸地磁気量検出工程と、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の方向のうち、前記第 1 軸以外の軸（以下、「第 2 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 2 軸地磁気量検出工程と、前記 X 軸、前記 Y 軸および前記 Z 軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力工程と、前記合成地磁気量入力工程によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第 1 軸および第 2 軸地磁気量検出工程によって検出された前記第 1 軸および第 2 軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の軸方向のうち、前記第 1 軸および第 2 軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出工程と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角を、前記 x 軸を前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させた場合の回転角に決定する決定工程と、前記 x 軸の方向の地磁気量と、前記決定工程によって決定された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、を含んだことを特徴とする。

【手続補正 20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

また、請求項 14 の発明にかかる方位測定方法は、水平面上の磁北を示す X 軸、前記水平面において前記 X 軸に直交する Y 軸、および前記水平面に直交する Z 軸からなる 3 次元空間における方法本体の方位を測定する方位測定方法であって、前記方法本体が指し示す

方向を x 軸の方向とした場合に、当該 x 軸の方向、前記 x 軸に直交する y 軸の方向、または前記 x 軸および前記 y 軸に直交する z 軸の方向のうち、いずれか一つの軸（以下、「第 1 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 1 軸地磁気量検出工程と、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の方向のうち、前記第 1 軸以外の軸（以下、「第 2 軸」という）の方向の地磁気量を検出する第 2 軸地磁気量検出工程と、前記 X 軸、前記 Y 軸および前記 Z 軸の各地磁気量が合成された現在位置における合成地磁気量の入力を受け付ける合成地磁気量入力工程と、前記合成地磁気量入力工程によって入力された現在位置における合成地磁気量と、前記第 1 軸および第 2 軸地磁気量検出工程によって検出された前記第 1 軸および第 2 軸の方向の地磁気量とに基づいて、前記 x 軸、前記 y 軸および前記 z 軸の軸方向のうち、前記第 1 軸および第 2 軸以外の軸方向の地磁気量を算出する地磁気量算出工程と、前記水平面と前記 x 軸とのなす x 軸傾斜角を検出する x 軸傾斜角検出工程と、前記水平面と前記 y 軸とのなす y 軸傾斜角を検出する y 軸傾斜角検出工程と、前記 x 軸を前記 x 軸傾斜角分の前記 Y 軸回りの回転によって前記水平面に回転移動させることにより当該回転移動に従って前記 y 軸を回転移動させた場合に、当該 y 軸を前記 X 軸回りに回転させることによって前記水平面に回転移動させる回転角を、上記式（1）に示す 3 回回転座標式を用いて、前記 x 軸傾斜角検出工程によって検出された x 軸傾斜角および前記 y 軸傾斜角検出工程によって検出された y 軸傾斜角に基づいて算出する回転角算出工程と、前記 y 軸の方向の地磁気量と、前記 z 軸の方向の地磁気量と、前記回転角算出工程によって算出された回転角とに基づいて、前記方法本体の方位角を算出する方位角算出工程と、を含んだことを特徴とする。

また、請求項 15 の発明にかかる方位測定プログラムは、請求項 8 ~ 14 のいずれか一つに記載の方位測定方法を、コンピュータに実行させることを特徴とする。