

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-145156  
(P2008-145156A)

(43) 公開日 平成20年6月26日(2008.6.26)

(51) Int.Cl.  
G01B 11/30 (2006.01)

F I  
G01B 11/30 I O I

テーマコード(参考)  
2F065

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-330245 (P2006-330245)  
(22) 出願日 平成18年12月7日(2006.12.7)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成18年9月11日 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構発行の「KEK-MSL REPORT 2005」に発表

(71) 出願人 504151365  
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構  
茨城県つくば市大穂1番地1

(74) 代理人 100138391  
弁理士 天田 昌行

(74) 代理人 100098589  
弁理士 西山 善章

(74) 代理人 100097559  
弁理士 水野 浩司

(74) 代理人 100121083  
弁理士 青木 宏義

(74) 代理人 100132067  
弁理士 岡田 喜雅

最終頁に続く

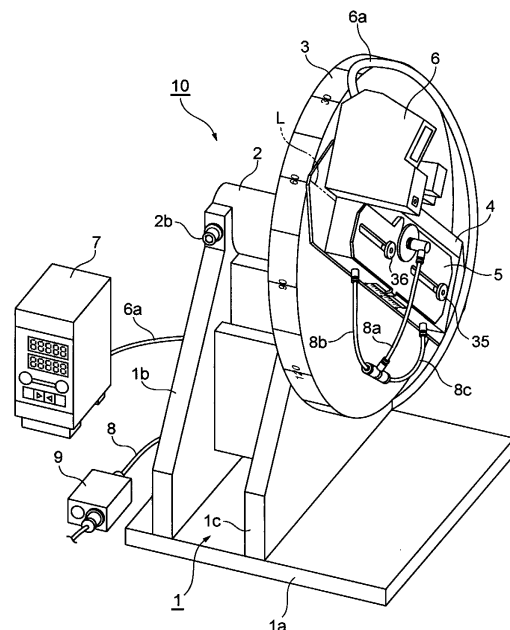
(54) 【発明の名称】 平面度測定装置

(57) 【要約】

【課題】 必要な平面度測定精度を得ることができると共に分解及び組立てが容易でしかも可搬性に優れた平面度測定装置を実現すること。

【解決手段】 架台1に対して円盤面に対する垂線を水平方向に向けて主円盤3を取り付け、主円盤3に径方向及び回転方向に調節可能な吸着アーム4が取り付けられている。吸着アーム4の表面には吸着アーム4に対して主円盤3の径方向へ相対移動可能に測定半径設定板5が取り付けられる。吸着アーム4の一端部にはレーザ変位計の測定ヘッド6が取り付けられ、測定ヘッド6は信号ケーブル6aを介してレーザ変位計の表示部7に接続される。また、真空引き用チューブ8の先端部が円盤支持部材2の後端部から内部を通して吸着アーム4の表面側に引き出されて吸着アーム4の側面に形成された吸引口25、26に連結される。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

架台と、この架台に対して円盤面に対する垂線を水平方向に向けて取り付けられた主円盤と、前記主円盤の測定対象物側の平面中心から突出した支持軸と、アーム長手方向に形成された径方向ガイド穴に前記支持軸を貫通させて前記主円盤の円盤面に真空吸着により着脱自在に取り付けられる吸着アームと、前記吸着アームを貫通した前記支持軸に対して回転自在に支持されると共に前記吸着アームに対して径方向への相対移動が可能でかつ回転が規制された状態で取り付けられる測定半径設定板と、前記吸着アームに取り付けられた測定ヘッドと、を具備し

前記吸着アームを前記主円盤の径方向に移動させて径方向測定位置を調整する一方、前記吸着アームを前記支持軸を中心に回転させて回転方向測定位置を調整することを特徴とする平面度測定装置。

10

**【請求項 2】**

前記主円盤の外周部に角度目盛を設け、前記吸着アーム側の一部であって前記主円盤の外周部と近接する部位に罫書き線を設け、当該罫書き線の位置する角度目盛を回転方向測定位置とすることを特徴とする請求項 1 記載の平面度測定装置。

**【請求項 3】**

前記吸着アームに径方向に沿ってスケールを設け、前記測定半径設定板側に前記スケール上又は近傍を移動する指示部を設け、前記指示部が指すスケール位置を径方向測定位置とすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の平面度測定装置。

20

**【請求項 4】**

前記吸着アームは、前記主円盤の円盤面への吸着面側に複数の吸着溝を形成し、これら吸着溝を前記吸着アーム内部でグループ単位で連通する複数の連通路を形成し、前記主円盤及び前記支持軸の中心に形成された貫通孔に通されて支持軸端部より引き出された真空引き用チューブを前記吸着アームの連通路に繋がる吸引口に接続したことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の平面度測定装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、測定対象物の平面度を測定する平面度測定装置に係り、特に長尺ビームダクトのフランジ面の平面度測定のように半径方向位置及び回転方向位置を変えて複数点の距離測定を繰り返す用途に適用可能な平面度測定装置に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

現在、陽子を加速して標的にぶつけ、そこから発生する様々な粒子（二次粒子）を分析する研究が行われている。かかる研究施設では、長尺の真空ダクトを真空継ぎ手により空気が流入しないように連結してなるビームラインを構築し、高真空に保たれたビームライン中を陽子ビームが通過してミュオン生成標的の設置されているチェンバー等まで導かれるようにしている。

**【0003】**

40

このビームラインは放射線が発生するために人が近づくことができない。そこで、遠隔操作が可能なピローシール（真空コネクタ）を用いてビーム輸送用真空ダクトを確実に締結している。ピローシールとは、圧縮ガスで蛇腹を伸ばすと同時に、薄い金属板を圧力で膨らませ、相手の金属面と密着させることによって真空をつなぐ構造の継ぎ手のことである。

**【0004】**

ところで、ビーム輸送用真空ダクトの間をピローシールで締結する場合、ビーム輸送用真空ダクトのフランジ面とピローシールの金属板とが比較的広い面積で密着するため、ビーム輸送用真空ダクトのフランジ面には高い平面精度が要求される。一方、ビーム輸送用真空ダクトは、長短様々な大きさのものがあるが、大型の長尺ビームダクトは、高精度な

50

平面度測定装置が設置された場所までビーム輸送用真空ダクトを移動させるのは困難であり、フランジの平面度評価は製造現場で行う必要がある。

【0005】

【特許文献1】特開2000-337867号公報

【特許文献2】特開昭59-73717号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の平面度測定装置は、高精度軸受けやリニアガイド等の部品を用いているため衝撃により狂いを生じ易く、しかも大型で可搬性に劣っていた。このために、

10

ビームダクトの製造現場に持ち込んで移動を繰り返しながら測定するのは困難であった。

【0007】

また、ビーム輸送用真空ダクトに限らず、平面度測定装置の設置場所まで容易に移動できない大きな測定対象物の平面度を測定するためには、分解及び組立てが容易でしかも可搬性に優れた大きさの平面度測定装置が望まれる。

【0008】

本発明は、必要な平面度測定精度を得ることができると共に分解及び組立てが容易でしかも可搬性に優れた平面度測定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

20

本発明の平面度測定装置は、架台と、この架台に対して円盤面に対する垂線を水平方向に向けて取り付けられた主円盤と、前記主円盤の測定対象物側の平面中心から突出した支持軸と、アーム長手方向に形成された径方向ガイド穴に前記支持軸を貫通させて前記主円盤の円盤面に真空吸着により着脱自在に取り付けられる吸着アームと、前記吸着アームを貫通した前記支持軸に対して回転自在に支持されると共に前記吸着アームに対して径方向への相対移動が可能でかつ回転が規制された状態で取り付けられた測定半径設定板と、前記吸着アームに取り付けられる測定ヘッドとを具備し、前記吸着アームを前記主円盤の径方向に移動させて径方向測定位置を調整する一方、前記吸着アームを前記支持軸を中心に回転させて回転方向測定位置を調整することを特徴とする。

【0010】

30

このように構成された平面度測定装置によれば、測定対象物までの距離精度に比べて許容値の大きい測定点の位置決めに関しては、前記吸着アームを前記主円盤の径方向に移動させて径方向測定位置を調整する一方、前記吸着アームを前記支持軸を中心に回転させて回転方向測定位置を調整するので、衝撃に弱い軸受けやリニアガイド等の部品を避けることができ、取り扱いが容易で、精度保持に習熟が要求されない構造を実現できた。また、吸着アームが真空吸着により主円盤に対して着脱されるので、測定に必要な精度を得ることができると共に、真空吸着による着脱構造を採用し軸受けやリニアガイド等の習熟を要する部品を排除したことから、分解及び組立てが容易で長尺ビームダクトの製造現場に持ち込んで現場で組み立てることができ、フランジの平面評価を容易に行うことができる。

【0011】

40

本発明の平面度測定装置は、前記主円盤の外周部に角度目盛を設け、前記吸着アーム側の一部であって前記主円盤の外周部と近接する部位に罫書き線を設け、当該罫書き線的位置する角度目盛を回転方向測定位置とすることを特徴とする。

【0012】

このように構成された平面度測定装置によれば、罫書き線的位置する角度目盛を回転方向測定位置とすることができ、回転方向の測定点を容易に調整可能である。

【0013】

また本発明は、上記平面度測定装置において、前記吸着アームに径方向に沿ってスケールを設け、前記測定半径設定板側に前記スケール上又は近傍を移動する指示部を設け、前記指示部が指すスケール位置を径方向測定位置とすることを特徴とする。

50

## 【 0 0 1 4 】

このように構成された平面度測定装置によれば、指示部が指すスケール位置を径方向測定位置とすることができ、径方向の測定点を容易に調整可能である。

## 【 0 0 1 5 】

また本発明は、上記平面度測定装置において、前記吸着アームは、前記主円盤の円盤面への吸着面側に複数の吸着溝を形成し、これら吸着溝を前記吸着アーム内部でグループ単位で連通する複数の連通路を形成し、前記主円盤及び前記支持軸の中心に形成された貫通孔に通されて支持軸端部より引き出された真空引き用チューブを前記吸着アームの連通路に繋がる吸引口に接続したことを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

このように構成された平面度測定装置によれば、主円盤及び前記支持軸の中心に形成された貫通孔に通されて支持軸端部より引き出された真空引き用チューブを前記吸着アームの連通路に繋がる吸引口に接続したので、真空引き用チューブの巻き付きを防止でき、扱いが容易となり、作業効率の改善を図ることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 7 】

本発明によれば、必要な平面度測定精度を得ることができると共に分解及び組立てが容易でしかも可搬性に優れた平面度測定装置を提供できる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 8 】

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明する。

図 1 は本発明の一実施の形態に係る平面度測定装置の外観図であり、図 2 ( a ) は当該平面度測定装置の側面図、図 2 ( b ) は正面図である。

## 【 0 0 1 9 】

本実施の形態の平面度測定装置 10 は、装置本体を構成する各構成要素が架台 1 によって支持されている。架台 1 は、装置本体を安定して支持可能な面積を有する基台 1 a を備え、基台 1 a の上面に板状の台形状をなす一对の架台側壁 1 b、1 c が固定されている。架台側壁 1 b、1 c の上端部には、中心軸が水平方向に延びた円柱形状の円盤支持部材 2 が固定されている。円盤支持部材 2 には主円盤 3 が該円盤支持部材 2 の中心軸に対して垂直な状態で固定されている。主円盤 3 における円盤支持部材 2 への取り付け面とは反対側の円盤面に径方向及び回転方向に調節可能な吸着アーム 4 が取り付けられている。吸着アーム 4 には吸着アーム 4 に対して主円盤 3 の径方向へ相対移動可能に測定半径設定板 5 が取り付けられている。

## 【 0 0 2 0 】

吸着アーム 4 の一端部には距離検出器となるレーザ変位計の測定ヘッド 6 が取り付けられている。測定ヘッド 6 は信号ケーブル 6 a を介してレーザ変位計の表示部 7 に接続される。また、真空引き用チューブ 8 の先端部が円盤支持部材 2 の後端部から内部を通して吸着アーム 4 の表面側に引き出されて吸着アーム 4 の側面に形成された吸引口に連結されている。この真空引き用チューブ 8 の他端部には図示していない真空引きポンプが接続されており、真空引き用チューブ 8 の途中に設けた真空スイッチ 9 により真空引き動作をオン/オフできるように構成している。

## 【 0 0 2 1 】

図 2 ( a ) に示すように、円盤支持部材 2 は中心軸に沿って真空引き用チューブ 8 を通すための貫通孔 2 a が形成されている。円盤支持部材 2 を保持している一对の架台側壁 1 b、1 c の側面から螺入した螺子部材 2 b、2 c にて円盤支持部材 2 を架台 1 側に固定している。円盤支持部材 2 の上部には、当該平面度測定装置 1 を移動する際に使用可能な係合リング 11 が取り付け固定されている。

## 【 0 0 2 2 】

図 3 は円盤支持部材 2 の側面図である。円盤支持部材 2 の側面の 2 箇所には螺子部材 2 b、2 c が螺合する螺子孔 12 a、12 b が形成され、係合リング 11 の取り付け位置には

10

20

30

40

50

係合リング 1 1 の先端部に形成された螺子部が螺合する螺子孔 1 1 a が形成されている。円盤支持部材 2 の一端面には主円盤 3 及び吸着アーム 4 が回転自在に取り付けられる円盤 / アーム支持軸 1 3 が同心状に一体形成されている。円盤 / アーム支持軸 1 3 の一端面には測定半径設定板 5 がはめ込まれる半径設定板支持軸 1 4 が一体形成されている。主円盤 3 の厚さと吸着アーム 4 の厚さとを足した距離は、円盤 / アーム支持軸 1 3 の軸方向の寸法と略一致している。半径設定板支持軸 1 4 は、円盤 / アーム支持軸 1 3 の先端部から所定距離だけ円盤支持部材 2 寄りの位置を中心軸側に削り円盤 / アーム支持軸 1 3 よりも小径の軸となし、先端部側の残ったフランジ部 1 4 a が測定半径設定板 5 の抜け止めとして機能するようにしている。

#### 【 0 0 2 3 】

図 4 ( a ) は主円盤 3 の平面図、図 4 ( b ) は主円盤 3 の断面図、図 4 ( c ) は主円盤 3 の外周面を示す側面図である。同図 ( a ) ( b ) に示すように、主円盤 3 の中心に円盤 / アーム支持軸 1 3 の直径と略同一の貫通孔 3 a が形成されている。主円盤 3 の貫通孔 3 a に円盤 / アーム支持軸 1 3 が挿通される。また、同図 ( c ) に示すように、主円盤 3 の外周面 3 b には角度目盛 3 c が設けられている。本例では、 $15^\circ$  おきに角度目盛 3 c が記述されていて、 $30^\circ$  おきに数字が記述されている。角度目盛 3 c は測定点 ( 測定ヘッド ) の回転方向位置合わせの際に使用される。

#### 【 0 0 2 4 】

図 2 ( b ) に示すように、吸着アーム 4 は、概略長方形をなし長辺が主円盤 3 の直径よりも短いアーム本体 4 a と、アーム本体 4 a の長手方向の両端部にそれぞれ設けられた角度合わせ片 4 b、4 c とを備える。角度合わせ片 4 b、4 c は、その基端部がアーム本体 4 a 両端部であって主円盤 3 側の取付け面に螺子等の部材にて固定されている。角度合わせ片 4 b、4 c の主円盤 3 側の面には角度調整用の罫書き線 L がアーム中心に沿って形成されている。

#### 【 0 0 2 5 】

図 5 ( a ) ~ ( c ) はアーム本体 4 a を各方向からみた図であり、同図 ( a ) はアーム本体 4 a を主円盤 3 への吸着面とは反対側からみた平面図、同図 ( b ) はアーム本体 4 a の真空引き用チューブ取付け側からみた側面図、同図 ( c ) はアーム本体 4 a を主円盤 3 への吸着面側からみた平面図である。図 5 ( a ) ( c ) に示すように、アーム本体 4 a の中央部には長手方向に向かって円盤 / アーム支持軸 1 3 を挿通する長円形状の径方向ガイド穴 1 5 が形成されている。径方向ガイド穴 1 5 は円盤 / アーム支持軸 1 3 の直径と略同一の幅を有し、円盤 / アーム支持軸 1 3 が径方向ガイド穴 1 5 内を径方向へ移動可能になっている。すなわち、アーム本体 4 a の径方向ガイド穴 1 5 に主円盤 3 の一方の面から突出させた円盤 / アーム支持軸 1 3 を挿通させることにより、主円盤 3 に対して吸着アーム 4 が径方向へ移動自在に取り付けられることになる。

#### 【 0 0 2 6 】

図 5 ( c ) に示す主円盤 3 に対するアーム本体 4 a の取付け面は、径方向ガイド穴 1 5 を挟む両側に真空吸着面 M 1、M 2 が形成されている。真空吸着面 M 1、M 2 及び吸着アーム 4 が真空吸着する主円盤 3 の円盤面は十分な平面精度管理がなされている。一方の真空吸着面 M 1 には複数の吸着溝 1 6 ~ 1 9 が形成されており、他方の真空吸着面 M 2 には複数の吸着溝 2 1 ~ 2 4 が形成されている。図 5 ( b ) に示すように、アーム本体 4 a の側面 4 d であって真空吸着面 M 1、M 2 の形成領域に相当する箇所吸引口 2 5、2 6 がそれぞれ形成されている。吸引口 2 5、2 6 は、図 1 に示すように円盤 / アーム支持軸 1 3 の貫通孔 2 a に連結された連結チューブ 8 a から分岐した分岐チューブ 8 b、8 c の先端部を気密に結合可能な形状をしている。アーム本体 4 a には各吸引口 2 5、2 6 から反対側の吸着溝 1 9、2 4 に掛けて連通路 2 7、2 8 が形成されている。吸着溝 1 6 ~ 1 9 及び 2 1 ~ 2 4 は、連通路 2 7、2 8 と交差する各交差部に連通路 2 7、2 8 へ繋がる開口部 2 7 a、2 8 a が形成されている。すなわち、真空吸着面 M 1、M 2 を主円盤 3 の円盤面に密着させて真空吸引することにより、吸着溝 1 6 ~ 1 9 及び 2 1 ~ 2 4 の内部が真空引きされて吸着アーム 4 が主円盤 3 に真空吸着されるものとなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

図 2 ( b ) に示すように、測定半径設定板 5 は長手方向の寸法がアーム本体 4 a よりも僅かに短く、幅方向は測定ヘッド 6 側の一部を除いてアーム本体 4 a の幅の 2 / 3 程度の寸法に設定している。測定半径設定板 5 は測定ヘッド 6 側の一部が測定ヘッド 6 の取り付け部材との干渉を避けるためにアーム本体 4 a の幅の 1 / 2 程度の寸法に設定している。測定半径設定板 5 の中央部が、アーム本体 4 a の径方向ガイド穴 1 5 を通過した半径設定板支持軸 1 4 に対して回転自在に係合している。すなわち、測定半径設定板 5 は、半径設定板支持軸 1 4 に対して回転自在に係合することにより、吸着アーム 4 と一体となって円盤 / アーム支持軸 1 3 を中心に回転するが、吸着アーム 4 が径方向ガイド穴 1 5 にガイドされて径方向へ移動しても測定半径設定板 5 の径方向への移動は規制されるようにしている。

10

## 【 0 0 2 8 】

図 6 は測定半径設定板 5 を構成する部品の平面図である。測定半径設定板 5 は、図 3 に示す半径設定板支持軸 1 4 の長さ ( 円盤 / アーム支持軸 1 3 の端面からフランジ部 1 4 a までの距離 ) と略同一の厚さを有する板材で構成されている。測定半径設定板 5 の中央部には長手方向に対して直交する方向から中心部に向かって湾曲した略半円形状の係合部 3 1 が形成されている。係合部 3 1 をアーム本体 4 a から突出した半径設定版支持軸 1 4 に係合させて、測定半径設定板 5 を半径設定板支持軸 1 4 に回転自在に取り付けている。フランジ部 1 4 a は半径設定版支持軸 1 4 よりも大きな直径となっているので測定半径設定板 5 の抜け防止材として機能する。

20

## 【 0 0 2 9 】

また、測定半径設定板 5 は係合部 3 1 を挟んで両側にガイド穴 3 2 a 、 3 2 b が形成されている。このガイド穴 3 2 a 、 3 2 b は測定半径設定板 5 の中央線上に沿って形成されている。測定半径設定板 5 の一方の長辺には係合部 3 1 が形成されているが、その反対側の長辺であって長手方向の中央部付近に指示部 3 3 が形成されている。指示部 3 3 の先端は尖った形状に加工されており、点線 3 4 部分より吸着アーム 4 側へ垂直に折り曲げられる。図 7 に示すように、アーム本体 4 a の側面 4 d であって指示部 3 3 の移動範囲にはスケール 3 5 が設けられている。スケール 3 5 には数字が書かれており、測定ヘッド 6 による径方向の測定位置が指示部 3 3 によって指し示されるようにしている。

30

## 【 0 0 3 0 】

図 1 、 2 、 7 に示すように、測定半径設定板 5 のガイド穴 3 2 a 、 3 2 b からアーム本体 4 a の対応箇所に固定螺子 3 6 、 3 7 が取り付けられている。固定螺子 3 6 、 3 7 の螺子頭がガイド穴 3 2 a 、 3 2 b の幅よりも大きくなっている。固定螺子 3 6 、 3 7 を測定半径設定板 5 のガイド穴 3 2 a 、 3 2 b からアーム本体 4 a の螺子穴に挿入して螺子頭で測定半径設定板 5 を締め付けると、半径設定板支持軸 1 4 にて径方向への移動が規制されている測定半径設定板 5 が吸着アーム 4 に固定されるので、吸着アーム 4 も径方向への移動が規制されることとなり径方向位置が固定される。一方、固定螺子 3 6 、 3 7 の螺子頭で測定半径設定板 5 を締め付ける前は、固定螺子 3 6 、 3 7 の螺子足がガイド穴 3 2 a 、 3 2 b 内を摺動可能である。

40

## 【 0 0 3 1 】

また、図 2 、 7 に示すように、測定ヘッド 6 は L 型の固定部材 3 8 を介してアーム本体 4 a に取付けられている。測定ヘッド 6 の取付け位置は吸着アーム 4 の一端部付近に設定している。また、測定ヘッド 6 による測定位置は、後述するように吸着アーム 4 と一体となって主円盤 3 の径方向及び回転方向に調整可能である。

## 【 0 0 3 2 】

次に、以上のように構成された本実施の形態の平面度測定装置 1 0 の組立て作業及び測定手順について説明する。

## 【 0 0 3 3 】

架台側壁 1 b 、 1 c の上端部に円盤支持部材 2 を取付け、架台側壁 1 b 、 1 c から円盤支持部材 2 側面の螺子孔 1 2 a 、 1 2 b に螺子部材 2 b 、 2 c を挿入して円盤支持部材 2

50

を架台 1 に固定する。

【 0 0 3 4 】

次に、円盤支持部材 2 の円盤 / アーム支持軸 1 3 に主円盤 3 を取付け固定する。なお、円盤支持部材 2 と主円盤 3 とは予め一体化しておき、その状態で円盤支持部材 2 を架台 1 に取り付けることも可能である。また、現場での作業時間を短縮するため、予め架台 1 に円盤支持部材 2 及び主円盤 3 を取付け固定しておいても良い。

【 0 0 3 5 】

次に、主円盤 3 の中心部から突出した円盤 / アーム支持軸 1 3 を吸着アーム 4 の径方向ガイド穴 1 5 に挿通させる。これにより、吸着アーム 4 は径方向ガイド穴 1 5 にガイドされて主円盤 3 に対して径方向に移動可能であると共に円盤 / アーム支持軸 1 3 を中心に回転可能な状態で円盤支持部材 2 に取り付けられたことになる。

10

【 0 0 3 6 】

このとき、吸着アーム 4 には予め測定ヘッド 6 を取り付け固定しておくことができる。測定ヘッド 6 とレーザ変位計の表示部 7 とを信号ケーブル 6 a を介して接続する。また、円盤 / アーム支持軸 1 3 の貫通孔 2 a に真空引き用チューブ 8 を通して吸着アーム 4 側のフランジ部 1 4 a の中心部から引き出す。そして、貫通孔 2 a に連結された連結チューブ 8 a から分岐した分岐チューブ 8 b、8 c の先端部をアーム本体 4 a の側面 4 d に形成した吸引口 2 5、2 6 に連結する。一方、真空引き用チューブ 8 の他端は真空スイッチ 9 の一端に接続し、真空スイッチ 9 の他端は図示していない真空引きポンプに接続する。

【 0 0 3 7 】

次に、測定半径設定板 5 を吸着アーム 4 に取り付ける。吸着アーム 4 の径方向ガイド穴 1 5 から円盤 / アーム支持軸 1 3 の先端部である半径設定板支持軸 1 4 だけが突出しているので、その半径設定板支持軸 1 4 に測定半径設定板 5 の半円状に湾曲した係合部 3 1 を係合させる。測定半径設定板 5 の係合部 3 1 が半径設定板支持軸 1 4 に完全に係合すると、指示部 3 3 の先端が吸着アーム 4 側のスケール 3 5 上に位置するようになる。

20

【 0 0 3 8 】

さらに、半径設定板支持軸 1 4 のガイド穴 3 2 a、3 2 b と対向する箇所にアーム本体 4 a 側に設けた螺子孔が位置し、固定螺子 3 5、3 6 をアーム本体 4 a 側の対応する螺子孔に挿入する。吸着アーム 4 の径方向位置が確定するまでは固定螺子 3 5、3 6 をアーム本体 4 a に対して緩く締め仮止めしておく。

30

【 0 0 3 9 】

次に、径方向ガイド穴 1 5 に円盤 / アーム支持軸 1 3 が挿通した吸着アーム 4 を径方向ガイド穴 1 5 に案内されながら径方向へ移動させて径方向測定位置で停止させる。吸着アーム 4 を径方向へ移動させる際に、仮止めしている固定螺子 3 6、3 7 が半径設定板支持軸 1 4 のガイド穴 3 2 a、3 2 b 内を移動し、径方向への移動が規制されている半径設定板支持軸 1 4 の指示部 3 3 が吸着アーム 4 側のスケール 3 5 上を相対移動することとなる。径方向測定位置で径方向への移動を停止して固定螺子 3 5、3 6 をアーム本体 4 a に強く締め付ける。これ以降は吸着アーム 4 が径方向へ移動できなくなる。作業者は、指示部 3 3 が指しているスケール 3 5 上の目盛から径方向位置を知ることができ、指示部 3 3 がスケール 3 5 の所望位置を指したところで、固定螺子 3 5、3 6 を締め付ける。以上が径方向位置調整作業である。なお、平面度測定装置 1 0 の分解作業は、上記組立作業と逆の手順となる。

40

【 0 0 4 0 】

次に、円盤 / アーム支持軸 1 3 を中心にして吸着アーム 4 (測定半径設定板 5) を回転させる。吸着アーム 4 は測定半径設定板 5 の係合部 3 1 により径方向の移動が規制された状態で回転することになる。このとき、図 1 に示すように吸着アーム 4 側の罫書き線 L が主円盤 3 の外周に書かれた角度目盛 3 c を指しながら回転するので、作業者は罫書き線 L が指す角度目盛 3 c によって回転角度を知ることができる。吸着アーム 4 (測定半径設定板 5) が所望の回転角度になったところで回転を停止し、真空スイッチ 9 を操作して吸着アーム 4 を主円盤 3 に対して真空吸着させて固定する。以上が回転方向位置調整作業であ

50

る。

【 0 0 4 1 】

次に、本平面度測定装置 10 を被測定対象に対して位置合わせする。図 8 は長尺ビームダクト 4 1 のフランジ面 4 2 を測定対象物とした場合の測定状態を示す外観図である。本実施の形態では、測定対象物に対する位置決め用の調整機構は設けない。測定対象物となる長尺ビームダクト 4 1 の中心高さを平面度測定装置 10 と同じ高さに合わせた後、平面度測定装置 10 を作業者が手で押してフランジ面 4 2 に対しておおよその位置合わせを行う。例えば、メジャーを用いて主円盤 3 からフランジ面 4 2 までの距離を複数箇所を測り、誤差数ミリ以内に位置合わせする。平面度測定装置 10 は作業者が手で移動可能な 20 k g 前後にすることが可能であり、従来の大型の平面度測定装置に比べて容易に位置調整が可能である。

10

【 0 0 4 2 】

フランジ面 4 2 の反りを測定する場合、平面度測定装置 10 とフランジ面 4 2 との距離の精度は重要であるが、測定点の位置決め精度の許容値は大きい。そこで、本実施の形態では、半径方向の位置決めは、測定ヘッド 6 の取り付けられた吸着アーム 4 の回転中心位置を変えて指示部 3 3 とスケール 3 5 とで合わせることにし、回転方向位置決めは主円盤 3 の外周の角度目盛 3 c と罫書き線 L とで合わせることにした。

【 0 0 4 3 】

なお、平面度測定装置 10 とフランジ面 4 2 とを完全に平行にすることは困難である。このため、平行度の誤差に基づく距離の最大値と最小値との差は、フランジ面 4 2 の平面度よりも大きいものとなる。しかし、かかる誤差は各点の測定値を基にフーリエ解析を実施して平面度を算出することで補正可能である。

20

【 0 0 4 4 】

図 9 は本実施の形態に係る平面度測定装置 10 を用いてあるフランジ面の平面度を測定した測定結果を示す図である。中心からの距離 130 mm、150 mm、170 mm のそれぞれについて吸着アーム 4 を 30° おきに回転させて測定した。なお、フランジ面よりダクト方向を負としている。測定の結果、測定対象物となったフランジ平面は、理想平面に対して最大 20 μm、最小 - 13 μm の誤差が存在していることが判明した。

【 0 0 4 5 】

図 10 は別のフランジ面の平面度を測定した測定結果を示す図である。中心からの距離 130 mm、150 mm、170 mm のそれぞれについて吸着アーム 4 を 30° おきに回転させて測定した。測定の結果、回転角度 90° 近傍で中心から距離 150 mm から 170 mm 付近に大きな凹みが存在していることが判明した。

30

【 0 0 4 6 】

図 11 は図 10 と同じフランジ面の平面度を測定した測定結果であり、ダクトを図 10 の測定状態から 90° 回転させて測定したものである。図 10 と図 11 を比較すると明らかのように、90° ずれた位置にほぼ同じプロファイルが現れている。このことから、本実施の形態の平面度測定装置 10 は十分な測定精度が実現できていることが判る。

【 0 0 4 7 】

以上のように本実施の形態によれば、測定対象物までの距離精度に比べて許容値の大きい測定点の位置決めに関しては、吸着アーム 4 を主円盤 3 の径方向に移動させて径方向測定位置を調整する一方、吸着アーム 4 を円盤 / アーム支持軸 1 3 を中心に回転させて回転方向測定位置を調整するので、衝撃に弱い軸受けやリニアガイド等の部品を避けることができ、取り扱いが容易で、精度保持に習熟が要求されない構造を実現できる。

40

【 0 0 4 8 】

また、吸着アーム 4 が真空吸着により主円盤 3 に対して着脱されるので、測定に必要な精度を得ることができると共に、真空吸着による着脱構造を採用し軸受けやリニアガイド等の習熟を要する部品を排除したことから、分解及び組立てが容易で長尺ビームダクトの製造現場に持ち込んで現場で組み立てることができ、フランジ面 4 2 の平面評価を容易に行うことができる。特に、クリーンルーム内に搬入困難な長尺ビームダクトや三次元測定

50



器に載せることが困難な重量の大きい装置に付随する部位の平面度測定を行うことができる。

【0049】

また、本実施の形態によれば、平面度測定装置10の組立て、測定、分解の各作業は、それぞれ30分以内で行うことができ、大幅な作業効率の改善を図ることができる。

【0050】

なお、本発明は上記一実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で変形実施可能である。例えば、距離検出器としてレーザ変位計に代えてダイヤルゲージ等を測定対象物に接触させて、距離検出を行うものにも適用可能である。

【産業上の利用可能性】

10

【0051】

本発明は、長尺ビームダクトのフランジ面の平面度測定のように半径方向位置及び回転方向位置を変えて複数点の距離測定を繰り返す平面度測定装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の一実施の形態に係る平面度測定装置の斜視図。

【図2】(a)図1に示す平面度測定装置の側面図、(b)図1に示す平面度測定装置の正面図。

【図3】上記一実施の形態の平面度測定装置に用いられる円盤支持部材の側面図。

【図4】(a)上記一実施の形態の平面度測定装置に用いられる主円盤の正面図、(b)同主円盤の断面図、(c)同主円盤の側面図。

20

【図5】(a)上記一実施の形態の平面度測定装置に用いられる吸着アーム本体の上面図、(b)同吸着アーム本体の側面図、(c)吸着アーム本体の裏面図。

【図6】上記一実施の形態の平面度測定装置に用いられる測定半径設定板用部品の平面図。

【図7】上記一実施の形態の平面度測定装置における径方向位置合わせを説明するための説明図。

【図8】上記一実施の形態の平面度測定装置におけるフランジ面との位置合わせを説明するための説明図。

【図9】上記一実施の形態の平面度測定装置によるあるフランジ面の平面度測定結果を示す図。

30

【図10】上記一実施の形態の平面度測定装置による他のフランジ面の平面度測定結果を示す図。

【図11】図10に示すフランジ面を90°回転させた平面度測定結果を示す図。

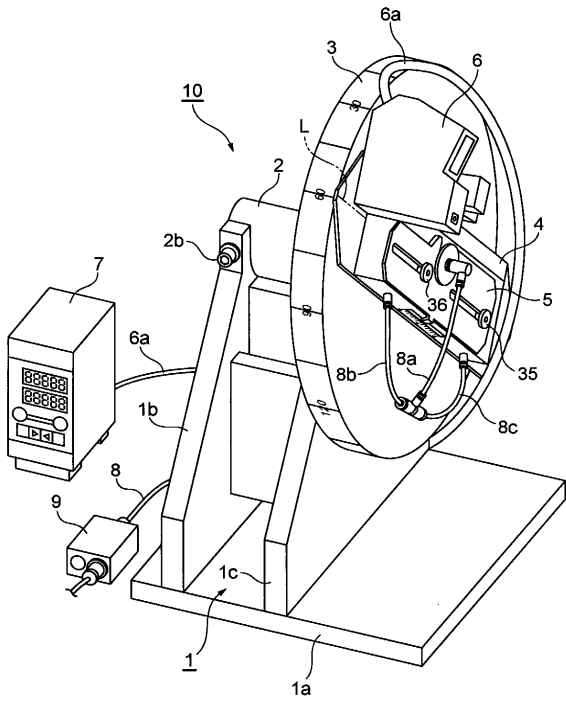
【符号の説明】

【0053】

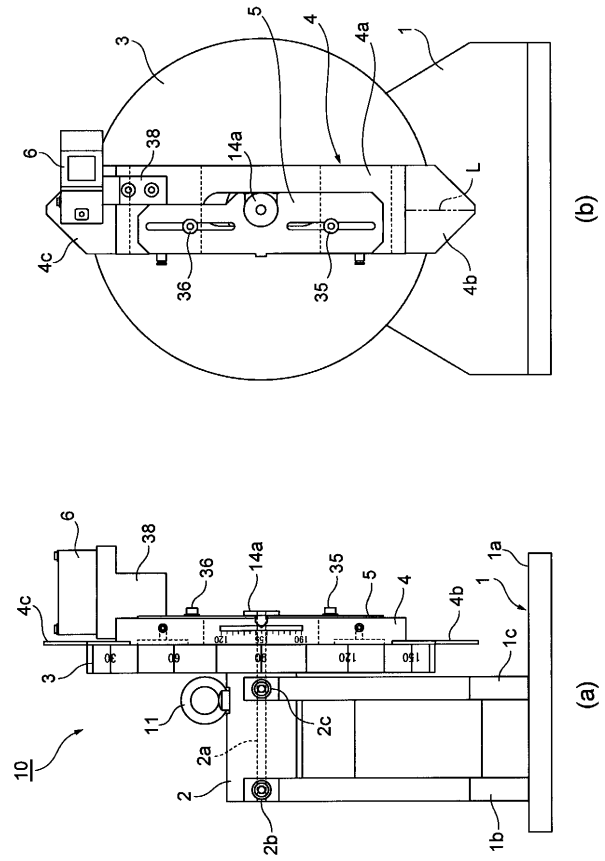
1... 架台、1 a... 基台、1 b, 1 c... 架台側壁、2... 円盤支持部材、2 a... 貫通孔、3... 主円盤、3 a... 貫通孔、3 b... 外周面、3 c... 角度目盛、4... 吸着アーム、4 a... アーム本体、4 b, 4 c... 角度合わせ片、4 d... 側面、5... 測定半径設定板、6... 測定ヘッド、6 a... 信号ケーブル、7... レーザ変位計の表示部、8... 真空引き用チューブ、8 a... 連結チューブ、8 b, 8 c... 分岐チューブ、9... 真空スイッチ、10... 平面度測定装置、11 a, 12 a, 12 b... 螺子孔、13... 円盤/アーム支持軸、14... 半径設定板支持軸、14 a... フランジ部、15... 径方向ガイド穴、16~19, 21~24... 吸着溝、25, 26... 吸引口、27, 28... 連通路、27 a, 28 a... 開口部、31... 係合部、32 a, 32 b... ガイド穴、33... インジケータ(指示部)、35... スケール、36, 37... 固定螺子、38... 固定部材、L... 罫書き線、M1, M2... 真空吸着面

40

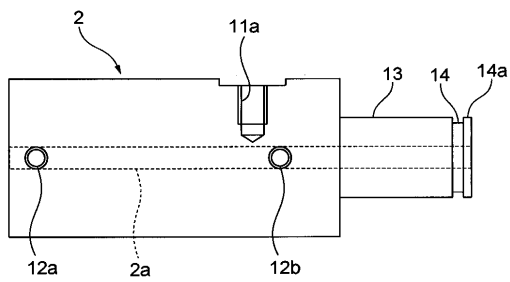
【 図 1 】



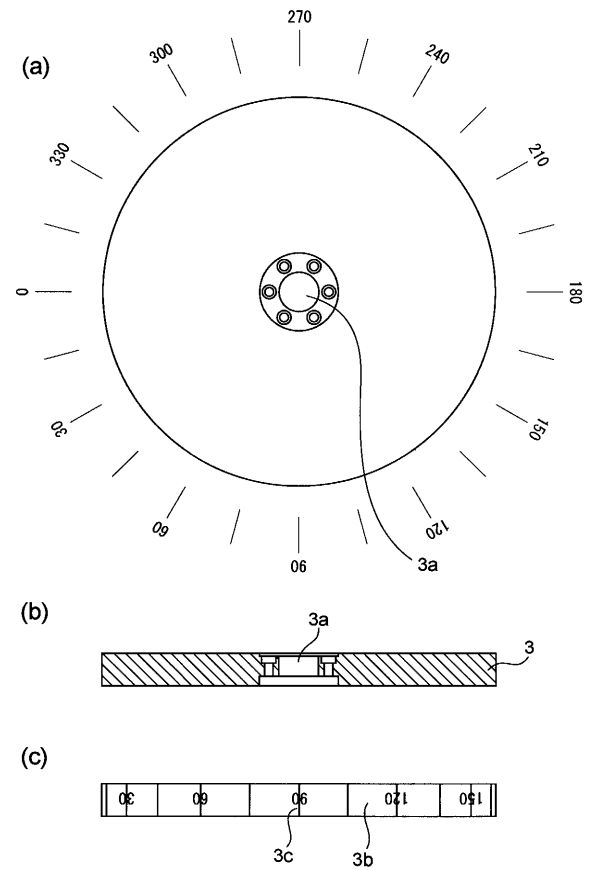
【 図 2 】



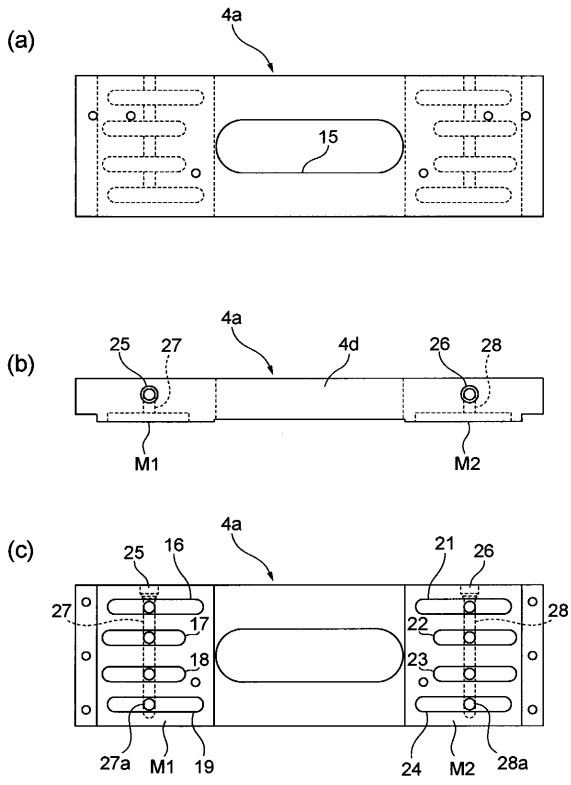
【 図 3 】



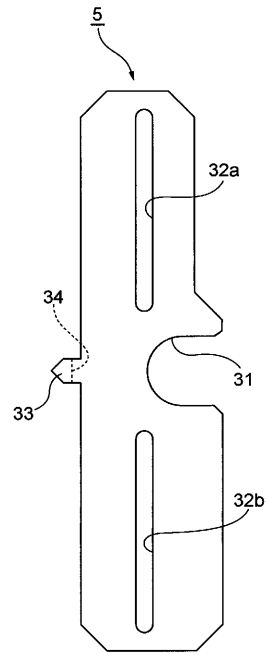
【 図 4 】



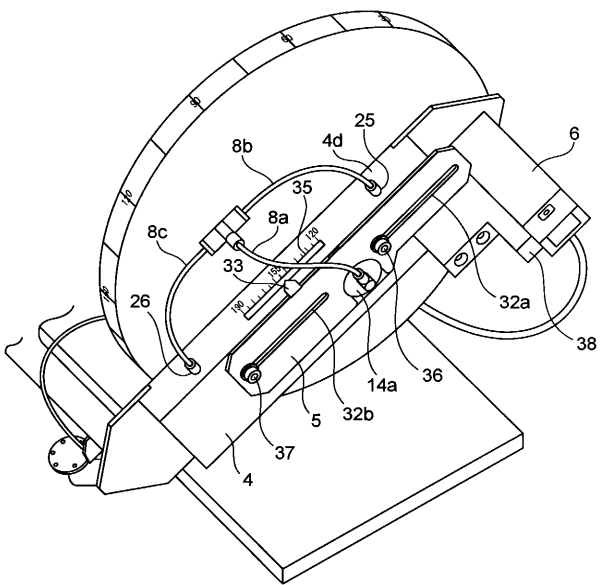
【 図 5 】



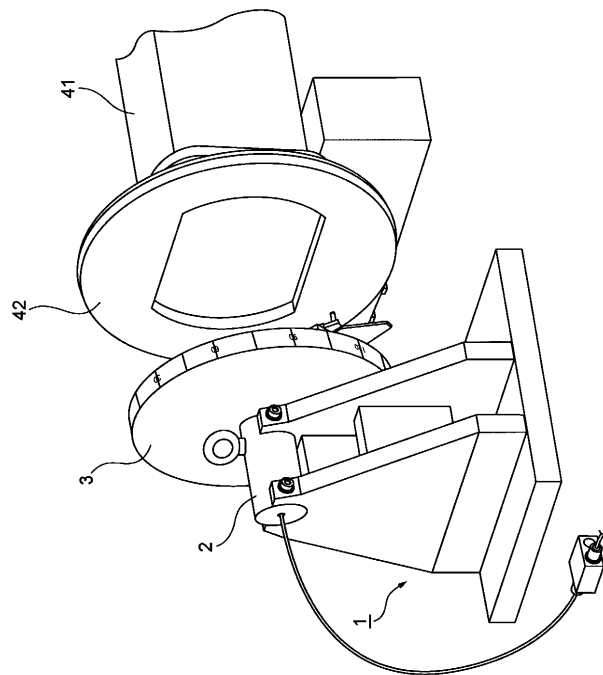
【 図 6 】



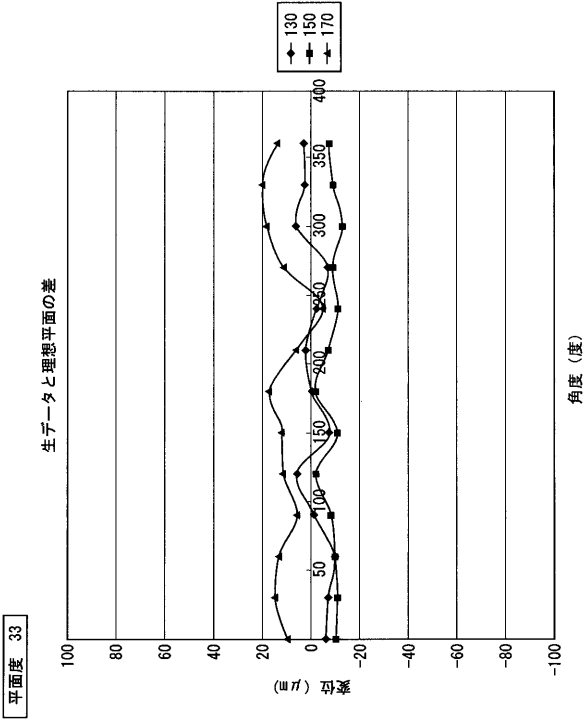
【 図 7 】



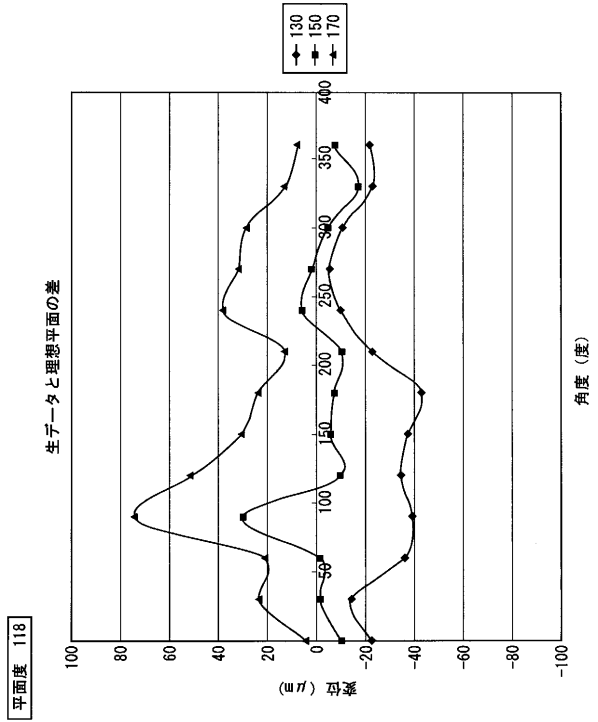
【 図 8 】



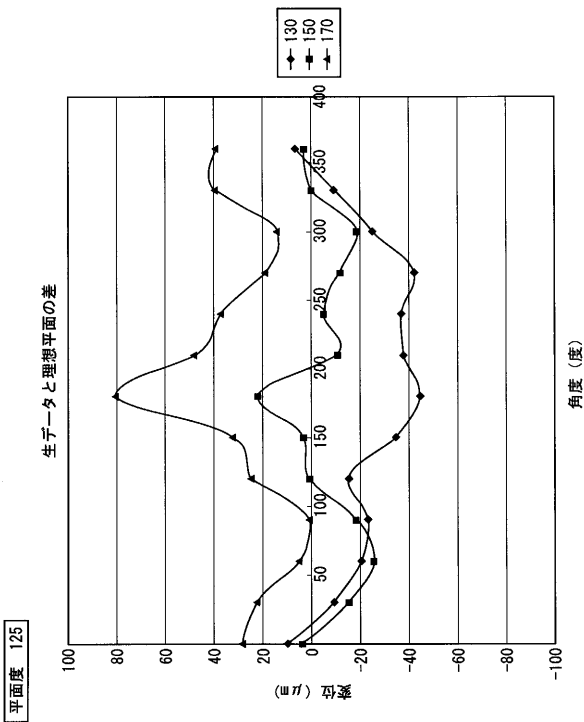
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 伸彦

茨城県つくば市花畑1-10-33ララポート藤山101

(72)発明者 三宅 康博

茨城県つくば市要84の138

(72)発明者 牧村 俊助

茨城県那珂郡東海村舟石川駅西3-9-18エミネンスオガワ202

Fターム(参考) 2F065 AA47 GG04 PP02 PP05 PP22