

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6741538号
(P6741538)

(45) 発行日 令和2年8月19日(2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月29日(2020.7.29)

| | | | | | |
|----------------|--------------|------------------|---------|-------|---|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | |
| B 2 5 J | 9/22 | (2006.01) | B 2 5 J | 9/22 | A |
| B 2 5 J | 13/08 | (2006.01) | B 2 5 J | 13/08 | A |
| G 0 5 B | 19/42 | (2006.01) | G 0 5 B | 19/42 | H |

請求項の数 10 (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-189149 (P2016-189149) | (73) 特許権者 | 000000974 |
| (22) 出願日 | 平成28年9月28日(2016.9.28) | | 川崎重工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2018-51671 (P2018-51671A) | | 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 |
| (43) 公開日 | 平成30年4月5日(2018.4.5) | (74) 代理人 | 110000556 |
| 審査請求日 | 令和1年8月29日(2019.8.29) | | 特許業務法人 有古特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | 後藤 博彦 |
| | | | 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内 |
| | | (72) 発明者 | 吉田 哲也 |
| | | | 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内 |
| | | (72) 発明者 | 丹 治彦 |
| | | | 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット、ロボットの制御装置、及び、ロボットの位置教示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を載置すべき基板の目標位置に基板を搬送するロボットであって、
 ロボットアームと、
 前記ロボットアームの先端に取り付けられたハンドと、
 前記ハンドの基板が載置される基板載置部を撮影するように当該基板載置部以外の部分に固定して取り付けられたカメラと、
 前記カメラにより撮影された、教示対象となる基板の目標位置に配置された教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部の画像データを取得する画像データ取得部と、
 前記画像データにおいて前記ハンドの基板載置部に仮想的に配置された仮想基板の情報を生成する仮想基板情報生成部と、
 操作されることにより当該操作に応じた操作情報を生成する操作部と、
 前記教示用基板及び前記仮想基板の画像を画面に表示する画面表示部と、
 前記操作部で生成される操作情報に従って、前記ロボットアームの動作を制御するロボット動作制御部と、
 前記仮想基板が前記教示用基板と一致したときのハンドの位置を教示データとして記憶する教示データ記録部と、
 を備える、ロボット。

【請求項2】

前記カメラは、前記ハンドの基端部に固定して取り付けられる、請求項1に記載のロボ

ット。

【請求項 3】

前記カメラの画像データに基づいて前記基板載置部から前記教示用基板までの距離情報を算出する距離情報算出部を更に備え、

前記画面表示部は、前記基板載置部から前記教示用基板までの距離情報に基づいて、前記仮想基板が前記教示用基板と一致するようにハンドの位置をガイドする操作ガイドを画面に表示する、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記距離情報算出部は、前記仮想基板の画像と前記教示用基板の画像とをパターンマッチングすることにより、前記基板載置部から前記教示用基板までの距離情報を算出する、請求項 3 に記載のロボット。

10

【請求項 5】

前記操作ガイドは、前記ハンドの上下方向の位置をガイドする上下ガイド部と、前記ハンドの左右方向の位置をガイドする左右ガイド部と、前記ハンドの前後方向の位置をガイドする前後ガイド部と、を含む、請求項 3 又は 4 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記画面表示部は、

前記画面に表示された前記上下ガイド部、前記左右方向ガイド部、又は、前記前後方向ガイド部のいずれかに触れることによって、前記ハンドの上下方向の位置、左右方向の位置、又は、前後方向の位置の入力操作を行うことができるタッチパネルを更に備える、請求項 5 に記載のロボット。

20

【請求項 7】

前記操作ガイドは、前記仮想基板が前記教示用基板と一致する方向を、前記ハンドが向いている場合は一の色で表示され、そうでない場合はその他の色で表示される、請求項 3 乃至 6 のいずれか一項に記載のロボット。

【請求項 8】

前記操作部及び前記表示部は、可搬型操作端末に実装される、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のロボット。

【請求項 9】

ロボットアームと、前記ロボットアームの先端に取り付けられハンドと、前記ハンドの基板が載置される基板載置部を撮影するように当該基板載置部以外の部分に固定して取り付けられたカメラと、を備え、基板を載置すべき基板の目標位置に基板を搬送するロボットの制御装置であって、

30

前記カメラにより撮影された、教示対象となる基板の目標位置に配置された教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部の画像データを取得する画像データ取得部と、

前記画像データにおいて前記ハンドの基板載置部に仮想的に配置された仮想基板の情報を生成する仮想基板情報生成部と、

操作されることにより当該操作に応じた操作情報を生成する操作部と、

前記教示用基板及び前記仮想基板の画像を画面に表示する画面表示部と、

前記操作情報に従って、前記ロボットアームの動作を制御するロボット動作制御部と、前記仮想基板が前記教示用基板と一致したときのハンドの位置を教示データとして記憶する教示データ記録部と、

40

を備える、ロボットの制御装置。

【請求項 10】

基板を載置すべき基板の目標位置に基板を搬送するロボットのハンドの位置を教示するロボットの位置教示方法であって、

教示対象となる基板の目標位置に教示用基板を配置するステップと、

前記ハンドの基板が載置される基板載置部を撮影するように当該基板載置部以外の部分にカメラを固定して取り付けるステップと、

前記教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部を、前記カメラにより撮影可能な所定

50

の位置に前記ロボットを移動させるステップと、

前記カメラにより、前記教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部を撮影するステップと、

前記カメラにより、撮影された画像データにおいて前記ハンドの基板載置部に仮想的に配置された仮想基板の情報を生成するステップと、

操作部により、操作を受け付けて、当該操作に応じた操作情報を生成するステップと、画面表示部により、前記教示用基板及び前記仮想基板の画像を画面に表示するステップと、

前記操作情報に従って、前記ロボットアームの動作を制御するステップと、

前記仮想基板が前記教示用基板と一致したときのハンドの位置を、教示データとして記憶部に記憶するステップと、

を含む、ロボットの位置教示方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボット、ロボットの制御装置、及び、ロボットの位置教示方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置および液晶装置の分野では、装置の複雑化および搬送物の巨大化に起因して、ロボットの教示が益々難しくなっている。正確な位置をロボットに教示することは、ロボットの信頼性にとって、極めて重要なことである。このような状況の中で、ロボットの教示に対するオペレータの技量不足に起因する教示ミスは、深刻な問題である。

【0003】

従来は、オペレータがロボットを見ながら、教示用の可搬型操作端末（ティーチングペンダント）を使用してロボットを遠隔操作することにより、動作を教示する方法がある。また、特許文献1には、基板搬送ロボットの基準位置の教示作業において、非常に大きな基板を扱う場合でも作業者の能力によるバラつきを改善し、作業時間を減少することができる方法が開示されている。この方法では、ティーチングボックスによって基板搬送ロボットを寸動操作して、ハンドの先端に設けられたカメラが撮像した映像をモニターで確認しながらハンド部材の進行方向の位置が最適な位置となるように教示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-88110号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、従来の方法のように、ロボットを遠隔操作する場合、オペレータは半導体装置の外側からしか内部に設置されたロボットを見ることができない。このため、オペレータは装置を斜めや真上から見ることにより、ロボットと目標位置との距離を確認しなければならず作業が煩雑であった。また、特許文献1のように、単にカメラの映像をモニターで確認する方法では、ロボットの教示に対するオペレータの技量不足に起因する教示ミスが起こり得るという課題があった。

【0006】

そこで、本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、オペレータの技量不足の場合であっても、ロボットにハンドの位置を簡単且つ正確に教示することを目的とする。

【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、本発明のある態様に係るロボットは、基板を載置すべき

10

20

30

40

50

基板の目標位置に基板を搬送するロボットであって、ロボットアームと、前記ロボットアームの先端に取り付けられたハンドと、前記ハンドの基板が載置される基板載置部を撮影するように当該基板載置部以外の部分に固定して取り付けられたカメラと、前記カメラにより撮影された、教示対象となる基板の目標位置に配置された教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部の画像データを取得する画像データ取得部と、前記画像データにおいて前記ハンドの基板載置部に仮想的に配置された仮想基板の情報を生成する仮想基板情報生成部と、操作されることにより当該操作に応じた操作情報を生成する操作部と、前記教示用基板及び前記仮想基板の画像を画面に表示する画面表示部と、前記操作部で生成される操作情報に従って、前記ロボットアームの動作を制御するロボット動作制御部と、前記仮想基板が前記教示用基板と一致したときのハンドの位置を教示データとして記憶する教示データ記録部と、を備える。

10

【0008】

上記構成によれば、画面表示部によって、教示対象となる基板の目標位置に配置された教示用基板とともにハンドの基板載置部に生成された仮想基板が画面に表示されるので、オペレータは、画面を見ながら操作部を操作することにより、仮想基板を教示用基板に一致させるようにロボットアームの動作を制御することができる。このときのハンドの位置を教示データとして記憶することにより、ロボットに目標位置に応じたハンドの位置を教示することができる。これにより、オペレータの技量不足の場合であっても、ロボットにハンドの位置を簡単且つ正確に教示することができる。ここで「教示データとして記憶する」とは、例えばロボットコントローラにおいて、動作プログラム等の再生可能な情報としてハンドの位置を記憶（登録）することを意味する。尚、カメラは、ハンドの基端部に固定して取り付けられてもよい。

20

【0009】

前記カメラの画像データに基づいて前記基板載置部から前記教示用基板までの距離情報を算出する距離情報算出部を更に備え、前記画面表示部は、前記基板載置部から前記教示用基板までの距離情報に基づいて、前記仮想基板が前記教示用基板と一致するようにハンドの位置をガイドする操作ガイドを画面に表示してもよい。

【0010】

上記構成によれば、仮想基板が教示用基板と一致するようにハンドの位置をガイドする操作ガイドが画面に表示されるので、オペレータは、容易に操作できる。

30

【0011】

前記距離情報算出部は、前記仮想基板の画像と前記教示用基板の画像とをパターンマッチングすることにより、前記基板載置部から前記教示用基板までの距離情報を算出してよい。

【0012】

前記操作ガイドは、前記ハンドの上下方向の位置をガイドする上下ガイド部と、前記ハンドの左右方向の位置をガイドする左右ガイド部と、前記ハンドの前後方向の位置をガイドする前後ガイド部と、を含んでもよい。

【0013】

上記構成によれば、オペレータは、上下方向、前後方向、及び、左右方向のハンドの位置操作がより容易になる。

40

【0014】

前記画面表示部は、前記画面に表示された前記上下ガイド部、前記左右方向ガイド部、又は、前記前後方向ガイド部のいずれかに触れることによって、前記ハンドの上下方向の位置、左右方向の位置、又は、前後方向の位置の入力操作を行うことができるタッチパネルを更に備えてもよい。

【0015】

上記構成によれば、オペレータは、画面に表示された各ガイド部に触れることにより、ハンドの位置の入力操作ができる。操作が容易になる。

【0016】

50

前記操作ガイドは、前記仮想基板が前記教示用基板と一致する方向を、前記ハンドが向いている場合は一の色で表示され、そうでない場合はその他の色で表示されてもよい。

【0017】

上記構成によれば、オペレータは、画面の色で教示状況が正しいか否かを判断できるので、ハンドの位置操作がより容易になる。

【0018】

前記操作部及び前記表示部は、可搬型操作端末に実装されてもよい。

【0019】

本発明のその他の態様に係るロボットの制御装置は、ロボットアームと、前記ロボットアームの先端に取り付けられハンドと、前記ハンドの基板が載置される基板載置部を撮影するように当該基板載置部以外の部分に固定して取り付けられたカメラと、を備え、基板を載置すべき基板の目標位置に基板を搬送するロボットの制御装置であって、前記カメラにより撮影された、教示対象となる基板の目標位置に配置された教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部の画像データを取得する画像データ取得部と、前記画像データにおいて前記ハンドの基板載置部に仮想的に配置された仮想基板の情報を生成する仮想基板情報生成部と、操作されることにより当該操作に応じた操作情報を生成する操作部と、前記基板及び前記仮想基板の画像を画面に表示する画面表示部と、前記操作情報に従って、前記ロボットアームの動作を制御するロボット動作制御部と、前記仮想基板が前記教示用基板と一致したときのハンドの位置を教示データとして記憶する教示データ記録部と、を備える。

【0020】

本発明のその他の態様に係るロボットの位置教示方法は、基板を載置すべき基板の目標位置に基板を搬送するロボットのハンドの位置を教示するロボットの位置教示方法であって、教示対象となる基板の目標位置に教示用基板を配置するステップと、前記ハンドの基板が載置される基板載置部を撮影するように当該基板載置部以外の部分にカメラを固定して取り付けるステップと、前記教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部を、前記カメラにより撮影可能な所定の位置に前記ロボットを移動させるステップと、前記カメラにより、前記教示用基板、及び、前記ハンドの基板載置部を撮影するステップと、前記カメラにより、撮影された画像データにおいて前記ハンドの基板載置部に仮想的に配置された仮想基板の情報を生成するステップと、操作部により、操作を受け付けて、当該操作に応じた操作情報を生成するステップと、画面表示部により、前記教示用基板及び前記仮想基板の画像を画面に表示するステップと、前記操作情報に従って、前記ロボットアームの動作を制御するステップと、前記仮想基板が前記教示用基板と一致したときのハンドの位置を、教示データとして記憶部に記憶するステップと、を含む。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、オペレータの技量不足の場合であっても、ロボットにハンドの位置を簡単且つ正確に教示することを目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るロボットを備える半導体処理設備の構成を概略的に示す斜視図である。

【図2】図2は、ロボット及びフープの構成を概略的に示す平面図である。

【図3】図3は、ロボットの内部機構の構成を概略的に示す図である。

【図4】図4は、ロボットの制御装置の構成を示すブロック図である。

【図5】図5は、ロボットの動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】図6は、カメラで撮影された画像の第1の例である。

【図7】図7は、カメラで撮影された画像の第2の例である。

【図8】図8は、カメラで撮影された画像の第3の例である。

【図9】図9は、カメラで撮影された画像の第4の例である。

【図10】図10は、カメラで撮影された画像の第5の例である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。以下では、全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同じ符号を付して、重複する説明は省略する。

【0024】

(実施形態)

[半導体処理設備]

図1は、本発明の実施形態に係るロボットを備える半導体処理設備を示す斜視図である。半導体処理設備100は半導体ウェハを処理するための設備である。半導体ウェハとして、シリコンウェハ、サファイヤ(単結晶アルミナ)ウェハ、その他の各種のウェハが例示される。また、ガラスウェハとしては、例えば、FPD(Flat Panel Display)用ガラス基板、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)用ガラス基板が例示される。半導体処理設備100は、たとえばSEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)規格によって、予め規定される。この場合、後述のフープ101はSEMI規格の使用に従う。半導体処理設備100の構成はSEMI規格外の構成であってもよい。

10

【0025】

処理前および処理後の半導体ウェハ(以下、単に基板ともいう)Wは、Front Opening Unified Pod(FOUP)と呼ばれる容器(以下、「フープ」と呼ぶ)101に收容される。フープ101は、極所クリーン化技術に関し、クリーン環境におけるミニエンパイロメント用基板容器である。3つのフープ101には複数の基板Wが收容される。フープ101に收容される各基板Wは、水平な状態で、上下方向Zに等間隔を空けて配置される。フープ101は、基台102の上に略箱状に形成され、一方に開放される。半導体処理設備100は、基板Wを処理する基板処理装置110を含んでいる。基板Wに対する処理としては、熱処理、不純物導入処理、薄膜形成処理、リソグラフィ処理、洗浄処理および平坦化処理などのプロセス処理が想定される。基板Wは、フープ101と基板処理装置110との間をロボット1により搬送される。

20

【0026】

[ロボット]

図2は、本発明の実施形態に係るロボット及び基板が収納されるフープの構成を概略的に示す平面図である。フープ101は断面を示している。図2に示すように、フープ101は、互いに対向する一对の側壁101aと、側壁101aに設けられた複数対の基板支持部101dを備えている。基板支持部101dは、複数の基板Wが水平姿勢で且つ上下方向に間隔をあけて並ぶように複数の基板Wの端部を支持する。そして、フープ101の前面は開放された前面開口101eを構成している。

30

【0027】

ロボット1は、この前面開口101eを通じて基板Wをフープ101から搬出し、また、基板Wをフープ101に搬入する。即ち、ロボット1は、基板Wを載置すべき基板の目標位置Tに基板Wを搬送するロボットであって、ハンド2により、フープ101からの基板Wの取り出し及びフープ101への基板Wの収納を行う。図2に示すように、例えば、鉛直方向から見て基板支持部101dに支持される教示対象となる基板Wの中心が基板Wの目標位置Tを構成するがこれに限られるものではない。この目標位置Tとは、ロボット1の後述する制御部が、教示用の基板Wと後述する仮想基板が一致したときのハンドの位置を教示データとして記憶することによって、ロボット1による基板Wのフープ150からの搬出又は基板Wのフープ101への搬入を可能にする位置である。ロボット1のハンド2の基端側のリスト(基端部)2aにはカメラ3が固定して取付けられている。本実施形態ではカメラ3は、ブレード2bを固定して撮影できる位置としてリスト2aに取付けられるが、ハンド2のブレード2b以外の部分に固定して取り付けられてもよい。カメラ3はCCD(Charge Coupled Device)カメラ、CMOS(Complementary Metal Oxide S

40

50

emiconductor) カメラなどにより構成される。ブレード 2 b はハンド 2 の『基板載置部』に相当し、基板 W が載置される部分である。

【 0 0 2 8 】

以下では、ロボット 1 の後述する回動軸線 L 1 の延在方向を z 方向又は上下方向といい、z 方向に直交する方向を x 方向又は左右方向といい、z 方向及び x 方向に直交する方向を y 方向又は前後方向という。本実施の形態において、x 方向は、ロボット 1 からフープ 1 0 1 に向かう方向及びこれと反対方向に設定されている。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、ロボット 1 の内部機構の構成を概略的に示す図である。図 3 に示すように、ロボット 1 は、基台 1 0 と、下アーム 2 0 と、上アーム 3 0 と、ハンド 2 と、ハンド 2 に取
10
付けられたカメラ 3 と、ロボット 1 の動作を制御する制御装置 7 を備えている。下アーム 2 0 , 上アーム 3 0 及びハンド 2 がロボットアーム 4 を構成する。

【 0 0 3 0 】

基台 1 0 は、例えば、中空の円筒状部材である。基台 1 0 の内部には、サーボモータを含む下アーム駆動部 1 5 及び制御装置 7 が配設されている。下アーム駆動部 1 5 は、下アーム回動用主働ギヤ 1 6 を備えている。

【 0 0 3 1 】

また、ロボット 1 は、昇降機構(図示せず)を備えている。昇降機構は、例えば周知のボールねじ機構(図示せず)及びこれを駆動するエンコーダ付きのサーボモータ(図示せず)を備え、当該ボールねじ機構によって、下アーム回動軸 2 1 及び下アーム駆動部 1 5
20
が設置された可動体(図示せず)を z 方向に昇降させることによって、下アーム 2 0 , 上アーム 3 0 及びハンド 2 を一体的に z 方向に昇降させる。これによって、ハンド 2 を上昇位置と下降位置との間で昇降させることができる。下降位置の高さ位置は、フープ 1 0 1 の基台 1 0 2 の高さ位置よりも下方に設定されている。また、上昇位置の高さ位置は、最上段の基板支持部 1 0 1 d の高さ位置よりも上方に設定されている。

【 0 0 3 2 】

下アーム 2 0 は、例えば、中空の板状部材であり、平面視において大略短冊状に形成されている。図 3 に示すように、下アーム 2 0 は、その基端部の底面から下方に突出するように下アーム回動軸 2 1 が形成されている。そして、下アーム回動軸 2 1 は、z 方向に延
30
びる回動軸線 L 1 を中心に回動可能に基台 1 0 に取り付けられている。従って、下アーム 2 0 は、x y 平面において回動するように構成されている。なお、本実施の形態において、回動軸線 L 1 が x y 平面上における基準点 O を構成する。

【 0 0 3 3 】

下アーム回動軸 2 1 の下端部には、下アーム回動用従動ギヤ 2 2 が固定されている。この下アーム回動用従動ギヤ 2 2 は、基台 1 0 の下アーム回動用主働ギヤ 1 6 と同じ高さ位置に位置するよう設けられ、この下アーム回動用主働ギヤ 1 6 と歯合している。下アーム 2 0 は、その内部にサーボモータを含む上アーム駆動部 2 5 が配設されている。上アーム駆動部 2 5 は、上アーム回動用主働ギヤ 2 6 を備えている。

【 0 0 3 4 】

そして、下アーム 2 0 の基台 1 0 に対する回動軸線 L 1 周りの相対的な角度位置は、下
40
アーム駆動部 1 5 のサーボモータのエンコーダによって検出される。

【 0 0 3 5 】

上アーム 3 0 は、例えば、中空の板状部材であり、平面視において大略短冊状に形成されている。図 3 に示すように、上アーム 3 0 は、その基端部の底面から下方に突出するように上アーム回動軸 3 1 が設けられている。そして、上アーム回動軸 3 1 は、回動軸線 L 1 と平行に延びる回動軸線 L 2 を中心に回動可能に下アーム 2 0 に取り付けられている。従って、上アーム 3 0 は、x y 平面上を回動するように構成されている。

【 0 0 3 6 】

上アーム回動軸 3 1 の下端部には、上アーム回動用従動ギヤ 3 2 が固定されている。この上アーム回動用従動ギヤ 3 2 は、下アーム 2 0 の上アーム回動用主働ギヤ 2 6 と同じ高
50

さ位置に位置するよう設けられ、この上アーム回動用主働ギヤ 26 と歯合している。上アーム 30 は、その内部にサーボモータを含むハンド駆動部 35 が配設されている。ハンド駆動部 35 は、ハンド回動用主働ギヤ 36 を備えている。

【0037】

そして、上アーム 30 の下アーム 20 に対する回動軸線 L2 周りの相対的な角度位置は、上アーム駆動部 25 のサーボモータのエンコーダによって検出される。

【0038】

ハンド 2 は、ハンド 2 の基端側に形成されたリスト 2a と、ハンド 2 の先端側に形成されたブレード 2b とを含む。リスト 2a とブレード 2b とは連続して形成されている。

【0039】

リスト 2a は、その基端部の底面から下方に突出するように形成されたハンド回動軸 41 を有している。そして、ハンド回動軸 41 は、回動軸線 L1, L2 と平行に延びる回動軸線 L3 を中心に回動可能にハンド 2 に取り付けられている。従って、ハンド 2 は、x y 平面において回動するように構成されている。

【0040】

ハンド回動軸 41 の下端部には、ハンド回動用従動ギヤ 42 が固定されている。このハンド回動用従動ギヤ 42 は、ハンド回動用主働ギヤ 36 と同じ高さ位置に位置するよう設けられ、このハンド回動用主働ギヤ 36 と歯合している。

【0041】

そして、ハンド 2 の上アーム 30 に対する回動軸線 L3 周りの相対的な角度位置は、ハンド駆動部 35 のサーボモータのエンコーダによって検出される。

【0042】

そして、上記下アーム駆動部 15 及び上アーム駆動部 25 がアーム駆動部を構成する。アーム駆動部は、その駆動によって、下アーム 20 及び上アーム 30 を駆動し、ハンド 2 を x y 平面において移動させる。

【0043】

リスト 2a は、その基端部の上面に取り付けられたカメラ 3 を有している。カメラ 3 は、基板 W を載置するブレード 2b を撮像可能な方向に取付けられる。ブレード 2b は、例えば薄板状に形成されている。このブレード 2b の上面がハンド 2 の「基板載置部」を相当し、基板 W はブレード 2b により保持される。カメラ 3 は、ハンド 2 のブレード 2b の回動軸線 L3 上に取付けられる。

【0044】

[制御装置]

図 4 は、ロボット 1 の制御装置 7 の構成を示すブロック図である。制御装置 7 は、例えば、CPU 等の演算器を有する制御部 70 と、サーボ制御部 71 と、ROM 及び RAM 等のメモリを有する記憶部 72 と、インターフェース部（図示せず）を備えている。制御装置 7 は、集中制御する単独の制御装置で構成されていてもよく、互いに協働して分散制御する複数の制御装置で構成されてもよい。本実施形態では、制御装置 7 は、操作部 8b 及び表示部 8a を有する可搬型操作端末（以下、ティーチングペンダントともいう）8 とインターフェース部（図示せず）を介して接続される。ティーチングペンダント 8 は、ケーブルを介して半導体処理設備 100（図 1 参照）の外側に配置される。操作部 8b は、教示モードにおいてロボット 1 を操作する操作キー、及び、教示の開始、終了、停止及びレコードを指令するための操作キーを含む。制御装置 7 は、操作部 8b を介して操作情報や各種指令が入力され、各種指令値や演算結果の他、カメラ 3 の映像等を表示部 8a に出力するように構成されている。オペレータは、半導体処理設備 100 の外側から、ティーチングペンダント 8 で、ロボット 1 を遠隔操作することにより教示作業を行う。

【0045】

制御部 70 は、カメラコントローラ 73 と、距離情報算出部 74、仮想基板情報生成部 75、制御指令生成部 76、及び、教示データ記録部 77 を含む。これらの機能部（73 ~ 77）は、記憶部 72 に格納された所定の制御プログラムを制御部 70 が実行すること

10

20

30

40

50

により実現される機能ブロックである。

【 0 0 4 6 】

カメラコントローラ 7 3 は、インターフェース部（図示せず）を介して、カメラ 3 を制御する。すなわち、カメラ 3 に撮影指令を出力する。撮像タイミングの調整、又は、カメラ 3 の位置および姿勢を変更してもよい。本実施形態では、カメラ 3 は、ハンド 2 のブレード 2 b を撮影可能な位置及び姿勢で固定して取り付けられている。カメラコントローラ 7 3 は、カメラ 3 によって撮影されたカメラ画像を取得し、これを記憶部 7 2 に記憶する。

【 0 0 4 7 】

距離情報算出部 7 4 は、カメラ 3 により撮影されたカメラ画像に基づいてハンド 2 のブレード 2 b（基板載置部）から教示対象となる基板 W までの距離情報を算出する。距離情報算出部 7 4 は、すなわち、記憶部 7 2 に記憶されたカメラ画像に基づき、距離情報を算出する。

10

【 0 0 4 8 】

仮想基板情報生成部 7 5 は、画像データにおいてハンド 2 のブレード 2 b に仮想的に配置された仮想基板 V W の情報を生成する。仮想基板 V W を生成するための情報は、予め、記憶部 7 2 に記憶されている。生成された仮想基板 V W の情報は、ハンド 2 のブレード 2 b に載置されるように表示部 8 a によって画面表示される。

【 0 0 4 9 】

制御指令生成部 7 6 は、オペレータの操作に応じて操作部 8 b で生成される操作情報に従って、ロボットアーム 4 の動作を制御するように構成される。具体的には、操作情報に応じて各駆動部 1 5 , 2 5 , 3 5 , 1 9 のサーボモータの位置指令値を生成する。制御指令生成部 7 6 は、生成した位置指令値とエンコーダの検出値（実際値）の偏差に基づいて速度指令値を生成する。そして、生成した速度指令値と速度現在値の偏差に基づいてトルク指令値（電流指令値）を生成し、生成した電流指令値と電流センサとの偏差の検出値（実際値）に基づいて制御指令を生成し、サーボ制御部 7 1 に出力する。

20

【 0 0 5 0 】

サーボ制御部 7 1 は、与えられる制御指令に基づいて電流を発生し、発生した電流を、各駆動部 1 5 , 2 5 , 3 5 , 1 9 のサーボモータに流し、ロボット 1 を動作させる。サーボ制御部 7 1 は、下アーム駆動部 1 5 を制御し、x y 平面において下アーム 2 0 を回動させ、上アーム駆動部 2 5 を制御し、x y 平面において上アーム 3 0 を回動させる。また、ハンド駆動部 3 5 を制御し、x y 平面においてハンド 2 を回動させる。サーボ制御部 7 1 は、昇降機構駆動部 1 9 を制御し、下アーム 2 0 , 上アーム 3 0 及びハンド 2 を一体的に z 方向に昇降させる。

30

【 0 0 5 1 】

教示データ記録部 7 7 は、教示対象となる基板 W の表面の座標と仮想基板 V W の表面の座標が一致したときのハンド 2 の位置を教示データとして記憶部 7 2 に記憶する。本実施形態では、教示データ記録部 7 7 は、各駆動部 1 5 , 2 5 , 3 5 , 1 9 のサーボモータの位置指令値として記憶部 7 2 に記憶する。

【 0 0 5 2 】

記憶部 7 2 には所定の動作プログラムが記憶されていて、制御部 7 0 がこれらの動作プログラムを読み出して実行することにより、ロボット 1 の動作が制御される。所定の動作プログラムとは、ロボット 1 のハンド 2 を所定の位置に移動させる命令である。そして、記憶部 7 2 には、上述した通り、仮想基板 V W を生成するための情報として、基板 W の形状、直径、材料、重量等の各種情報が記憶されている。

40

【 0 0 5 3 】

[動作例]

次に、ロボット 1 に教示対象となる基板 W の目標位置 T を教示する際のロボット 1 の動作例を説明する。図 5 はロボット 1 の動作の一例を示すフローチャートである。図 6 ~ 図 1 0 は、カメラ 3 で撮影された画像を示している。本実施形態の教示対象は、ロボット 1

50

から見て右端に位置するフープ101の上から14段目に載置された基板Wに対応するハンド2の位置である。この基板Wの中心が目標位置Tに一致している。以下では、教示対象となる基板を教示用基板Wと呼ぶ。

【0054】

まず、制御部70は、ロボット1を初期位置に移動させる(図5のステップS1)。具体的には、制御指令生成部76は、ロボットの動作プログラムに従って、各駆動部15, 25, 35, 19のサーボモータの位置指令値を生成し、制御指令を出力する。サーボ制御部71は、与えられる制御指令に基づいて、各駆動部15, 25, 35, 19を制御して、初期位置にロボット1を動作させる。初期位置とは、カメラ3により、教示用基板W、及び、ハンド2のブレード2bを含む空間Sを撮影可能な位置である。本実施形態では、初期位置までの経路は、予め、動作プログラムとして、記憶部72に記憶されているが、ティーチングペンダント8によって、操作部8bを操作することにより、操作情報に従って、ロボット1を初期位置まで移動させてもよい。

10

【0055】

次に、カメラ3により、基板W、及び、ハンド2のブレード2bを含む空間Sを撮影する(図5のステップS2)。カメラコントローラ73は、カメラ3によって撮影されたカメラ画像を記憶部72に記憶する。

【0056】

次に、仮想基板情報生成部75は、記憶部72に予め記憶された基板Wの形状等の情報に基づいて、画像データにおいてハンド2のブレード2bに仮想的に配置された仮想基板VWの情報を生成する(図5のステップS3)。このとき、距離情報算出部74は、カメラ3により撮影されたカメラ画像に基づいてハンド2のブレード2b(基板載置部)から教示用基板Wまでの距離情報を算出する。本実施形態では、距離情報算出部74は、仮想基板VWの画像と教示用基板Wの画像とをパターンマッチングすることにより、ブレード2bから教示用基板Wまでの距離情報を算出する。

20

【0057】

次に、表示部8aは、カメラ3により撮影された撮影空間Sの画像を表示する(図5のステップS4)。図6は、表示部8aで表示されたカメラ映像を示している。図6に示すように、フープ101に収納された教示用基板Wと、ハンド2のブレード2bに仮想的に載置された仮想基板VWと、操作ガイド9が画面に表示される。制御部70は、ブレード2bから教示用基板Wまでの距離情報に基づいて、仮想基板VWが教示用基板Wと一致するようにハンド2の位置をガイドするように操作ガイド9を、表示部8aによって画面に表示させる。

30

【0058】

操作ガイド9は、上ガイド部9U、下ガイド部9D、左ガイド部9L、右ガイド部9R、前ガイド部9F、後ガイド部9B、上下表示部9S、および、中央ガイド部9Cを含んでいる。上ガイド部9U及び下ガイド部9Dは、画面の右端に表示され、ハンド2の上方及び下方の位置をガイドする。上ガイド部9Uは上方を向いた矢印で構成され、下ガイド部9Dは下方を向いた矢印で構成される。

【0059】

左ガイド部9L及び右ガイド部9Rは、画面中央のブレード2b上の仮想基板VWの左側及び右側に表示され、ハンド2の左右方向の位置をガイドする。左ガイド部9Lは左方向を向いた矢印で構成され、右ガイド部9Rは右方向を向いた矢印で構成される。

40

【0060】

前ガイド部9F及び後ガイド部9Bは、画面中央のブレード2b上の仮想基板VWの前側及び後側に表示され、ハンド2の前後方向の位置をガイドする。前ガイド部9Fは前方向を向いた矢印で構成され、後ガイド部9Bは後方向を向いた矢印で構成される。上下表示部9Sは、画面の右端に位置する上ガイド部9Uと下ガイド部9Dの間に表示され、ハンド2の上下方向(Z)の現在の位置を示している。中央ガイド部9Cは、ハンド2の中心軸を通る矩形状を有し、画面中央のブレード2b上の仮想基板VWと前ガイド部9

50

Fの間に表示される。

【0061】

尚、操作ガイド9は、ハンドが正しい方向を向いている場合は例えば緑色（図では斜線）で表示され、そうでない場合は赤色（図では黒塗り）で表示される。ここで正しい方向とは、仮想基板VWが教示用基板Wと一致する方向である。

【0062】

次に、オペレータは、操作部8bを操作して、仮想基板VWを教示用基板Wに一致させるようにハンド2の位置を調整する（図5のステップS5）。図6に示すように、初期位置においては、画面の右端に位置する上下表示部9Sが赤で表示されている。ここではハンド2の上下方向（Z）の現在値は最低値（1）である。そこで、まず、オペレータは、ハンド2の上下方向の位置を操作する。画面の右端に位置する上ガイド部9U、下ガイド部9D、及び、上下表示部9Sに従って、操作部8bを操作する。制御部70は、操作部8bで生成される操作情報に従って、仮想基板VWの高さ位置が教示用基板Wの高さ位置と一致するようにロボットアーム4の動作を制御する。図7は、ハンド2の上下方向の位置が正しい位置に調整されたときのカメラ映像である。図7に示すように、上ガイド部9U、下ガイド部9D、及び、上下表示部9Sの表示色が緑色（斜線）に変わっている。これにより、オペレータは仮想基板VWの高さ位置が教示用基板Wの高さ位置と一致したことを認識することができる。

【0063】

次に、オペレータは、ハンド2の左右方向の位置を操作する。画面中央の仮想基板VWの左右に表示された左ガイド部9L及び右ガイド部9Rに従って、操作部8bを操作する。制御部70は、操作部8bで生成される操作情報に従って、仮想基板VWの左右方向の位置が教示用基板Wの左右方向の位置と一致するようにロボットアーム4の動作を制御する。図8は、ハンド2の左右方向の位置が正しい位置に調整されたときのカメラ映像である。図8に示すように、左ガイド部9L及び右ガイド部9Rが緑色（斜線）に変わっている。一方で、画面中央の仮想基板VWの前後に表示された前ガイド部9F及び後ガイド部9Bは赤色（黒塗り）である。これにより、オペレータは仮想基板VWの左右の位置が教示用基板Wの左右の位置と一致した一方で、仮想基板VWの前後の位置は教示用基板Wの前後の位置と一致していないことを認識することができる。

【0064】

最後に、オペレータは、ハンド2の前後方向の位置を操作する。画面中央の仮想基板VWの前後に表示された前ガイド部9F及び後ガイド部9Bに従って、操作部8bを操作する。このときオペレータは画面に表示された仮想基板VWの中心を矩形の中央ガイド部9Cの中心に近づけるようにして操作部8bを操作する。制御部70は、操作部8bで生成される操作情報に従って、仮想基板VWの前後方向の位置が教示用基板Wの前後方向の位置と一致するようにロボットアーム4の動作を制御する。図9は、ハンド2の前後方向を調整している途中のカメラ映像である。図9に示すように、ハンド2は前方向に移動しているが、前ガイド部9F及び後ガイド部9Bは依然として赤色（黒塗り）のままであるので、正しい位置でないことを認識できるので、オペレータは仮想基板VWの中心を矩形の中央ガイド部9Cの中心に近づけるようにして操作部8bによる前方向の操作を継続する。図10は、ハンド2の前後方向の位置が正しい位置に調整されたときのカメラ映像である。図10に示すように、前ガイド部9F及び後ガイド部9Bは赤色（黒塗り）から緑色（斜線）に変わることにより、ハンド2が教示用基板Wの位置に調整できたことが分かる。また、それ以外にも仮想基板VWを点滅させるようにしてもよい。図6～図10で示したように、教示用基板Wは、外縁の一部のみ表示され、その全形が表示されることはないが、操作ガイド9に従って、仮想基板VWを、教示用基板Wと一致させることができる。一方、制御部70は、仮想基板VWが教示用基板Wと一致したことを判断すると、表示部8aにRecordの文字を赤色で表示させる。これにより、オペレータは、操作部8bのレコードボタンを押す。

【0065】

最後に、教示データ記録部 77 は、仮想基板 VW が教示用基板 W と一致したときのハンド 2 の位置を、記憶部 72 に教示データとして記憶する（図 5 のステップ S6）。ここで「教示データとして記憶する」とは、制御装置 7 において、動作プログラム等の再生可能な情報としてハンド 2 の位置を記憶（登録）することを意味する。本実施形態では、教示データ記録部 77 は、各駆動部 15, 25, 35, 19 のサーボモータの位置指令値として記憶部 72 に記憶する。

【0066】

従って、本実施形態によれば、表示部 8a によって、目標位置 T に配置された教示用基板 W とともにハンド 2 のブレード 2b 上に生成された仮想基板 VW が画面に表示されるので（図 6 等参照）、オペレータは、画面を見ながら操作部 8b を操作することにより、仮想基板 VW を教示用基板 W に一致させるようにロボットアーム 4 の動作を制御することができる。このときのハンド 2 の位置を教示データとして記憶することにより、ロボット 1 に目標位置 T に応じたハンド 2 の位置を教示することができる。これにより、オペレータの技量不足の場合であっても、ロボットにハンドの位置を簡単且つ正確に教示することができる。

10

【0067】

また、仮想基板 VW が教示用基板 W と一致するようにハンド 2 の位置をガイドする操作ガイド 9 が画面に表示されるので、オペレータは、容易に操作できる。

【0068】

更に、操作ガイド 9 が、上ガイド部 9U、下ガイド部 9D、左ガイド部 9L、右ガイド部 9R、前ガイド部 9F、後ガイド部 9B、上下表示部 9S、および、中央ガイド部 9C を含むことにより、オペレータは、ハンド 2 の上下方向、前後方向、及び、左右方向の位置操作が更に容易になる。

20

【0069】

尚、表示部 8a がタッチパネル機能を備え、画面に表示された上ガイド部 9U、下ガイド部 9D、左ガイド部 9L、右ガイド部 9R、前ガイド部 9F 又は後ガイド部 9B のいずれかに触れることによって、ハンド 2 の上下方向の位置、左右方向の位置、又は、前後方向の位置の入力操作を行うような構成でもよい。これにより、オペレータは、画面に表示された各ガイド部に触れることにより、ハンド 2 の位置の入力操作ができ、操作が容易になる。また、操作ガイド 9 がハンドの回転方向の位置をガイドするガイド部を含んでもよいし、タッチパネルによって回転方向の位置の入力操作を行ってもよい。

30

【0070】

また、操作ガイド 9 は、仮想基板 VW が教示用基板 W と一致する方向を、ハンド 2 が向いている場合は緑色で表示され、そうでない場合は赤色で表示されるので、オペレータは、画面の色で教示状況が正しいか否かを判断でき、ハンド 2 の位置操作がより容易になる。尚、オペレータに正否を伝えるために用いる表示色は、その他の色を使用してもよい。また、教示状況を音声で提示してもよいし、教示の完成度を波形又はゲージで表示してもよい。

【0071】

（その他の実施形態）

40

尚、本実施形態では、距離情報算出部 74 は、仮想基板 VW の画像と教示用基板 W の画像とをパターンマッチングすることにより、ブレード 2b から教示用基板 W までの距離情報を算出したが、これに限られない。その他の公知の方法によって、対象物（教示用基板 W）までの距離情報を算出してもよい。例えばカメラ 3 のレンズにカラーフィルタを取り付けて、撮影画像において物体までの距離に応じて発生するボケと色ずれを画像解析することにより、物体までの距離情報を取得してもよい。

【0072】

尚、本実施形態では、教示用基板 W は実際の半導体ウェハを使用したか、実際の基板を模した形状を有する模擬基板を使用してもよい。

【0073】

50

尚、本実施形態では、カメラ3はハンド2のリスト2aに固定して取り付けられたが、着脱自在に構成されてもよい。この場合は、教示の際のみカメラ3を取り付けてロボット1をリピートモードで動作させる際には、取り外してもよい。

【0074】

尚、本実施形態のカメラ3は複数配置してもよいし、3次元カメラでもよい。3次元カメラとは、対象物を異なる方向から同時に撮影し、視差を生み出すことによって、対象物までの距離情報を取得するものである。所定の座標系における対象物の表面の座標データを生成することができる。これにより、3次元カメラは、ステレオカメラの一種である。3次元カメラは、所定距離だけ離れて配置された一対のカメラを有し、一対のカメラはそれぞれ撮像素子を有する。3次元カメラは、距離情報だけでなく、対象物の色情報（RGB等）を取得してもよい。また、3次元カメラは、レーザを発射して反射位置および反射時間から反射点の距離情報を取得するものであってもよい。

10

【0075】

上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び/又は機能の詳細を実質的に変更できる。

【産業上の利用可能性】

【0076】

本発明は、基板を搬送するロボットのハンドの位置を教示する際に有用である。

20

【符号の説明】

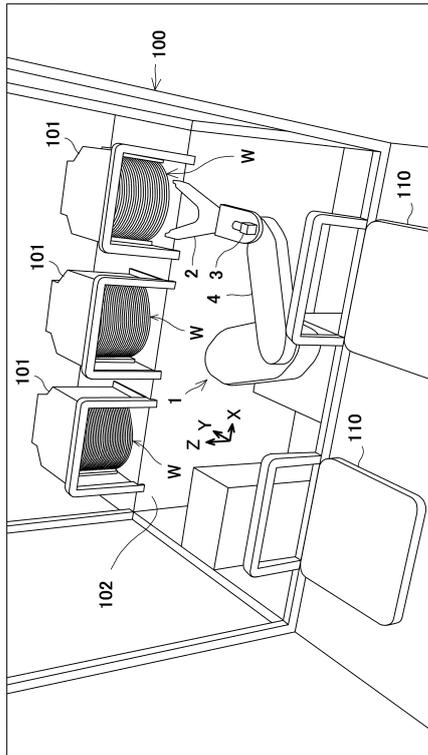
【0077】

- 1 ロボット
- 2 ハンド
- 2a リスト
- 2b ブレード（基板載置部）
- 3 カメラ
- 4 ロボットアーム
- 7 制御装置（ロボットコントローラ）
- 8 可搬型操作端末（ティーチングペンダント）
- 8a 表示部
- 8b 操作部
- 9 操作ガイド
- 10 基台
- 20 下アーム
- 30 上アーム
- 70 制御部
- 71 サーボ制御部
- 72 記憶部
- 73 カメラコントローラ（画像データ取得部）
- 74 距離情報算出部
- 75 仮想基板情報生成部
- 76 制御指令生成部
- 77 教示データ記録部
- 100 半導体処理設備
- 101 フープ
- 102 基台（フープ）
- 110 基板処理装置
- S 撮影空間，VW 仮想基板，W 基板

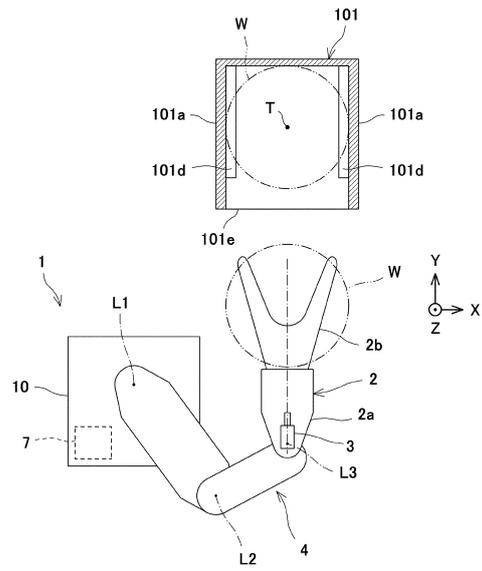
30

40

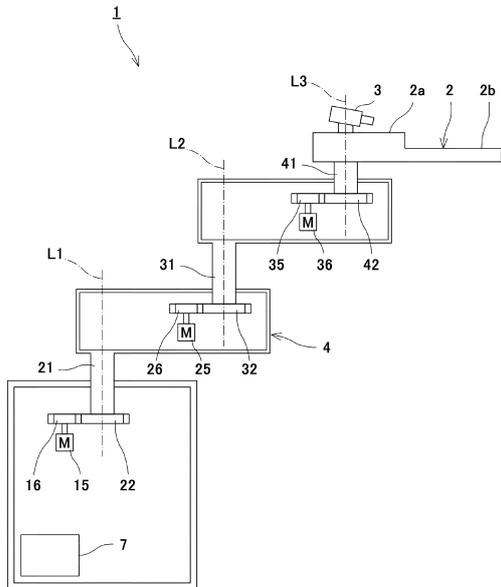
【図1】



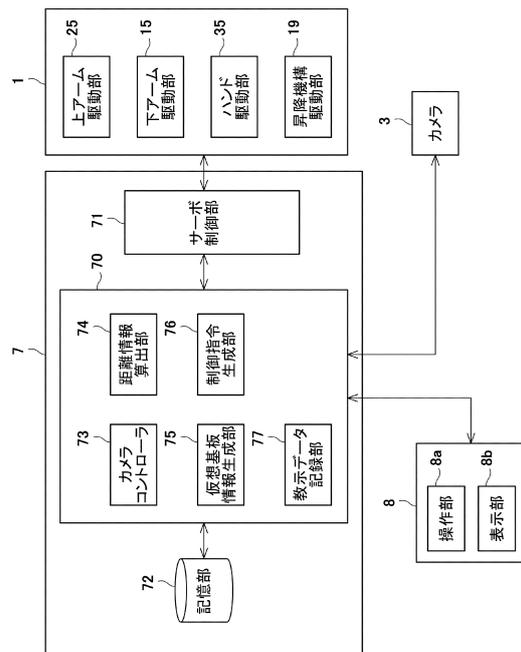
【図2】



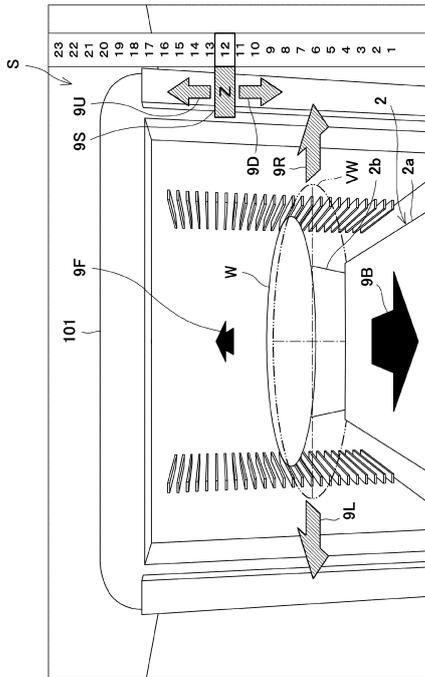
【図3】



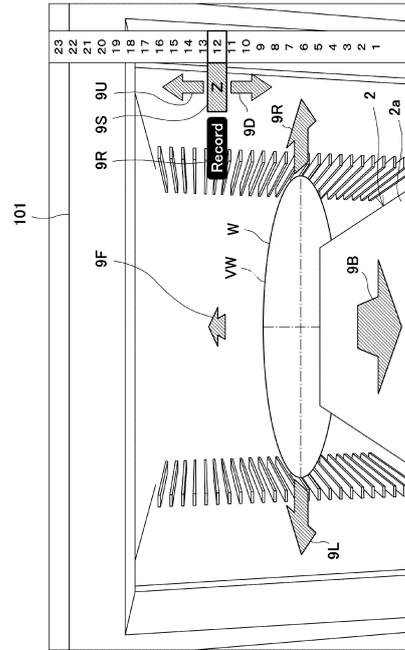
【図4】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤森 一夫
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内
- (72)発明者 山下 雄大
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内
- (72)発明者 住友 雅彦
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

審査官 武市 匡紘

- (56)参考文献 特開平5 - 343495 (JP, A)
特開2003 - 86658 (JP, A)
特開2014 - 128855 (JP, A)
特開2005 - 19963 (JP, A)
特表2011 - 508453 (JP, A)
特開2014 - 113649 (JP, A)
特開2008 - 80466 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02
G05B 19/18 - 19/46
H01L 21/68