

(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2013-132697

(P2013-132697A)

(43) 公開日 平成25年7月8日(2013.7.8)

(51) Int.Cl.  
B25J 9/02 (2006.01)F1  
B25J 9/02テーマコード (参考)  
3C707

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-282910 (P2011-282910)  
(22) 出願日 平成23年12月26日 (2011.12.26)(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅誉  
(74) 代理人 100107261  
弁理士 須澤 修  
(74) 代理人 100127661  
弁理士 宮坂 一彦  
(72) 発明者 年光 俊介  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 3C707 BS02 HT02 KS21 KS22 KS23  
KX05 LV23 MT05

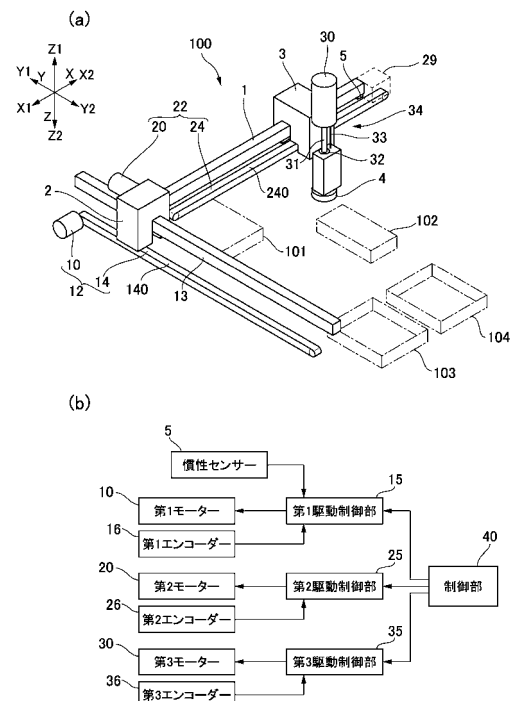
(54) 【発明の名称】 直動ロボット

## (57) 【要約】

【課題】第1方向に延在する梁部材を第1方向と直交する第2方向に駆動する直動ロボットにおいて、使用状況等が変わっても梁部材の振動を制御することのできる構成を提供すること。

【解決手段】直動ロボット100は、X軸方向に延在する梁部材1と、梁部材1をY軸方向に駆動する第1モーター10とを有しており、梁部材1には、梁部材1の搭載位置でのY軸方向の速度または加速度を検出する慣性センサー5が設けられている。このため、第1モーター10に対する第1駆動制御部は、慣性センサー5からのフィードバックに基づいて梁部材1のY軸方向の振動を抑制するように第1モーター10の駆動制御を行う。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 方向に延在する梁部材と、  
該梁部材を前記第 1 方向と直交する第 2 方向に駆動する第 2 方向駆動用のモーターと、  
前記梁部材に搭載され、当該梁部材の搭載位置での前記第 2 方向の速度または加速度を検出する慣性センサーと、  
前記慣性センサーでの検出結果がフィードバックされ、前記モーターの駆動制御を行う駆動制御部と、  
を有することを特徴とする直動ロボット。

**【請求項 2】**

前記慣性センサーは、角速度センサーであることを特徴とする請求項 1 に記載の直動ロボット。

**【請求項 3】**

前記駆動制御部は、前記角速度センサーで検出された周速度を前記第 2 方向の直線的な速度として用いて前記モーターの駆動制御を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の直動ロボット。

**【請求項 4】**

前記梁部材は、前記第 1 方向における一方の端部のみに前記モーターからの駆動力が伝達され、

前記慣性センサーは、少なくとも前記梁部材の前記第 1 方向における他方の端部に搭載されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の直動ロボット。

**【請求項 5】**

前記梁部材は、前記第 1 方向における一方の端部および他方の端部の双方に前記モーターからの駆動力が伝達され、

前記慣性センサーは、前記梁部材の前記一方の端部と前記他方の端部との間に搭載されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の直動ロボット。

**【請求項 6】**

前記慣性センサーは、少なくとも前記梁部材の前記一方の端部と前記他方の端部との中央に搭載されていることを特徴とする請求項 5 に記載の直動ロボット。

**【請求項 7】**

前記慣性センサーは、前記梁部材において前記第 1 方向で離間する複数箇所に搭載されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の直動ロボット。

**【請求項 8】**

前記梁部材には、ジョイントと、該ジョイントを当該梁部材に沿って前記第 1 方向に駆動する第 1 方向駆動用のモーターと、が搭載されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の直動ロボット。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、第 1 方向に延在する梁部材を第 1 方向と直交する第 2 方向に移動させる直動ロボットに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

電子部品等の検査工程や実装工程では、第 1 方向に延在する梁部材を第 1 方向と直交する第 2 方向に移動させる直動ロボットが用いられている。かかる直動ロボットにおいて、梁部材には吸着ヘッドが搭載されており、吸着ヘッドによって電子部品を保持した状態で梁部材を第 2 方向に駆動すれば、電子部品を第 2 方向に搬送することができる。また、吸着ヘッドを搭載したジョイント、およびジョイントを第 2 方向に駆動する駆動機構を梁部材に搭載すれば、電子部品を第 2 方向にも搬送することができる。さらに、第 1 方向および第 2 方向に直交する第 3 方向に吸着ヘッドを駆動する駆動機構をジョイントに搭載すれ

10

20

30

40

50

ば、電子部品を第 3 方向にも移動させることができる。

【 0 0 0 3 】

このように構成した直動ロボットにおいて、梁部材を第 2 方向に駆動する際に加減速を行うと、梁部材が撓んで振動が発生する。その結果、吸着ヘッドが第 2 方向に振動し、振動が減衰するまで、吸着ヘッドの第 2 方向における位置が定まらないことになってしまう。

【 0 0 0 4 】

一方、駆動制御部において、位置制御装置部と位置指令装置との間に、位置指令値に対する微分手段、ゲイン手段および加算手段を備えた補償要素を設けることにより、梁部材が保持する重量物が振動することを防止することが提案されている（特許文献 1 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 5 3 9 4 8 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 に記載の構成では、重量物の重量が変わる等、使用状況が変化した場合にはその都度、パラメータを変更する必要があるため、汎用性が低いという問題点がある。また、吸着ヘッドが搭載されたジョイントが梁部材に沿って移動するような直動ロボットの場合、ジョイントの位置が変わると、振動の形態が変動するので、特許文献 1 に記載の構成では対応できないという問題点がある。

【 0 0 0 7 】

以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、第 1 方向に延在する梁部材を第 1 方向と直交する第 2 方向に駆動する直動ロボットにおいて、使用状況等が変わっても梁部材の振動を制御することのできる構成を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明に係る直動ロボットは、第 1 方向に延在する梁部材と、該梁部材を前記第 1 方向と直交する第 2 方向に駆動する前記第 2 方向駆動用のモーターと、前記梁部材に搭載され、当該梁部材の搭載位置での前記第 2 方向の速度または加速度を検出する慣性センサーと、前記慣性センサーでの検出結果がフィードバックされ、前記モーターの駆動制御を行う駆動制御部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明では、梁部材に慣性センサーが搭載されており、駆動制御部は、慣性センサーによって梁部材の振動を検出した結果のフィードバック結果に基づいて、モーターの駆動制御を行う。このため、梁部材の加減速を行った際でも、梁部材の第 2 方向の振動を抑制することができるので、梁部材を第 2 方向の所定位置に短時間のうちに停止させることができる。また、梁部材に搭載した慣性センサーによって梁部材の振動を検出するため、梁部材に加わる荷重の大きさや梁部材において荷重が加わる位置が変化する等、使用状況が変わっても、梁部材の振動を確実に検出することができるので、梁部材の振動を確実に制御することができる。

【 0 0 1 0 】

本発明において、前記慣性センサーは、角速度センサーである構成を採用することができる。かかる構成によれば、ジャイロセンサー等、汎用のセンサーを用いることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明において、前記駆動制御部は、前記角速度センサーで検出された周速度を前記第 2 方向の直線的な速度として用いて前記モーターの駆動制御を行うことが好ましい。角速度センサーでの検出結果では、振動が周速度で検出されるのに対して、駆動制御部は、モ

10

20

30

40

50

ーターの駆動制御を梁部材の第2方向への直動として速度を制御するため、単位が相違する。但し、狭い角度範囲であれば、角速度センサーで検出された周速度と第2方向の直線的な速度とが等しい。従って、角速度センサーで検出された周速度を第2方向の直線的な速度として用いれば、複雑な演算を行わなくても梁部材の振動制御を行うことができる。

【0012】

本発明において、前記梁部材は、前記第1方向における一方の端部のみに前記モーターからの駆動力が伝達され、前記慣性センサーは、少なくとも前記梁部材の前記第1方向における他方の端部に搭載されていることが好ましい。かかる構成によれば、速度が大きい箇所で梁部材の振動を検出することができる。

【0013】

本発明において、前記梁部材は、前記第1方向における一方の端部および他方の端部の双方に前記モーターからの駆動力が伝達され、前記慣性センサーは、前記梁部材の前記一方の端部と前記他方の端部との間に搭載されていることが好ましい。かかる構成によれば、速度が大きい箇所で梁部材の振動を検出することができる。

【0014】

この場合、前記慣性センサーは、少なくとも前記梁部材の前記一方の端部と前記他方の端部との中央に搭載されていることが好ましい。かかる構成によれば、速度が最も大きい箇所で梁部材の振動を検出することができる。

【0015】

本発明において、前記慣性センサーは、前記梁部材において前記第1方向で離間する複数箇所に搭載されていることが好ましい。かかる構成によれば、梁部材の振動の形態が単純な撓み振動から外れている場合でも、梁部材の振動を確実に検出することができる。

【0016】

本発明は、前記梁部材には、ジョイントと、該ジョイントを当該梁部材に沿って前記第1方向に駆動する第1方向駆動用のモーターと、が搭載されている場合に適用すると効果的である。梁部材上でジョイントが移動する場合、ジョイントの位置によって、梁部材の振動の形態が変化することになるが、本発明では、梁部材に慣性センサーが搭載されているため、ジョイントの位置によって梁部材の振動の形態が変化した場合でも、梁部材の振動を確実に検出することができ、梁部材の振動制御を確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施の形態1に係る直動ロボットの説明図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る直動ロボットにおける梁部材等の平面的な構成を示す説明図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る直動ロボットの第1駆動制御部でのサーボ内容を示すブロック線図である。

【図4】図3に示す単位変換の内容を示す説明図である。

【図5】本発明の実施の形態1の変形例に係る直動ロボットの説明図である。

【図6】本発明の実施の形態2に係る直動ロボットの説明図である。

【図7】本発明の実施の形態2に係る直動ロボットにおいて、梁部材に発生しようとする振動の説明図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係る直動ロボットの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の説明では、互いに直交する方向をX軸方向およびY軸方向を各々第1方向および第2方向とし、X軸方向およびY軸方向に直交するZ軸方向を第3方向として説明する。また、X軸方向の一方側にはX1を付し、X軸方向の他方側にはX2を付し、Y軸方向の一方側にはY1を付し、Y軸方向の他方側にはY2を付し、Z軸方向の一方側にはZ1を付し、Z軸方向の他方側にはZ2を付して説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 9 】

## [ 実施の形態 1 ]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る直動ロボットの説明図であり、図 1 ( a )、( b ) は、直動ロボットの駆動機構等の説明図、および直動ロボットの制御系のブロック図である。

## 【 0 0 2 0 】

図 1 ( a ) に示す直動ロボット 1 0 0 は、電子部品等のワークの検査工程や実装工程等においてワークの搬送に用いられる。本形態において、直動ロボット 1 0 0 は、ワークの検査装置に用いられており、供給エリア 1 0 1、検査エリア 1 0 2 および排出エリア 1 0 3 の順にワークを搬送する。より具体的には、直動ロボット 1 0 0 では、吸着ヘッド 4 によって供給エリア 1 0 1 からワークをピックアップした後、ワークを検査エリア 1 0 2 に搬送し、良品と判定されたワークを排出エリア 1 0 3 の所定位置に排出する。なお、検査において不具合品と判定されたワークは、別の排出エリア 1 0 4 に排出される。

10

## 【 0 0 2 1 】

ここで、供給エリア 1 0 1、検査エリア 1 0 2 および排出エリア 1 0 3 は、ガイド 1 3 や梁部材 1 より下方側 ( Z 軸方向の他方側 Z 2 ) に設定されている。また、供給エリア 1 0 1、検査エリア 1 0 2 および排出エリア 1 0 3 は、Y 軸方向においてこの順に配置されている。また、供給エリア 1 0 1 と検査エリア 1 0 2 とは X 軸方向において異なる位置に配置され、検査エリア 1 0 2 と排出エリア 1 0 3 とは X 軸方向において異なる位置に配置されている。このため、直動ロボット 1 0 0 には、以下の駆動機構等が構成されている。

20

## 【 0 0 2 2 】

まず、直動ロボット 1 0 0 には、X 軸方向に直線的に延在する梁部材 1 と、Y 軸方向に直線的に延在して梁部材 1 を Y 軸方向にガイドするガイド 1 3 と、梁部材 1 を Y 軸方向に駆動する Y 軸方向駆動機構 1 2 ( 第 1 駆動機構 ) とが設けられており、Y 軸方向駆動機構 1 2 は、駆動源として、サーボモーターからなる第 1 モーター 1 0 ( 第 1 方向駆動用のモーター ) を備えている。

## 【 0 0 2 3 】

Y 軸方向駆動機構 1 2 は、ベルト機構を利用した駆動機構であり、ガイド 1 3 に沿って延在する第 1 タイミングベルト機構 1 4 を備えている。ガイド 1 3 は、直動ロボット 1 0 0 の機台等に固定されている。ガイド 1 3 には、第 1 ジョイント 2 が Y 軸方向に移動可能な状態で支持されており、第 1 ジョイント 2 には、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部が連結されている。また、第 1 ジョイント 2 は、第 1 タイミングベルト機構 1 4 のベルト 1 4 0 に連結されている。このため、第 1 モーター 1 0 によって第 1 タイミングベルト機構 1 4 を駆動すると、第 1 ジョイント 2 がガイド 1 3 に沿って Y 軸方向に直動するので、梁部材 1 は、ガイド 1 3 に沿って Y 軸方向に直動する。

30

## 【 0 0 2 4 】

本形態において、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部は、直動ロボット 1 0 0 の機台等に支持されておらず、梁部材 1 は、第 1 ジョイント 2 によって片持ち状態で支持されている。また、第 1 モーター 1 0 の駆動力は、第 1 ジョイント 2 を介して梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部のみに伝達される。

40

## 【 0 0 2 5 】

梁部材 1 には、第 2 ジョイント 3 と、第 2 ジョイント 3 を X 軸方向に駆動する X 軸方向駆動用の第 2 モーター 2 0 ( 第 1 方向駆動用のモーター ) を備えた X 軸方向駆動機構 2 2 ( 第 2 駆動機構 ) とが搭載されており、第 2 モーター 2 0 はサーボモーターからなる。X 軸方向駆動機構 2 2 は、ベルト機構を利用した駆動機構であり、梁部材 1 に沿って延在する第 2 タイミングベルト機構 2 4 を備えている。第 2 タイミングベルト機構 2 4 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部は、第 1 ジョイント 2 に支持されている一方、第 2 タイミングベルト機構 2 4 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部は、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部に支持部材 2 9 を介して支持されている。このため、第 2 タイミングベルト機構 2 4 は、梁部材 1 と一体となって Y 軸方向に移動可能である。ここで、第 2 ジョイント 3 は、梁部材

50

1 に X 軸方向に移動可能な状態で支持されているとともに、第 2 タイミングベルト機構 24 のベルト 240 に連結されている。このため、第 2 モーター 20 によって第 2 タイミングベルト機構 24 を駆動すると、第 2 ジョイント 3 は、梁部材 1 に沿って X 軸方向に直動する。

【0026】

第 2 ジョイント 3 には、吸着ヘッド 4 と、吸着ヘッド 4 を Z 軸方向に駆動する Z 軸方向駆動用の第 3 モーター 30 を備えた Z 軸方向駆動機構 34 (第 3 駆動機構) とが搭載されており、第 3 モーター 30 はサーボモーターからなる。Z 軸方向駆動機構 34 は、例えば、送りネジ機構を利用した駆動機構であり、第 3 モーター 30 の出力軸からなるスクリー軸 31 と、吸着ヘッド 4 側に搭載されたナット 32 と、吸着ヘッド 4 の伴回りを防止するガイド 33 からなる。このため、第 3 モーター 30 が作動すると、吸着ヘッド 4 は、スクリー軸 31 に沿って Z 軸方向に直動する。

【0027】

図 1 (b) に示すように、本形態の直動ロボット 100 では、第 1 モーター 10、第 2 モーター 20、および第 3 モーター 30 の角度位置をエンコーダーによって検出し、その検出結果を駆動制御部にフィードバックして第 1 モーター 10、第 2 モーター 20、および第 3 モーター 30 の駆動制御を行う。より具体的には、第 1 モーター 10 には第 1 エンコーダー 16 が設けられており、第 1 モーター 10 の角度位置を第 1 エンコーダー 16 によって検出し、その検出結果を第 1 駆動制御部 15 にフィードバックして第 1 モーター 10 の駆動制御を行う。第 2 モーター 20 には第 2 エンコーダー 26 が設けられており、第 2 モーター 20 の角度位置を第 2 エンコーダー 26 によって検出し、その検出結果を第 2 駆動制御部 25 にフィードバックして第 2 モーター 20 の駆動制御を行う。第 3 モーター 30 には第 3 エンコーダー 36 が設けられており、第 3 モーター 30 の角度位置を第 3 エンコーダー 36 によって検出し、その検出結果を第 3 駆動制御部 35 にフィードバックして第 3 モーター 30 の駆動制御を行う。なお、第 1 駆動制御部 15、第 2 駆動制御部 25 および第 3 駆動制御部 35 は、上位の制御部 40 によって制御されており、制御部 40 は、直動ロボット 100 が搭載された機器全体の制御を行う。

【0028】

(梁部材 1 で発生する振動の説明)

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る直動ロボット 100 における梁部材 1 等の平面的な構成を示す説明図であり、図 2 (a)、(b) は、梁部材 1 が Y 軸方向に移動する様子を示す説明図、およびその際に梁部材 1 に発生しようとする振動の説明図である。

【0029】

本形態の直動ロボット 100 において、ワークを保持する吸着ヘッド 4 を Y 軸方向に移動させてワークを供給エリア 101、検査エリア 102 および排出エリア 103 の順に搬送するには、図 2 (a) に示すように、第 1 モーター 10 によって梁部材 1 を Y 軸方向に移動させる。その際、第 2 モーター 20 による第 2 ジョイント 3 の X 軸方向の駆動や、第 3 モーター 30 による吸着ヘッド 4 の Z 軸方向の駆動が行われる。また、吸着ヘッド 4 による供給エリア 101 でワークの保持、検査エリア 102 でのワークの検査、排出エリア 103 で吸着ヘッド 4 からワークの解放を行うには、梁部材 1 を供給エリア 101、検査エリア 102 および排出エリア 103 で停止し、位置決めすることになる。従って、梁部材 1 は、第 1 モーター 10 によって加減速されながら Y 軸方向に駆動されることになる。その際、図 2 (b) に矢印 B1 や点線 B11 で示すように、第 1 モーター 10 の駆動力が伝達される梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X1 の端部を中心にして、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X2 の端部に Y 軸方向の振動が発生すると、吸着ヘッド 4 を短時間のうちに定位置で停止させることができない。すなわち、第 1 モーター 10 の駆動力が伝達される位置 (第 1 ジョイント 2) を Y 軸方向の所定位置に停止させても、梁部材 1 が振動していると、振動が停止するまで、吸着ヘッド 4 を Y 軸方向の所定位置に位置決めできないことになる。

【0030】

そこで、本形態では、図 1 および図 2 に示すように、梁部材 1 には、梁部材 1 の Y 軸方向の速度または加速度を検出する慣性センサー 5 が搭載されており、かかる慣性センサー 5 での検出結果を、図 1 ( b ) に示す第 1 駆動制御部 1 5 にフィードバックするようになっている。本形態では、慣性センサー 5 としてジャイロセンサー ( 角速度センサー ) が用いられている。また、第 1 モーター 1 0 の駆動力は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部に伝達されることから、慣性センサー 5 は、梁部材 1 において第 1 モーター 1 0 の駆動力が伝達される第 1 ジョイント 2 から最も離間した位置、すなわち、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部に搭載されている。

#### 【 0 0 3 1 】

( 第 1 駆動制御部 1 5 での処理内容 )

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る直動ロボット 1 0 0 の第 1 駆動制御部 1 5 でのサーボ内容を示すブロック線図である。図 4 は、図 3 に示す単位変換の内容を示す説明図である。

#### 【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、直動ロボット 1 0 0 において、第 1 駆動制御部 1 5 は、第 1 エンコーダー 1 6 からフィードバックされた速度フィードバック信号、および慣性センサー 5 からフィードバックされた速度フィードバック信号を利用したサーボ機構を構成している。このため、第 1 駆動制御部 1 5 には、第 1 エンコーダー 1 6 からフィードバックされた速度フィードバック信号に基づいて第 1 モーター 1 0 を駆動制御するための位置制御部 1 5 1 および速度制御部 1 5 2 に加えて、第 1 エンコーダー 1 6 からフィードバックされた速度フィードバック信号に振動制止用の速度フィードバック信号を加算する振動情報フィードバック部 1 5 3 が設けられている。このため、第 1 駆動制御部 1 5 は、第 1 エンコーダー 1 6 からフィードバックされた信号に基づいて、第 1 モーター 1 0 に供給する電流を設定するとともに、慣性センサー 5 からフィードバックされた信号に基づいて第 1 モーター 1 0 に供給する電流を設定する。

#### 【 0 0 3 3 】

ここで、位置制御部 1 5 1 は、角度指令  $I n t$  と第 1 エンコーダー 1 6 からの位置フィードバック信号との差  $P e r r$  に基づいて位置偏差を求める位置偏差演算部  $K p p$  を備えており、速度制御部 1 5 2 は、積分部  $1 / s$ 、速度積分ゲイン  $K v i$ 、および速度偏差演算部  $K v p$  を備えている。  $G 2$  はアンプであり、速度制御部 1 5 2 で設定された速度に基づいて第 1 モーター 1 0 に供給する電流値 ( トルク ) を設定する。速度制御部 1 5 2 において、  $K w$  は、速度フィードバック係数であり、速度制御部 1 5 2 で算出された速度に対して、振動制止用の速度フィードバック信号が加算された速度フィードバック信号を反映させる。

#### 【 0 0 3 4 】

振動情報フィードバック部 1 5 3 は、帯域フィルタ  $B E F$ 、ハイパスフィルタ  $H P F$ 、およびゲイン  $G 1$  に加えて、単位変換部  $D 1$  を備えており、慣性センサー 5 として用いたジャイロセンサーが検出した速度の単位を Y 軸方向の直線的な速度の単位に変換する。このため、慣性センサー 5 として用いたジャイロセンサーでは、速度が角速度として検出された場合でも、Y 軸方向の直線的な速度として処理することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

より具体的には、本形態では、ジャイロセンサーからなる慣性センサー 5 は、  $t$  秒 ( 制御周期 ) ごとにたわみ ( 振動 ) の角速度  $1$ 、  $2$  を検出する。一方、梁部材 1 を Y 軸方向に駆動する第 1 モーター 1 0 の角度位置は、梁部材 1 の Y 軸方向の直線的な位置に対応することから、Y 軸方向の直線的な速度しか制御できず、慣性センサー 5 で求めた角速度とは単位が相違する。そこで、本形態では、図 4 を参照して以下に説明するように、角速度を X 軸方向の速度と Y 軸方向の速度とに分解した際、慣性センサー 5 で求めた周速度は、梁部材 1 の Y 軸方向の直線的な速度に近似することができることから、梁部材 1 の振動を速度に換算してフィードバックする際、単位変換部  $D 1$  は、慣性センサー 5 で求めた周速度を梁部材 1 の Y 軸方向の直線的な速度に単位換算する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 6 】

まず、振動の速度（ねじれ速度）は、

$$V = L \cdot$$

$$L = \text{ねじれ（回転）の半径} \\ = \text{角速度}$$

で表されることから、

$$L \cdot 1 = V 1$$

$$L \cdot 2 = V 2$$

とする。

## 【 0 0 3 7 】

ここで、振動の際の角速度は、検証実験より

$$1 < 500 \text{ [deg/sec]}$$

$$2 < 500 \text{ [deg/sec]}$$

であり、制御周期は  $125 \mu\text{sec}$  であるので、

$$t = 125 \mu\text{sec}$$

である。

## 【 0 0 3 8 】

よって、

$$1 \cdot t < 0.0625 \text{ [deg]}$$

$$2 \cdot t < 0.0625 \text{ [deg]}$$

が成り立つ。

## 【 0 0 3 9 】

従って、以下の式

$$V 1 = \left( (V 1x)^2 + (V 1y)^2 \right)^{1/2}$$

$$V 1x = V 1 \cdot \cos(90 - 1 \cdot t) \quad 0$$

$$V 1y = V 1 \cdot \sin(90 - 1 \cdot t) \quad V 1$$

$$V 2 = \left( (V 2_1)^2 + (V 2_2)^2 \right)^{1/2}$$

$$V 2_1 = V 2 \cdot \cos(90 - 2 \cdot t) \quad 0$$

$$V 2_2 = V 2 \cdot \sin(90 - 2 \cdot t) \quad V 2$$

$$V 2 = \left( (V 2_x)^2 + (V 2_y)^2 \right)^{1/2}$$

$$V 2_x = V 2 \cdot \cos(90 - 1 \cdot t) \quad 0$$

$$V 2_y = V 2 \cdot \sin(90 - 1 \cdot t) \quad V 2$$

より、下式が導かれる。

## 【 0 0 4 0 】

$$\text{周速度 } L \cdot 1 = V 1y$$

$$\text{周速度 } L \cdot 2 = V 2_y$$

よって、慣性センサー 5 で検出された周速度は、Y 軸方向の直線的な速度として近似することができる。なお、厳密には、上記の単位変換では差異が発生するが、ゲイン G 1 で増幅するため問題にならない。

## 【 0 0 4 1 】

（本形態の主な効果）

以上説明したように、本形態の直動ロボット 100 では、X 軸方向に延在する梁部材 1 には慣性センサー 5 が搭載されており、第 1 駆動制御部 15 は、慣性センサー 5 によって梁部材 1 の振動を検出した結果に基づいて、第 1 モーター 10 の駆動制御を行う。このため、梁部材 1 の加減速を行ったときでも、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を抑制することができるので、梁部材 1 に設けた吸着ヘッド 4 を Y 軸方向の所定位置に短時間のうちに停止させることができる。また、慣性センサー 5 によって梁部材 1 の振動を検出するため、梁部材 1 上における第 2 ジョイント 3 の位置が変わる等、使用状況が変わっても、梁部材 1 の振動を確実に制御することができる。

## 【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50



また、梁部材 1 は、X 軸方向における一方側 X 1 の端部のみに第 1 モーター 10 からの駆動力が伝達されるのに対応して、慣性センサー 5 は、梁部材 1 の X 軸方向における他方側 X 2 の端部に搭載されている。このため、慣性センサー 5 は、速度が大きい箇所で梁部材 1 の振動を検出するため、感度が高い。

【0043】

また、慣性センサー 5 が、角速度センサーであるため、ジャイロセンサー等、汎用のセンサーを用いることができる。また、第 1 駆動制御部 150 は、慣性センサー 5 で検出された周速度を Y 軸方向の直線的な速度として用いて第 1 モーター 10 の駆動制御を行う。このため、複雑な演算を行わなくても梁部材 1 の振動制御を行うことができる。

【0044】

[ 実施の形態 1 の変形例 ]

図 5 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る直動ロボット 100 の説明図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分には、同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0045】

上記実施の形態 1 では、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部が一切、支持されていない構成であったが、本形態では、図 5 に示すように、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部を支持部材 29 を介して下側 ( Z 軸方向の他方側 Z 2 ) から支持するガイド 18 が設けられている。このため、梁部材 1 は、X 軸方向の一方側 X 1 および他方側 X 2 の両端部が支持されている。但し、第 1 モーター 10 の駆動力は、第 1 ジョイント 2 を介して梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部のみに伝達されるため、図 2 を参照して説明したように、梁部材 1 を第 1 モーター 10 によって加減速しながら Y 軸方向に駆動した際、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部に Y 軸方向の振動が発生しようとする。そこで、本形態でも、実施の形態 1 と同様、梁部材 1 には、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を検出する慣性センサー 5 が搭載されており、かかる慣性センサー 5 での検出結果を、図 1 ( b ) に示す第 1 駆動制御部 15 にフィードバックする。このため、本形態でも、実施の形態 1 と同様、梁部材 1 の加減速を行った際でも、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を抑制することができるので、梁部材 1 に設けた吸着ヘッド 4 を Y 軸方向の所定位置に短時間のうちに停止させることができる。

【0046】

[ 実施の形態 2 ]

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る直動ロボット 100 の説明図であり、図 6 ( a ) 、 ( b ) は、直動ロボット 100 の駆動機構等の説明図、および梁部材 1 等の平面的な構成を示す説明図である。図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る直動ロボット 100 において、梁部材 1 に発生しようとする振動の説明図であり、図 7 ( a ) 、 ( b ) 、 ( c ) は、梁部材 1 の中央が振動する様子を示す説明図、梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部が振動する様子を示す説明図、および梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部が振動する様子を示す説明図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分には、同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0047】

上記実施の形態 1 では、第 1 モーター 10 の駆動力は、第 1 ジョイント 2 を介して梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部のみに伝達される構成であったが、図 6 に示すように、本形態では、第 1 モーター 10 の駆動力は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部および他方側 X 2 の端部の双方に伝達される。

【0048】

より具体的には、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部および他方側 X 2 の端部の双方に第 1 ジョイント 2 および第 1 ジョイント 6 が連結されており、第 1 ジョイント 6 に対しても、第 1 ジョイント 2 と同様、ガイド 18 および第 1 タイミングベルト機構 19 が設けられている。また、第 1 モーター 10 の駆動力は、第 1 タイミングベルト機構 14 と同様、第 1 タイミングベルト機構 19 にも伝達されるようになっている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

かかる構成の直動ロボット 100 において、梁部材 1 を第 1 モーター 10 によって加減速しながら Y 軸方向に駆動した際、図 7 ( a ) に矢印 B 2 や点線 B 2 1 で示すように、梁部材 1 の中央部に Y 軸方向の振動が発生すると、吸着ヘッド 4 を短時間のうちに定位置で停止させることができない。なお、梁部材 1 を第 1 モーター 10 によって加減速しながら Y 軸方向に駆動した際、図 7 ( b )、( c ) に矢印 B 3、B 4 や点線 B 3 1、B 4 1 で示すように、梁部材 1 の端部も Y 軸方向の振動が発生しようとするが、かかる振動は、図 7 ( a ) に示すような梁部材 1 の中央部での振動に比較すると小さい。

## 【 0 0 5 0 】

そこで、本形態では、梁部材 1 には、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を検出する慣性センサー 5 が搭載されており、かかる慣性センサー 5 での検出結果を、図 1 ( b ) に示す第 1 駆動制御部 15 にフィードバックするようになっている。本形態では、慣性センサー 5 としてジャイロセンサーが用いられており、慣性センサー 5 は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部 ( 第 1 ジョイント 2 ) と他方側 X 2 ( 第 1 ジョイント 6 ) の端部との間に搭載されている。より具体的には、慣性センサー 5 は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部と他方側 X 2 の端部との間の中央、すなわち、第 1 ジョイント 2 と第 1 ジョイント 6 との間の中央に搭載されている。

## 【 0 0 5 1 】

このように構成した直動ロボット 100 でも、実施の形態 1 と同様、第 1 駆動制御部 15 は、慣性センサー 5 によって梁部材 1 の振動を検出した結果に基づいて、第 1 モーター 10 の駆動制御を行う。このため、梁部材 1 の加減速を行った際でも、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を抑制することができるので、梁部材 1 に設けた吸着ヘッド 4 を Y 軸方向の所定位置に短時間のうちに停止させることができる。また、慣性センサー 5 によって梁部材 1 の振動を検出するため、梁部材 1 上における第 2 ジョイント 3 の位置が変わる等、使用状況が変わっても、梁部材 1 の振動を確実に制御することができる。

## 【 0 0 5 2 】

また、梁部材 1 は、X 軸方向における両方の端部に第 1 モーター 10 からの駆動力が伝達されるのに対応して、慣性センサー 5 は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部と他方側 X 2 の端部との間のうち、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部と他方側 X 2 の端部との間の中央に搭載されている。このため、慣性センサー 5 は、速度が大きい箇所では梁部材 1 の振動を検出するため、感度が高い。

## 【 0 0 5 3 】

## [ 実施の形態 3 ]

図 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る直動ロボット 100 の説明図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分には、同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

## 【 0 0 5 4 】

図 8 に示すように、本形態でも、実施の形態 2 と同様、第 1 モーター 10 の駆動力は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部および他方側 X 2 の端部の双方に伝達される。また、梁部材 1 には、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を検出する慣性センサー 5 が搭載されており、かかる慣性センサー 5 での検出結果を、図 1 ( b ) に示す第 1 駆動制御部 15 にフィードバックするようになっている。本形態では、慣性センサー 5 としてジャイロセンサーが用いられており、慣性センサー 5 は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部 ( 第 1 ジョイント 2 ) と他方側 X 2 の端部 ( 第 1 ジョイント 6 ) との間に複数、搭載されている。

## 【 0 0 5 5 】

より具体的には、慣性センサー 5 は、梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部と他方側 X 2 の端部との間の中央、中央と梁部材 1 の X 軸方向の一方側 X 1 の端部 ( 第 1 ジョイント 2 ) との間、および中央と梁部材 1 の X 軸方向の他方側 X 2 の端部 ( 第 1 ジョイント 6 ) との間に慣性センサー 5 a、5 b、5 c として搭載されている。また、第 1 駆動制御部 15 は、慣性センサー 5 a、5 b、5 c のうち、最も出力が大きな慣性センサー 5 の出力

を選択して、第 1 モーター 10 の駆動制御に反映するようになっている。

【 0 0 5 6 】

このように構成した直動ロボット 100 でも、実施の形態 1、2 と同様、第 1 駆動制御部 15 は、慣性センサー 5 によって梁部材 1 の振動を検出した結果に基づいて、第 1 モーター 10 の駆動制御を行う。このため、梁部材 1 の加減速を行った際でも、梁部材 1 の Y 軸方向の振動を抑制することができるので、梁部材 1 に設けた吸着ヘッド 4 を Y 軸方向の所定位置に短時間のうちに停止させることができる。また、慣性センサー 5 によって梁部材 1 の振動を検出するため、梁部材 1 上における第 2 ジョイント 3 の位置が変わる等、使用状況が変わっても、梁部材 1 の振動を確実に制御することができる。

【 0 0 5 7 】

また、本形態では、梁部材 1 上に複数の慣性センサー 5 が搭載されており、第 1 駆動制御部 15 は、慣性センサー 5 a、5 b、5 c のうち、最も出力が大きな慣性センサー 5 の出力を選択して、第 1 モーター 10 の駆動制御に反映する。このため、梁部材 1 上における第 2 ジョイント 3 の位置が変わることによって、梁部材 1 の X 軸方向のいずれかの箇所でも速度が大きくなっても、梁部材 1 の振動を高い感度で検出するので、梁部材 1 の振動を確実に制御することができる。

【 0 0 5 8 】

なお、本形態では、実施の形態 2 に係る直動ロボット 100 に複数の慣性センサー 5 を搭載したが、実施の形態 1 に係る直動ロボット 100、あるいは実施の形態 1 の変形例に係る直動ロボット 100 に複数の慣性センサー 5 を搭載してもよい。

【 0 0 5 9 】

[ 他の実施の形態 ]

上記実施の形態 1 では、梁部材 1 の駆動にベルト機構を用いたが、送りねじ機構等、他の直動機構を用いた直動ロボットに本発明を適用してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

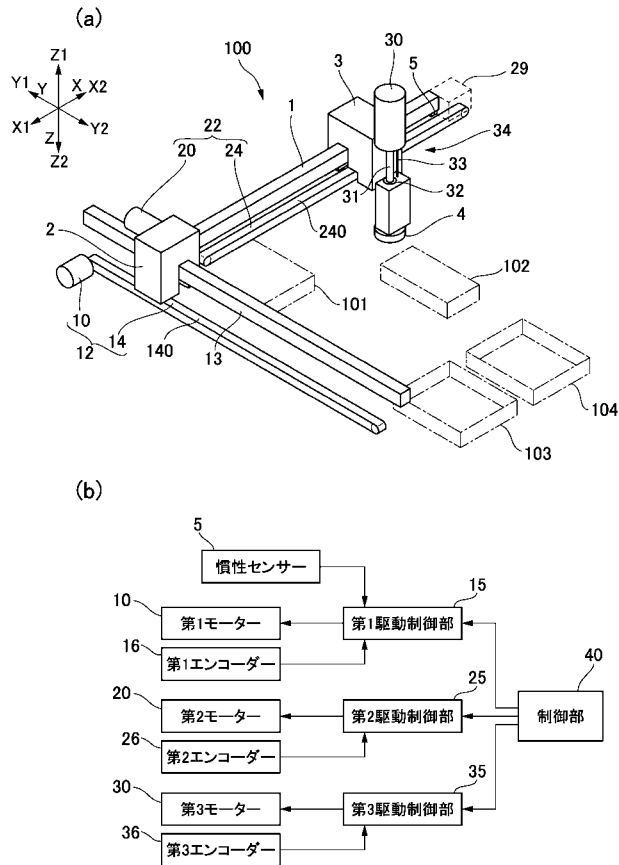
1・・・梁部材、4・・・吸着ヘッド、5、5 a、5 b、5 c・・・慣性センサー、10・・・第 1 モーター、12・・・Y 軸方向駆動機構、13・・・ガイド、14・・・第 1 タイミングベルト機構、100・・・直動ロボット、101・・・供給エリア、102・・・検査エリア、103・・・排出エリア

10

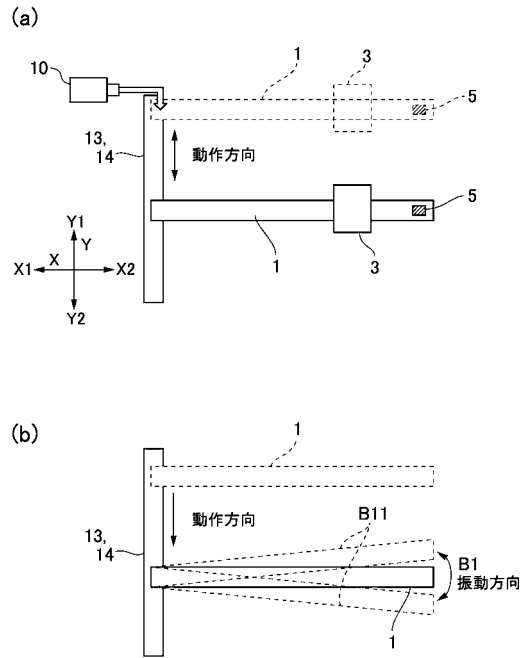
20

30

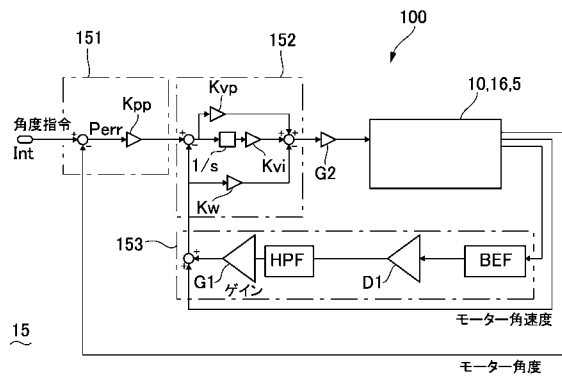
【図 1】



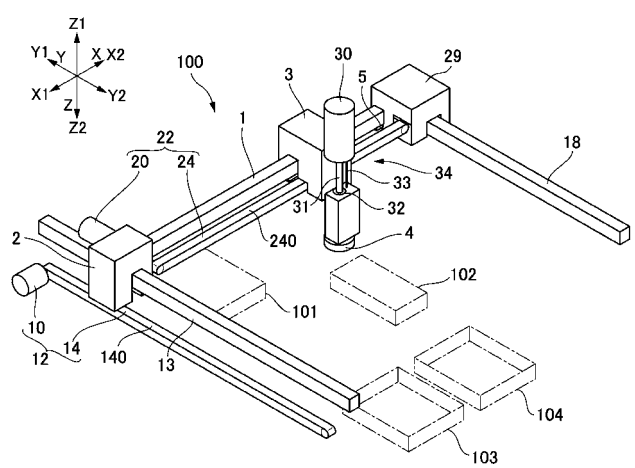
【図 2】



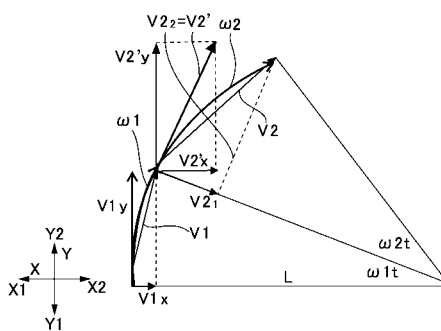
【図 3】



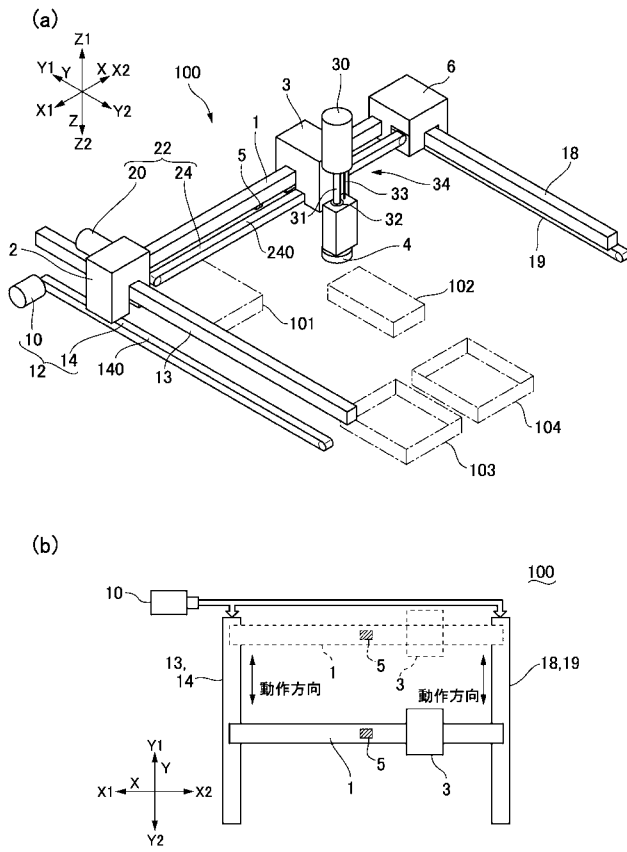
【図 5】



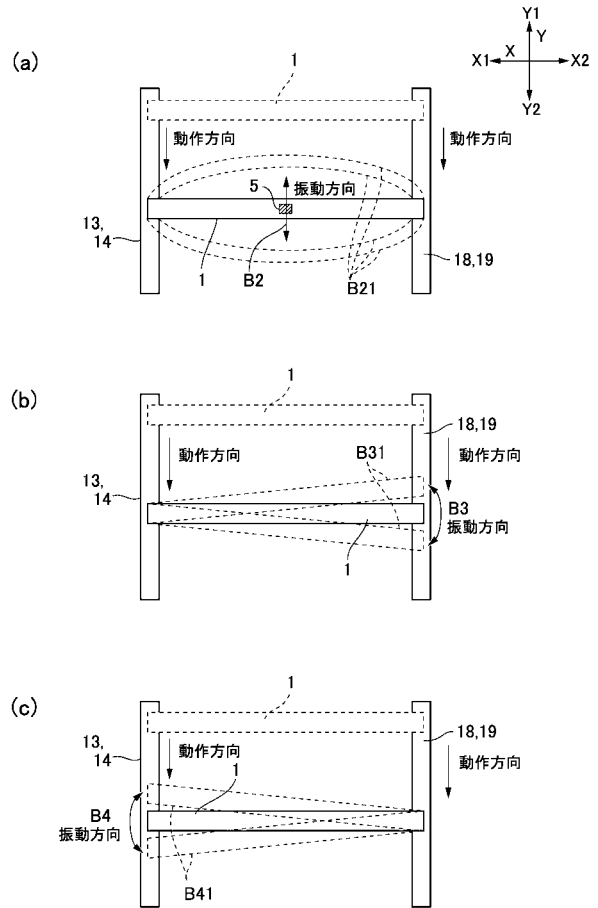
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

