

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3500443号  
(P3500443)

(45)発行日 平成16年2月23日(2004.2.23)

(24)登録日 平成15年12月12日(2003.12.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 3 Q 15/00

識別記号

F I

B 2 3 Q 15/00

C

H

請求項の数9(全11頁)

(21)出願番号	特願平7-28409	(73)特許権者	591135853 毛利 尚武 東京都中野区中央一丁目50番3-101号
(22)出願日	平成7年2月16日(1995.2.16)	(73)特許権者	000003355 株式会社椿本チエイン 大阪府大阪市北区小松原町2番4号
(65)公開番号	特開平8-215977	(72)発明者	毛利 尚武 愛知県名古屋市天白区八事石坂661 豊田工業大学八事住宅51号
(43)公開日	平成8年8月27日(1996.8.27)	(72)発明者	古谷 克司 愛知県名古屋市天白区天白町大字島田字黒石3837番地の3 豊田工業大学黒石住宅23号
審査請求日	平成13年12月7日(2001.12.7)	(74)代理人	100078868 弁理士 河野 登夫
		審査官	八木 誠

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多自由度加工システム

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 工作物を任意の姿勢で加工する多自由度加工機と、該工作物を加工する位置へ前記多自由度加工機を搬送してその粗位置決めを行う搬送機構に接続され、前記多自由度加工機を移動可能なように搭載した第1のステージと、第1のステージの位置を計測する第1の計測装置と、前記多自由度加工機の位置を計測する第2の計測装置とを備えた多自由度加工システムにおいて、

伸縮アクチュエータを有する複数のリンクと、該複数のリンクと第1のステージの、前記多自由度加工機の可動範囲を囲む複数の位置とをそれぞれ個別に連結する複数のジョイントと、第1のステージを工作物に固定するために前記伸縮アクチュエータを伸縮制御し、また、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置と第2の計

2

測装置が計測した前記多自由度加工機の位置とに基づき、第1のステージ上の位置制御により、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決めを行う制御装置とを備えることを特徴とする多自由度加工システム。

【請求項2】 前記制御装置に接続され、遠隔制御を行うための中央制御装置と通信を行う送受信機を備える請求項1記載の多自由度加工システム。

【請求項3】 第1のステージは、前記搬送機構を分離するための分離装置を備え、第1の計測装置は、第1のステージの位置及び姿勢を計測し、第2の計測装置は、前記多自由度加工機の位置及び姿勢を計測して、前記制御装置は、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測した前記多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、前記工作物を加工す

10

る位置への前記多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うべく前記伸縮アクチュエータを伸縮制御する請求項 1 又は 2 記載の多自由度加工システム。

【請求項 4】 工作物に固定するための複数のクランプ装置と、該複数のクランプ装置と前記複数のリンクとをそれぞれ個別に連結する複数のジョイントとを備える請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の多自由度加工システム。

【請求項 5】 前記ジョイントは回転アクチュエータを備え、第 1 の計測装置は、第 1 のステージの位置及び姿勢を計測し、第 2 の計測装置は、前記多自由度加工機の位置及び姿勢を計測して、前記制御装置は、第 1 の計測装置が計測した第 1 のステージの位置及び姿勢と第 2 の計測装置が計測した前記多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うべく前記回転アクチュエータを回転制御する請求項 4 記載の多自由度加工システム。

【請求項 6】 前記制御装置は、第 1 のステージ上の位置制御と、伸縮アクチュエータの伸縮制御と、前記ジョイントが有する回転アクチュエータの回転制御とにより、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行う請求項 5 記載の多自由度加工システム。

【請求項 7】 第 1 の計測装置は、第 1 のステージの位置及び姿勢を計測し、第 2 の計測装置は、前記多自由度加工機の位置及び姿勢を計測して、前記制御装置は、第 1 の計測装置が計測した第 1 のステージの位置及び姿勢と第 2 の計測装置が計測した前記多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、前記搬送機構の作動時に生じる振動を検知する振動検知手段と、該振動検知手段が検知した振動を抑制すべく前記伸縮アクチュエータを伸縮制御する振動抑制手段とを備える請求項 1 ~ 6 の何れかに記載の多自由度加工システム。

【請求項 8】 前記多自由度加工機を載設し、第 1 のステージ上に摺接する手段を有し、それぞれ異なる方向へ複数のワイヤにより引張された第 2 のステージと、第 1 のステージの複数の位置それぞれに固定され、前記ワイヤをそれぞれ巻き取る複数の巻き取り手段と、該巻き取り手段のそれぞれが巻き取ったワイヤの長さを検出する複数の巻き取り長検出手段とを備え、第 2 の計測装置は、該巻き取り長検出手段がそれぞれ検出した前記ワイヤのそれぞれの巻き取り長により、前記多自由度加工機の位置を計測して前記制御装置へ与え、前記制御装置は、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決めを行うべく前記巻き取り手段のそれぞれのワイヤの巻き取り長を制御する請求項 1 ~ 7 の何れかに記載の多自由度加工システム。

【請求項 9】 前記制御装置は、前記ワイヤのそれぞれの張力を検出する張力検出手段を備え、該張力検出手段が検出した前記ワイヤのそれぞれの張力に基づき、第 2

のステージの位置を一定に保つべく、第 2 のステージに加わる前記多自由度加工機の加工反力及び外力を補償する請求項 8 記載の多自由度加工システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工作物を任意の姿勢で加工する多自由度加工機（自走機構を持つマイクロマシンを含む）と、工作物を加工する位置への多自由度加工機の粗位置決めを行う搬送機構に接続され、多自由度加工機を搭載したステージとを備えた多自由度加工システムの改良に関するものである。

【0002】

【従来技術】図 8 は、現在、試みられている、大型工作物に形状加工又は表面処理加工を局所的に行う加工システムの 1 例の構成を示す概念図である。この加工システムは、搬送機構であるロボットアーム 10 の先端にグラインダ、エンドミル等の加工工具 9 を取り付け、大型工作物 8 の自動加工を行うものである。加工工具 9 の代わりに多自由度の加工用エンドエフェクタを取り付けることも検討されている。

【0003】この加工システムでは、ロボットアーム 10

により、工作位置の変更を容易に行うことができる。しかし、ロボットアーム 10 がシリアルリンク機構であるため、ロボットアーム 10 自体に剛性が不足しており、ロボットアーム 10 の先端で高精度の位置決めを行うことは難しいと言う問題点がある。また、加工を行うことによる反力が大きい場合、ロボットアーム 10 の剛性が不足していることが問題となり、加工システムの姿勢が変化することによる慣性力の変化及び応答速度への影響も問題となる。

【0004】これらの問題を解決するために、ロボットアーム 10 の先端に取り付けた加工工具 9 自体を工作物に吸着させて加工する加工システムが提案されている

（「磁力研磨工具を用いたロボットによる局面の研磨」精密工学会誌 54 / 1 / 1988）。また、これとは別に、工作物を任意の姿勢で加工する多自由度小型加工機を移動可能なように搭載した多自由度小型加工機搭載用ステージに、工作物と多自由度小型加工機搭載用ステージとを固定するためのクランプ装置を有する複数のリンクを取り付け、この多自由度小型加工機搭載用ステージをロボットアームの先端に固定した多自由度加工システムが提案されている（「ローカル・マシニング・ステーション方式による精密加工」1993 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの加工システムにも以下のような問題がある。前者の加工システムでは、工具の位置座標はロボットアームの座標系によって決定されるので、加工の際の位置決め精度は、ロボットアームの位置決め精度に依存する。従って、高精

度の位置決め及び加工ができない。また、ロボットアームに工具が固定されているので、工作物の工作面の法線ベクトルに対して、工具の作動方向が限定される。また、工具自体を工作物に吸着させているので、曲率半径が小さい工作物には適応が困難である。

【0006】後者の多自由度加工システムでは、多自由度小型加工機搭載用ステージに備えた複数のリンクの長さが固定されているので、多自由度小型加工機が工作物に対して取り得る位置と姿勢が限定される。また、ロボットアームが多自由度小型加工機を搬送するときに、精密機器である多自由度加工システムが、ロボットアームの振動を受けて、不具合を生じる虞れもある。

【0007】本発明は、上述のような事情に鑑みてなされたものであり、第1発明では、伸縮アクチュエータを有する複数のリンクと、リンクのそれぞれと多自由度加工機を移動可能なように搭載した第1のステージとを連結する複数のジョイントと、第1のステージを工作物に固定するために伸縮アクチュエータを伸縮制御し、また、第1のステージの位置と多自由度加工機の位置とに基づき、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決めを行う制御装置とを設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。第2発明では、制御装置に接続され、遠隔制御を行うための中央制御装置と通信を行う送受信機を設けることにより、遠隔制御が可能であり、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

【0008】第3発明では、搬送機構を分離するための分離装置を備えた第1のステージと、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うべく伸縮アクチュエータを伸縮制御する制御装置とを設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができ、1台の搬送機構で複数の多自由度加工機を作業させて作業能率が向上する多自由度加工システムを提供することを目的とする。第4発明では、工作物に固定するための複数のクランプ装置と、複数のクランプ装置と複数のリンクとをそれぞれ個別に連結する複数のジョイントとを設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度及び加工精度が向上し、工作物の傾斜角度を限定せず、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

【0009】第5発明では、回転アクチュエータを備えたジョイントと、第1のステージの位置及び姿勢と多自

由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うべく回転アクチュエータを回転制御する制御装置とを設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度及び加工精度が向上し、工作物の傾斜角度に関係なく加工作業を行うことができ、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

10 【0010】第6発明では、第1のステージ上の位置制御と、伸縮アクチュエータの伸縮制御と、ジョイントが有する回転アクチュエータの回転制御とにより、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行う制御装置を設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度及び加工精度が向上し、工作物の傾斜角度に関係なく加工作業を行うことができ、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

20 【0011】第7発明では、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測した多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、搬送機構の作動時に生じる振動を検知する振動検知手段と、振動検知手段が検知した振動を抑制すべく伸縮アクチュエータを伸縮制御する振動抑制手段とを備えた制御装置とを設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができ、搬送時の振動を抑制できる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

30 【0012】第8発明では、多自由度加工機を載設し、第1のステージ上に吸着する手段を有し、それぞれ異なる方向へ複数のワイヤにより引張された第2のステージと、第1のステージの複数の位置それぞれに固定されたワイヤの巻き取り手段と、巻き取り手段のそれぞれが巻き取ったワイヤの長さを検出する複数の巻き取り長検出手段と、巻き取り長検出手段がそれぞれ検出した巻き取り長により多自由度加工機の位置を計測する第2の計測装置と、多自由度加工機の位置及び姿勢と第1のステージの位置及び姿勢とに基づき、多自由度加工機の精密位置決めを行うべく巻き取り手段のそれぞれのワイヤの巻き取り長を制御する制御装置とを設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、多自由度加工機を小型に製作できて、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

40 【0013】第9発明では、ワイヤのそれぞれの張力を検出する張力検出手段を備え、張力検出手段が検出したワイヤのそれぞれの張力に基づき、第2のステージの位

置を一定に保つべく、第2のステージに加わる多自由度加工機の加工反力及び外力を補償する制御装置を設けることにより、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度及び加工精度が向上し、多自由度加工機を小型に製作できて、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる多自由度加工システムを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の第1発明に係る多自由度加工システムは、工作物を任意の姿勢で加工する多自由度加工機と、該工作物を加工する位置へ前記多自由度加工機を搬送してその粗位置決めを行う搬送機構に接続され、前記多自由度加工機を移動可能なように搭載した第1のステージと、第1のステージの位置を計測する第1の計測装置と、前記多自由度加工機の位置を計測する第2の計測装置とを備えた多自由度加工システムにおいて、伸縮アクチュエータを有する複数のリンクと、該複数のリンクと第1のステージの、前記多自由度加工機の可動範囲を囲む複数の位置とをそれぞれ個別に連結する複数のジョイントと、第1のステージを工作物に固定するために前記伸縮アクチュエータを伸縮制御し、また、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置と第2の計測装置が計測した前記多自由度加工機の位置とに基づき、第1のステージ上の位置制御により、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決めを行う制御装置とを備えることを特徴とする。

【0015】第2発明に係る多自由度加工システムは、前記制御装置に接続され、遠隔制御を行うための中央制御装置と通信を行う送受信機を備えることを特徴とする。

【0016】第3発明に係る多自由度加工システムは、第1のステージは、前記搬送機構を分離するための分離装置を備え、第1の計測装置は、第1のステージの位置及び姿勢を計測し、第2の計測装置は、前記多自由度加工機の位置及び姿勢を計測して、前記制御装置は、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うべく前記伸縮アクチュエータを伸縮制御することを特徴とする。

【0017】第4発明に係る多自由度加工システムは、工作物に固定するための複数のクランプ装置と、該複数のクランプ装置と前記複数のリンクとをそれぞれ個別に連結する複数のジョイントとを備えることを特徴とする。

【0018】第5発明に係る多自由度加工システムは、前記ジョイントは回転アクチュエータを備え、第1の計測装置は、第1のステージの位置及び姿勢を計測し、第2の計測装置は、前記多自由度加工機の位置及び姿勢を計測して、前記制御装置は、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測

した前記多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うべく前記回転アクチュエータを回転制御することを特徴とする。

【0019】第6発明に係る多自由度加工システムは、前記制御装置は、第1のステージ上の位置制御と、伸縮アクチュエータの伸縮制御と、前記ジョイントが有する回転アクチュエータの回転制御とにより、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うことを特徴とする。

【0020】第7発明に係る多自由度加工システムは、第1の計測装置は、第1のステージの位置及び姿勢を計測し、第2の計測装置は、前記多自由度加工機の位置及び姿勢を計測して、前記制御装置は、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測した前記多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、前記搬送機構の作動時に生じる振動を検知する振動検知手段と、該振動検知手段が検知した振動を抑制すべく前記伸縮アクチュエータを伸縮制御する振動抑制手段とを備えることを特徴とする。

【0021】第8発明に係る多自由度加工システムは、前記多自由度加工機を載設し、第1のステージ上に摺接する手段を有し、それぞれ異なる方向へ複数のワイヤにより引張された第2のステージと、第1のステージの複数の位置それぞれに固定され、前記ワイヤをそれぞれ巻き取る複数の巻き取り手段と、該巻き取り手段のそれぞれが巻き取ったワイヤの長さを検出する複数の巻き取り長検出手段とを備え、第2の計測装置は、該巻き取り長検出手段がそれぞれ検出した前記ワイヤのそれぞれの巻き取り長により、前記多自由度加工機の位置を計測して前記制御装置へ与え、前記制御装置は、前記工作物を加工する位置への前記多自由度加工機の精密位置決めを行うべく前記巻き取り手段のそれぞれのワイヤの巻き取り長を制御することを特徴とする。

【0022】第9発明に係る多自由度加工システムは、前記制御装置は、前記ワイヤのそれぞれの張力を検出する張力検出手段を備え、該張力検出手段が検出した前記ワイヤのそれぞれの張力に基づき、第2のステージの位置を一定に保つべく、第2のステージに加わる前記多自由度加工機の加工反力及び外力を補償することを特徴とする。

【0023】

【作用】本発明の第1発明に係る多自由度加工システムでは、搬送機構により工作物を加工する粗位置まで運搬された後、制御装置が、伸縮アクチュエータを伸縮制御して、第1のステージを工作物に対して固定する。そして、制御装置は、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置と第2の計測装置が計測した多自由度加工機の位置とに基づき、第1のステージ上の位置制御により、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位

置決めを行う。

【0024】第2発明に係る多自由度加工システムでは、搬送機構により工作物を加工する粗位置まで運搬された後、制御装置が、送受信機を通じて中央制御装置から遠隔制御され、伸縮アクチュエータを伸縮制御して、第1のステージを工作物に対して固定する。そして、制御装置は、中央制御装置からの遠隔制御を受けながら、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置と第2の計測装置が計測した多自由度加工機の位置とに基づき、第1のステージ上の位置制御により、工作物を加工

する位置への多自由度加工機の精密位置決めを行う。  
 【0025】第3発明に係る多自由度加工システムでは、搬送機構が、工作物を加工する位置への多自由度加工機の粗位置決めを行った後、分離装置が、第1のステージと搬送機構とを切り離す。その後、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測した多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、制御装置が、第1のステージ上の位置制御及び伸縮アクチュエータの伸縮制御により、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行う。

【0026】第4発明に係る多自由度加工システムでは、リンクのそれぞれとジョイントにより連結されたクランプ装置が工作物に固定された後、制御装置が、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行う。

【0027】第5発明に係る多自由度加工システムでは、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測した多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、制御装置が、回転アクチュエータを回転制御しながら、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行う。

【0028】第6発明に係る多自由度加工システムでは、制御装置は、第1のステージ上の位置制御と、伸縮アクチュエータの伸縮制御と、クランプ装置とリンクとを連結するジョイントが有する回転アクチュエータの回転制御とにより、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行う。

【0029】第7発明に係る多自由度加工システムでは、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢と第2の計測装置が計測した多自由度加工機の位置及び姿勢とに基づき、振動検知手段が、搬送機構の作動時に生じる振動を検知する。振動抑制手段は、振動検知手段が検知した振動を抑制すべく、伸縮アクチュエータを伸縮制御する。

【0030】第8発明に係る多自由度加工システムでは、第2の計測装置は、巻き取り長検出手段がそれぞれ検出したワイヤのそれぞれの巻き取り長により、多自由度加工機を載設した第2のステージの位置を計測して制御装置へ与え、制御装置は、第2の計測装置が計測した

第2のステージの位置及び姿勢と、第1の計測装置が計測した第1のステージの位置及び姿勢とに基づき、巻き取り手段のそれぞれのワイヤの巻き取り長を制御して、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決めを行う。

【0031】第9発明に係る多自由度加工システムでは、制御装置は、張力検出手段が検出したワイヤのそれぞれの張力に基づき、第2のステージに加わる多自由度加工機の加工反力及び外力を補償して、第1のステージ上の第2のステージの位置を一定に保つ。

【0032】  
 【実施例】以下に、本発明の実施例を、それを示す図面を参照しながら説明する。図1は、第1, 2発明に係る多自由度加工システム(以下、ローカルマシニングステーションと記す)の1実施例の構成を示す概念図である。このローカルマシニングステーションは、工作物を任意の姿勢で加工する3自由度を有する小型放電加工機1(多自由度加工機)と、小型放電加工機1の上部に設けられた、小型放電加工機1の位置を計測する加工機位置計測装置6と、工作物を加工する位置へ小型放電加工機1を搬送してその粗位置決めを行うロボットアーム(搬送機構)に接続部5により固定され、小型放電加工機1を移動可能なように搭載した多自由度加工機搭載用ステージ2と、ローカルマシニングステーション各部へ電源を供給するエネルギー源(バッテリー)19とを備えている。

【0033】加工機位置計測装置6は、多自由度加工機搭載用ステージ2を基準座標として、小型放電加工機1の位置を計測する。多自由度加工機搭載用ステージ2には、小型放電加工機1の可動範囲を囲む所定位置に、インチワーム機構3a(伸縮アクチュエータ)を有する3本のリンク3が、それぞれのジョイント(図示せず)により連結されている。リンク3の多自由度加工機搭載用ステージ2と反対側の先端は半球形になっている。

【0034】多自由度加工機搭載用ステージ2の中央部には、多自由度加工機搭載用ステージ2の位置を計測する、LED光を用いた3次元座標系における非接触計測装置であるステージ位置計測装置7が設けられている。ステージ位置計測装置7の上部には、多自由度加工機搭載用ステージ2を工作物に固定するためにインチワーム機構3aを伸縮制御し、また、ステージ位置計測装置7が計測した多自由度加工機搭載用ステージ2の位置と加工機位置計測装置6が計測した小型放電加工機1の位置とに基づき、工作物を加工する位置への多自由度加工機1の精密位置決めを行う、マイクロコンピュータを有する制御装置7bが設けられている。制御装置7bには送受信機17が接続され、送受信機17は、遠隔制御を行うための中央制御装置18と通信を行うようになっている。中央制御装置18は、ホストコンピュータを有し、1以上のローカルマシニングステーションを中央集中制

御する。

【0035】このような構成のローカルマシニングステーションの動作を以下に説明する。図2は、このローカルマシニングステーションの作動態様を示す説明図である。このローカルマシニングステーションは、ロボットアーム10の先端に接続部5により固定されており、ロボットアーム10により工作物8の加工位置まで運搬される。加工位置まで運搬されたローカルマシニングステーションは、制御装置7bが、送受信機17を通じて中央制御装置18から遠隔制御され、各リンク3の先端が工作物に接するように、インチワーム機構3aを伸縮制御し、ロボットアーム10からの押しつけ力により、多自由度加工機搭載用ステージ2を工作物に対して固定する。

【0036】その後、制御装置7bは、中央制御装置18からの遠隔制御を受けながら、ステージ位置計測装置7が計測した多自由度加工機搭載用ステージ2の工作物8に対する絶対的な位置と加工機位置計測装置6が計測した小型放電加工機1の工作物8に対する相対的な位置とに基づき、工作物8を加工する位置への小型放電加工機1の精密位置決めを行う。精密位置決めの後、中央制御装置18からの遠隔制御を受けた制御装置7bからの指示により、小型放電加工機1は工作物8を放電加工する。制御装置7bは、加工時に小型放電加工機1の位置がずれないように、加工時にも精密位置決めを行う。加工液の供給、排出はステージに取り付けたノズルで行う。

【0037】尚、ステージ位置計測装置7は、レーザビーム、超音波等を用いた3次元座標系における非接触計測装置でも良く、また、工作物上にマーカを設置し、そのマーカを検出して、位置を計測するものでも良い。また、ステージ位置計測装置7は、粗さ計等のスタイラス（触針）により工作物面上を走査することで、位置を計測するものでも良く、接触式、非接触式を問わない。

【0038】第3発明に係るローカルマシニングステーションの1実施例の構成は、図1に示す第1, 2発明に係るローカルマシニングステーションの構成における、ロボットアームとの接続部5が、ロボットアームと容易に分離接続可能な、ロボットハンド、電磁石等を使用した分離装置5aになっている。尚、ロボットアームの代わりにクレーンを使用することもできる。また、加工機位置計測装置6は、多自由度加工機搭載用ステージ2を基準座標として、小型放電加工機1の位置及び姿勢を計測する加工機位置計測装置6に、ステージ位置計測装置7は、多自由度加工機搭載用ステージ2の位置及び姿勢を計測するステージ位置計測装置7aになっている。その他の構成は、第1, 2発明に係るローカルマシニングステーションの構成と同様なので、説明を省略する。

【0039】このような構成のローカルマシニングステーションの動作を以下に説明する。図3は、このローカ

ルマシニングステーションの作動態様を示す説明図である。このローカルマシニングステーションは、ロボットアーム10の先端に固定された状態で、ロボットアーム10により工作物8の加工位置まで運搬される。加工位置まで運搬されたローカルマシニングステーションは、3本のリンク3の先端が工作物8に接した状態で、中央制御装置18からの遠隔制御を受けて、分離装置5aによりロボットアーム10と切り離される。

【0040】ロボットアーム10と切り離されたローカルマシニングステーションは、ステージ位置計測装置7aが計測した多自由度加工機搭載用ステージ2の工作物8に対する絶対的な位置及び姿勢と加工機位置計測装置6aが計測した小型放電加工機1の工作物8に対する相対的な位置及び姿勢とに基づき、制御装置7cが、送受信機17を通じて中央制御装置18から遠隔制御を受けながら、多自由度加工機搭載用ステージ2上の制御及び伸縮アクチュエータの伸縮制御により、工作物8を加工する位置への小型放電加工機1の精密位置決め及び姿勢制御を行う。

【0041】精密位置決め及び姿勢制御の後、小型放電加工機1は、制御装置7cからの指示により、工作物8を放電加工する。制御装置7cは、加工時に小型放電加工機1の位置及び姿勢がずれないように、中央制御装置18から遠隔制御を受けながら、加工時にも、多自由度加工機搭載用ステージ2上の制御及び伸縮アクチュエータの伸縮制御により、工作物8を加工する位置への小型放電加工の精密位置決め及び姿勢制御を行う。このローカルマシニングステーションでは、ロボットアーム10は、ローカルマシニングステーションを運搬するだけなので、図3に示すように、1台のロボットアーム10により、複数のローカルマシニングステーションを工作物8上で捌くことができ、作業能率を向上させることが可能である。

【0042】図4は、第4発明に係るローカルマシニングステーションの1実施例の構成を示す概念図である。このローカルマシニングステーションは、図1に示す第1, 2発明に係るローカルマシニングステーションの構成における、ロボットアームとの接続部5が、ロボットアームと容易に分離接続可能な、ロボットハンド、電磁石等を使用した分離装置5aになっている。また、リンク3の多自由度加工機搭載用ステージ2と反対側の先端が、半球形ではなく、工作物に固定するためのクランプ装置4と、このクランプ装置4とリンク3とを連結するジョイント4aとを備えている。クランプ装置4は、工作物8が鉄等の磁性体の場合は、電磁石を利用した機構のもの、工作物8が非磁性体の場合は、真空パッド等の吸引力を利用した機構のものを使用する。その他の構成は、第1, 2発明に係るローカルマシニングステーションの構成と同様なので、説明を省略する。

【0043】このローカルマシニングステーションは、

ロボットアーム 10 の先端に固定された状態で、ロボットアーム 10 により工作物 8 の加工位置まで運搬される。加工位置まで運搬されたローカルマシニングステーションは、3本のリンク 3 の先端のクランプ装置 4 により工作物 8 に固定された後、中央制御装置 18 からの遠隔制御を受けて、分離装置 5 a によりロボットアーム 10 と切り離される。ロボットアーム 10 と切り離されたローカルマシニングステーションは、ステージ位置計測装置 7 a が計測した多自由度加工機搭載用ステージ 2 の工作物 8 に対する絶対的な位置及び姿勢と加工機位置計測装置 6 a が計測した小型放電加工機 1 の工作物 8 に対する相対的な位置及び姿勢とに基づき、制御装置 7 c が、送受信機 17 を通じて中央制御装置 18 から遠隔制御を受けながら、多自由度加工機搭載用ステージ 2 上の制御及び伸縮アクチュエータの伸縮制御により、工作物 8 を加工する位置への小型放電加工機 1 の精密位置決め及び姿勢制御を行う。

【0044】このとき、クランプ装置 4 が工作物 8 に固定されているが、ジョイント 4 a によりクランプ装置 4 とリンク 3 とが連結されているので、多自由度加工機搭載用ステージ 2 と工作物 8 とリンク 3 とでパラレルリンク機構が構成される。また、各リンク 3 は、自由な姿勢で伸縮することができる。その他の動作は、上述で説明した第 1, 2 発明に係るローカルマシニングステーションの動作と同様なので、説明を省略する。

【0045】このローカルマシニングステーションでは、ロボットアーム 10 は、ローカルマシニングステーションを運搬するだけなので、図 3 に示すように、1台のロボットアーム 10 により、複数のローカルマシニングステーションを工作物 8 上で捌くことができ、作業効率を向上させることが可能である。また、クランプ装置 4 により工作物 8 に固定されるので、図 3 に示すような水平面又は水平面に近い工作面に限らず、どのような傾斜角度の工作面においても、ロボットアーム 10 と切り離して作動できる。また、多自由度加工機搭載用ステージ 2 と工作物 8 とリンク 3 とでパラレルリンク機構が構成されるので、剛性が高まり、高精度の位置決め及び加工ができる。また、各リンク 3 は、自由な姿勢で伸縮することができるので、小型放電加工機 1 は、広範囲の角度から加工作業を行うことができる。

【0046】第 5, 6 発明に係るローカルマシニングステーションの 1 実施例の構成は、図 4 に示す第 4 発明に係るローカルマシニングステーションの構成における、クランプ装置 4 とリンク 3 とを連結するジョイント 4 a が、回転アクチュエータを備えたものである。その他の構成は、第 4 発明に係るローカルマシニングステーションの構成と同様なので、説明を省略する。

【0047】このローカルマシニングステーションは、ステージ位置計測装置 7 a が計測した多自由度加工機搭載用ステージ 2 の工作物 8 に対する絶対的な位置及び姿

勢と加工機位置計測装置 6 a が計測した小型放電加工機 1 の工作物 8 に対する相対的な位置及び姿勢とに基づき、制御装置 7 c が、送受信機 17 を通じて中央制御装置 18 から遠隔制御を受けながら、多自由度加工機搭載用ステージ 2 上の制御及び伸縮アクチュエータの伸縮制御に加えて、ジョイント 4 a が有する回転アクチュエータの回転制御により、工作物 8 を加工する位置への小型放電加工機 1 の精密位置決め及び姿勢制御を行う。その他の動作は、第 4 発明に係るローカルマシニングステーションの動作と同様なので、説明を省略する。このローカルマシニングステーションでは、制御装置 7 c は、ジョイント 4 a が有する回転アクチュエータの回転制御によっても、工作物 8 を加工する位置への小型放電加工機 1 の精密位置決め及び姿勢制御を行うので、小型放電加工機 1 は、より広範囲の角度から加工作業を行うことができる。

【0048】図 5 は、第 7 発明に係るローカルマシニングステーションの 1 実施例の作動態様を示す説明図である。このローカルマシニングステーションは、図 3 に示す第 3 発明に係るローカルマシニングステーションと同様であるが、ロボットアームに代わってクレーン 11 によりクレーンのワイヤ 20 を介して搬送される。また、リンク 3 は、図 6 に示すように、多自由度加工機搭載用ステージ 2 の法線ベクトルと一致しない所定方向へ付勢されて保持されている。また、制御装置 7 d は、クレーン 11 によるローカルマシニングステーションの搬送時に、ステージ位置計測装置 7 a が計測した多自由度加工機搭載用ステージ 2 の位置及び姿勢と加工機位置計測装置 6 a が計測した小型放電加工機 1 の位置及び姿勢とに基づき、その変化速度が所定値より大きいときは、その変化を振動として検知し、その検知した振動を抑制するように、伸縮アクチュエータ 3 a を図 6 の矢符方向へ伸縮制御する。その他の構成は、第 3 発明に係るローカルマシニングステーションの構成と同様なので、説明を省略する。

【0049】このローカルマシニングステーションは、クレーン 11 がローカルマシニングステーションを工作物 8 を加工する位置迄搬送するときに、制御装置 7 d は、上述の制御を行い、伸縮アクチュエータ 3 a の伸縮に伴う慣性力により、ローカルマシニングステーションが振動することを抑制する。ローカルマシニングステーションが工作物 8 を加工する位置に固定された後の動作は、第 3 発明に係るローカルマシニングステーションの動作と同様なので、説明を省略する。このローカルマシニングステーションでは、クレーン 11 により工作物 8 を加工する位置迄搬送されるときに生じる振動を抑制できるので、工作物 8 を加工する位置に固定される動作が振動により妨害されることがなく、また、振動により不具合が生じることもない。

【0050】図 7 (a) は、第 8, 9 発明に係るローカ

10

20

30

40

50

ルマシニングステーションの 1 実施例の構成を示す側面図であり、図 7 ( b ) は、その下面図である。このローカルマシニングステーションは、小型放電加工機 1 ( 多自由度加工機 ) を載設し、多自由度加工機搭載用ステージ 2 a のステージ面に吸着する磁力を利用した手段 ( 図示せず ) を有し、それぞれ異なる所定の 3 方向へワイヤ 1 3 により引張された移動ステージ 1 2 を備えている。また、多自由度加工機搭載用ステージ 2 a のステージ面の裏面のそれぞれの所定位置に固定され、ワイヤ 1 3 をそれぞれ巻き取る 3 個のモータ 1 4 と、ワイヤ 1 3 をモータ 1 4 へ誘導するためのモータ 1 4 毎の 1 対のプーリ 1 6 と、モータ 1 4 のそれぞれが巻き取ったワイヤ 1 3 の長さを検出する、各 1 対のプーリ 1 6 の何れかに取り付けられたロータリエンコーダ 1 5 ( 巻き取り長検出手段 ) 1 5 とを備えている。

【 0 0 5 1 】また、ロータリエンコーダ 1 5 がそれぞれ検出したワイヤ 1 3 のそれぞれの巻き取り長により小型放電加工機 1 の位置を計測する加工機位置計測装置 6 b と、加工機位置計測装置 6 b が計測した小型放電加工機 1 の位置及び姿勢とステージ位置計測装置 7 a が計測した多自由度加工機搭載用ステージ 2 a の位置及び姿勢とに基づき、モータ 1 4 のそれぞれのワイヤ 1 3 の巻き取り長を制御して、工作物を加工する位置への小型放電加工機 1 の精密位置決めを行う制御装置 7 e とを備えている。

【 0 0 5 2 】制御装置 7 e は、また、ワイヤ 1 3 のそれぞれの張力を検出する張力検出手段 ( 図示せず ) を備え、この張力検出手段が検出したワイヤ 1 3 のそれぞれの張力に基づき、ワイヤ 1 3 が弛まないように、移動ステージ 1 2 に加わる小型放電加工機 1 の加工反力及び外力を補償して、移動ステージ 1 2 の位置を一定に保つ。張力検出手段は、モータ 1 4 の電機子に流れる電流を測定することにより、ワイヤ 1 3 の張力を検出する。加工機位置計測装置 6 b、ステージ位置計測装置 7 a 及び制御装置 7 e は、多自由度加工機搭載用ステージ 2 a のステージ面の裏面に設けられている。その他の構成は、第 3 発明に係るローカルマシニングステーションの構成と同様なので、説明を省略する ( 但し、多自由度加工機搭載用ステージ 2 a に連結されているリンク 3、ロボットアームとの分離装置 5 a、中央制御装置 1 8 等は図示せず ) 。

【 0 0 5 3 】このような構成のローカルマシニングステーションの動作を以下に説明する。このローカルマシニングステーションは、ロボットアームにより、工作物を加工する位置への粗位置決めが行われた後、制御装置 7 e が、送受信機 1 7 を通じて中央制御装置 ( 図示せず ) から遠隔制御を受けながら、加工機位置計測装置 6 b が計測した小型放電加工機 1 の位置及び姿勢と、ステージ位置計測装置 7 a が計測した多自由度加工機搭載用ステージ 2 a の位置及び姿勢とに基づき、各モータ 1 4 のそ

れぞれのワイヤ 1 3 の巻き取り長を制御して、移動ステージ 1 2 に載設された小型放電加工機 1 の、工作物を加工する位置への精密位置決めを行う。

【 0 0 5 4 】このとき、制御装置 7 e は、張力検出手段が検出したワイヤ 1 3 のそれぞれの張力に基づき、ワイヤ 1 3 が弛まないように、各モータ 1 4 のそれぞれのワイヤ 1 3 の巻き取り長を制御する。制御装置 7 e は、制御装置 7 e の指示により小型放電加工機 1 が工作物を放電加工しているときは、中央制御装置 1 8 から遠隔制御を受けながら、移動ステージ 1 2 に加わる小型放電加工機 1 の加工反力及び外力を補償して、移動ステージ 1 2 の位置を一定に保つ。その他の動作は、第 3 発明に係るローカルマシニングステーションの動作と同様なので、説明を省略する。

【 0 0 5 5 】このローカルマシニングステーションでは、ワイヤ 1 3 を使用することにより、小型放電加工機 1 を載設した移動ステージ 1 2 の駆動装置 ( モータ 1 4 ) 及び位置計測装置 ( 加工機位置計測装置 6 b ) を、移動ステージ 1 2 の外部に設けることができるので、移動ステージ 1 2 を小型に製作することが可能である。尚、上述の各実施例における、リンクのそれぞれと多自由度加工機搭載用ステージとを連結するジョイントが設けられる位置は、必ずしもリンクの端部である必要はなく、リンクの中間部であっても良い。また、リンクが有する伸縮アクチュエータは、インチワーム機構に限らず、電動シリンダ等であっても良い。

【 0 0 5 6 】

【 発明の効果 】本発明の第 1 発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。

【 0 0 5 7 】第 2 発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、集中制御により、複数の多自由度加工機を作業させることができるので、作業能率を向上させることができる。

【 0 0 5 8 】第 3 発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、1 台の搬送機構で複数の多自由度加工機を作業させることができるので、作業能率を向上させることができる。

【 0 0 5 9 】第 4 発明に係る多自由度加工システムによれば、工作面の傾斜角度に関係なく加工作業を行うことができ、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、第 1 のステージと工作物とリンクとで平行リンク機構が構成されるので、剛性が高まり、高精度の位置決めができる。また、各リンクは、自由な姿勢で伸縮することがで



きるので、多自由度加工機は、広範囲の角度から加工作業を行うことができる。

【0060】第5, 6発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、回転アクチュエータの回転制御によっても、工作物を加工する位置への多自由度加工機の精密位置決め及び姿勢制御を行うので、多自由度加工機は、より広範囲の角度から加工作業を行うことができる。

【0061】第7発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、搬送時の振動を抑制できるので、工作物を加工する位置に固定される動作が振動により妨害されることがなく、振動により不具合が生じることがない。

【0062】第8発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上し、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、多自由度加工機を小型に製作することができる。

【0063】第9発明に係る多自由度加工システムによれば、多自由度加工機を小型に製作できて、大型工作物に対する場合には、形状加工及び表面処理加工を局所的に行うことができる。また、第2のステージに加わる多自由度加工機の加工反力及び外力を補償するので、多自由度加工機の工作物に対する位置決め精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1, 2発明に係る多自由度加工システムの1実施例の構成を示す概念図である。

【図2】第1, 2発明に係る多自由度加工システムの作動態様を示す説明図である。

【図3】第3発明に係る多自由度加工システムの作動態様を示す説明図である。

【図4】第4発明に係る多自由度加工システムの1実施\*

\* 例の構成を示す概念図である。

【図5】第7発明に係る多自由度加工システムの1実施例の作動態様を示す説明図である。

【図6】第7発明に係る多自由度加工システムの動作を示す説明図である。

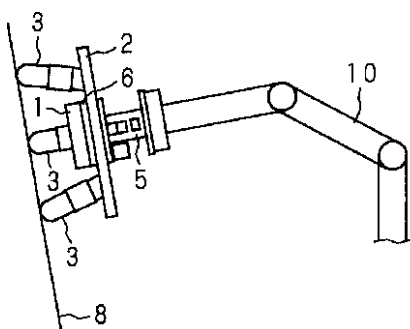
【図7】第8, 9発明に係る多自由度加工システムの1実施例の構成を示す側面図(a)及び下面図(b)である。

【図8】大型工作物に形状加工又は表面処理加工を局所的に行う従来の加工システムの構成例を示す概念図である。

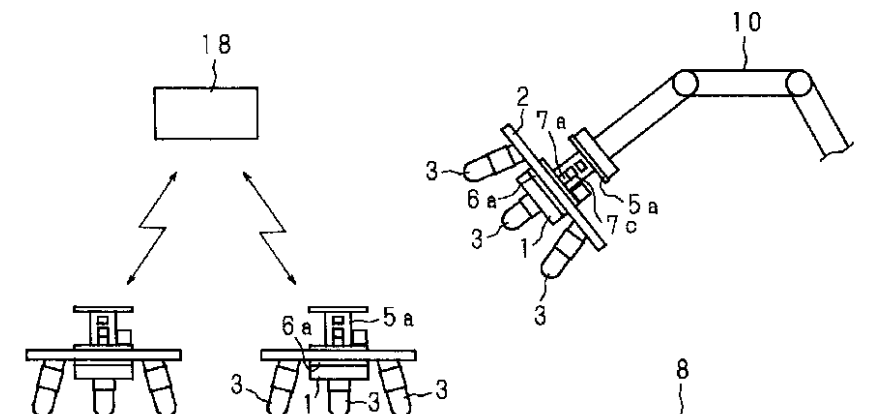
【符号の説明】

- 1 小型放電加工機(多自由度加工機)
- 2, 2a 多自由度加工機搭載用ステージ(第1のステージ)
- 3 リンク
- 3a インチワーム機構(伸縮アクチュエータ)
- 4 クランプ装置
- 4a ジョイント
- 5 接続部
- 5a 分離装置
- 6, 6a, 6b 加工機位置計測装置(第2の計測装置)
- 7, 7a ステージ位置計測装置(第1の計測装置)
- 7b, 7c, 7d, 7e 制御装置
- 8 工作物
- 10 ロボットアーム
- 11 クレーン
- 12 移動ステージ(第2のステージ)
- 13 ワイヤ
- 14 モータ
- 15 ロータリエンコーダ(巻き取り長検出手段)
- 16 プーリ
- 17 送受信機
- 18 中央制御装置

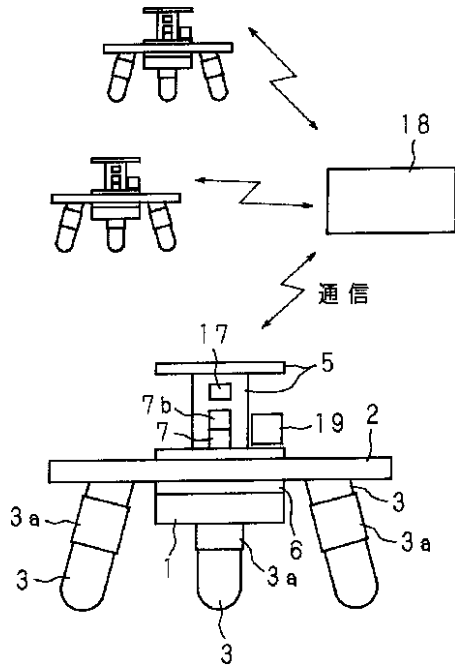
【図2】



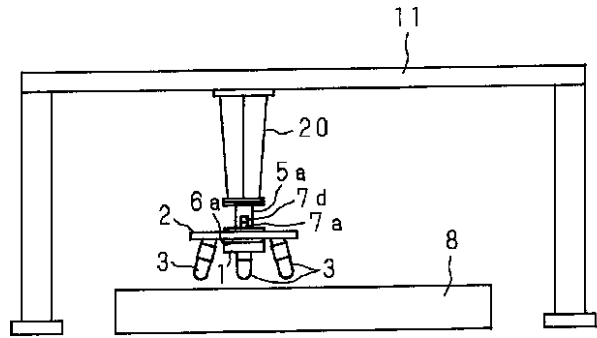
【図3】



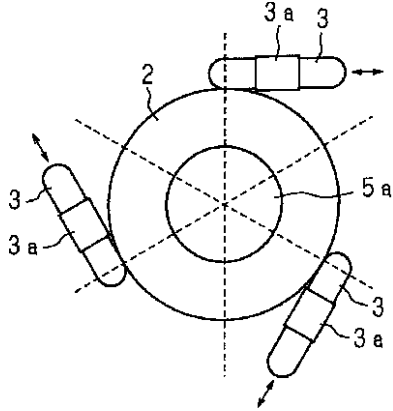
【図1】



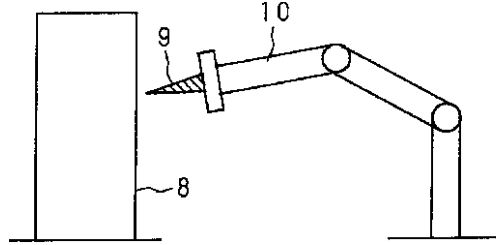
【図5】



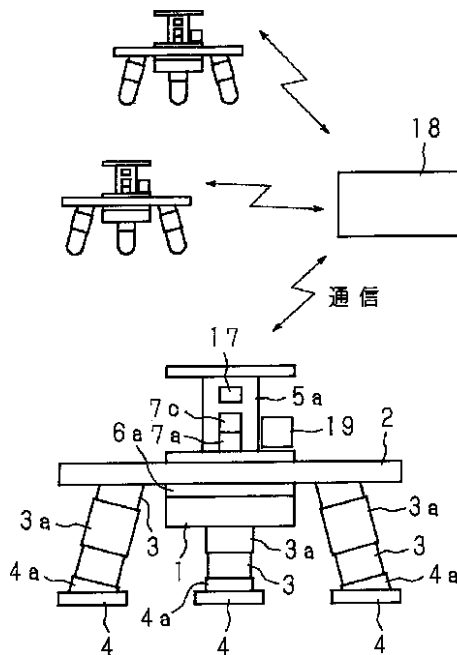
【図6】



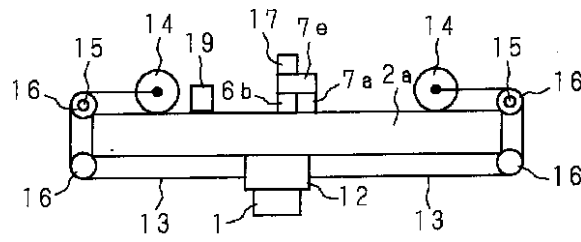
【図8】



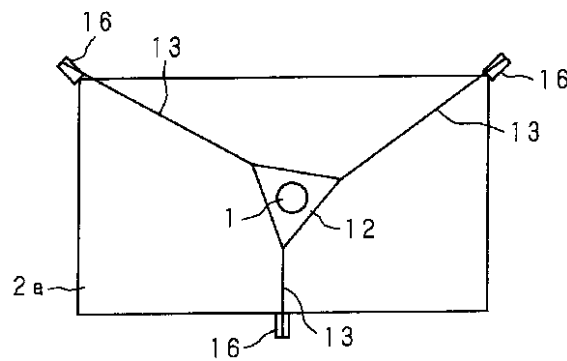
【図4】



【図7】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 柴谷 一弘  
大阪府大阪市鶴見区鶴見4丁目17番96号  
株式会社椿本チエイン内

(56)参考文献 特開 平3 - 245943 (JP, A)  
特開 平7 - 239707 (JP, A)  
特開 平6 - 285619 (JP, A)  
特開 平6 - 301411 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

B23Q 15/00 - 15/28

G05B 19/18 - 19/46

B81B 1/00 - 7/04

B81C 1/00 - 5/00