

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-20007
(P2023-20007A)

(43)公開日 令和5年2月9日(2023.2.9)

(51)国際特許分類
B 2 5 J 13/00 (2006.01)

F I
B 2 5 J 13/00

Z

テーマコード (参考)
3 C 7 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-125117(P2021-125117)	(71)出願人	000002369
(22)出願日	令和3年7月30日(2021.7.30)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
		(74)代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(74)代理人	100216253
			弁理士 松岡 宏紀
		(74)代理人	100225901
			弁理士 今村 真之
		(72)発明者	岩▲崎▼ 友寿
			長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイ
			コーエブソン株式会社内
		(72)発明者	荒川 豊
			長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイ
			コーエブソン株式会社内
最終頁に続く			

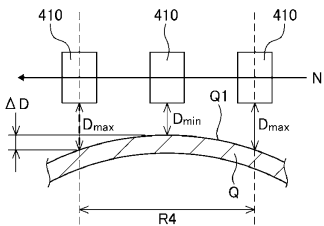
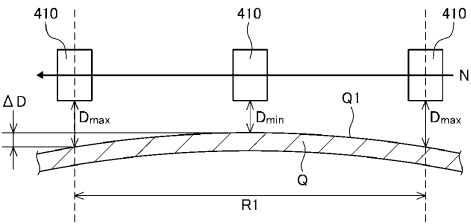
(54)【発明の名称】 ロボットシステムの制御方法およびロボットシステム

(57)【要約】

【課題】優れた作業精度を発揮することのできるロボットシステムの制御方法およびロボットシステムを提供すること。

【解決手段】移動ステージと、前記移動ステージに取り付けられた工具と、前記移動ステージまたは対象物の一方を保持するロボットアームと、を備え、前記工具を用いて前記対象物に対して所定の作業を行うロボットシステムの制御方法であって、前記ロボットアームを停止させた状態で前記移動ステージによって前記工具を前記対象物に対して移動させながら前記作業を行い、前記対象物の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、前記作業の範囲が小さい。

【選択図】図 9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動ステージと、前記移動ステージに取り付けられた工具と、前記移動ステージまたは対象物の一方を保持するロボットアームと、を備え、前記工具を用いて前記対象物に対して所定の作業を行うロボットシステムの制御方法であって、

前記ロボットアームを停止させた状態で前記移動ステージによって前記工具を前記対象物に対して移動させながら前記作業を行い、

前記対象物の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、前記作業の範囲が小さいことを特徴とするロボットシステムの制御方法。

【請求項 2】

前記ロボットアームは、前記移動ステージを保持する請求項 1 に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 3】

前記移動ステージは、前記工具を保持する請求項 2 に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 4】

前記移動ステージは、駆動源として圧電アクチュエーターを有している請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 5】

前記工具は、プリンターヘッドである請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 6】

前記対象物の形状は、前記対象物の C A D データに基づいて算出する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 7】

前記対象物の形状は、前記対象物を撮像して得られる撮像データに基づいて算出する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 8】

前記移動ステージの駆動により前記工具が加速または減速している間は、前記作業を行わない請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 9】

前記作業時の前記工具の移動開始位置は、前記作業の範囲外に位置する請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 10】

前記対象物の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、前記工具の移動速度が遅い請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムの制御方法。

【請求項 11】

移動ステージと、前記移動ステージに取り付けられた工具と、前記移動ステージまたは対象物の一方を保持するロボットアームと、を備え、前記工具を用いて前記対象物に対して所定の作業を行うロボットシステムであって、

前記ロボットアームを停止させた状態で前記移動ステージによって前記工具を前記対象物に対して移動させながら前記作業を行い、

前記対象物の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、前記作業の範囲が小さいことを特徴とするロボットシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ロボットシステムの制御方法およびロボットシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、ロボットアームの先端にヘッドスライドユニットを介してスプレーノズルが支持されたロボットを有し、前記スプレーノズルから塗料を噴射することにより対象物の表面を塗装するロボットシステムが開示されている。このようなロボットシステムでは、ロボットアームを動かしてスプレーノズルを対象物の未塗装領域に対向させる移動ステップと、ロボットアームを停止させた状態とし、ヘッドスライドユニットによってスプレーノズルを対象物に対して移動させながら未塗装領域の塗装作業を行う塗装ステップと、を繰り返すことにより、対象物全体の塗装を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 2 - 3 1 8 5 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、インクジェットヘッドを用いて曲面に印刷を行う場合、スライドユニットを用いてインクジェットヘッドを被印刷面に対して移動させると、その移動中に被印刷面とインクジェットヘッドとの離間距離が変化してしまい、印刷領域内において印刷ムラが生じ、印刷作業の出来栄が悪くなるという問題がある。このことは、被印刷領域の曲率が大きい程、顕著となる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のロボットシステムの制御方法は、移動ステージと、前記移動ステージに取り付けられた工具と、前記移動ステージまたは対象物の一方を保持するロボットアームと、を備え、前記工具を用いて前記対象物に対して所定の作業を行うロボットシステムの制御方法であって、

前記ロボットアームを停止させた状態で前記移動ステージによって前記工具を前記対象物に対して移動させながら前記作業を行い、

前記対象物の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、前記作業の範囲が小さい。

【0006】

本発明のロボットシステムは、移動ステージと、前記移動ステージに取り付けられた工具と、前記移動ステージまたは対象物の一方を保持するロボットアームと、を備え、前記工具を用いて前記対象物に対して所定の作業を行うロボットシステムであって、

前記ロボットアームを停止させた状態で前記移動ステージによって前記工具を前記対象物に対して移動させながら前記作業を行い、

前記対象物の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、前記作業の範囲が小さい。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】第 1 実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す斜視図である。

【図 2】移動ステージを示す平面図である。

【図 3】印刷工程を示すフローチャートである。

【図 4】印刷面を複数の領域に分割した状態を示す図である。

【図 5】印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。

【図 6】印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。

【図 7】印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。

【図 8】印刷方法の効果を説明する図である。

【図 9】印刷方法の効果を説明する図である。

【図 10】印刷方法の変形例を示す図である。

【図 11】印刷方法の変形例を示す図である。

【図 12】第 2 実施形態に係る印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】第 2 実施形態に係る印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。

【図 1 4】印刷方法の効果を説明する図である。

【図 1 5】印刷方法の効果を説明する図である。

【図 1 6】第 3 実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、ロボットシステムの制御方法およびロボットシステムの好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0009】

10

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、第 1 実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す斜視図である。図 2 は、移動ステージを示す平面図である。図 3 は、印刷工程を示すフローチャートである。図 4 は、印刷面を複数の領域に分割した状態を示す図である。図 5 ないし図 7 は、それぞれ、印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。図 8 および図 9 は、印刷方法の効果を説明する図である。図 10 および図 11 は、印刷方法の変形例を示す図である。

【0010】

図 1 に示すロボットシステム 100 は、ロボット 200 と、ロボット 200 の駆動を制御するロボット制御装置 900 と、対象物 Q を支持および固定する固定部材 700 と、を有する。

20

【0011】

ロボット 200 は、6 つの駆動軸を有する 6 軸ロボットである。ロボット 200 は、床に固定された基台 210 と、基台 210 に接続されたロボットアーム 220 と、ロボットアーム 220 に移動ステージ 300 を介して接続された工具 400 と、を有する。

【0012】

また、ロボットアーム 220 は、複数のアーム 221、222、223、224、225、226 が回動自在に連結されたロボティックアームであり、6 つの関節 J1 ~ J6 を備えている。このうち、関節 J2、J3、J5 は、曲げ関節であり、関節 J1、J4、J6 は、ねじり関節である。また、関節 J1、J2、J3、J4、J5、J6 には、それぞれ、駆動源であるモーター M と、モーター M の回転量（アームの回動角）を検出するエンコーダー E とが設置されている。

30

【0013】

そして、アーム 226 の先端部に移動ステージ 300 を介して工具 400 が接続されている。すなわち、移動ステージ 300 はアーム 226 に保持され、工具 400 は移動ステージ 300 に取り付けられている。工具 400 としては、特に限定されず、目的の作業に応じて適宜設定することができるが、本実施形態では、プリンターヘッド、その中でも特にインクジェットヘッド 410 が用いられている。インクジェットヘッド 410 は、図示しないインク室およびインク室の壁面に配置された振動板と、インク室に繋がるインク吐出孔 411 と、を有し、振動板が振動することによりインク室内のインクがインク吐出孔 411 から吐出する構成となっている。ただし、インクジェットヘッド 410 の構成としては、特に限定されない。また、プリンターヘッドとしては、インクジェットヘッド 410 に限定されない。

40

【0014】

また、図 2 に示すように、インクジェットヘッド 410 とロボットアーム 220 とを接続する移動ステージ 300 は、アーム 226 に接続された基部 310 と、基部 310 に対して移動するステージ 320 と、基部 310 に対してステージ 320 を移動させる移動機構 330 と、を有する。互いに直交する 3 軸を X 軸、Y 軸および Z 軸としたとき、ステージ 320 は、基部 310 に対して X 軸に沿う方向に移動可能な X ステージ 320 X と、X ステージ 320 X に対して Y 軸に沿う方向に移動可能な Y ステージ 320 Y と、Y ステ

50

ジ 3 2 0 Y に対して Z 軸まわりに回転可能な θ ステージ 3 2 0 θ と、を有し、 θ ステージ 3 2 0 θ にインクジェットヘッド 4 1 0 が装着されている。X ステージ 3 2 0 X と Y ステージ 3 2 0 Y は、リニアガイドによってそれぞれ X 軸方向および Y 軸方向に直動案内されており、リニアガイドのレール方向において滑らかにガタ無く移動することができる。

【 0 0 1 5 】

また、移動機構 3 3 0 は、X ステージ 3 2 0 X を基部 3 1 0 に対して X 軸に沿う方向に移動させる X 移動機構 3 3 0 X と、Y ステージ 3 2 0 Y を X ステージ 3 2 0 X に対して Y 軸に沿う方向に移動させる Y 移動機構 3 3 0 Y と、 θ ステージ 3 2 0 θ を Y ステージ 3 2 0 Y に対して Z 軸まわりに回転させる θ 移動機構 3 3 0 θ と、を有する。

【 0 0 1 6 】

また、X 移動機構 3 3 0 X、Y 移動機構 3 3 0 Y および θ 移動機構 3 3 0 θ は、それぞれ、駆動源として圧電アクチュエーター 3 4 0 を有する。これにより、移動ステージ 3 0 0 の小型化および軽量化を図ることができる。また、移動ステージ 3 0 0 の駆動精度が向上し、さらには、工具 4 0 0 を等速移動させ易くなる。また、減速機を用いずにダイレクト駆動を行えるので、更なる軽量化および小型化を図ることができる。なお、圧電アクチュエーター 3 4 0 は、圧電素子の伸縮を利用して振動する構成となっており、振動を各ステージ 3 2 0 X、3 2 0 Y、3 2 0 θ に伝達することにより、各ステージ 3 2 0 X、3 2 0 Y、3 2 0 θ を移動させる。ただし、駆動源としては、特に限定されず、例えば、電磁モーターを用いてもよい。

【 0 0 1 7 】

また、ロボット制御装置 9 0 0 は、関節 J 1 ~ J 6、移動ステージ 3 0 0 およびインクジェットヘッド 4 1 0 の駆動を制御してロボット 2 0 0 に所定の作業を行わせるロボット制御装置 9 0 0 を有する。ロボット制御装置 9 0 0 は、例えば、コンピューターから構成され、情報を処理するプロセッサ (CPU) と、プロセッサに通信可能に接続されたメモリーと、外部インターフェースと、を有する。また、メモリーにはプロセッサにより実行可能な各種プログラムが保存され、プロセッサは、メモリーに記憶された各種プログラム等を読み込んで実行することができる。

【 0 0 1 8 】

以上、ロボットシステム 1 0 0 の構成について説明した。このようなロボットシステム 1 0 0 は、ロボット制御装置 9 0 0 がシステムの各部を制御することにより、例えば、図 1 に示すように、三次元形状を有する対象物 Q の表面に設けられた印刷面 Q 1 にインクジェットヘッド 4 1 0 を用いて所望の模様を印刷する作業 (以下単に「印刷作業」ともいう。)を行うことができる。なお、この印刷作業は、後述するように、4 つの領域 R 1、R 2、R 3、R 4 毎に、インクジェットヘッド 4 1 0 を矢印 N で示す方向に移動させて行われる (図 4 参照)。以下、当該作業を行うための制御方法について説明する。

【 0 0 1 9 】

図 3 に示すように、印刷作業は、対象物 Q の形状、具体的には印刷面 Q 1 の形状を算出する形状算出ステップ S 1 と、印刷面 Q 1 の形状に基づいて印刷面 Q 1 を複数の領域 R に分割する領域設定ステップ S 2 と、各領域 R の印刷順を決定する印刷順決定ステップ S 3 と、決定した印刷順に従って領域 R 毎にインクジェットヘッド 4 1 0 を用いて印刷を行う印刷ステップ S 4 と、を含む。また、印刷ステップ S 4 は、ロボットアーム 2 2 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を領域 R と対向させる移動ステップ S 4 1 と、ロボットアーム 2 2 0 を停止させた状態で移動ステージ 3 0 0 によってインクジェットヘッド 4 1 0 を印刷面 Q 1 に対して移動させながらインクジェットヘッド 4 1 0 を用いて領域 R への印刷を行う作業ステップ S 4 2 と、を含む単位印刷ステップ S 4 0 を含み、この単位印刷ステップ S 4 0 を印刷順決定ステップ S 3 で決定した順に従って領域 R 毎に繰り返し行う。以下、各工程について順に説明する。

【 0 0 2 0 】

[形状算出ステップ S 1]

形状算出ステップ S 1 では、対象物 Q の形状、具体的には印刷面 Q 1 の形状を算出する

10

20

30

40

50

。本実施形態では、予め対象物 Q の 3 D データである C A D データを取得し、この C A D データに基づいて印刷面 Q 1 の形状を算出する。このような方法によれば、印刷面 Q 1 の形状をより簡単にかつ精度よく算出することができる。

【 0 0 2 1 】

ただし、印刷面 Q 1 の形状を算出する方法としては、特に限定されず、例えば、ロボットシステム 1 0 0 に 3 D カメラや複数の 2 D カメラを追加して、追加したカメラで取得した対象物 Q の撮像データに基づいて印刷面 Q 1 の形状を算出してもよい。このような方法によっても、印刷面 Q 1 の形状をより簡単にかつ精度よく算出することができる。また、他にも、深度センサーを用いて印刷面 Q 1 の形状を算出する方法や、印刷面 Q 1 に縞模様の光パターンと投射するプロジェクターと、光パターンが照射された状態の印刷面 Q 1 を撮像するカメラと、を用いて位相シフト法により印刷面 Q 1 の形状を算出する方法等が挙げられる。

10

【 0 0 2 2 】

[領域設定ステップ S 2]

領域設定ステップ S 2 では、形状算出ステップ S 1 で算出された印刷面 Q 1 の形状に基づいて印刷面 Q 1 を複数の領域 R に分割する。この際、印刷面 Q 1 の曲率が大きい部分程、その面積が小さくなるように複数の領域 R に分割する。例えば、図 4 に示す例では、印刷面 Q 1 を 4 つの領域 R 1、R 2、R 3、R 4 に分割している。そして、これら 4 つの領域 R 1、R 2、R 3、R 4 の曲率の大小関係は、領域 R 1 < 領域 R 2 < 領域 R 3 < 領域 R 4 であり、面積の大小関係は、領域 R 1 > 領域 R 2 > 領域 R 3 > 領域 R 4 である。このように、曲率が大きい部分程、その面積（範囲）が小さくなるように印刷面 Q 1 を複数の領域 R に分割することにより、後述するように、印刷面 Q 1 に対して精度よく高品質な印刷を行うことができる。なお、上記「曲率」は、例えば、領域 R の平均曲率または最大曲率を意味する。また、上記「面積」は、例えば、各領域 R の矢印 N に沿う方向の長さを意味する。

20

【 0 0 2 3 】

なお、本実施形態では、曲率が大きくなるに連れて連続的に領域 R の面積を小さくしているが、領域 R の面積の決定方法としては、特に限定されない。例えば、 $A_1 < \text{曲率}$ A_2 であれば領域 R の面積を C 1 とし、 $A_2 < \text{曲率}$ A_3 であれば領域 R の面積を C 2 ($< C_1$) とし、 $A_3 < \text{曲率}$ A_4 であれば領域 R の面積を C 3 ($< C_2$) とし、というように曲率が大きくなるに連れて段階的に領域 R の面積を小さくしてもよい。

30

【 0 0 2 4 】

[印刷順決定ステップ S 3]

印刷順決定ステップ S 3 では、印刷ステップ S 4 での 4 つの領域 R 1、R 2、R 3、R 4 の印刷順を決定する。本実施形態では、並び順に領域 R 1、R 2、R 3、R 4 の順で印刷する。これにより、印刷作業中のロボット 2 0 0 の無駄な動きが少なくなり、印刷ステップ S 4 を効率的に行うことができる。そのため、タクトタイムが短くなり、生産性が向上する。ただし、印刷順としては、特に限定されず、並び順の他にも、例えば、曲率の大きい順、曲率の小さい順等とすることができる。

【 0 0 2 5 】

40

また、印刷順決定ステップ S 3 では、各領域 R 1、R 2、R 3、R 4 におけるロボット 2 0 0 の作動条件を決定する。作動条件としては、特に限定されないが、例えば、各領域 R 1、R 2、R 3、R 4 におけるロボットアーム 2 2 0 の姿勢、インクジェットヘッド 4 1 0 の加速度、減速度および最大速度、インク吐出量およびインク吐出間隔等のインクジェットヘッド 4 1 0 の出力条件等が挙げられる。

【 0 0 2 6 】

[印刷ステップ S 4]

印刷ステップ S 4 では、印刷順決定ステップ S 3 で決定した順に従って領域 R 1、R 2、R 3、R 4 毎にインクジェットヘッド 4 1 0 を用いて印刷を行う。具体的には、印刷ステップ S 4 は、領域 R 1 に印刷する単位印刷ステップ S 4 0 1 と、領域 R 2 に印刷する単

50

位印刷ステップ S 4 0 2 と、領域 R 3 に印刷する単位印刷ステップ S 4 0 3 と、領域 R 4 に印刷する単位印刷ステップ S 4 0 4 と、を有する。

【 0 0 2 7 】

また、各単位印刷ステップ S 4 0 1 は、前述したように、ロボットアーム 2 2 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を領域 R 1、R 2、R 3、R 4 と対向させる移動ステップ S 4 1 と、ロボットアーム 2 2 0 を停止させた状態で、移動ステージ 3 0 0 によってインクジェットヘッド 4 1 0 を印刷面 Q 1 に対して移動させながらインクジェットヘッド 4 1 0 を用いて領域 R 1、R 2、R 3、R 4 への印刷を行う作業ステップ S 4 2 と、を含む。

【 0 0 2 8 】

なお、単位印刷ステップ S 4 0 2、S 4 0 3、S 4 0 4 は、単位印刷ステップ S 4 0 1 の繰り返しであるため、以下では、図 5 ないし図 7 に基づいて、単位印刷ステップ S 4 0 1 についてのみ説明し、単位印刷ステップ S 4 0 2、S 4 0 3、S 4 0 4 については、その説明を省略する。また、図 5 ないし図 7 では、説明の便宜上、湾曲形状の印刷面 Q 1 を平面にして図示している。

【 0 0 2 9 】

単位印刷ステップ S 4 0 1

まず、移動ステップ S 4 1 として、図 5 に示すように、ロボットアーム 2 2 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を領域 R 1 と対向させる。この際のインクジェットヘッド 4 1 0 と領域 R 1 との離間距離は、インクジェットヘッド 4 1 0 に予め設定されている適正ギャップ内とする。この状態では、移動ステージ 3 0 0 の駆動によるインクジェットヘッド 4 1 0 の可動域が領域 R 1 の全域と重なっている。

【 0 0 3 0 】

次に、ロボットアーム 2 2 0 を停止した状態で作業ステップ S 4 2 を行う。作業ステップ S 4 2 では、まず、図 6 に示すように、移動ステージ 3 0 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を移動開始位置 P 1 まで移動させる。移動開始位置 P 1 は、領域 R 1 外であって、領域 R 1 よりも矢印 N の基端側に位置している。

【 0 0 3 1 】

次に、図 7 に示すように、移動ステージ 3 0 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を移動開始位置 P 1 から矢印 N に沿って移動終了位置 P 2 まで移動させつつ、所定のタイミングでインクジェットヘッド 4 1 0 からインクを吐出し、領域 R 1 への印刷を行う。ここで、移動終了位置 P 2 は、領域 R 1 外であって、領域 R 1 よりも矢印 N の先端側に位置している。このように、ロボットアーム 2 2 0 を停止した状態とすることで、ロボットアーム 2 2 0 の関節で駆動するモーターや減速機に起因する振動や軌跡のぶれの影響を受けることがなくなり、さらに移動ステージ 3 0 0 を駆動した状態であれば移動ステージ 3 0 0 が持つリニアガイドに倣って摺動するため、移動方向に沿って精度の良い印刷を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

なお、図 7 から分かるように、領域 R 1 内ではインクジェットヘッド 4 1 0 が等速移動しており、等速移動中に領域 R 1 への印刷が行われる。言い換えると、インクジェットヘッド 4 1 0 が加速移動または減速移動している際は印刷を行わない。このように、インクジェットヘッド 4 1 0 が等速移動している際に印刷を行うことにより、インクジェットヘッド 4 1 0 のインク吐出タイミングの制御が容易となり、領域 R 1 への印刷をより精度よく行うことができる。

【 0 0 3 3 】

ここで、前述したように、移動開始位置 P 1 を領域 R 1 外に設定したのは、インクジェットヘッド 4 1 0 が領域 R 1 に入るまでに加速移動を終了させ、等速移動に移行させるためである。同様に、移動終了位置 P 2 を領域 R 1 外に設定したのは、インクジェットヘッド 4 1 0 が領域 R 1 を出てから減速移動を開始し、停止させるためである。これにより、領域 R 1 全域でインクジェットヘッド 4 1 0 を等速移動させることができ、上述した効果

10

20

30

40

50

をより確実に発揮することができる。つまり、移動開始位置 P 1 は、領域 R 1 に入るまでにインクジェットヘッド 4 1 0 を等速移動させるのに十分な位置に設定され、移動終了位置 P 2 は、領域 R 1 を出てからインクジェットヘッド 4 1 0 を減速、停止させるのに十分な位置に設定される。

【 0 0 3 4 】

このような単位印刷ステップ S 4 0 1 に続けて、単位印刷ステップ S 4 0 2、S 4 0 3、S 4 0 4 を同様に行うことにより、印刷面 Q 1 全域への印刷が終了する。図 3 に示すように、印刷面 Q 1 への印刷が終了すると、所定数の対象物 Q への印刷作業を行ったか否かを判断し、行った場合は、ロボットシステム 1 0 0 による作業を終える。一方、行っていない場合は、新たな対象物 Q を固定部材 7 0 0 に固定し直し、印刷ステップ S 4 から印刷作業を行う。

10

【 0 0 3 5 】

次に、このような印刷方法の効果について図 8 および図 9 に基づいて説明する。図 8 には、互いに曲率の異なる領域 R 1 と領域 R 4 とが図示されている。インクジェットヘッド 4 1 0 が矢印 N に沿って移動する際、インクジェットヘッド 4 1 0 が印刷面 Q 1 に最も接近したときのこれらの離間距離を最小離間距離 D_{min} とし、インクジェットヘッド 4 1 0 が印刷面 Q 1 から最も離間したときのこれらの離間距離を最大離間距離 D_{max} とし、 D_{min} と D_{max} との差を距離差 ΔD としたとき、同図に示すように、仮に、領域 R 1 と領域 R 4 とを同じ面積とした場合、曲率の大きい領域 R 4 の方がそれよりも曲率が小さい領域 R 1 と比べて最大離間距離 D_{max} が大きくなるし、距離差 ΔD も大きくなる。インクジェットヘッド 4 1 0 と印刷面 Q 1 との離間距離が適正ギャップを超える程に最大離間距離 D_{max} が大きくなると、インク 1 滴の付着範囲が広がったり付着箇所がずれてしまったりし、印刷品質が低下するおそれがある。また、距離差 ΔD が大きくなると、領域 R 4 内で印刷品質のムラが生じ易くなる。

20

【 0 0 3 6 】

そこで、本実施形態では、図 9 に示すように、曲率の大きい領域 R 4 の面積をそれよりも曲率が小さい領域 R 1 の面積よりも小さくし、最大離間距離 D_{max} および差 ΔD が過度に大きくならないようにしている。そして、インクジェットヘッド 4 1 0 と印刷面 Q 1 との離間距離が適正ギャップ内に収まるように、好ましくはほぼ一定となるようにしている。これにより、上述したような問題が生じ難くなり、領域 R 4 への印刷を精度よく行うことができる。

30

【 0 0 3 7 】

特に、最小離間距離 D_{min} 、最大離間距離 D_{max} および差 ΔD が互いにほぼ等しくなるように各領域 R 1、R 2、R 3、R 4 を設定することにより、印刷面 Q 1 への印刷を均質かつ精度よく行うことができる。なお、最小離間距離 D_{min} 、最大離間距離 D_{max} および差 ΔD としては、それぞれ、特に限定されず、インクジェットヘッド 4 1 0 の特性、インクジェットヘッド 4 1 0 の移動速度等によって適宜設定することができる。

【 0 0 3 8 】

以上、本実施形態のロボットシステム 1 0 0 について説明した。このようなロボットシステム 1 0 0 の制御方法は、前述したように、移動ステージ 3 0 0 と、移動ステージ 3 0 0 に取り付けられた工具 4 0 0 と、移動ステージ 3 0 0 または対象物 Q の一方を保持するロボットアーム 2 2 0 と、を備え、工具 4 0 0 を用いて対象物 Q に対して所定の作業を行うロボットシステム 1 0 0 の制御方法であって、ロボットアーム 2 2 0 を停止させた状態で移動ステージ 3 0 0 によって工具 4 0 0 を対象物 Q に対して移動させながら作業を行い、対象物 Q の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、作業の範囲すなわち領域 R が小さい。これにより、工具 4 0 0 と対象物 Q との相対的な移動を精度良く行うことができるとともに、工具 4 0 0 と対象物 Q との離間距離のばらつきも生じ難くなり、対象物 Q に対する作業を均質かつ精度よく行うことができる。

40

【 0 0 3 9 】

また、前述したように、ロボットアーム 2 2 0 は、移動ステージ 3 0 0 を保持する。こ

50

れにより、対象物 Q への作業を行い易くなる。また、移動ステージ 300 は、工具 400 を保持する。これにより、対象物 Q への作業を行い易くなる。

【0040】

また、前述したように、ロボットシステム 100 の制御方法では、移動ステージ 300 は、駆動源として圧電アクチュエーター 340 を有している。これにより、移動ステージ 300 の小型化および軽量化を図ることができる。また、移動ステージ 300 の駆動精度が向上し、さらには、工具 400 を等速移動させ易くなる。

【0041】

また、前述したように、ロボットシステム 100 の制御方法では、工具 400 は、プリンターヘッドとしてのインクジェットヘッド 410 である。これにより、対象物 Q への印刷作業を行うことができる。そのため、利便性の高いロボットシステム 100 となる。

【0042】

また、前述したように、ロボットシステム 100 の制御方法では、対象物 Q の形状は、対象物 Q の CAD データに基づいて算出する。

【0043】

また、前述したように、ロボットシステム 100 の制御方法では、対象物 Q の形状は、対象物 Q を撮像して得られる撮像データに基づいて算出してもよい。これにより、対象物 Q の形状をより簡単にかつ精度よく算出することができる。

【0044】

また、前述したように、ロボットシステム 100 の制御方法では、移動ステージ 300 の駆動により工具 400 が加速または減速している間は、作業を行わない。これにより、工具の駆動制御が容易となり、作業の精度が向上する。

【0045】

また、前述したように、ロボットシステム 100 の制御方法では、作業時の工具 400 の移動開始位置 P1 は、作業の範囲外である領域 R1 外に位置する。これにより、インクジェットヘッド 410 が領域 R1 に入るまでに加速移動を終了させ、等速移動に移行させることができる。そのため、領域 R1 に対する作業の精度が向上する。

【0046】

また、前述したように、ロボットシステム 100 は、移動ステージ 300 と、移動ステージ 300 に取り付けられた工具 400 と、移動ステージ 300 または対象物 Q の一方を保持するロボットアーム 220 と、を備え、工具 400 を用いて対象物 Q に対して所定の作業を行うロボットシステム 100 であって、ロボットアーム 220 を停止させた状態で移動ステージ 300 によって工具 400 を対象物 Q に対して移動させながら作業を行い、対象物 Q の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、作業の範囲すなわち領域 R が小さい。これにより、工具 400 と対象物 Q との離間距離のばらつきが生じ難くなり、対象物 Q に対する作業を均質かつ精度よく行うことができる。

【0047】

以上、ロボットシステム 100 について説明したが、ロボットシステム 100 としては、特に限定されない。例えば、本実施形態では、印刷ステップ S4 におけるインクジェットヘッド 410 の移動方向である矢印 N が領域 R1、R2、R3、R4 の並び方向に沿っているが、例えば、図 10 に示すように、各領域 R1、R2、R3、R4 でのインクジェットヘッド 410 の移動方向が領域 R1、R2、R3、R4 の並び方向に対して直交（交差）していてもよい。また、図 11 に示すように、各領域 R1、R2、R3、R4 でのインクジェットヘッド 410 の移動方向が 2 次元状に蛇行していてもよい。

【0048】

< 第 2 実施形態 >

図 12 および図 13 は、それぞれ、第 2 実施形態に係る印刷ステップでのインクジェットヘッドの動きを説明する図である。図 14 および図 15 は、それぞれ、印刷方法の効果を説明する図である。なお、図 12 ないし図 15 では、説明の便宜上、湾曲形状の印刷面 Q1 を平面にして図示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

本実施形態のロボットシステム 1 0 0 は、印刷ステップ S 4 が異なること以外は、前述した第 1 実施形態のロボットシステム 1 0 0 と同様である。そのため、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、本実施形態における各図において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

【 0 0 5 0 】

単位印刷ステップ S 4 0 1

まず、前述した第 1 実施形態と同様に、移動ステップ S 4 1 として、ロボットアーム 2 2 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を領域 R 1 と対向させる。次に、ロボットアーム 2 2 0 を停止した状態で作業ステップ S 4 2 を行う。作業ステップ S 4 2 では、まず、図 1 2 に示すように、移動ステージ 3 0 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を移動開始位置 P 1 まで移動させる。ここで、移動開始位置 P 1 は、前述した第 1 実施形態と異なり領域 R 1 の端に設定されている。

【 0 0 5 1 】

次に、図 1 3 に示すように、移動ステージ 3 0 0 を駆動してインクジェットヘッド 4 1 0 を移動開始位置 P 1 から矢印 N に沿って移動終了位置 P 2 まで移動させつつ、所定のタイミングでインクジェットヘッド 4 1 0 からインクを吐出し領域 R 1 への印刷を行う。ここで、移動終了位置 P 2 は、前述した第 1 実施形態と異なり領域 R 1 の端に設定されている。

【 0 0 5 2 】

このような方法によれば、例えば、前述した第 1 実施形態と比較して、領域 R 1 への印刷を行う際のインクジェットヘッド 4 1 0 の移動距離すなわち移動開始位置 P 1 と移動終了位置 P 2 との離間距離を短くすることができる。そのため、印刷ステップ S 4 にかかる時間をより短くすることができる。

【 0 0 5 3 】

なお、図 1 3 に示すように、本実施形態では、前述した第 1 実施形態と異なり、領域 R 1 内にインクジェットヘッド 4 1 0 の加速領域 G 1 および減速領域 G 2 が位置している。そのため、インクジェットヘッド 4 1 0 の加速時および減速時においてもインクジェットヘッド 4 1 0 からインクを吐出して印刷を行う必要がある。この際、インクドットのピッチが等しくなるようにインクジェットヘッド 4 1 0 の移動速度に応じてインクジェットヘッド 4 1 0 からインクを吐出するタイミングを制御することが好ましい。具体的には、インクジェットヘッド 4 1 0 の移動速度が速くなる程、インクジェットヘッド 4 1 0 からインクを吐出する時間間隔を短くすることが好ましい。これにより、領域 R 1 への印刷を均質にかつ精度よく行うことができる。

【 0 0 5 4 】

以上、単位印刷ステップ S 4 0 1 について説明したが、単位印刷ステップ S 4 0 2、S 4 0 3、S 4 0 4 についても同様である。ただし、単位印刷ステップ S 4 0 1、S 4 0 2、S 4 0 3、S 4 0 4 でのインクジェットヘッド 4 1 0 の等速移動時の移動速度をそれぞれ V 1、V 2、V 3、V 4 としたとき、 $V 1 > V 2 > V 3 > V 4$ である。つまり、曲率が大きい領域 R 程、インクジェットヘッド 4 1 0 の等速移動時の移動速度が低くなっている。

【 0 0 5 5 】

この理由について、分かり易く領域 R 1、R 4 の比較により説明すると、図 1 4 に示すように、曲率が小さい領域 R 1 では、その面積が大きいいためインクジェットヘッド 4 1 0 の等速移動時の移動速度を高めても等速移動領域 G 0 を十分に確保することができる。一方で、曲率が大きい領域 R 4 では、その面積が小さいためインクジェットヘッド 4 1 0 の等速移動時の移動速度を領域 R 1 と同等に高めてしまうと加速領域 G 1 および減速領域 G 2 が大きくなってしまい、等速移動領域 G 0 を十分に確保することができない。

【 0 0 5 6 】

そこで、本実施形態では、図 15 に示すように、領域 R 4 におけるインクジェットヘッド 410 の等速移動時の移動速度を低く設定することにより、加速領域 G 1 および減速領域 G 2 を小さくし、領域 R 4 内に等速移動領域 G 0 を十分に確保している。加減速時よりも等速移動時の方がインクジェットヘッド 410 のインク吐出タイミングの制御が容易で印刷もより高品質となる。そのため、上述したように、各領域 R 1、R 2、R 3、R 4 で等速移動領域を十分に確保できるように、曲率が大きい領域 R 程、インクジェットヘッド 410 の等速移動時の移動速度を低くしている。

【0057】

なお、全ての領域 R 1、R 2、R 3、R 4 でインクジェットヘッド 410 の等速移動時の移動速度を一律に低くすれば、全ての領域 R 1、R 2、R 3、R 4 で等速移動領域 G 0 をより大きく確保できるが、これでは、印刷ステップ S 4 にかかる時間が長くなり、生産性が低下する。そこで、本実施形態では、上述したように、曲率が大きい領域 R 程、インクジェットヘッド 410 の等速移動時の移動速度を低くすることにより、作業効率と作業精度との両立を図っている。

10

【0058】

以上のように、本実施形態のロボットシステム 100 の制御方法では、対象物 Q の曲率が小さい箇所よりも大きい箇所の方が、工具 400 の移動速度が遅い。これにより、作業の効率と精度との両立を図ることができる。

【0059】

このような第 2 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

20

【0060】

< 第 3 実施形態 >

図 16 は、第 3 実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す斜視図である。

【0061】

本実施形態のロボットシステム 100 は、移動ステージ 300 および工具 400 の配置が異なること以外は、前述した第 1 実施形態のロボットシステム 100 と同様である。そのため、以下の説明では、本実施形態に関し、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、本実施形態における各図において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

30

【0062】

図 16 に示すように、ロボットアーム 220 の先端部すなわちアーム 226 にはハンド 600 が配置されており、作業時にはこのハンド 600 で対象物 Q を把持する。すなわち、ロボットアーム 220 がハンド 600 を介して対象物 Q を保持している。一方、移動ステージ 300 は、ロボットアーム 220 と離間して固定部材 700 に固定されており、この移動ステージ 300 にインクジェットヘッド 410 が配置されている。

【0063】

このような第 3 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。なお、この他にも、例えば、ハンド 600 が移動ステージ 300 を介してアーム 226 に接続され、インクジェットヘッド 410 がロボットアーム 220 と離間して固定部材 700 に固定されている構成であってもよい。また、インクジェットヘッド 410 がアーム 226 に接続され、ロボットアーム 220 と離間した状態で、ハンド 600 が移動ステージ 300 を介して固定部材 700 に接続されている構成であってもよい。

40

【0064】

以上、本発明のロボットシステムの制御方法およびロボットシステムを図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【0065】

また、工具 400 としては、インクジェットヘッド 410 に限定されず、例えば、レー

50

ザー加工用の工具、はんだ付け作業用の工具、溶接用の工具等、工具の移動軌跡と同期して行う作業用の工具等が挙げられる。

【符号の説明】

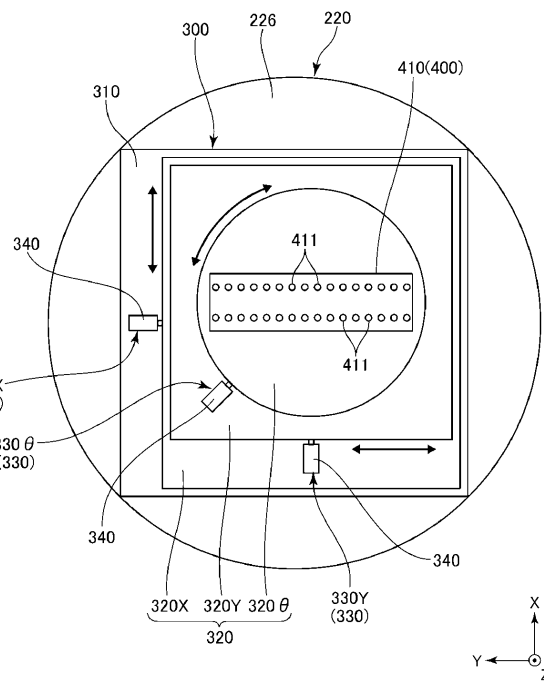
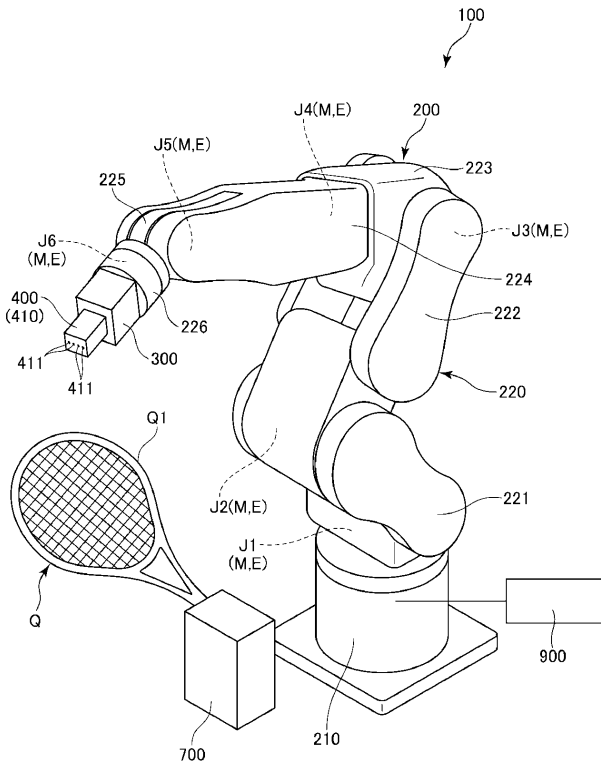
【 0 0 6 6 】

1 0 0 ... ロボットシステム、2 0 0 ... ロボット、2 1 0 ... 基台、2 2 0 ... ロボットアーム、2 2 1 ... アーム、2 2 2 ... アーム、2 2 3 ... アーム、2 2 4 ... アーム、2 2 5 ... アーム、2 2 6 ... アーム、3 0 0 ... 移動ステージ、3 1 0 ... 基部、3 2 0 ... ステージ、3 2 0 X ... Xステージ、3 2 0 Y ... Yステージ、3 2 0 θ ... θ ステージ、3 3 0 ... 移動機構、3 3 0 X ... X移動機構、3 3 0 Y ... Y移動機構、3 3 0 θ ... θ 移動機構、3 4 0 ... 圧電アクチュエーター、4 0 0 ... 工具、4 1 0 ... インクジェットヘッド、4 1 1 ... インク吐出孔、
6 0 0 ... ハンド、7 0 0 ... 固定部材、9 0 0 ... ロボット制御装置、D m a x ... 最大離間距離、D m i n ... 最小離間距離、E ... エンコーダー、G 0 ... 等速移動領域、G 1 ... 加速領域、G 2 ... 減速領域、J 1 ... 関節、J 2 ... 関節、J 3 ... 関節、J 4 ... 関節、J 5 ... 関節、J 6 ... 関節、M ... モーター、N ... 矢印、P 1 ... 移動開始位置、P 2 ... 移動終了位置、Q ... 対象物、Q 1 ... 印刷面、R ... 領域、R 1 ... 領域、R 2 ... 領域、R 3 ... 領域、R 4 ... 領域、S 1 ... 形状算出ステップ、S 2 ... 領域設定ステップ、S 3 ... 印刷順決定ステップ、S 4 ... 印刷ステップ、S 4 0 ... 単位印刷ステップ、S 4 0 1 ... 単位印刷ステップ、S 4 0 2 ... 単位印刷ステップ、S 4 0 3 ... 単位印刷ステップ、S 4 0 4 ... 単位印刷ステップ、S 4 1 ... 移動ステップ、S 4 2 ... 作業ステップ、 ΔD ... 距離差

【 図 面 】

【 図 1 】

【 図 2 】



10

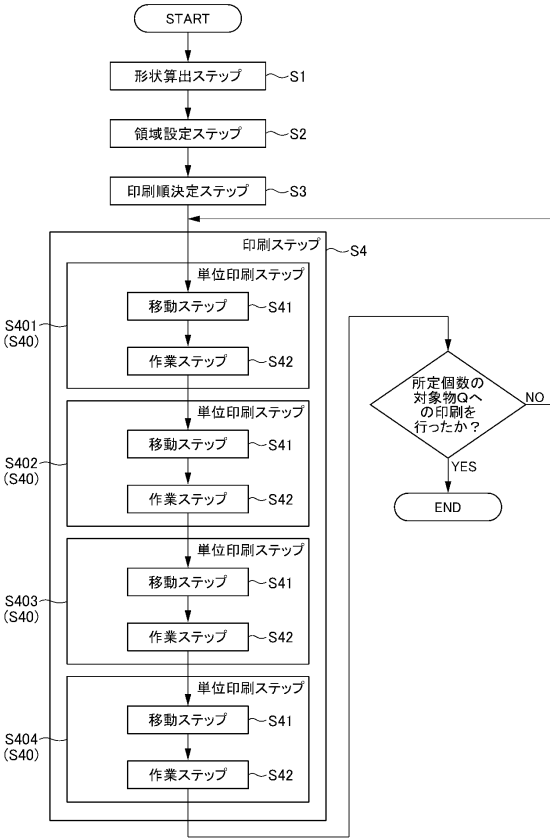
20

30

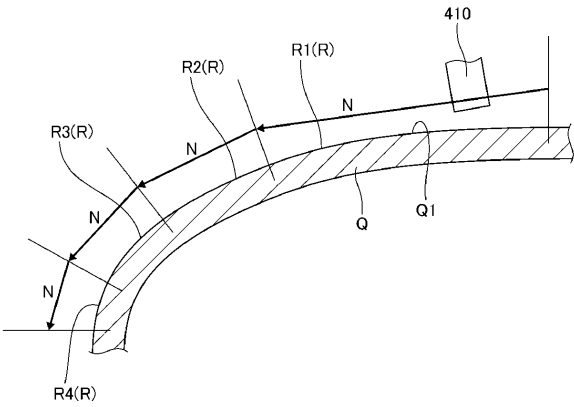
40

50

【 図 3 】



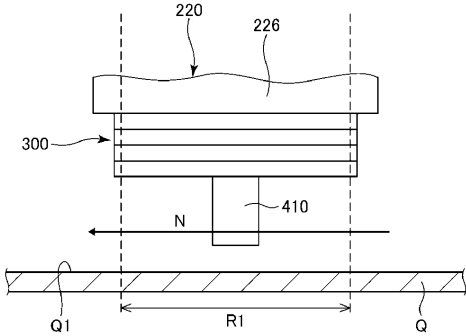
【 図 4 】



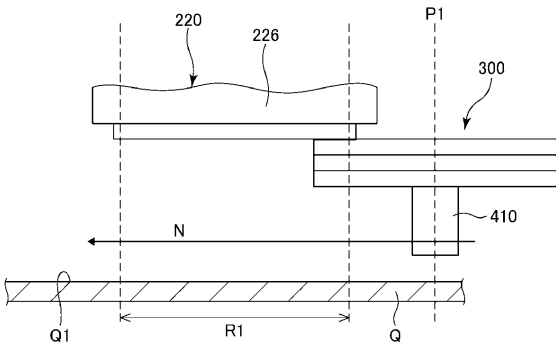
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

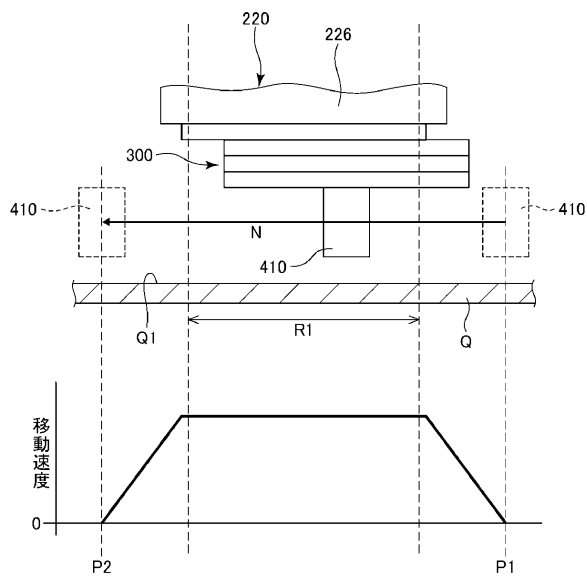


30

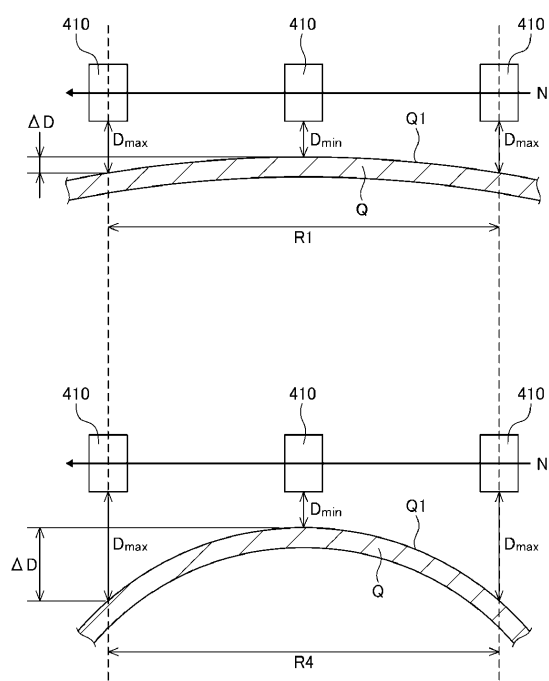
40

50

【 図 7 】



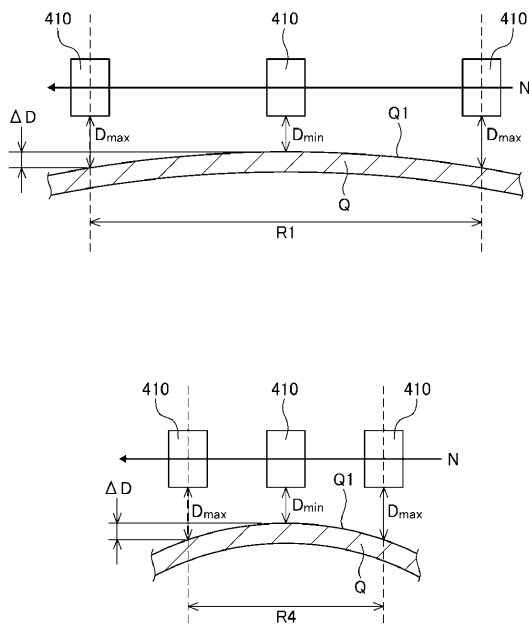
【 図 8 】



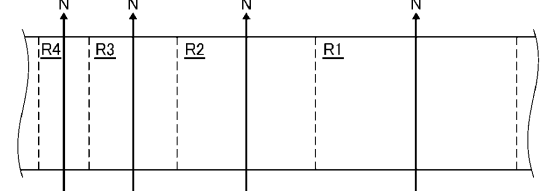
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

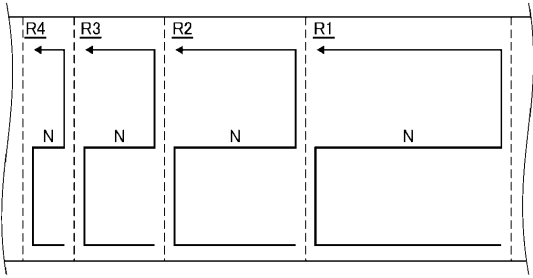


30

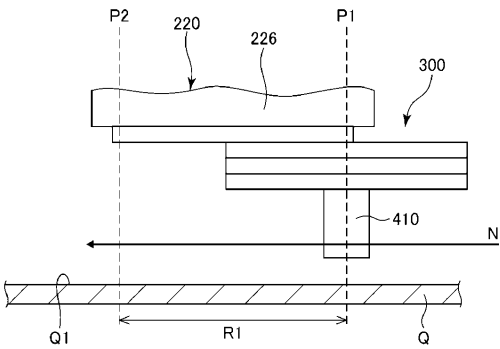
40

50

【図 1 1】

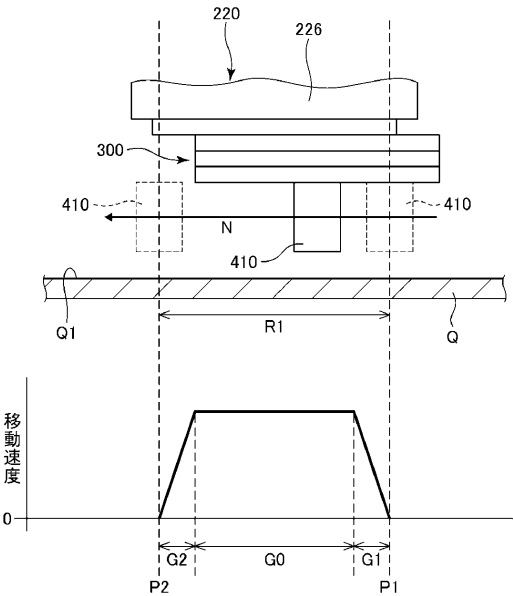


【図 1 2】

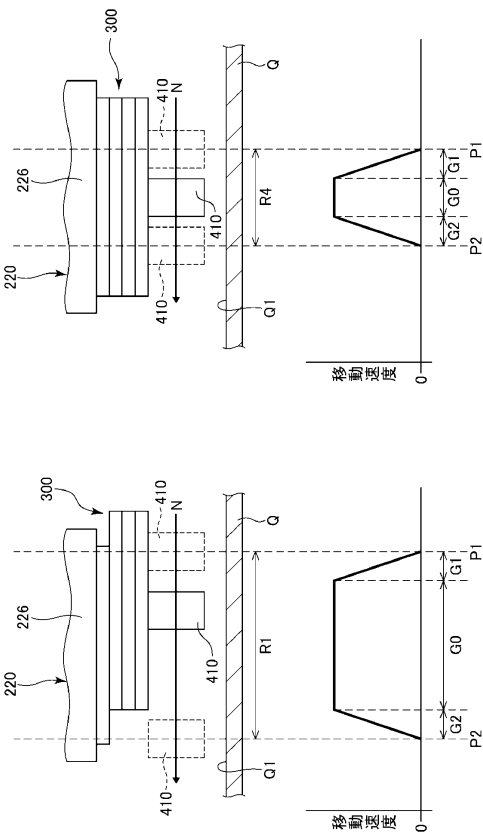


10

【図 1 3】



【図 1 4】



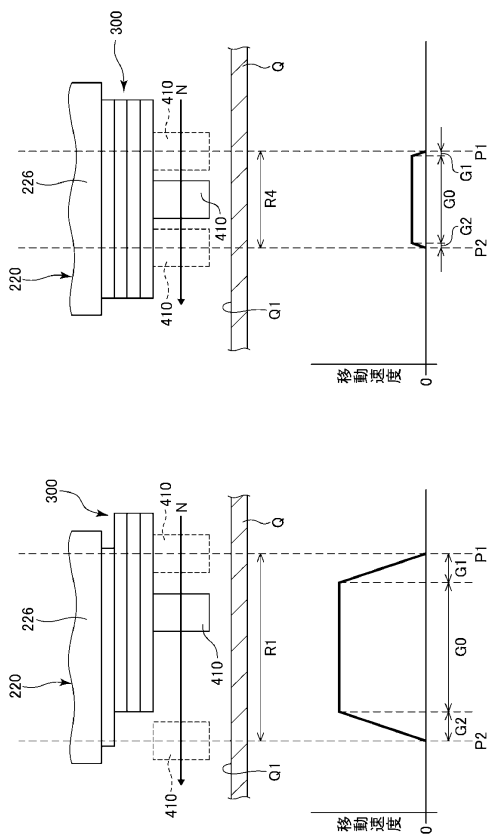
20

30

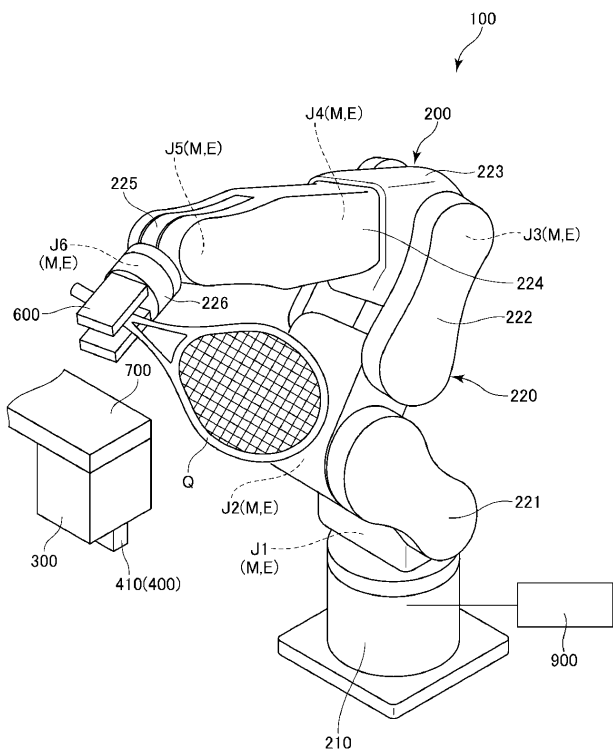
40

50

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考) 3C707 AS13 BS12 CY36 HS27 HS29 KS07 KT01 KT04