

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4130703号
(P4130703)

(45) 発行日 平成20年8月6日(2008.8.6)

(24) 登録日 平成20年5月30日(2008.5.30)

(51) Int. Cl.			F I		
B 2 1 D	5/02	(2006.01)	B 2 1 D	5/02	P
B 2 1 D	13/00	(2006.01)	B 2 1 D	13/00	Z
B 2 5 J	9/16	(2006.01)	B 2 5 J	9/16	
B 3 0 B	13/00	(2006.01)	B 3 0 B	13/00	Z
G 0 5 B	19/18	(2006.01)	G 0 5 B	19/18	D

請求項の数 34 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平9-126931
(22) 出願日	平成9年5月16日(1997.5.16)
(65) 公開番号	特開平10-111707
(43) 公開日	平成10年4月28日(1998.4.28)
審査請求日	平成16年4月1日(2004.4.1)
(31) 優先権主張番号	M196A000982
(32) 優先日	平成8年5月16日(1996.5.16)
(33) 優先権主張国	イタリア(IT)

(73) 特許権者	597068102
	サルヴァニーニ イタリア ソシエタ ル アチオニ SALVAGNINI ITALIA S . P. A. イタリア国 ヴィセンツァ 36040 サレゴ ギド サルヴァニーニ ヴィア イング
(74) 代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(74) 代理人	100134005 弁理士 澤田 達也
(74) 代理人	100072051 弁理士 杉村 興作

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業領域操作方法及びベンディングプレス機に隸属するロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

メタルシート(111)を加工するベンディングプレス機(102)に隸属させたロボット(101)を有し、前記メタルシート(111)を供給ユニット(105)により供給し、前記供給ユニット(105)、前記ロボット(101)及び前記ベンディングプレス機(102)が空間内に予め決められたジオメトリック位置をとり、前記ロボット(101)には、アーム(108)と、前記メタルシート(111)を移動するよう制御ユニット(103)に作用的に接続した把持部材(109)を設け、前記ロボット(101)を擬人化ロボットとした作業領域操作方法において、

或るメタルシート(111)を少なくとも一方の側面で折り曲げるため、

- a) CAD技術に頼らずに、方向付けしたカルテシアン座標の3セットおよび形状データの形式で表した空間内で前記ジオメトリック位置を含む固定入力データを検出するステップであって、前記ロボット(101)の形状データは前記アーム(108)および把持部材(109)の寸法データとした該固定入力データ検出ステップと、
- b) CAD技術に頼らずに、定義ライン、グラフィックオブジェクト、テーブル形式等によって表す

- 前記メタルシート(111)の厚さ
- 各曲げ部の高さ、角度及び方向
- 各曲げ部の長さ及び向き
- ベンディングツール(110)の位置

10

20

により形成される可変入力データを選択する可変入力データ選択ステップと、

c) 前記メタルシート(111)の供給、ベンディング、及びアンローディングのサイクルを自動的に発生するため、逆運動学の解に基づくアルゴリズムによって処理プロセス(120)内で前記データを処理するデータ処理ステップと、及び

d) 前記サイクルを前記ロボット(101)の前記制御ユニット(103)に転送し、曲げ加工すべき前記メタルシート(111)からスタートして曲げ加工が仕上がった仕上げメタルシート(112)の完全自動生産作業サイクルをスタートするため前記ロボット(101)及びベンディングプレス機(102)を駆動する転送ステップとよりなることを特徴とする作業領域操作方法。

【請求項2】

前記固定入力データは、前記ロボット(101)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項1記載の作業領域操作方法。

【請求項3】

前記固定入力データは、前記プレス機(102)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項1記載の作業領域操作方法。

【請求項4】

前記固定入力データは、前記メタルシート(111)の前記供給装置(105)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項1記載の作業領域操作方法。

【請求項5】

前記固定入力データは、前記メタルシート(111)の傾動装置(106)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項1記載の作業領域操作方法。

【請求項6】

前記固定入力データは、前記仕上げメタルシート(112)のアンローディングユニット(107)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項1記載の作業領域操作方法。

【請求項7】

前記データ処理ステップc)は、曲げ加工すべき前記側面を選択するため前記可変入力データ及び固定入力データを解釈する入力データ解釈ステップを有するものとして構成し、前記入力データ解釈ステップは、前記データの分析(ブロック3.1)、先行の曲げ部に対する次の曲げ部の方向の検査(ブロック3.2)、先行の曲げ部に対する次の曲げ部の向き
の検査(ブロック3.3)のシーケンスを順次行い、前記曲げ加工すべき前記シートのジオメトリ及び前記作業サイクルの実行のシーケンスの2タイプの情報を導き出すことよりなるものとした請求項1乃至6のうちのいずれか一項に記載の作業領域操作方法。

【請求項8】

前記可変及び固定の入力データ解釈ステップは、前記データを解釈及び分割し、作業サイクルのリンクした作業ステップを認識しかつリンクした作業ステップを前記ロボット(101)、プレス機(102)、傾動装置(106)、供給ユニット(105)、アンローディングユニット(107)のうちの一つに関連させる決定及び計算アルゴリズムに基づいて行う請求項7記載の作業領域操作方法。

【請求項9】

前記作業ステップに関連して、以下の軌跡を自動的にプランニングする、すなわち、
- 前記供給ユニット(105)から前記プレス機(102)までの軌跡(ブロック4.1)
と、
- 前記プレス機(102)から前記傾動装置(106)までの、またその逆の軌跡(ブロック4.2)と、
- 前記メタルシート(111)を曲げ加工するため前記プレス機(102)から前記プレス機(102)までの軌跡(ブロック4.3)と、
- 前記メタルシート(111)を回転するため前記プレス機(102)からプレス機(1

10

20

30

40

50

02)までの軌跡(ブロック4.4)と、

- 前記プレス機(102)から前記アンローディングユニット(107)までの軌跡(ブロック4.5)と

を自動的にプランニングする請求項8記載の作業領域操作方法。

【請求項10】

前記プランニングした軌跡のそれぞれは、固定の初期ポイント、固定の最終ポイント、およびこれら初期ポイントと最終ポイントとの間における一連の中間ポイントを有し、これら初期ポイント、固定の最終ポイントおよび中間ポイントにおける各ポイントを計算するステップ(ブロック5)は、

- 前記ロボット(101)の前記アーム(108)のための逆運動学の解を求めるステップと、

- 前記求めた各解に対してそれぞれ前記メタルシートと前記ロボット(101)、プレス機(102)、供給ユニット(105)、傾動装置(106)、アンローディングユニット(107)のうちの1個又はそれ以上との間を関連付けるステップと

を含むものとした請求項9記載の作業領域操作方法。

【請求項11】

求めた解の中から好適解を自動的に選択するよう前記メタルシートと前記ロボット(101)、プレス機(102)、供給ユニット(105)、傾動装置(106)、アンローディングユニット(107)のうちの1個又はそれ以上との間の干渉を分析する(ブロック6)ステップを設けた請求項10記載の作業領域操作方法。

【請求項12】

前記軌跡のすべてのポイントに対して、各ポイントのために計算した解の中から最適解を選択するため、シート/マシン間干渉、前記ロボット(101)の軸線の行程逸脱及び不適正回転を視覚化することができるグラフィック表示化ステップを設けた請求項10記載の作業領域操作方法。

【請求項13】

可変出力データを発生するステップ(ブロック7)を設け、この可変出力データ発生ステップにおいて、前記決定及び計算アルゴリズムの結果を前記ロボットの制御ユニット(103)のための特定プログラミング言語の可変出力データに変換し、前記変換した出力データは前記ロボット(101)の軸線の位置ベクトルと、曲げ加工すべき側面の数及び曲げ加工すべきメタルシート(111)の各側面に対する曲げ部の数に関連して実行すべきパラメータが決められた動作の名前及びシーケンスのリストとにより構成したものとした請求項11又は12記載の作業領域操作方法。

【請求項14】

最終出力データを発生するステップ(ブロック8)を設け、この最終出力データ発生ステップは、固定パラメトリック作業サイクルの形式の出力データを発生するものとし、前記最終出力データは、供給、回転、曲げ加工、反転、アンローディングに関連する基本パラメトリックサイクルのセットによって形成し、前記基本パラメトリックサイクルは前記ロボットの制御ユニット(103)のための特定の言語に従って記述しかつ前記可変出力データを受け取るよう特別に設計し、前記基本パラメトリックサイクルと前記可変出力データとの組み合わせにより、曲げ加工すべき前記メタルシート(111)に固有の前記完全自動生産サイクルを自動的に得るようにした請求項13記載の作業領域操作方法。

【請求項15】

前記ベンディングプレス機(102)を、前記ロボット(101)に一体化し、前記ベンディングプレス機(102)のベンディングツール(110)とこのベンディングツール(110)に関連する衝合突起(113)とを互いに同期運動させるようにした請求項1又は14記載の作業領域操作方法。

【請求項16】

前記ベンディングプレス機(102)のベンディングツール(110)とこのベンディングツール(110)に関連する衝合突起(113)とを互いに同期運動させるようにし

10

20

30

40

50

、前記衝合突起(113)の前記位置を前記可変入力データから直接取得して前記処理ユニット(120)から前記ベンディングプレス機(102)の制御ユニット(104)に自動的に転送する請求項1又は15記載の作業領域操作方法。

【請求項17】

前記ベンディングプレス機(102)のベンディングツール(110)とこのベンディングツール(110)に関連する衝合突起(113)とを互いに同期運動させるようにし、前記衝合突起(113)の前記位置を前記ベンディングプレス機(102)の制御ユニット(104)にプリセットした請求項1又は15記載の作業領域操作方法。

【請求項18】

供給ユニット(105)により供給されるメタルシート(111)を加工するためのベンディングプレス機(102)に隷属させたロボット(101)であって、前記供給ユニット(105)、ロボット(101)、及びベンディングプレス機(102)が空間における予め決められたジオメトリック位置を有し、前記ロボット(101)には、アーム(108)と、メタルシート(111)を移動することができかつ作用的に制御ユニット(103)に接続した把持部材(109)を設け、前記ロボット(101)を擬人化ロボットとしたロボットにおいて、

或るメタルシート(111)を少なくとも一方の側面で折り曲げるため、前記制御ユニット(103)は、コンピュータで実行可能なプログラムをロードし、このプログラムによって操作方法に従って動作可能となる制御ユニット(103)であって、前記操作方は、以下のステップを行う、即ち、

a) CAD技術に頼らずに、方向付けしたカルテシアン座標の3セットおよび形状データの形式で表した空間内で前記ジオメトリック位置を含む固定入力データを検出するステップであって、前記ロボット(101)の形状データは前記アーム(108)および把持部材(109)の寸法データとした該固定入力データ検出ステップと、

b) CAD技術に頼らずに、定義ライン、グラフィックオブジェクト、テーブルの形式等によって表す

- 前記メタルシート(111)の厚さ
- 各曲げ部の高さ、角度及び方向
- 各曲げ部の長さ及び向き
- ベンディングツール(110)の位置

により形成される可変入力データを選択する可変入力データ選択ステップと、

c) 前記メタルシート(111)の供給、ベンディング、及びアンローディングのサイクルを自動的に発生するため、逆運動学の解に基づくアルゴリズムによって処理プロセス(120)内で前記データを処理するデータ処理ステップと、及び

d) 前記サイクルを前記ロボット(101)の前記制御ユニット(103)に転送し、曲げ加工すべき前記メタルシート(111)からスタートして曲げ加工が仕上がった仕上げメタルシート(112)の完全自動生産作業サイクルをスタートするため前記ロボット(101)及びベンディングプレス機(102)を駆動する転送ステップと

を行うようにしたプログラムをロードする制御ユニット(103)を有することを特徴とするロボット。

【請求項19】

前記操作方法における前記固定入力データは、前記ロボット(101)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項18記載のロボット。

【請求項20】

前記操作方法における前記固定入力データは、前記プレス機(102)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項18記載のロボット。

【請求項21】

前記操作方法における前記固定入力データは、前記メタルシート(111)の前記供給装置(105)の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項18記載のロボット。

10

20

30

40

50

【請求項 2 2】

前記操作方法における前記固定入力データは、前記メタルシート（1 1 1）の傾動装置（1 0 6）の予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項 1 8 記載のロボット。

【請求項 2 3】

前記操作方法における前記固定入力データは、前記仕上げメタルシート（1 1 2）のアンローディングユニット（1 0 7）予め決められた位置に関するデータを有するものとして構成した請求項 1 8 記載のロボット。

【請求項 2 4】

前記操作方法における前記データ処理ステップc)は、曲げ加工すべき前記側面を選択するため前記可変入力データ及び固定入力データを解釈する入力データ解釈ステップを有するものとして構成し、前記入力データ解釈ステップは、前記データの分析（ブロック3.1）、先行の曲げ部に対する次の曲げ部の方向の検査（ブロック3.2）、先行の曲げ部に対する次の曲げ部の向きの検査（ブロック3.3）のシーケンスを順次行い、前記曲げ加工すべき前記シートのジオメトリ及び前記作業サイクルの実行のシーケンスの2タイプの情報を導き出すことよりなるものとした請求項 1 8 乃至 2 3 のうちのいずれか一項に記載のロボット。

【請求項 2 5】

前記操作方法における前記可変及び固定の入力データ解釈ステップは、前記データを解釈及び分割し、作業サイクルのリンクした作業ステップを認識しかつリンクした作業ステップを前記ロボット（1 0 1）、プレス機（1 0 2）、傾動装置（1 0 6）、供給ユニット（1 0 5）、アンローディングユニット（1 0 7）のうちの一つに関連させる決定及び計算アルゴリズムに基づいて行う請求項 2 4 記載のロボット。

【請求項 2 6】

前記操作方法における前記作業ステップに関連して、以下の軌跡を自動的にプランニングする、すなわち、

- 前記供給ユニット（1 0 5）から前記プレス機（1 0 2）までの軌跡（ブロック4.1）と、

- 前記プレス機（1 0 2）から前記傾動装置（1 0 6）までの、またその逆の軌跡（ブロック4.2）と、

- 前記メタルシート（1 1 1）を曲げ加工するため前記プレス機（1 0 2）から前記プレス機（1 0 2）までの軌跡（ブロック4.3）と、

- 前記メタルシート（1 1 1）を回転するため前記プレス機（1 0 2）からプレス機（1 0 2）までの軌跡（ブロック4.4）と、

- 前記プレス機（1 0 2）から前記アンローディングユニット（1 0 7）までの軌跡（ブロック4.5）と

を自動的にプランニングする請求項 2 5 記載のロボット。

【請求項 2 7】

前記操作方法において前記プランニングした軌跡のそれぞれは、固定の初期ポイント、固定の最終ポイント、およびこれら初期ポイントと最終ポイントとの間における一連の中間ポイントを有し、これら初期ポイント、固定の最終ポイントおよび中間ポイントにおける各ポイントを計算するステップ（ブロック5）は、

- 前記ロボット（1 0 1）の前記アーム（1 0 8）のための逆運動学の解を求めるステップと、

- 前記求めた各解に対してそれぞれ前記メタルシートと前記ロボット（1 0 1）、プレス機（1 0 2）、供給ユニット（1 0 5）、傾動装置（1 0 6）、アンローディングユニット（1 0 7）のうちの1個又はそれ以上との間を関連付けるステップと

を含むものとした請求項 2 6 記載のロボット。

【請求項 2 8】

前記操作方法において求めた解の中から好適解を自動的に選択するよう前記メタルシ-

10

20

30

40

50

トと前記ロボット(101)、プレス機(102)、供給ユニット(105)、傾動装置(106)、アンローディングユニット(107)のうちの1個又はそれ以上との間の干渉を分析する(ブロック6)ステップを設けた請求項27記載のロボット。

【請求項29】

前記操作方法において前記軌跡のすべてのポイントに対して、各ポイントのために計算した解の中から最適解を選択するため、シート/マシン間干渉、前記ロボット(101)の軸線の行程逸脱及び不適正回転を視覚化することができるグラフィック表示化ステップを設けた請求項27記載のロボット。

【請求項30】

前記操作方法において可変出力データを発生するステップ(ブロック7)を設け、この可変出力データ発生ステップにおいて、前記決定及び計算アルゴリズムの結果を前記ロボットの前記制御ユニット(103)のための特定プログラミング言語の可変出力データに変換し、前記変換した出力データは前記ロボット(101)の軸線の位置ベクトルと、曲げ加工すべき側面の数及び曲げ加工すべきメタルシート(111)の各側面に対する曲げ部の数に関連して実行すべきパラメータが決められた動作の名前及びシーケンスのリストとにより構成したもとのした請求項28又は29記載のロボット。

【請求項31】

前記操作方法において最終出力データを発生するステップ(ブロック8)を設け、この最終出力データ発生ステップは、固定パラメトリック作業サイクルの形式の出力データを発生するものとし、前記最終出力データは、供給、回転、曲げ加工、反転、アンローディングに関連する基本パラメトリックサイクルのセットによって形成し、前記基本パラメトリックサイクルは前記ロボットの前記制御ユニット(103)のための特定の言語に従って記述しかつ前記可変出力データを受け取るよう特別に設計し、前記基本パラメトリックサイクルと前記可変出力データとの組み合わせにより、曲げ加工すべき前記メタルシート(111)に固有の前記完全自動生産サイクルを自動的に得るようにした請求項30記載のロボット。

【請求項32】

前記操作方法において前記ベンディングプレス機(102)を、前記ロボット(101)に一体化し、前記ベンディングプレス機(102)のベンディングツール(110)とこのベンディングツール(110)に関連する衝合突起(113)とを互いに同期運動させるようにした請求項18又は31記載のロボット。

【請求項33】

前記操作方法において、前記ベンディングプレス機(102)のベンディングツール(110)とこのベンディングツール(110)に関連する衝合突起(113)とを互いに同期運動させるようにし、前記衝合突起(113)の前記位置を前記可変入力データから直接取得して前記処理ユニット(120)から前記ベンディングプレス機(102)の制御ユニット(104)に自動的に転送する請求項18又は32記載のロボット。

【請求項34】

前記操作方法において、前記ベンディングプレス機(102)のベンディングツール(110)とこのベンディングツール(110)に関連する衝合突起(113)とを互いに同期運動させるようにし、前記衝合突起(113)の前記位置を前記ベンディングプレス機(102)の制御ユニット(104)にプリセットした請求項18又は32記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、メタルシートを加工するベンディングプレス機に隷属するロボットを有する作業領域の操作方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

10

20

30

40

50

薄いメタルシートを冷間で曲げ加工する処理は、作業員が手動で操作する縦型液圧ベンディングプレス機又は完全自動プログラマブルベンディングプレス機により長年行ってきた。電子制御の分野における最近の発達によれば、薄いメタルシートを加工する分野で、複数個（5個又はそれ以上）の回転関節、1個又はそれ以上の摺動関節及び把持部材（ハンド）を有するアームを設けた擬人化ロボットに隷属するベンディングプレス機が導入されるようになってきている。

【0003】

擬人化ロボットは特別な命令でプログラムされており、このような命令によってハンドは空間内のプログラムすることができるポイントを経て、プログラマー/ユーザーが定義することができる速度、加速度及び補間方法の属性の下に移動することができる。このような命令は、変数、ベクトル、“if...then”のタイプの制御構文、及び関数を定義することをも意図する特定のプログラミング言語の一部である。変数はプログラム可能な論理の機能を得るための電氣的入力/出力信号に関連する。

10

【0004】

このようなロボットのより複雑な操作のうちの一つとして、アーム及び把持部材の空間内における軌跡の記述を行うことができる位置変数の定義によって初期化することがある。一般的に、擬人化ロボットの初期化はいわゆる「自己学習」方法で実施される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

自己学習により、ロボットの作業サイクルのプログラムで定義される位置変数の初期化を、オペレータの制御の下にアーム及びハンドに関連するエンコーダデータの記憶によって行うことができ、これによりロボットを選択したポイントに導くことができる。一般的に、ロボットの製造業者は、実行すべき動作のシーケンスのためのプログラミング言語、及び極めて一般的な用途に使用できるデータの初期化のための自己学習方法を提供している。特定作業に対するシーケンス及びデータの適用は、メタルシートを曲げ加工する場合、4時間から8時間又はそれ以上の時間がかかるという欠点がある。この適用にかかる時間は大量のロット生産の場合確かに無視できるものであるが、よくある少量のロット生産のための薄いメタルシートの液圧ベンディングプレス機では極めて負担となる「ダウンタイム」として無視できない。

20

【0006】

更に、自己学習ステップは、オペレータの方にも特別な能力を必要とするが、このタイプのオペレータは少量ロットを生産する会社にはおらず、このようなオペレータを雇用することはコストの増大を招くことになる。

30

【0007】

他の欠点としては、自己学習ステップをロボットの作動現場で行わねばならないという点がある。実際、ロボットを初期化するため、オペレータは携帯用キーボードを所持する必要がある（キーボードがぶら下がっていることを教示するか又はワイヤによって制御する）。しかし、適正な精度でロボットを作動位置に駆動し、またプレス機に対する予め設定した最終位置を実際にとったか否かをチェックするため、オペレータはロボットが実際にとる位置を極めて接近した範囲にいて監視しなければならず、このことにより作業領域におけるすべての構成要素の運動の領域の内側にいることが必要になる。

40

【0008】

更に、自己学習は、新規な曲げ加工メタルシートを製造するために適当な作業サイクルをプログラムするには不十分であることがよくあり、予めプログラムした操作シーケンスにおける変化を組み込む必要がある。

【0009】

一般的に、スタッフは能力に限界があるので、対象となる課題にそれ程精通していないため、ロボットの作動シーケンスを不十分にしか変更できない。

【0010】

従って、本発明の目的は、ベンディングプレス機に隷属するロボットを有する作業領域の

50

ための操作方法であって、上述の欠点を解決することができ、新規な仕上げ曲げ加工メタルシートを製造するのに必要なとき、自己学習のステップ及びロボットの作動シーケンスを変更するステップをすべて排除することができる作業領域操作方法を得るにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するため、本発明は、メタルシートを加工するベンディングプレス機に隷属させたロボットを有し、前記メタルシートを供給ユニットにより供給し、前記供給ユニット、前記ロボット及び前記ベンディングプレス機が空間内に予め決められたジオメトリック位置をとり、前記ロボットには、アームと、前記メタルシートを移動するよう制御ユニットに作用的に接続した把持部材を設けた作業領域操作方法及びロボットにおいて、

- i) 前記ロボットを擬人化ロボットとし、
- ii) 或るメタルシートを少なくとも一方の側面で折り曲げるため、
 - a) C A D 技術に頼ることなしに、空間内で前記ジオメトリック位置を表す固定入力データを検出する固定入力データ検出ステップと、
 - b) C A D 技術に頼ることなしに、
 - 前記メタルシートの厚さ
 - 各曲げ部の高さ、角度及び方向（ディレクション）
 - 各曲げ部の長さ及び向き（オリエンテーション）
 - ベンディングツールの位置

により形成される可変入力データを選択する可変入力データ選択ステップと、

- c) 前記メタルシートの供給、ベンディング、及びアンローディングのサイクルを自動的に発生するため、逆運動学の解に基づくアルゴリズムによって処理プロセス内で前記データを処理するデータ処理ステップと、及び

- d) 前記サイクルを前記ロボットの前記制御ユニットに転送し、曲げ加工すべき前記メタルシートからスタートして曲げ加工が仕上がった仕上げメタルシートの完全自動生産作業サイクルをスタートするため前記ロボット及びベンディングプレス機を駆動する転送ステップと

よりなることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明による作業領域操作方は、曲げ加工すべきシート及び/又は曲げ加工の仕上げシートのジオメトリから、また擬人化ロボット、プレス機、供給ユニット、存在する可能性があるアンローディング装置及び存在する可能性がある傾動装置のジオメトリから、ベンディングプレスのプログラミングデータを考慮して導き出した固定の及び可変の入力データからスタートするソフトウェアアルゴリズムを有し、パラメータが決められた動作のシーケンス（パラメトリックサイクル）及び所要の曲げ部を得るのに必要な自動作業シーケンス（メタルシートの供給、曲げ加工及びアンローディング）を生成することができる出力データを自動的に発生する。

【 0 0 1 3 】

本発明による方法の主な利点の一つは、自己学習ステップを排除し、従って、オペレータが作業領域の構成要素が動作している現場の近傍で作業する必要性から生ずる危険な状況を排除できる点である。他の重要な利点としては、新たな作業サイクルをプログラムするのに必要なマシンのダウンタイムを減少する（融通性の向上）こと、本発明による方法で発生する完全作業サイクルの精度、効率及び信頼性の向上がある。

【 0 0 1 4 】

本発明方法によれば、未熟なスタッフでもアクセスすることができる低コストの方法論を使用することにより、作業サイクルの発生を自動化でき、従って、C A D (Computer-Aided Design) 的方法論、人工知能的方法論、又はエキスパートシステムのような高度でコストのかかる方法論に頼ることを回避できる。

【 0 0 1 5 】

次に、図面につき本発明の好適な実施の形態を説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、金属板（メタルシート）を加工するベンディングプレス機に隷属させた擬人化ロボットを有する作業領域の本発明による操作方法の機能的フローチャートを示す。ロボットとプレス機は図 2 に示すものとしてすることができ、擬人化ロボット 1 0 1 及びメタルシート 1 1 1 を曲げ加工するベンディングプレス機 1 0 2 を有する作業領域（ワーキングセル）1 0 0 を示す。この擬人化ロボット 1 0 1 にはアーム 1 0 8 と、把持部材 1 0 9（吸引カップ、若しくは機械的、空氣的、又は磁氣的に掴む装置）を設ける。擬人化ロボット 1 0 1 はメタルシート 1 1 1 を移動することができる。プレス機 1 0 2 には、ベンディングツール 1 1 0 及び関連の衝合突起 1 1 3 を設ける。ロボット 1 0 1 及びプレス機 1 0 2 は作用的にそれぞれの制御ユニット 1 0 3 , 1 0 4 に接続する。セル 1 0 0 には更に、曲げ加工すべきメタルシートを供給する供給装置 1 0 5、メタルシートの傾動装置 1 0 6、及び曲げ加工を仕上げた仕上げメタルシート 1 1 2 のアンローディングユニット 1 0 7 を設け、この仕上げたメタルシート 1 1 2 の特別な実施例を図 3 に示し、この実施例では矩形形状をなす。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 には、例えばパーソナルコンピュータにより構成した処理ユニット 1 2 0 を示し、この機能を以下に説明する。処理ユニット 1 2 0 はロボット 1 0 1 の制御ユニット内に組み込むことができる。

【 0 0 1 8 】

本発明による操作方は、予め選択したプログラミング言語で記述し、また図示しないプロジェクトコンピュータにおいてコンパイル及び/又は逐次解釈されるプログラム（ソフトウェアアルゴリズム）に基づく。実行可能なプログラムは処理ユニット 1 2 0 内にロードされる。

20

【 0 0 1 9 】

図 1 に示す方法は、作業領域 1 0 0 の形態構築ステップ（ブロック 1）を有し、この形態構築ステップは、空間内の各構成要素、図示の例では、擬人化ロボット 1 0 1、把持部材 1 0 9、ベンディングプレス機 1 0 2、及び供給ユニット 1 0 5、傾動装置 1 0 6、及びアンローディングユニット 1 0 7 のような一時的アクセサリのジオメトリ（配置関係）を識別するパラメータを確立するステップを有する。

【 0 0 2 0 】

これらのパラメータは、擬人化ロボットを包囲するワールドを方向付けしたカルテシアン座標の 3 セット（ $X, Y, X; O, A, T$ ）の形式で記述し、（ X, Y, X ）は座標軸の 3 点セットであり、（ O, A, T ）は空間における指向性を規定するオイラー角度の 3 点セットである。他のパラメータは、作業セルの構成要素の形状のデータによって構成し、例えば、ロボットアームの長さ、把持部材の寸法により構成する。図示の実施例において、考慮する形態（コンフィグレーション）パラメータは固定入力データにより構成され、このような固定入力データとしては、

30

- ロボット位置
- ロボット及びロボットの把持部材の形状
- ベンディングプレス機の位置
- 供給ユニットの位置
- 傾動装置の位置
- アンローディングユニットの位置

40

がある。

【 0 0 2 1 】

上記の入力データは、曲げ加工すべきメタルシート 1 1 1 の形状及び寸法とは独立しているため「固定」と称する。これらのデータは処理ユニット 1 2 0 に存在する実行可能プログラムにおいて、恒久的に組み込まれ又は入力される。この固定入力データはオペレータによって入力することができる。

【 0 0 2 2 】

50

本発明方法は、更に、処理ユニット120における可変入力データの導入ステップ(ブロック2)を有する(図2参照)。

【0023】

このような可変入力データは、曲げ加工すべきメタルシート111の形状及び/又は曲げ加工の完成品(明細書中「ベント」と称することもある)112の形状を各曲げ部の高さ、長さ、角度及び向きで記述し、更に、ベンディングツール及びベンディングツールのアクセサリ、並びにメタルシートの厚さに関連する技術的データが曲げ加工を実行するのに必要な情報である。このようなデータとしては、基本的には以下のものがある。

- メタルシートの厚さ
- 各曲げ部の高さ、角度及び向き
- 各曲げ部の高さ及び向き
- ベンディングツール及びプレス機の位置

10

最初の3つはジオメトリックデータであり、また最後のものは技術的データである。

【0024】

可変入力データは定義ライン、グラフィックオブジェクト、テーブル形式等によって任意に表現することができる。可変入力データはオペレータによって入力する。

【0025】

特別な実施例では、これらの可変入力データは、特性を極めて簡単の方法で記述した記述行のセットとして構成することができ、このような特性としては、例えば、

- 曲げ加工すべきシートの端縁の曲がり具合(文字Pで始まるため、例えば、P20 A90 Z300と表す)
- 曲げ加工すべきシートの側面(例えば、文字Lで始まるため、例えば、L1200 R90と表す)
- メタルシートの厚さ(文字Sで始まるため、例えば、S1.5と表す)
- 使用すべきツール(例えば、Z300と表す)

20

がある。

【0026】

より分かり易くするため、図3の矩形形状の曲げたシートに関連する可変入力データの可能な記述の例を以下に示す。

- S1.5 1.5mm のシート厚さ
- L800 R0 基準側面(向き0°)800mmの長さ(図3の側面11)
- P20 A90 Z300 第1曲げ部の高さ20mm、ツールZ300での90°の大きさ
- P30 第2曲げ部の高さ30mm、上述と同じツール及び大きさ
- L1200 R90 側面の長さ1200mm、上述の側面に対して90°の角度をなす側面(図3の側面12)
- P20 この第2の側面の曲げ部の高さ20mm、上述と同じツール及び大きさ
- P30 A120 Z250 この第2の側面の曲げ部の高さ30mm、ツールZ250での120°の大きさ

30

【0027】

上述の記述は、曲げ加工すべきシートの他の側面に実行する曲げ部に彼する同様のデータにより完結する。

40

【0028】

本発明方法は、曲げ加工すべき側面を選択するためのデータを解釈(インタープリテーション)する解釈ステップを有し、この解釈ステップは、データの分析シーケンス(ブロック3.1)と、先行の曲げ部に対する曲げ部の方向(direction)の検査(ブロック3.2)と、先行の曲げ部に対する曲げ部の向き又は指向性(orientation)の検査(ブロック3.3)により構成する。

【0029】

このことを、可変ジオメトリック入力データを解釈しかつ分割する決定アルゴリズムによって行い、作業サイクルの関連した作業ステップを識別し、プレス機、傾動装置、供給ユニット、アンローディングユニット、又はロボット自体のような作業領域の構成要素にこ

50

これらの作業ステップを関連させる。

【 0 0 3 0 】

2つのタイプの情報を、可変入力データ即ち、曲げ加工すべきシート及び/又は曲げ部のジオメトリ、及び作業サイクルの実行シーケンスを表現する記述行の書込/読取から導き出す。

【 0 0 3 1 】

曲げ加工すべきシート及び/又は曲げ部のジオメトリは、曲げ部の高さ(例えば、P 2 0)に関連するコード、曲げ角度(例えば、A 9 0)に関連するコード、側面の長さ(例えば、L 8 0 0)に関連するコード等々がとる値によって表現される。

【 0 0 3 2 】

サイクルの実行シーケンスは、可変入力データを構成する記述行を記述する順序で導き出される。選択フォークのブランチに示す「第1データの前」及び「最終データの後」という表現(ブロック3.1参照)は、各サイクルが常にメタルシートを供給するサイクル(ブロック4.1参照)から始まり、仕上げたメタルシートをアンローディングするサイクル(ブロック4.5参照)で終わることを意味する。選択フォークの第3ブランチに示す「ジェネリックデータ」という表現は(ブロック3.1参照)、入力データのジェネリック(包括)行の読み取りから導き出す。形成すべき曲げ部の順次処理は、コードPに有する行の読み取りの順序で処理される。曲げ部の方向即ち、ディレクション(ブロック3.2の選択フォーク)が先行のものと異なるとき(例えば、P 2 5に対してP - 3 0であった場合)、曲げを行う前にシートをひっくり返す(ブロック4.2参照)。曲げ部の方向即ち、ディレクションが先行のものと同じである場合、先行のものに対する曲げ部の指向性(向き)即ち、オリエンテーションを検査する(ブロック3.3の選択フォーク参照)。この指向性が同一である場合、個別の曲げ部の軌道を計画する(ブロック4.3参照)。指向性が異なる場合(側面コードLを有する行に行き当たったとき)、シートを回転し(ブロック4.4参照)、異なる側面に沿ってシートを曲げる。

【 0 0 3 3 】

このような選択基準(ブロック3.1、ブロック3.2、ブロック3.3)は、形態構築ステップにおける作業領域100の5個の物理的構成要素(供給ユニット105、傾動装置106、プレス機102、擬人化ロボット101、アンローディングユニット107)を固定入力データ(ブロック1)によって選択し、自動軌跡プランニングの初期条件を付与するようにする。

【 0 0 3 4 】

決定アルゴリズムによって識別される作業ステップに関連して、本発明は、作業ステップの開始時及び終了時に含まれる構成要素を組み合わせる(ブロック4.1;ブロック4.2;ブロック4.3;ブロック4.4;ブロック4.5)自動軌跡プランニング方法を提供する。

【 0 0 3 5 】

例えば、識別される軌跡は、

- 4.1 供給ユニットからプレス機への軌跡
- 4.2 プレス機から傾動装置への、またその逆の軌跡
- 4.3 プレス機からプレス機への(曲げ加工)の軌跡
- 4.4 プレス機からプレス機への(回転)の軌跡
- 4.5 プレス機からアンローディングユニットへの軌跡

これらの軌跡の各々は、固定初期ポイント、固定最終ポイント、及び順次の中間ポイントで規定されるポイントを結合した経路を有する。各軌跡は、予め設定した経路に沿って移動するようロボットを規制する一連の中間ポイントによって構成される。この点に関して、「ポイント」とは、空間内での方向付けされるカルテシアン要素の表現である。自動軌跡プランニングは、軌跡ポイントを配列して作業領域の可動の構成要素及び素子例えば、ロボット及びメタルシートが初期固定構成要素状態から最終固定構成要素状態に機械的干渉なく移動できるようにするアルゴリズムを介して生成される。軌跡を形成するポイント

10

20

30

40

50

は、2個の順次の位置間のロボットの運動が予知可能、即ち、ロボットの関節の移動が予知できるだけの数で十分なものとする。固定構成要素（プレス機、供給ユニット、傾動装置、アンローディングユニット）及び可動構成要素（ロボット）は、形態構築ステップ（ブロック1）における固定入力データのセットに現れる「ポイント」と一義的(univocal)に対応する。他の可動素子は、可変入力データ（ブロック2）によって表される曲げ加工すべきメタルシートである。

【0036】

特別な場合において、傾動装置を固定構成要素とする代わりに、メタルシートの回転を実行する意味で可動とすることができる。

【0037】

本発明方法は、プランニングした軌跡のすべてのポイントに対して以下のものを計算する（ブロック5）。即ち、

- ロボットアームの逆運動学の解
- 見出した各解に対するシート/マシンの結合

を計算する。

【0038】

逆運動学は、ベクトル $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ に関連するユークリッド空間 (X, Y, Z, O, A, T) の方向付けした3セットを生成する数学的変換である。各ベクトル Z_i はロボットの軸線と同数の構成要素を有し、各構成要素はポイント (X, Y, Z, O, A, T) に達するよう各軸線がとることができるリニア位置又は角度位置を表す。記述した変換は、逆運動学の問題に対する解の生成として当業者に知られている。プランニングした軌跡の各ポイント k ($k = 1, 2, 3, \dots, k$)の見出した n 次 ($n = 0, 1, 2, \dots, n$) 解は、取り扱っているメタルシートの形状に関連し、ロボット+シートの $k \times n$ の空間的表現が計算される。

【0039】

本発明は、先行のステップで得た適当な解を選択するためのシート/マシン間の干渉の分析ステップ（ブロック6）を有する。特に、シート/ロボット、シート/プレス機、シート/供給ユニット、シート/傾動装置、及び/又はシート/アンローディングユニット間の干渉を検査する。

【0040】

論理 - 数学的アルゴリズムは計算した表現の中から自動的に最適解を識別し、シート/マシン間の干渉を含む解を排除し、ロボット軸線の行程逸脱、及び1個のポイントから次のポイントに通過する際の軸線の不適正回転（及び $+/-360^\circ$ ）を排除する。

【0041】

上述の自動手順の代案として、シート/マシン間の干渉、軸線の行程逸脱及び不適正回転を効率的に視覚化して迅速に軌跡のすべてのポイントを選択することができるようにした簡素化したエルゴノミックなグラフィック表現を使用し、各ポイントに対する最適解を計算する。この第2の（インタラクティブ：対話的）手順を使用して第1手順により自動的に実行した選択に対する迅速な視覚的チェックすることもできる。

【0042】

選択ブロック3.1, 3.2, 3.3、軌跡プランニングブロック4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5、及び軌跡識別ブロック5, 6につき説明した手順は、処理しているメタルシートに対して実行する各曲げ加工に対して繰り返して行い、これにより、プログラムは予め選択した作業領域内で発生するはずのあらゆるタイプの曲げシートに関連する可変入力データを受け入れるのに適当となる。

【0043】

更に、本発明方法は、ロボットの制御ユニット103に特定のプログラミング言語に可変出力データを発生させるステップを有する（ブロック7）。決定及び計算アルゴリズムの結果を、特定プログラミング言語のシンタックス（構文）規則に従ってロボット101を駆動するのに有効な出力データに変換する。変換データはロボットの軸線の位置ベクトル

10

20

30

40

50

であり、また実行すべき名前及びパラメトリックサイクルのシーケンスのリストである。

【0044】

実行すべきサイクルの名前及びシーケンスは曲げるべき側面の数、メタルシートの各側面に対する曲げ部の数に関連する。

【0045】

本発明方法は、最後に、固定のパラメトリック作業去りの形式の最終出力データを発生するステップを有する(ブロック8)。最終出力データは、ロボットのプログラミング言語の構文規則に従って記述されかつ上述の可変出力データを受け入れるよう特別に設計した基本的パラメトリックサイクル(供給、回転、曲げ加工、反転等)のセットにより構成される(ブロック7)。パラメトリックサイクル及び可変データの組み合わせにより、曲げ加工すべきメタルシートの各異なるタイプに固有の完全な生産サイクルを自動的に得ることができる。ベンデヘングプレス機はロボットに隷属させ、パラメトリックベンディングサイクルに直接入力される制御(出力)信号及び状態(入力)信号によりベンデヘングプレス機をロボットに一体化する。この結果、ベンディングツール110と関連の衝合突起113とを同期移動させる。

10

【0046】

特に、衝合突起113の位置は可変入力データから直接得られ(ブロック2)、処理ユニット120によってプレス機102の制御ユニットに自動的に転送され、曲げ加工すべきメタルシートのプログラミングステップが完全に自動化されることになる。

【0047】

他の実施例においては、衝合突起113の位置は、ベンディングプレス機の制御ユニット104に個別にプリセットすることができる。

20

【0048】

本発明方法によれば、プロジェクトコンピュータ内で発生したプログラムを特定の作業領域に転送するのが必要なとき、特定作業領域の構成要素の空間内におけるジオメトリック位置の値を検出し、かつこの値をプログラムに入力するだけで十分である。

【0049】

この結果は、実行可能タイプのカスタマイズしたソフトウェアアルゴリズムであり、一度、作業領域の処理ユニット120内にインストールしたこのアルゴリズムは、上述の可変入力データを入力として受け入れ(ブロック2)、またメタルシートを曲げ加工しかつロボットを移動する選択した作業サイクルを出力として発生する(ブロック8)状態となる。

30

【0050】

処理ユニット120で規定したプログラムはロボット103の制御ユニットに転送してロボット101を駆動し、またベンディングプレス機102に転送して曲げ加工すべきメタルシート111から開始する仕上げメタルシート112の完全自動生産作業サイクルの迅速にスタートさせる。

【0051】

作業サイクルを変更すべきときは、処理ユニット120内にロードした実行可能プログラムを、曲げ加工すべき新たなシート及び/又は曲げ部に関連する新たな可変入力データを入力する(ブロック2)ことにより再び変更する。このようにしてプログラムは更新され、次に再びロボットの制御ユニット103内に入力する。

40

【0052】

本発明の重要な利点は、単独ロボットが作業領域におけるすべての構成要素、即ち、ベンディングプレス機、供給ユニット、アンローディングユニット及び傾動装置と相互作用し合う。

【図面の簡単な説明】

【図1】メタルシートを加工するベンディングプレス機に隷属させた擬人化ロボットを有する作業領域のための本発明操作方法の機能的フローチャートである。

【図2】本発明方法で操作することができるメタルシートを加工するベンディングプレス

50

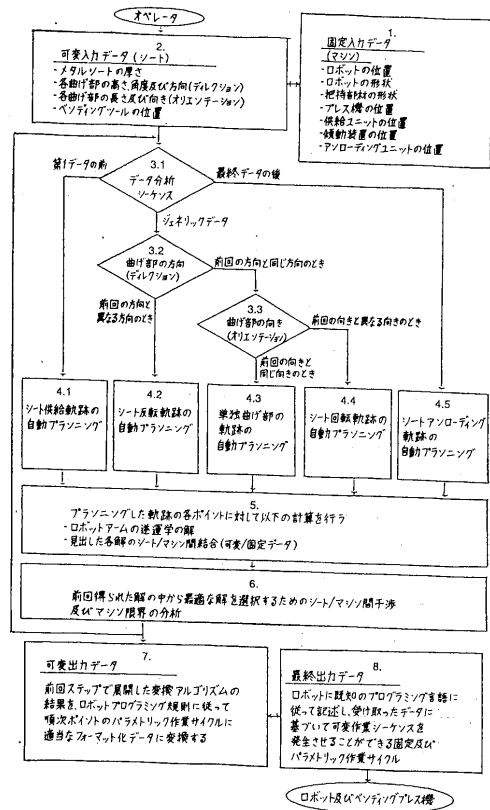
機に隷属させた擬人化ロボットを有する作業領域の線図的説明図である。

【図3】仕上げた曲げ加工メタルシートの線図的斜視図である。

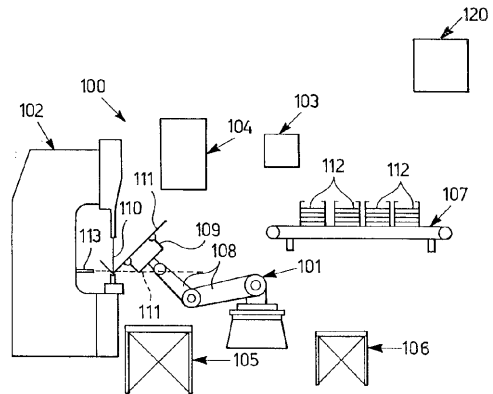
【符号の説明】

- 100 作業領域（ワーキングセル）
- 101 擬人化ロボット
- 102 ベンディングプレス機
- 103,104 制御ユニット
- 105 供給装置
- 106 傾動装置
- 107 アンローディングユニット
- 108 アーム
- 109 把持部材
- 110 ベンディングツール
- 111 メタルシート
- 112 仕上げメタルシート
- 113 衝合突起
- 120 処理ユニット

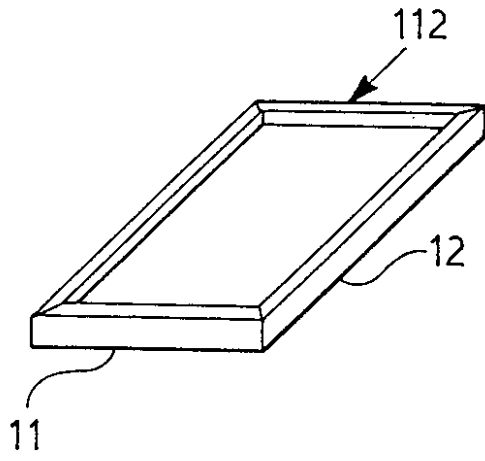
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(74)代理人 100100125

弁理士 高見 和明

(74)代理人 100101096

弁理士 徳永 博

(74)代理人 100089576

弁理士 富田 典

(74)代理人 100073313

弁理士 梅本 政夫

(72)発明者 マリオ マロピン

イタリア国 ヴィセンツァ 3 6 0 2 0 カンピグリア ディ ベルチ ヴィア カグリアネラ
4 3

審査官 宇田川 辰郎

(56)参考文献 特表平09-509513(JP,A)

特開平08-187515(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21D 5/01-5/04

B21D 13/00

B30B 13/00