

(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2017-117252

(P2017-117252A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 5 B 19/416 (2006.01)	G 0 5 B 19/416	W 3 C 2 6 9
B 2 1 D 28/36 (2006.01)	B 2 1 D 28/36	A 4 E 0 4 8
	B 2 1 D 28/36	B

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2015-252890 (P2015-252890)	(71) 出願人	390008235
(22) 出願日	平成27年12月25日 (2015.12.25)		ファナック株式会社
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地
		(74) 代理人	110001151
			あいわ特許業務法人
		(72) 発明者	外園 洋輝
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 敬
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
		(72) 発明者	持田 武志
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内

最終頁に続く

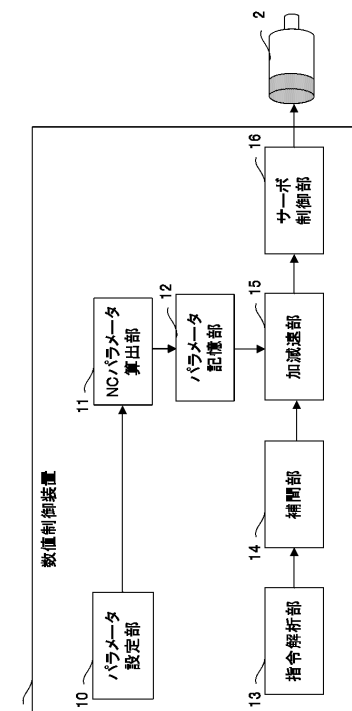
(54) 【発明の名称】 プレスの調整が容易な数値制御装置

(57) 【要約】

【課題】パンチプレス加工機のテーブル軸の動作設定を容易に行うことを可能とする数値制御装置を提供すること。

【解決手段】本発明の数値制御装置1は、パンチプレスパラメータの設定を受け付けるパラメータ設定部10と、パンチプレスパラメータに基づいてパンチプレス加工における軸制御用パラメータを算出するNCパラメータ算出部11と、パンチプレスパラメータと軸制御用パラメータとを記憶するパラメータ記憶部12と、プログラムの指令ブロックを解析して移動指令データを生成する指令解析部13と、移動指令データに基づいて補間データを生成する補間部14と、パンチプレスパラメータと軸制御用パラメータと指令ブロックにより指令される送り速度とに基づいて軸制御に用いる直線加減速時定数およびベル形加減速時定数を算出し、算出した各加減速時定数に基づいて補間後加減速処理を行う加減速部15と、を備える。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プログラムに基づいてパンチプレス加工を行う機械を制御する数値制御装置において、パンチプレス加工に係るパラメータであるパンチプレスパラメータの設定を受け付けるパラメータ設定部と、

前記パラメータ設定部が受け付けた前記パンチプレスパラメータに基づいてパンチプレス加工における軸制御用パラメータを算出するNCパラメータ算出部と、

前記パンチプレスパラメータと、前記軸制御用パラメータとを記憶するパラメータ記憶部と、

前記プログラムから指令ブロックを読み出して解析して移動指令データを生成し、生成した前記移動指令データを出力する指令解析部と、

前記移動指令データに基づいて補間処理を行って補間データを生成し、生成した補間データを出力する補間部と、

前記パラメータ記憶部に記憶される前記パンチプレスパラメータと、前記軸制御用パラメータと、前記指令ブロックにより指令される送り速度とに基づいて、軸制御に用いる直線加減速時定数およびベル形加減速時定数を算出し、算出した直線加減速時定数およびベル形加減速時定数に基づいて前記補間データに対する補間後加減速処理を行い、補間後加減速処理を適用した補間データを出力する加減速部と、

前記加減速部から出力された補間後加減速処理を適用した補間データに基づいて前記機械の軸を制御するサーボ制御部と、

を備えたことを特徴とする数値制御装置。

【請求項 2】

前記パンチプレスパラメータは、1回のパンチにかかる時間、基準ピッチとその時の目標ヒットレート、最小ピッチとその時の目標ヒットレート、機械の構造から得られる最大加速トルクと直線加減速時定数、を少なくとも含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御装置。

【請求項 3】

前記軸制御用パラメータは、直線加減速時定数調整用トルク波形、を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の数値制御装置。

【請求項 4】

前記加減速部は、前記直線加減速時定数に対して線形である前記ベル形加減速時定数を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、数値制御装置に関し、特にパンチプレス加工機のテーブル軸の動作設定を容易に行うことを可能とする数値制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

パンチプレス加工機では、目的のヒットレート（1分あたりのプレス回数）を出すために、X軸およびY軸（テーブル軸）の移動量に応じて、テーブル軸の速度、加減速時定数、ポジションゲインを7段階に切替える「最適化速度による位置決め」という機能がある。この機能を用いる場合には、X軸およびY軸のそれぞれの軸に対して切替えの境界となる移動量（以下、境界値）と、速度、加減速時定数、ポジションゲインの設定を行う。この設定においては、図9に示すように、X軸およびY軸のそれぞれの軸に対して、境界値と、7段階分の速度、加減速時定数、ポジションゲインという多くの設定項目があるため、設定が難しく且つ時間がかかるという問題がある。

【0003】

一方で、制御対象となる軸の加減速時定数の設定を支援する従来技術として、特許文献

10

20

30

40

50

1 には、図 10 に示すように、移動量 d のブロックでの早送り速度 F 、サーボモータの速度 - トルク特性、負荷イナーシャから、加速トルクがモータ性能の上限 L_{max} となる加速度から加減速時定数 T を求め、全ての駆動軸の中で最も大きい時定数を各軸の時定数とする技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3083870 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

パンチプレス加工機では、ブロックの移動が完了した時点でプレスを行うが、このとき、サーボモータが安定していないと加工不良になる。特許文献 1 に開示される技術では、加速トルクがモータ性能の上限 L_{max} となる加速度から加減速時定数 T を求めているが、パンチプレス加工機の場合には高い加減速度で軸を移動させた場合、図 11 に示すように、テーブル軸の移動完了時にオーバーシュートが発生するなどしてプレスのタイミングを遅らせなければならなくなり、特許文献 1 に開示される技術で設定した加減速度が最適値であると必ずしも言えない場合があり、パンチプレス加工機のテーブル軸の加減速時定数の設定に特許文献 1 に開示される技術を単純に適用することができないという問題がある。

【0006】

20

また、「最適加速度による位置決め」機能を用いている場合、テーブル軸の移動量が境界値を越えると、テーブル軸の加速度（速度と加減速時定数の切換えにより加速度が切換わる）、ポジションゲインが切換わるため、図 12 に示すように、境界値の前後では、移動量が少し違うだけで、テーブル軸の動作（加速度、ポジションゲイン）が大きく変わることがあるという問題がある。

【0007】

そこで本発明の目的は、パンチプレス加工機のテーブル軸の動作設定を容易に行うことを可能とする数値制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

本発明の数値制御装置ではパンチプレス加工の制御において、従来技術のように直線加減速時定数を移動量に応じて変化させるのではなく、機械の構造とサーボモータの特性からテーブル軸の到達速度に応じた直線加減速時定数 t_1 を自動的に算出する。また、パンチプレス加工機では一般的な評価基準として、テーブル軸の移動量が d_p （25.4（mm）や 25.0（mm）など）で動作する場合の基準ヒットレート h_p がある（この d_p を基準ピッチとする）。また、最小の移動量（最小ピッチ d_m ）を設定し、そのときのヒットレート h_m から算出した移動可能時間と t とから、それぞれのベル形加減速時定数 t_{2p} 、 t_{2m} を自動で算出する。図 13 は、本発明の数値制御装置が自動的に算出する直線加減速時定数とベル形加減速時定数を示す図である。このように、直線加減速時定数を到達速度に応じて、ベル形加減速時定数を移動量に応じて線形に変化させるので、「最適加速度による位置決め機能」の移動量の境界値問題が解決できる。なお、速度は機械の仕様上の最大速度に、ポジションゲインは機械（サーボモータ）の初期調整で設定するポジションゲインの標準値に、それぞれ固定値として設定する。

40

また、従来技術では直線加減速時定数のみで移動量が大きくなるとオーバーシュートが大きくなり、パンチできるまでの時間が不安定で制御することが難しいという問題があったが、本発明の数値制御装置ではヒットレートを満たす範囲内でベル形加減速時定数を掛けることによってオーバーシュート量を減らして制御しやすくする。

【0009】

そして、本願の請求項 1 に係る発明は、プログラムに基づいてパンチプレス加工を行う機械を制御する数値制御装置において、パンチプレス加工に係るパラメータであるパンチ

50

プレスパラメータの設定を受け付けるパラメータ設定部と、前記パラメータ設定部が受け付けた前記パンチプレスパラメータに基づいてパンチプレス加工における軸制御用パラメータを算出するNCパラメータ算出部と、前記パンチプレスパラメータと、前記軸制御用パラメータとを記憶するパラメータ記憶部と、前記プログラムから指令ブロックを読み出して解析して移動指令データを生成し、生成した前記移動指令データを出力する指令解析部と、前記移動指令データに基づいて補間処理を行って補間データを生成し、生成した補間データを出力する補間部と、前記パラメータ記憶部に記憶される前記パンチプレスパラメータと、前記軸制御用パラメータと、前記指令ブロックにより指令される送り速度とに基づいて、軸制御に用いる直線加減速時定数およびベル形加減速時定数を算出し、算出した直線加減速時定数およびベル形加減速時定数に基づいて前記補間データに対する補間後加減速処理を行い、補間後加減速処理を適用した補間データを出力する加減速部と、前記加減速部から出力された補間後加減速処理を適用した補間データに基づいて前記機械の軸を制御するサーボ制御部と、を備えたことを特徴とする数値制御装置である。

10

【0010】

本願の請求項2に係る発明は、前記パンチプレスパラメータは、1回のパンチにかかる時間、基準ピッチとその時の目標ヒットレート、最小ピッチとその時の目標ヒットレート、機械の構造から得られる最大加速トルクと直線加減速時定数、を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項1に記載の数値制御装置である。

【0011】

本願の請求項3に係る発明は、前記軸制御用パラメータは、直線加減速時定数調整用トルク波形、を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項1または2に記載の数値制御装置である。

20

【0012】

本願の請求項4に係る発明は、前記加減速部は、前記直線加減速時定数に対して線形である前記ベル形加減速時定数を算出する、ことを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の数値制御装置である。

【発明の効果】**【0013】**

本発明により、テーブル軸移動の移動量(基準ピッチ) d_p (mm)とそのときの目標ヒットレート h_p (回/ms)、テーブル軸移動の移動量(最小ピッチ) d_m (mm)とそのときの目標ヒットレート h_m (回/ms)、1回のパンチにかかる時間 t_p (ms)、テーブル軸のサーボモータのモータの特性、の4つのパラメータを設定するだけで、基準ピッチと最小ピッチ時のベル形加減速時定数 t_{2p} 、 t_{2m} を自動で算出、設定することができるため、作業者による項目入力の工数を減らすことができる。

30

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】本発明の数値制御装置によるパンチプレスに用いられるパラメータの関係を示す図である。

【図2】サーボモータの送り速度-トルク特性について説明する図である。

【図3】加速トルクと送り速度との関係について説明する図である。

40

【図4】移動距離が小さく、テーブル軸の到達速度が指令速度とならない場合におけるベル形加減速時定数の算出について説明する図である。

【図5】移動距離が大きく、テーブル軸の到達速度が指令速度となる場合におけるベル形加減速時定数の算出について説明する図である。

【図6】本発明の一実施形態による数値制御装置の機能ブロック図である。

【図7】図6の数値制御装置1上で実行されるパラメータ設定に係る処理のフローチャートである。

【図8】図6の数値制御装置1上で実行されるパンチプレス加工時の制御処理のフローチャートである。

【図9】従来技術でのパンチプレス加工における「最適化速度による位置決め」による速

50

度、加減速時定数、ポジションゲインの設定について説明する図である。

【図 1 0】特許文献 1 の技術について説明する図である。

【図 1 1】特許文献 1 の技術をパンチプレス加工に適用した場合の課題について説明する図である。

【図 1 2】従来技術でのパンチプレス加工における「最適化速度による位置決め」機能を用いた場合の課題について説明する図である。

【図 1 3】本発明の数値制御装置により自動的に算出される直線加減速時定数と、ベル形加減速時定数を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。まず、本発明の数値制御装置における各処理について説明する。

< 目標ヒットレート、プレス時間からテーブル軸の動作時間 t の算出 >

本発明の数値制御装置では、機械メーカーが設定した基準ピッチ時と最小ピッチ時の目標とするヒットレートから、目標ヒットレートを達成できるテーブル軸の動作時間 t (ms) を求める。目標ヒットレートを達成できる加工プログラムでのプレスブロック 1 ブロックあたりのテーブル軸の動作時間 t (ms) は、図 1 に示すように、目標とする基準ヒットレートを h (回/ms)、目標ヒットレートを達成可能なプレスブロック 1 ブロックあたりの実行時間を t_b (ms)、1 回のパンチにかかる時間を t_p (ms) とした時、以下に示す数 1 式で算出することができる。

【0016】

【数 1】

$$t_b = \frac{1}{h}, t = t_b - t_p \text{ より}$$

$$t = \frac{1}{h} - t_p$$

【0017】

< 加速トルクと加速度の関係 >

サーボモータの加速トルクと加速度との関係は以下の数 2 式で、モータの回転速度と軸の繰り速度との関係は以下の数 3 式により一般的に示される。

【0018】

10

20

30

【数 2】

$$T_a = V_m \times \frac{2\pi}{60} \times \frac{1}{t_1} \times \left(J_M + \frac{J_L}{\eta} \right)$$

 T_a : 加速トルク(Nm) V_m : 早送り時のモータの回転速度(min⁻¹) t_1 : 加減速時定数(sec) J_M : ロータ慣性モーメント(kgm²) J_L : 負荷慣性モーメント(kgm²) η : 機械効率

10

【0019】

【数 3】

$$V_m = V \times \frac{1}{P \times \frac{Z_1}{Z_2}}$$

20

 V : 軸の送り速度(mm/min) P : ボールねじのピッチ $\frac{Z_1}{Z_2}$: 減速比

【0020】

30

これら数 2 式、数 3 式に基づいて、サーボモータの加速トルクと加速度との関係は、以下に示す数 4 式で表すことができる。この数 3 式において T_a 、 t_1 以外は機械の仕様により定まる定数項であるため、テーブル軸の加速度 V / t_1 と、加速トルク T_a とは比例の関係にあることが分かる。

【0021】

【数 4】

$$Ta = V \times \frac{1}{P \times \frac{Z_1}{Z_2}} \times \frac{2\pi}{60} \times \frac{1}{t_1} \times \left(J_M + \frac{J_L}{\eta} \right)$$

40

【0022】

< サーボモータの速度-トルク特性の登録 >

サーボモータには速度とトルクの関係を示した送り速度-トルク特性がある(図 2 参照)。この送り速度-トルク特性の特徴(最大加速トルク T_{max} 、変化点 F_{pc} 、変化点からの傾き A)を、各サーボモータのモータ番号にそれぞれの紐付けて予めデータベースへ登録しておく。このように、送り速度-トルク特性の特徴をデータベースへ登録しておくことによってモータ番号を指定するだけで各サーボモータの送り速度-トルク特性を得ることができる。なお、データベースに登録されていないサーボモータを使用する場合のため

50

に、送り速度 - トルク特性の特徴（最大加速トルク $T_{\max}$ 、変化点 F_{pc} 、変化点からの傾き A ）を直接入力できるようにしてもよい。直接入力できるようにすることによって、新しいサーボモータが使われる場合や、他社のサーボモータが使われる場合などにおいても柔軟に対応することができる。

【 0 0 2 3 】

< 直線加減速時定数の調整用トルク波形の算出 >

図 3 は、サーボモータの送り速度 - トルク特性を示している。図 3 から、パンチプレス加工機で使用しているサーボモータの速度 - トルク特性の上限トルク波形は、以下に示す数 5 式により表すことができる。

【 0 0 2 4 】

【 数 5 】

$$\begin{cases} l_p(f) = T_{\max} & f < F_{pc} \\ l_p(f) = Af + (T_{\max} - AF_{pc}) & f \geq F_{pc} \end{cases} \quad (A: \text{傾き})$$

【 0 0 2 5 】

そして、上記数 5 式と、機械の構造から決定する最大偏荷重トルク（最大加速トルク） T_a （Nm）を用いることで直線加減速時定数を線形に制御するための調整用トルク波形 $l(f)$ とその波形の変化点 F_c （mm/min）とを以下の数 6 式、数 7 式のように表すことができる。なお、調整用トルク波形 $l(f)$ は、 T_a と $l_p(f)$ の変化点 F_{pc} （mm/min）からの傾き A 、上限トルク波形との割合 X （%）（このパラメータは変化点 F_c 以降でトルクが飽和するのを防ぐためのものである）から求めればよい。

【 0 0 2 6 】

【 数 6 】

$$\begin{cases} l(f) = T_a & \text{送り速度 } f \text{ が } F_c \text{ 以下の時} \\ l(f) = Af + \frac{X}{100}(T_{\max} - AF_{pc}) & \text{送り速度 } f \text{ が } F_c \text{ より大きい時} \end{cases}$$

【 0 0 2 7 】

【 数 7 】

$$F_c = \frac{T_a - \frac{X}{100}(T_{\max} - AF_{pc})}{A}$$

【 0 0 2 8 】

< 直線加減速時定数の算出 >

機械の構造から加減速時の最大トルク T_a と最大加速度（直線加減速時定数 t_{1m} ）は決まっているが、調整用トルク波形 $l(f)$ の変化点 F_c から上限トルクが減少するため、トルクが飽和しないようにするために直線加減速時定数を大きくする必要がある。最大トルク T_a と調整用トルク波形 $l(f)$ 、上限トルクとの割合 X より直線加減速時定数 t_1 は以下の数 8 式で求めることができる。

【 0 0 2 9 】

【 数 8 】

$$\begin{cases} t_1 = t_{1m} & \text{送り速度 } f \text{ が } F_c \text{ 以下の時} \\ t_1 = \frac{T_a}{l(f)} t_{1m} & \text{送り速度 } f \text{ が } F_c \text{ より大きい時} \end{cases}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

< ベル形加減速時定数の算出 >

ベル形加減速時定数 t_{2p} , t_{2m} を、上記で算出した直線加減速時定数 t_1 と、最大移動可能時間 t と、到達速度とにより算出する。図 4 に示すように、移動距離 d が小さく、テーブル軸の到達速度が指令速度 F とならない場合、ベル形加減速時定数 t_2 を以下のように求めることができる。即ち、図 4 から $d = t_0 / 2 \times F t_0 / 2 t_1$ であるから、これを直線加減速時定数のみの場合の位置決め時間 t_0 について解くと、 $t_0 = \sqrt{(4 d t_1 / F)}$ となる。また、 $t = t_0 + t_2$ より、 $t = \sqrt{(4 d t_1 / F)} + t_2$ となる。これを t_2 について解くと、 $t_2 = t - \sqrt{(4 d t_1 / F)}$ となるため、基準ピッチと最小ピッチでのベル形加減速時定数は以下の数 9 式で表すことができる。従って、 t_{2p} と t_{2m} とは以下の数 10 式で算出することができる。

10

【 0 0 3 1 】

【 数 9 】

$$t_2 = t - \sqrt{\frac{4dt_1}{F}}$$

【 0 0 3 2 】

【 数 10 】

$$t_{2p} = t - \sqrt{\frac{4d_p t_1}{F}}$$

20

$$t_{2m} = t - \sqrt{\frac{4d_m t_1}{F}}$$

【 0 0 3 3 】

また、ベル形加減速時定数 t_{2p} , t_{2m} を、上記した直線加減速時定数 t_1 と、最大移動可能時間 t と、到達速度とに基づいて算出する。図 5 に示すように、移動距離 d が十分大きく、テーブル軸の到達速度が指令速度 F となる場合、ベル形加減速時定数 t_2 は次に示す数 11 式で表すことができる。従って、 t_{2p} と t_{2m} とは以下の数 12 式で算出することができる。

30

【 0 0 3 4 】

【 数 11 】

$$t_2 = t - \frac{d}{F} - t_1$$

【 0 0 3 5 】

【 数 12 】

$$t_{2p} = t - \frac{d_p}{F} - t_1$$

40

$$t_{2m} = t - \frac{d_m}{F} - t_1$$

【 0 0 3 6 】

そして、テーブル軸の移動量が基準ピッチ d_p と最小ピッチ d_m におけるベル形加減速時

50

定数 t_{1p} 、 t_{2p} を基準に、テーブル軸の移動量に応じてベル形加減速時定数を線形に切換える。移動量 d (mm) における加減速時定数 t_{2d} (msec) を、以下数 13 式で算出する。

【0037】

【数 13】

$$\left\{ \begin{array}{ll} t_{2d} = t_{2m} & (d < d_m \text{ の場合}) \\ t_{2d} = \frac{t_{2p} - t_{2m}}{d_p - d_m} d & (d_m \leq d \leq d_p \text{ の場合}) \\ t_{2d} = t_{2p} & (d_p < d \text{ の場合}) \end{array} \right. \quad 10$$

【0038】

本発明の数値制御装置では、上記の演算過程を経て直線加減速時定数 t_1 、ベル形加減速時定数 t_{2d} を算出し、これら値を用いてテーブル軸の移動制御を行う。

【0039】

図 6 は、本発明の一実施形態による数値制御装置の機能ブロック図である。本実施形態の数値制御装置 1 は、パラメータ設定部 10、NC パラメータ算出部 11、パラメータ記憶部 12、指令解析部 13、補間部 14、加減速部 15、サーボ制御部 16 を備える。 20

【0040】

パラメータ設定部 10 は、数値制御装置 1 が備える表示器 / M D I ユニット (図示せず) からのオペレータの操作に基づいて入力されたパンチプレスによる加工に用いられる各種パラメータの設定を受け付ける。パンチプレスの各種パラメータとしては、1 回のパンチにかかる時間 t_p 、基準ピッチ d_p とその時の目標ヒットレート h_p 、最小ピッチ d_m とその時の目標ヒットレート h_m 、機械の構造から得られる最大加速トルク T_a と直線加減速時定数 t_{1m} 、などが挙げられる。

また、パラメータ設定部 10 は、必要に応じてオペレータの操作に基づいてサーボモータの送り速度 - トルク特性の設定を受け付ける。 30

【0041】

NC パラメータ算出部 11 は、パラメータ設定部 10 により設定された、パンチプレスによる加工に用いられる各種パラメータの設定に基づいて、上記した算出手順に従って直線加減速時定数の調整用トルク波形 1 (f) を算出し、算出した直線加減速時定数の調整用トルク波形 1 (f) をパラメータ設定部 10 により設定された各種パラメータと共にパラメータ記憶部 12 へと記憶する。

【0042】

指令解析部 13 は、図示しないメモリから読み出したプログラムに含まれる加工指令のブロックを解析して移動指令に係るデータを生成し、生成した移動指令に係るデータを補間部 14 へと出力する。 40

補間部 14 は、指令解析部 13 から受け付けた移動指令に係るデータに基づいて、移動指令に係るデータにより指令される指令経路上の点を補間周期で補間計算した補間データを生成し、生成した補間データと移動指令に係るデータに含まれる到達速度とを加減速部 15 へと出力する。

【0043】

加減速部 15 は、補間部 14 から受け付けた到達速度と、パラメータ記憶部 12 に記憶される各種パラメータと、及び直線加減速時定数の調整用トルク波形 1 (f) とに基づいて、直線加減速時定数 t_1 、ベル形加減速時定数 t_{2p} 、 t_{2m} を算出し、更にベル形加減速時定数 t_{2d} を算出する。そして、算出した直線加減速時定数 t_1 、ベル形加減速時定数 t_{2d} をに基づいて補間部 14 から受け付けた補間データに対して補間後加減速処理を行って 50

補間周期毎の各駆動軸の速度を算出し、算出結果を適用した加減速処理後の補間データをサーボ制御部 16 へと出力する。

そして、サーボ制御部 16 は、加減速部 15 の出力に基づいて制御対象となる各軸を制御するサーボモータ 2 を制御する。

【0044】

図 7 は、本発明の数値制御装置 1 上で実行されるパラメータ設定に係る処理のフローチャートである。

- [ステップ S A 0 1] パラメータ設定部 10 は、オペレータの操作による、1 回のパンチにかかる時間 t_p 、基準ピッチ d_p とその時の目標ヒットレート h_p 、最小ピッチ d_m とその時の目標ヒットレート h_m などのパンチプレスの加工に用いられる各種パラメータと、機械の構造から得られる最大加速トルク T_a と直線加減速時定数 t_{1m} などの設定を受け付け、NC パラメータ算出部へと出力する。

- [ステップ S A 0 2] パラメータ設定部 10 は、必要に応じて、オペレータの操作によるサーボモータの送り速度・トルク特性の設定を受け付け、NC パラメータ算出部へと出力する。

【0045】

- [ステップ S A 0 3] NC パラメータ算出部 11 は、ステップ S A 0 1, S A 0 2 でオペレータにより設定された各種設定値に基づいて、直線加減速時定数の調整用トルク波形 $l(f)$ を算出し、算出した直線加減速時定数の調整用トルク波形 $l(f)$ をステップ S A 0 1, ステップ S A 0 2 で設定された各種設定値と共にパラメータ記憶部 12 へと記憶する。

【0046】

図 8 は、本発明の数値制御装置 1 上で実行されるパンチ加工時の制御処理のフローチャートである。

- [ステップ S B 0 1] 指令解析部 13 は、図示しないメモリに記憶されるプログラムからブロックを読み込む。

- [ステップ S B 0 2] 指令解析部 13 は、ステップ S B 0 1 で読み込んだブロックを解析して移動指令に係るデータを生成し、生成した移動指令に係るデータを補間部 14 へと出力する。

- [ステップ S B 0 3] 補間部 14 は、ステップ S B 0 2 で生成された移動指令に係るデータに対して補間処理を行って補間データを生成し、生成した補間データと移動指令に係るデータで指令される送り速度（到達速度）を加減速部 15 へと出力する。

- [ステップ S B 0 4] 加減速部 15 は、補間部 14 から受け付けた到達速度と、パラメータ記憶部 12 に記憶される各種パラメータと、直線加減速時定数の調整用トルク波形 $l(f)$ とに基づいて、直線加減速時定数 t_1 を算出する。

- [ステップ S B 0 5] 加減速部 15 は、ステップ S B 0 4 で算出した直線加減速時定数 t_1 と、パラメータ記憶部 12 に記憶される各種パラメータとに基づいて、ベル形加減速時定数 t_{2p} 、 t_{2m} を算出する。

- [ステップ S B 0 6] 加減速部 15 は、ステップ S B 0 5 で算出したベル形加減速時定数 t_{2p} 、 t_{2m} が共に 0 以上であるか否かを判定する。共に 0 以上である場合にはステップ S B 0 8 へ処理を移行し、いずれかが 0 より小さい場合にはステップ S B 0 7 へと処理を移行する。

- [ステップ S B 0 7] 加減速部 15 は、目標ヒットレートを達成できない旨警告を出力して、本処理を中断する。

- [ステップ S B 0 8] 加減速部 15 は、ステップ S B 0 5 で算出したベル形加減速時定数 t_{2p} 、 t_{2m} と、パラメータ記憶部 12 に記憶される各種パラメータとに基づいて、ベル形加減速時定数 t_{2d} を算出する。

- [ステップ S B 0 9] 加減速部 15 は、ステップ S B 0 4 で算出した直線加減速時定数 t_1 と、ステップ S B 0 8 で算出したベル形加減速時定数 t_{2d} とに基づいて、補間部 14 から受け付けた補間データに対して補間後加減速処理を実行し、処理結果をサーボ制御部

10

20

30

40

50

16へと出力する。

• [ステップS B 1 0] サーボ制御部16は、加減速部15の出力に基づいて制御対象となる各軸を制御するサーボモータ2を制御する。

• [ステップS B 1 1] プログラムが終了したか否かを判定する。プログラムが終了した場合には本処理を終了し、終了していない場合にはステップS B 0 1へ処理を移行する。

【0047】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態の例にのみ限定されるものでなく、適宜の変更を加えることにより様々な態様で実施することができる。

【符号の説明】

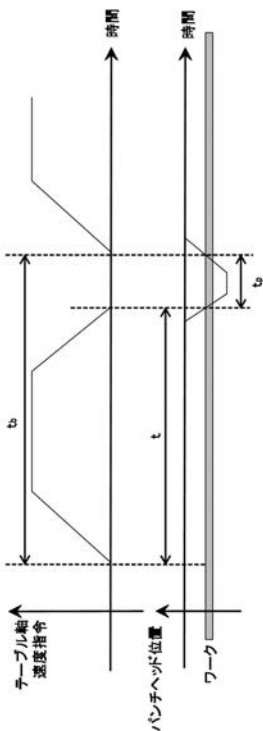
10

【0048】

- 1 数値制御装置
- 2 サーボモータ
- 10 パラメータ設定部
- 11 パラメータ算出部
- 12 パラメータ記憶部
- 13 指令解析部
- 14 補間部
- 15 加減速部
- 16 サーボ制御部

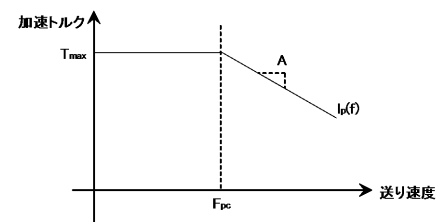
20

【図1】

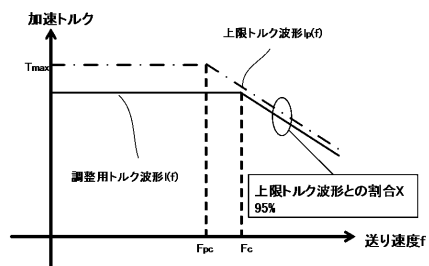
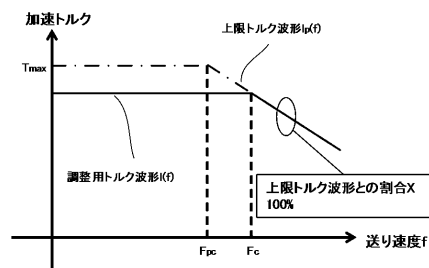


【図2】

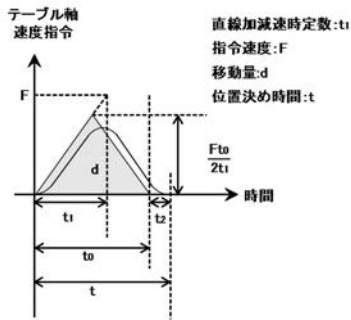
サーボモータの送り速度-トルク特性



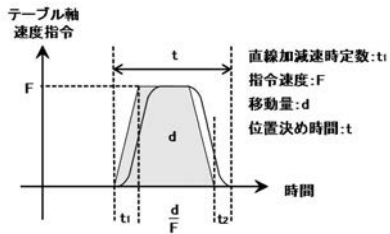
【図3】



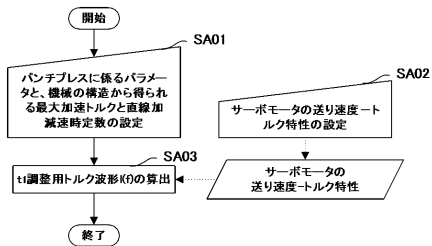
【図 4】



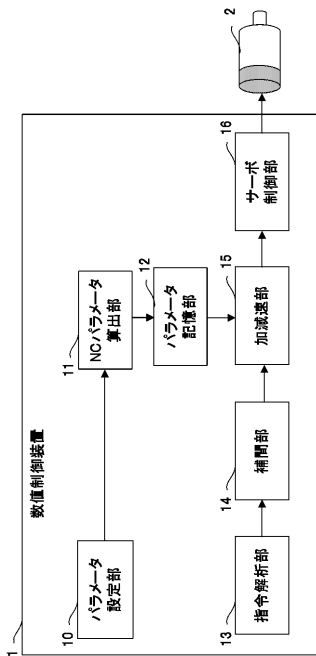
【図 5】



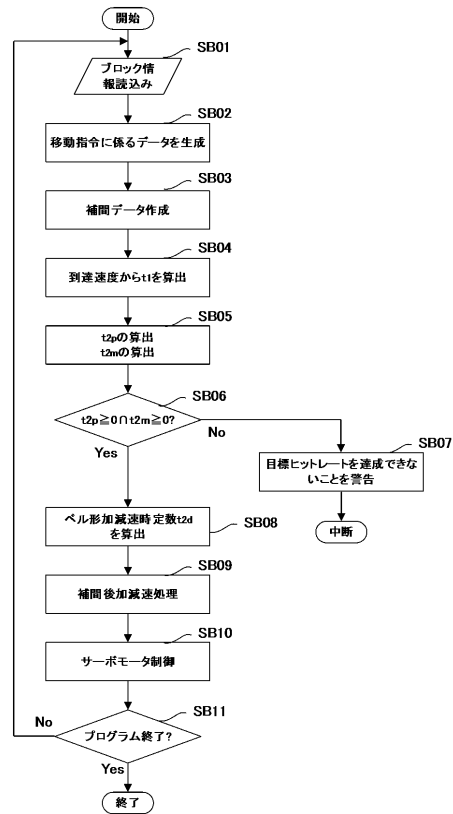
【図 7】



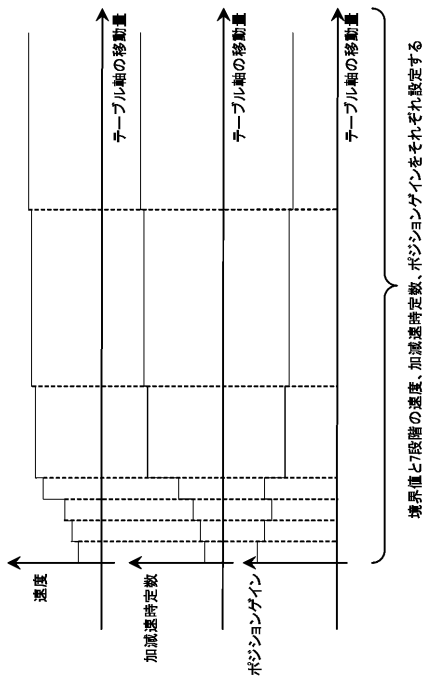
【図 6】



【図 8】

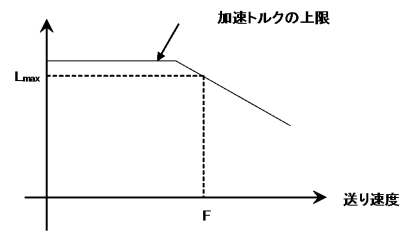


【図 9】

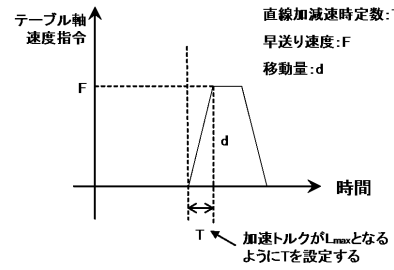


【図 10】

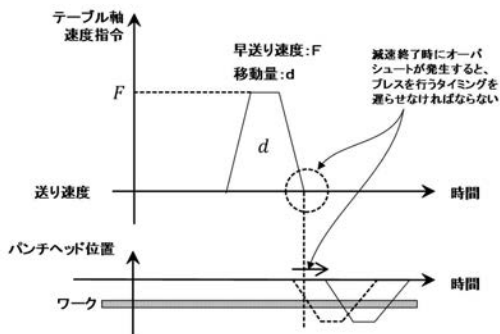
(a) サーボモータの送り速度-トルク特性



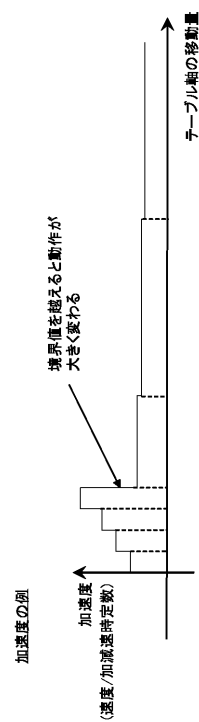
(b) 直線加減速時定数Tの設定



【図 11】

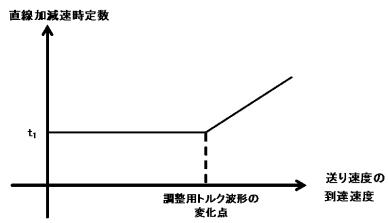


【図 12】

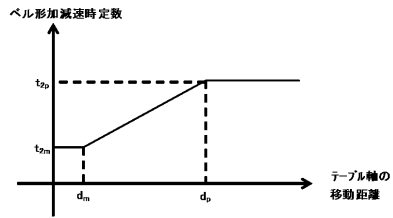


【図 13】

(a) 本発明の数値制御装置で算出される直線加減速時定数



(b) 本発明の数値制御装置で算出されるベル形加減速時定数



フロントページの続き

F ターム(参考) 3C269 AB09 BB03 BB05 BB07 CC01 EF03 GG01
4E048 CA02 CA05 CA11