

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3790231号
(P3790231)

(45) 発行日 平成18年6月28日(2006.6.28)

(24) 登録日 平成18年4月7日(2006.4.7)

(51) Int. Cl.		F I		
B 3 O B	15/14	(2006.01)	B 3 O B	15/14
B 3 O B	1/26	(2006.01)	B 3 O B	1/26
B 2 1 D	28/36	(2006.01)	B 2 1 D	28/36
				K
				B
				Z

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-145374 (P2003-145374)	(73) 特許権者	390014672
(22) 出願日	平成15年5月22日 (2003.5.22)		株式会社アマダ
(65) 公開番号	特開2004-74273 (P2004-74273A)		神奈川県伊勢原市石田200番地
(43) 公開日	平成16年3月11日 (2004.3.11)	(73) 特許権者	595067372
審査請求日	平成17年9月26日 (2005.9.26)		株式会社エヌエスエンジニアリング
(31) 優先権主張番号	特願2002-177150 (P2002-177150)		神奈川県伊勢原市石田318番地3
(32) 優先日	平成14年6月18日 (2002.6.18)	(74) 代理人	100083806
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 三好 秀和
早期審査対象出願		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100087365
			弁理士 栗原 彰
		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレス機械のサーボドライブシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ラムを上下動させる作動軸を少なくともその一端に設置したサーボモータにより直接駆動して、板状のワークをパンチ金型で打ち抜くプレス機械において、

前記サーボモータの速度 - トルク特性を、ワークの種類に応じて、軽い負荷から重い負荷まで最適な打ち抜きパターンが生成される速度 - トルク特性に設定したことを特徴とするプレス機械のサーボドライブシステム。

【請求項2】

ラムを上下動させる作動軸を少なくともその一端に設置したサーボモータにより直接駆動して、板状のワークをパンチ金型で打ち抜くプレス機械において、

前記サーボモータの速度 - トルク特性を、

ラムの1サイクルの前半初期には、速度カーブおよびトルクカーブがいずれも正転方向に立ち上がって一定値になることでラム位置カーブは上昇端位置から実質的に均一に下降し始め、

ラム下端のストライカがパンチ金型を押し込んでワークから負荷を受けると、その負荷に応じてトルクカーブが急激に上昇するとともに速度カーブが減少することでラム位置カーブの下降は緩やかになり、

パンチ金型が下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに速度カーブが速度減少分を取り戻すべく前記一定値を超えて加速することでラム位置カーブは下降速度を加速し、

ラムの1サイクルの後半には、ラム位置カーブは下降端位置から上昇端位置まで実質的に均一に上昇するサイクルを繰り返す速度 - トルク特性に設定したことを特徴とするプレス機械のサーボドライブシステム。

【請求項3】

前記サーボモータの速度 - トルク特性は、前記ラム位置カーブの下降中における負荷によるラム速度の低下が、ラムの1サイクル中における加減速として吸収・解消される速度 - トルク特性であることを特徴とする請求項2記載のプレス機械のサーボドライブシステム。

【請求項4】

前記サーボモータは、前記作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度 - トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで前記設定した速度 - トルク特性を得る一対のサーボモータであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のプレス機械のサーボドライブシステム。

10

【請求項5】

前記作動軸はエキセンシャフトで構成されて、当該エキセンシャフトの偏心軸部にラムが取り付けられ、また、前記エキセンシャフトの延長部が前記サーボモータのロータとして構成されて、当該サーボモータのステータは前記エキセンシャフトの支持フレームに固定されることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載のプレス機械のサーボドライブシステム。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばタレットパンチプレスに適用されるプレス機械のサーボドライブシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、パンチプレスには、ラムの駆動源としてサーボモータを用いる電動式のものがある。このようなパンチプレスなどのプレス機械の打ち抜き加工では、加工中にきわめて大きい騒音が発生するので、この種の騒音をできるだけ減らすことが望まれている。

【0003】

30

このような打ち抜き加工における騒音の発生原理は複雑で、ワークの材質、板厚その他各種の条件によってさまざまであるが、ラムの駆動による打ち抜き速度が速いときは騒音は大きく、打ち抜き速度が遅くなるほど騒音は小さくなり、また、打ち抜き速度が一定であれば、負荷が軽いときは騒音は小さく、負荷が重いほど騒音は大きくなることが知られている。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-62591号公報

【0005】

【特許文献2】

40

特開2001-62596号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の電動式のパンチプレスは、例えばトグルやフライホイールなどの機構を利用することで加工に必要なトルクを発生しているため、この機構によるイナーシャがラムの往復動を遅らせる原因となり、また、それに加えて、サーボモータの主軸とラムを上下動させる作動軸とは、ギヤなどの動力伝達機構を介してドライブされるため、この動力伝達機構によるロスや遅れも生じることが避けられない。そのため、サーボモータの速度を制御してもラムの駆動速度を追従させることが困難で、ラムを速度制御することに適していない。

50

【0007】

これにより従来は、負荷の軽重にかかわらず、打ち抜き速度はほぼ一定に設定されるため、騒音を減らそうとして打ち抜き速度を低めに設定すれば、作業効率が大幅に低下してしまい、一方、作業効率の要請から打ち抜き速度を高めに設定すれば、大きな騒音が発生してしまい、結局、低騒音化と作業効率とを両立させることができないという問題があった。

【0008】

また、従来のシステムは、あらかじめ定められた打ち抜きパターンを、板厚、材質などにより、油圧プレスシステムにおいて切り換えることにより、騒音低下と打ち抜き速度の両立を図っていた。そのため、高速処理のハード、ソフトなど複雑な制御システムを必要と

10

【0009】

この発明は、上記課題を解決するために為されたものであり、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減することで、低騒音化と作業効率との両立を図ることのできるプレス機械のサーボドライブシステムを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明の請求項1に係るプレス機械のサーボドライブシステムは、ラムを上下動させる作動軸を少なくともその一端に設置したサーボモータにより直接駆動して、板状のワークをパンチ金型で打ち抜くプレス機械において、前記サーボモータの速度 - トルク特性を、ワークの種類に応じて、軽い負荷から重い負荷まで最適な打ち抜きパターンが生成される速度 - トルク特性に設定したことを特徴とするものである。

20

【0011】

この発明の請求項2に係るプレス機械のサーボドライブシステムは、ラムを上下動させる作動軸を少なくともその一端に設置したサーボモータにより直接駆動して、板状のワークをパンチ金型で打ち抜くプレス機械において、前記サーボモータの速度 - トルク特性を、ラムの1サイクルの前半初期には、速度カーブおよびトルクカーブがいずれも正転方向に立ち上がって一定値になることでラム位置カーブは上昇端位置から実質的に均一に下降し始め、ラム下端のストライカがパンチ金型を押し込んでワークから負荷を受けると、その負荷に応じてトルクカーブが急激に上昇するとともに速度カーブが減少することでラム位置カーブの下降は緩やかになり、パンチ金型が下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに速度カーブが速度減少分を取り戻すべく前記一定値を超えて加速することでラム位置カーブは下降速度を加速し、ラムの1サイクルの後半には、ラム位置カーブは下降端位置から上昇端位置まで実質的に均一に上昇するサイクルを繰り返す速度 - トルク特性に設定したことを特徴とするものである。

30

この発明の請求項3に係るプレス機械のサーボドライブシステムは、請求項2記載のプレス機械のサーボドライブシステムにおいて、前記サーボモータの速度 - トルク特性は、前記ラム位置カーブの下降中における負荷によるラム速度の低下が、ラムの1サイクル中における加減速として吸収・解消される速度 - トルク特性であることを特徴とするものである。

40

この発明の請求項4に係るプレス機械のサーボドライブシステムは、請求項1～3のいずれか1項記載のプレス機械のサーボドライブシステムにおいて、前記サーボモータは、前記作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度 - トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで前記設定した速度 - トルク特性を得る一対のサーボモータであることを特徴とするものである。

【0012】

この発明の請求項5に係るプレス機械のサーボドライブシステムは、請求項1～4のいずれか1項記載のプレス機械のサーボドライブシステムにおいて、前記作動軸はエキセンシャフトで構成されて、当該エキセンシャフトの偏心軸部にラムが取り付けられ、また、前記エキセンシャフトの延長部が前記サーボモータのロータとして構成されて、当該サー

50

ボモータのステータは前記エキセンシャフトの支持フレームに固定されることを特徴とするものである。

【0013】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

図1は、この発明によるプレス機械のサーボドライブシステムの一実施の形態を示す要部の縦断面図、図2はその右側面図であり、このプレス機械のサーボドライブシステム1は、タレットパンチプレス10に適用したものである。

【0014】

タレットパンチプレス10は、平行に立設したフレーム11a、11bに設けた軸受部12a、12bにエキセンシャフト20が軸支されている。フレーム11a、11b間のほぼ中央に位置するエキセンシャフト20の偏心軸部20eには、コンロッド21を介してラム22が取り付けられ、エキセンシャフト20が回転または回動することで、コンロッド21を介してラム22がラムガイド23に沿って上下動し、ラム22の下端に取り付けられるストライカ24もラム22と一体に上下動する。そして、ラム22が下降するとき、ストライカ24が、タレット25に装着してあるパンチ金型26を押圧してワークを打ち抜くようになっている。

【0015】

また、エキセンシャフト20の両端延長部20a、20bはフレーム11a、11bから外方へ延び、この延長部20a、20bをモータ主軸31a、31bとするサーボモータ30a、30bが、フレーム11a、11bの外側にそれぞれ取り付けられている。

【0016】

サーボモータ30aは、エキセンシャフト20の延長部20aをモータ主軸31aとして構成される。すなわち、エキセンシャフト20の延長部20aの周囲に、外周に偶数個(4個)の磁極用マグネット(永久磁石)32aを円周方向に沿って所定間隔(90°間隔)で備えたスリーブ33aを嵌装してブッシュ34aで固定することで、ロータ(回転子)35aを構成する。そしてこのロータ35aの中心軸をなすエキセンシャフト20の延長部20aは、モータ主軸31aそのものである。そのため、サーボモータ30aは、延長部20aしたがってエキセンシャフト20を、実質的にロータ35aとして用いるものである。

【0017】

また、サーボモータ30aは、三相電機子巻線Ua、Va、Waを巻いた外筒36aをロータ35aに外装してフレーム11aに固定し、これによりステータ(固定子)37aを構成する。

【0018】

一方、サーボモータ30bも、サーボモータ30aと同様に、エキセンシャフト20の延長部20bをモータ主軸31bとして構成される。すなわち、エキセンシャフト20の延長部20bの周囲に、外周に偶数個(4個)の磁極用マグネット(永久磁石)32bを円周方向に沿って所定間隔(90°間隔)で備えたスリーブ33bを嵌装してブッシュ34bで固定することで、ロータ(回転子)35bを構成する。そしてこのロータ35bの中心軸をなすエキセンシャフト20の延長部20bは、モータ主軸31bそのものである。そのため、サーボモータ30bは、延長部20bしたがってエキセンシャフト20を、実質的にロータ35bとして用いるものである。

【0019】

また、サーボモータ30bは、三相電機子巻線Ub、Vb、Wbを巻いた外筒36bをロータ35bに外装してフレーム11bに固定し、これによりステータ(固定子)37bを構成する。

【0020】

このように、サーボモータ30aとサーボモータ30bとは、同様のものであるが、ただし、互いにミラーイメージで対称に構成されたものであり、このミラーイメージで対称で

ある点を除けば、互いに全く同一のものであって、互いのロータ35 a、ロータ35 bが一体に構成されるから、ロータ35 a、35 bの回転角度を検出するロータリエンコーダ38は一方(例えばサーボモータ30 b)にのみ設けて共用され、また、互いに同一の速度-トルク特性を有し、この速度-トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで、必要なラム圧力を発生する性能を有するものである。

【0021】

すなわち、サーボモータ30 aのロータ35 aの磁極位置(磁極用マグネット32 aの円周方向位置)と、サーボモータ30 bのロータ35 bの磁極位置(磁極用マグネット32 bの円周方向位置)とは、互いにミラーイメージで対称に位置決めして取り付けられ、また、サーボモータ30 aの三相電機子巻線U a、V a、W aの円周方向位置と、サーボモータ30 bの三相電機子巻線U b、V b、W bの円周方向位置とは、互いにミラーイメージで対称に位置決めして取り付けられている。

10

【0022】

そのため、図3に示すように、サーボモータ30 aの制御回路であるサーボアンプ40 aのパワードライバ42 aと、サーボモータ30 bの制御回路であるサーボアンプ40 bのパワードライバ42 bとを、同一ゲート信号でドライブすれば、サーボモータ30 aおよびサーボモータ30 bには、同位相、同一電流値の三相交流電流しか流れないから、サーボモータ30 aのトルクベクトルとサーボモータ30 bのトルクベクトルとが同位相、同一となり、そのため、サーボモータ30 aおよびサーボモータ30 bの合成トルクは、正確に、両サーボモータ30 a、30 bのトルクの和となる。この関係は、サーボモータ30 aとサーボモータ30 bとが、図1、図3に示すように別体に構成されていようが、後述する図14、図16に示すように三相並列回路として一体に構成されていようが、全く同様である。

20

【0023】

サーボアンプ40 aは、図3に示すように、三相の商用交流電源をA-D変換するコンバータ41 aと、パワードライバ42 aと、パワードライバ42 aの前段に設けられ、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制するリアクトル43 aと、容量の大きい蓄電用のコンデンサ44 aとで構成され、パワードライバ42 aの6個のパワートランジスタQがゲート信号でドライブされることで、パワードライバ42 aの三相交流出力によってサーボモータ30 aを駆動するものである。パワードライバ42 aの各パワートランジスタQには、サーボモータ30 aの減速期間中に発生する回生電流を流すためのダイオードDが接続してあり、回生電流はコンデンサ44 aに流れ込んで回生電力として蓄えられる。コンデンサ44 aは、この回生電力を用いて、リアクトル43 aによるピーク電流の抑制により不足する電力エネルギー、すなわち、高速動作の電力エネルギーおよび/または打ち抜き用の電力エネルギーを供給するものである。また、サーボアンプ40 bも、サーボアンプ40 aと全く同様に構成されている。

30

【0024】

このようなサーボアンプ40 a、40 bの制御により、サーボモータ30 a、30 bは、エキセンシャフト20の偏心軸部20 eが、ラム22がパンチング加工に要する所定の下降端位置にあるのに相当するL位置(図4参照)と、この位置から戻されてラム22下端のストライカ24がパンチ金型26上面から離れる上昇端位置にあるのに相当するH位置(図4参照)との間を上下動するように、エキセンシャフト20をL、H両位置間に相当する角度範囲だけ往復して回動させることで、ワークにパンチング加工を行なうようになっている。

40

【0025】

図4(a)に示すように、ラム22の下降端位置に相当するエキセンシャフト20の偏心軸部20 eのL位置は、エキセンシャフト20の偏心量E(エキセンシャフト20の軸線と偏心軸部20 eの軸線との距離)によって決まるラム22の全上下動可能ストロークの下死点Bよりやや手前上方に設定され、また、ラム22の上昇端位置に相当するエキセンシャフト20の偏心軸部20 eのH位置は、ラム22の全上下動可能ストロークの中間高

50

さMよりやや下方に設定される。すなわち、エキセンシャフト20の前記往復回動角度範囲は、使用するパンチ金型26のストロークにもよるが、約40°~60°程度に設定される。

【0026】

また、図4(b)に示すように、サーボモータ30a、30bは、金型交換時、タレット回転時などには、エキセンシャフト20の偏心軸部20e(すなわちラム22)を上死点Tに位置決めする。そして、サーボモータ30a、30bは、加工開始にともない、エキセンシャフト20の偏心軸部20eを、この上死点Tからラム22の下降端位置に相当するL位置まで回動させることでラム22を下降させて1回目のパンチング加工を行なった後、ラム22の上昇端位置に相当するH位置まで戻してその位置でラム22を待機させ、2回目以降のパンチング加工では、エキセンシャフト20の偏心軸部20eを、H位置とL位置との間の前記往復回動角度範囲を往復して回動させる。

10

【0027】

さらに、エキセンシャフト20の偏心軸部20eの全周回転範囲のうち、つねに図4(b)に示すように片側半周分だけを使用すると、潤滑油の行き渡り方をはじめ各部が均等に使用されないことによる不都合が生じる可能性がある。このような不都合を回避するため、サーボモータ30a、30bは、必要に応じて、図4(c)に示すように反対側の半周分も使用するように構成される。このような、図4(b)に示す側と図4(c)に示す側との切り換えは、例えば、金型交換の都度またはタレット回転のたびに、あるいは、あらかじめ決められたパンチング回数ごとなどに応じて、自動的に行われることが好ましい。

20

【0028】

次に、上記の実施の形態の作用について、図5~図13に示す説明図を用いて説明する。

【0029】

図5は、サーボモータ30a、30bの速度-トルク特性の例1、2を示し、この図は、ラム22にかかる負荷の大きさによって、その負荷の大きさに必要なラム22の駆動トルクを発生するうえで、サーボモータ30a、30bが運転可能な速度の上限を示したものである。

【0030】

図5からわかるように、サーボモータ30a、30bは、ラム22にかかる負荷が軽いときは必要なトルクが小さいため、ラム22の駆動速度が低下しなくてパンチングの打ち抜き速度は速く、一方、ラム22にかかる負荷が重いほど必要なトルクが大きくなるため、ラム22の駆動速度が低下してパンチングの打ち抜き速度は遅くなる。もともと、打ち抜き加工における騒音の発生は、ワークの材質、板厚その他各種の条件によってさまざまであるが、ラムの駆動による打ち抜き速度が速いときは騒音は大きく、打ち抜き速度が遅くなるほど騒音は小さくなり、また、打ち抜き速度が一定であれば、負荷が軽いときは騒音は小さく、負荷が重いほど騒音は大きくなることが知られている。このことから、図5に示すサーボモータ30a、30bの速度-トルク特性のように、負荷が重いほどラム速度が低下することは、そのまま低騒音化につながるのである。しかも、このようなラム速度の低下は、作業効率を妨げるものではないことが、以下に示す各種ワークについての打ち抜き加工の実測データおよびそれに基づく特徴抽出波形データから明らかである。

30

40

【0031】

図6はノーワークのときの打ち抜き加工の実測データ、図7(a)はそれに基づく特徴抽出波形データ、(b)はその打ち抜きトルク-速度特性を示す。

【0032】

図6、7に示すように、ワークのないときは、ラム22の1サイクルの前半において、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値を保ち、これによりラム位置カーブは上昇端位置(H位置相当)から下降端位置(L位置相当)まで実質的に均一に下降する。つぎに、ラム22の1サイクルの後半において、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも逆転方向に立ち上がって一定値を保ち、これによりラム位置カーブは下降端位置(L位置相当)から上昇端位置(H位置相当)まで実質的に均一に上昇する

50

。

【0033】

図8は薄板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図9(a)はそれに基づく特徴抽出波形データ、(b)はその打ち抜きトルク - 速度特性を示す。

【0034】

図8, 9に示すように、薄板のワークを小径のパンチで打ち抜くときは、ラム22の1サイクルの前半における挙動が図6, 7の場合と異なる。すなわち、初期動作は図6, 7の場合と同様、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値になり、これによりラム位置カーブは上昇端位置(H位置相当)から実質的に均一に下降し始める。ところが、ラム22下端のストライカ24がパンチ金型26を押し込んでその先端がワーク上面に当たることでワークから負荷を受けると、トルクカーブが急激に上昇するとともに速度カーブが減少し、これにともなってラム位置カーブの下降が緩やかに(遅く)なる。そして、パンチ金型26の先端がワーク下面手前まで下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに、速度カーブが速度減少分を取り戻すべく前記一定値を超えて加速し、これにともなってラム位置カーブも下降速度を加速する。その後ラム22の1サイクルの後半では、図6, 7の場合と同様に、ラム位置カーブは下降端位置(L位置相当)から上昇端位置(H位置相当)まで実質的に均一に上昇する。

【0035】

図10は同じ薄板のワークを大径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図11(a)はそれに基づく特徴抽出波形データ、(b)はその打ち抜きトルク - 速度特性を示す。

【0036】

図10, 11に示すように、薄板のワークを大径のパンチで打ち抜くときは、ラム22の1サイクルの前半における挙動が図8, 9の場合と異なる。すなわち、初期動作は図8, 9の場合と同様、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値になり、これによりラム位置カーブは上昇端位置(H位置相当)から実質的に均一に下降し始める。ところが、ラム22下端のストライカ24がパンチ金型26を押し込んでワークから負荷を受けると、図8, 9の場合に比べてパンチの直径が大きいためワークから受ける負荷が大きく、そのため、トルクカーブが図8, 9の場合より大きく上昇するとともに速度カーブが図8, 9の場合より大きく減少し、これにともなってラム位置カーブの下降が図8, 9の場合よりずっと緩やかに(遅く)なる。そして、パンチ金型26の先端がワーク下面手前まで下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに、速度カーブが速度減少分を取り戻すべく図8, 9の場合より大きく加速し、これにともなってラム位置カーブも下降速度を図8, 9の場合より大きく加速する。その後ラム22の1サイクルの後半では、図8, 9の場合と同様に、ラム位置カーブは下降端位置(L位置相当)から上昇端位置(H位置相当)まで実質的に均一に上昇する。

【0037】

図12は厚板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図13(a)はそれに基づく特徴抽出波形データ、(b)はその打ち抜きトルク - 速度特性を示す。

【0038】

図12, 13に示すように、厚板のワークを小径のパンチで打ち抜くときも、図8, 9の場合に比べてワークの板厚が厚いためワークから受ける負荷が大きく、そのためラム22の1サイクルの前半における挙動が図8, 9の場合と異なるが、図10, 11の場合と比べれば大差はない。

【0039】

このように、ラム22にかかる負荷の大きさによって、速度カーブが減少してラム位置カ

10

20

30

40

50

ープの下降が緩やかに（遅く）なれば、その速度減少分を取り戻すべく速度カーブが一定値を超えて加速し、ラム位置カーブも下降速度を加速することで、負荷によるラム速度の低下は、ラム 2 2 の 1 サイクル中における加減速として吸収・解消されてしまい、そのため、ラム 2 2 の 1 サイクルを通じて要する時間には実質的な変化がなく、作業効率の妨げとはならない。

【 0 0 4 0 】

このようなモータの速度 - トルク特性は、つぎのように説明できる。モータは、供給される電気エネルギーを負荷に作用するエネルギーに変換するものであり、サーボモータ 3 0 a、3 0 b の場合、供給される電気エネルギーは、サーボアンプ 4 0 a、4 0 b によって容量が決定され、また電源電圧の制限も受け、電源電圧以上の電圧を印加することもでき

10

【 0 0 4 1 】

一方、負荷に作用するエネルギーすなわちモータトルクは、サーボモータ 3 0 a、3 0 b の場合、ラム 2 2 を下降させる適宜加速度の正転と、ラム 2 2 を上昇させる適宜加速度の逆転とを繰り返すサイクルのラム下降動作中に、パンチングの打ち抜き動作を実行するものであるから、ラム 2 2 の運動エネルギー発生用のトルクと、打ち抜き加圧力発生用のトルクとに分けられる。

【 0 0 4 2 】

このような場合、加速度がかなり低ければ（ラム 2 2 の上下動が遅ければ）、運動エネルギー発生用のトルク分が少なく済むため、モータトルクのほとんどすべてを加圧力発生用のトルクとして利用できる。そのため、ワークの板厚、材質などの条件によって大きな加圧力を要求されても、その加圧力を十分に発生することができ、運動エネルギー発生用のトルクが不足してラム 2 2 の速度に影響を及ぼすことはない。

20

【 0 0 4 3 】

これに対し、実際には作業効率などから、ある程度高い加速度（ラム 2 2 の上下動が速い）が要請されるため、モータトルクのうち加圧力発生用のトルクとして利用できる分が限られる。そのため、ワークの板厚、材質などの条件によって大きな加圧力を要求されると、その加圧力を発生するのにモータトルクの大部分が使われ、運動エネルギー発生用のトルクが不足し、ラム 2 2 の速度を維持することができなくてラム 2 2 の下降速度が減速してしまう。

30

【 0 0 4 4 】

ところが、このラム 2 2 の下降速度の減速こそが、パンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化にきわめて有用な特性である。すなわち、ワークの板厚、材質などの条件によって、要求される加圧力（加圧トン数）が比較的小さいときは、ラム 2 2 の下降速度の速度低下が少ないから、軽い負荷の打ち抜き動作は比較的速くなり、また、要求される加圧力（加圧トン数）が比較的大きいときは、ラム 2 2 の下降速度の速度低下が多いから、重い負荷の打ち抜き動作は比較的遅くなり、しかも、このような打ち抜き速度の変動は、要求される加圧力（加圧トン数）に応じて自動的に決定されるから、打ち抜きトン数による打ち抜きパターン（ラム 2 2 の下降パターン）の指令が不要である。つまり、ラム 2 2 の下降速度を維持できなくなることによって、最適な打ち抜きパターン（ラム 2 2 の下降パターン）が自動的に生成されることになる。

40

【 0 0 4 5 】

逆にいえば、サーボアンプ 4 0 a、4 0 b によって供給される電気エネルギーの容量が決定されるサーボモータ 3 0 a、3 0 b のモータトルクが、タレットパンチプレス 1 0 で取り扱うワークの種類に応じて、軽い負荷から重い負荷まで最適な打ち抜きパターン（ラム 2 2 の下降パターン）が生成されるモータトルクとなるように、使用するサーボモータ 3 0 a、3 0 b の速度 - トルク特性を設定することで、パンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化が実現できる。

【 0 0 4 6 】

そして、トグルやフライホイールなどの機構を利用しないモータ - ラム作動軸直結型の電

50

動式パンチプレスにおいて、図5～図13に示すような説明に基づくパンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化が実現されるものは、結局、この発明によるサーボドライブシステム1のサーボモータ30a、30bと同様の速度-トルク特性を備えているといえる。

【0047】

ここで、サーボアンプ40a、40bのリアクトル43a、43bおよびコンデンサ44a、44bの作用について説明する。

【0048】

リアクトル43a、43bの値をLとすると、インピーダンスZは $Z = 2 \pi f L$ であるから、周波数の高い成分に対しては大きな抵抗となる。そのためリアクトル43a、43bは、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制することができるものであり、これによりサーボアンプ40a、40bのピーク電力が抑制されるため、L値がかなり大きなリアクトル43a、43bを用いることで、例えばトグルやフライホイールなどの機構を利用する場合に比べて、電力会社との契約電力を実質的に変更する必要のないピーク電力に調整することができる。

10

【0049】

ところが、パンチプレスによる打ち抜き加工では、ラム22を上下動させるエキセンシャフト20を高速動作させるには大きな運動エネルギーが必要で、しかもその頻度も高いから、リアクトル43a、43bのL値がかなり大きくなると、サーボアンプ40a、40bからサーボモータ30a、30bへの高速動作の電力エネルギー供給が間に合わない虞がある。また、パンチプレスによる打ち抜き加工では、打ち抜き加工時に大きな抜きエネルギーが必要であるから、リアクトル43a、43bのL値がかなり大きくなると、サーボアンプ40a、40bからサーボモータ30a、30bへの打ち抜き動作の電力エネルギー供給が不足する虞がある。

20

【0050】

そこで、このようなサーボアンプ40a、40bからサーボモータ30a、30bへの高速動作の電力エネルギー供給、および/または、打ち抜き動作の電力エネルギー供給を補うために、コンデンサ44a、44bを設けてあり、容量がかなり大きなコンデンサ44a、44bを用いることで、高速動作に必要な電力エネルギーおよび/または打ち抜き動作に必要な電力エネルギーを、サーボアンプ40a、40bからサーボモータ30a、30bへ十分に供給することができる。

30

【0051】

したがって、L値がかなり大きなリアクトル43a、43bを用いるとともに、容量がかなり大きなコンデンサ44a、44bを用いることで、ピーク電力を所望に応じて低減することができるとともに、タレットパンチプレス10の本来の性能に応じた高速パンチング加工を実行することができる。

【0052】

図14は、この発明によるプレス機械のサーボドライブシステムの他の実施の形態を示す要部の縦断面図、図15はその右側面図であり、このプレス機械のサーボドライブシステム101は、タレットパンチプレス110に適用したものである。

40

【0053】

このタレットパンチプレス110は、一对のサーボモータ30a、30bに代えて、図16に示すように、サーボモータ30a、30bを三相並列回路として一体に構成した1台のサーボモータ130を使用したものであり、サーボモータ30a、30bと同様の速度-トルク特性を有するものである。そのため、サーボモータ130は、サーボモータ30aまたは30bの一方と比べると大型であり、それに応じて、エキセンシャフト120は一端にのみ、延長部20aに比べて長く伸びた延長部120aが形成され、この延長部120aをモータ主軸131とするサーボモータ130が、フレーム111aの外側に取り付けられている。プレス機械のサーボドライブシステム101のその他の構成は、図1、図2に示すプレス機械のサーボドライブシステム1と同様のものであるので、同様の部分

50

に図1、図2で使用した符号に100を加えた符号をつけて示すことで、プレス機械のサーボドライブシステム101の各部の構成についての詳細な説明は省略する。また、プレス機械のサーボドライブシステム101の作用も、プレス機械のサーボドライブシステム1と同様である。

【0054】

このような、サーボモータ130が1台のみ(シングルドライブ)のタレットパンチプレス110と、一対のサーボモータ30a、30bを備えたツインドライブのタレットパンチプレス10とを比較すると、つぎのような違いがある。すなわち、シングルドライブのタレットパンチプレス110の場合は、サーボモータ130の重量による応力をフレーム111bのみで受けるため、フレーム111a、111bに歪みが生じる。また、サーボモータ130の発熱により、熱の不均一による歪みも生じる。また、軸受部112a、112bの応力も互いに異なる。したがって、これらに対する対策を講じる必要がある。これに対し、ツインドライブのタレットパンチプレス10の場合は、応力歪みがなくなり、熱も分散・平均化されるという利点がある。

10

【0055】

なお、上記の実施の形態では、エキセンシャフト20の両端延長部20a、20b自体を、サーボモータ30a、30bの主軸31a、31bとして構成したが、これに限定するものでなく、必要であれば、例えば、エキセンシャフト20と主軸31a、31bとを別部材として構成し、ボルト止めその他適宜の手段によりエキセンシャフト20の両端部に主軸31a、31bをそれぞれ固着することで、両者を一体に構成することが可能であり、また、エキセンシャフト120とサーボモータ130の主軸131との関係も同様である。

20

【0056】

また、上記の実施の形態では、サーボドライブシステム1、101をタレットパンチプレス10、110に適用したが、これに限定するものでなく、パンチプレス以外の各種のプレス機械に適用することが可能である。

【0057】

【発明の効果】

この発明は以上のように、ラムを上下動させる作動軸を少なくともその一端に設置したサーボモータにより直接駆動して、板状のワークをパンチ金型で打ち抜くプレス機械において、前記サーボモータの速度-トルク特性を、ワークの種類に応じて、軽い負荷から重い負荷まで最適な打ち抜きパターンが生成される速度-トルク特性に設定したので、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減することができ、それにより、低騒音化と作業効率との両立を図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明によるプレス機械のサーボドライブシステムの一実施の形態を示す要部の縦断面図である。

【図2】図1に示す要部の右側面図である。

【図3】図1のサーボモータとそれを駆動するサーボアンプの構成例を示す結線図である。

40

【図4】エキセンシャフトの偏心軸部(ラム)の作動領域を示す説明図である。

【図5】サーボモータの速度-トルク特性の例を示す図である。

【図6】ノーワークのときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

【図7】図6の実測データに基づく特徴抽出波形データ(a)および打ち抜きトルク-速度特性(b)を示す図である。

【図8】薄板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

【図9】図8の実測データに基づく特徴抽出波形データ(a)および打ち抜きトルク-速度特性(b)を示す図である。

【図10】薄板のワークを大径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを

50

示す図である。

【図 1 1】図 1 0 の実測データに基づく特徴抽出波形データ (a) および打ち抜きトルク - 速度特性 (b) を示す図である。

【図 1 2】厚板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

【図 1 3】図 1 2 の実測データに基づく特徴抽出波形データ (a) および打ち抜きトルク - 速度特性 (b) を示す図である。

【図 1 4】この発明によるプレス機械のサーボドライブシステムの他の実施の形態を示す要部の縦断面図である。

【図 1 5】図 1 4 に示す要部の右側面図である。

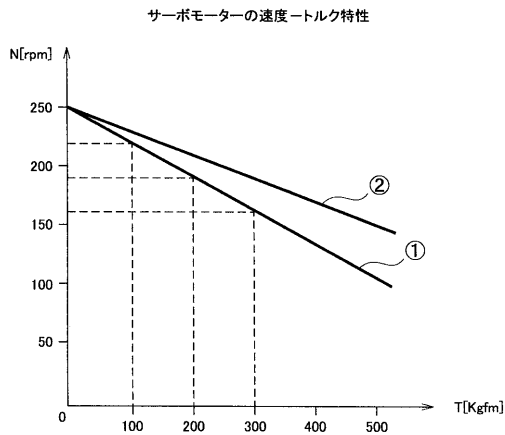
10

【図 1 6】図 1 4 のサーボモータとそれを駆動するサーボアンプの構成例を示す結線図である。

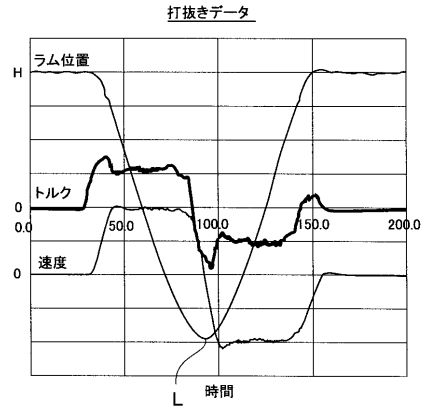
【符号の説明】

1、101	プレス機械のサーボドライブシステム	
10、110	タレットパンチプレス	
11a、11b、111a、111b	フレーム	
12a、12b、112a、112b	軸受部	
20、120	エキセンシャフト	
20a、20b、120a	延長部	
20e、120e	偏心軸部	20
21、121	コンロッド	
22、122	ラム	
23、123	ラムガイド	
24、124	ストライカ	
25、125	タレット	
26、126	パンチ金型	
30a、30b、130	サーボモータ	
31a、31b、131	モータ主軸	
32a、32b、132	磁極用マグネット (永久磁石)	
33a、33b、133	スリーブ	30
34a、34b、134	ブッシュ	
35a、35b、135	ロータ (回転子)	
36a、36b、136	外筒	
37a、37b、137	ステータ (固定子)	
38、138	ロータリエンコーダ	
40a、40b、140a、140b	サーボアンプ	
41a、41b、141a、141b	コンバータ	
42a、42b、142a、142b	パワードライバ	
43a、43b、143a、143b	リアクトル	
44a、44b、144a、144b	コンデンサ	40

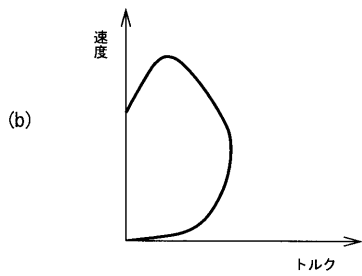
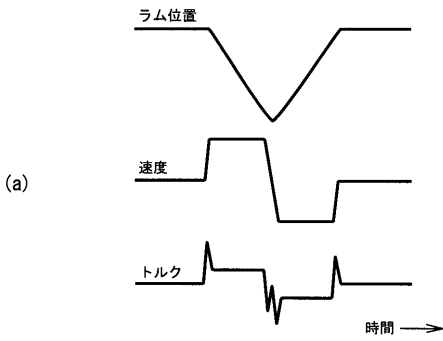
【 図 5 】



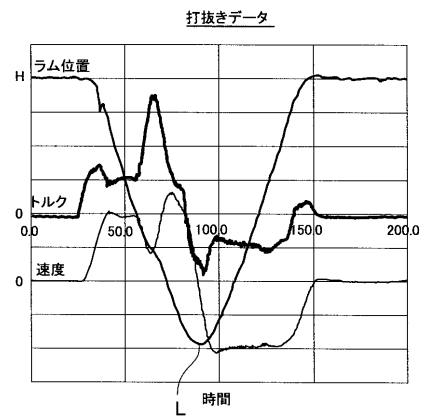
【 図 6 】



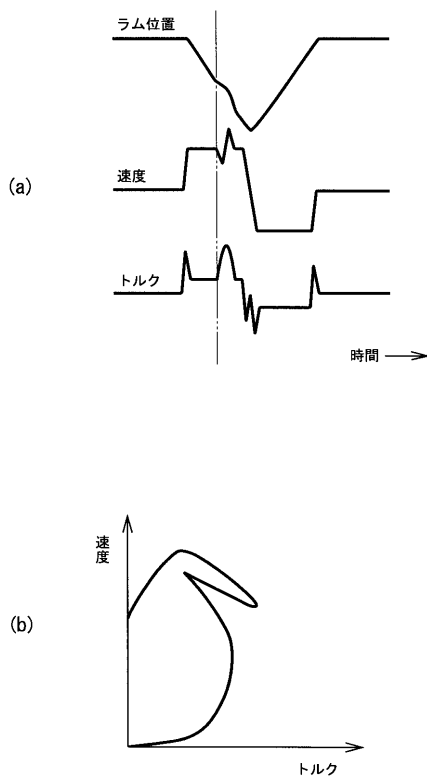
【 図 7 】



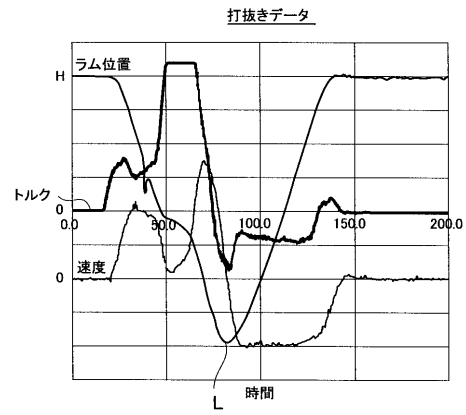
【 図 8 】



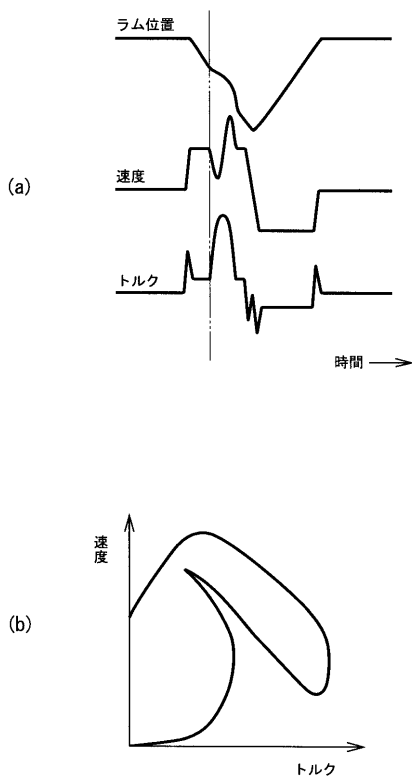
【 図 9 】



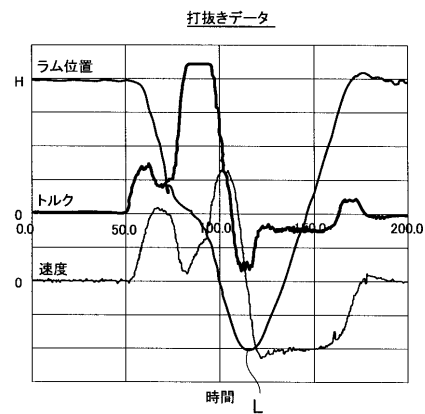
【 図 10 】



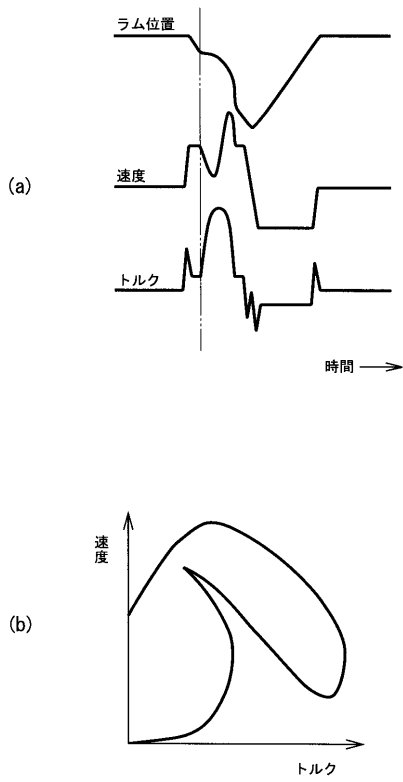
【 図 11 】



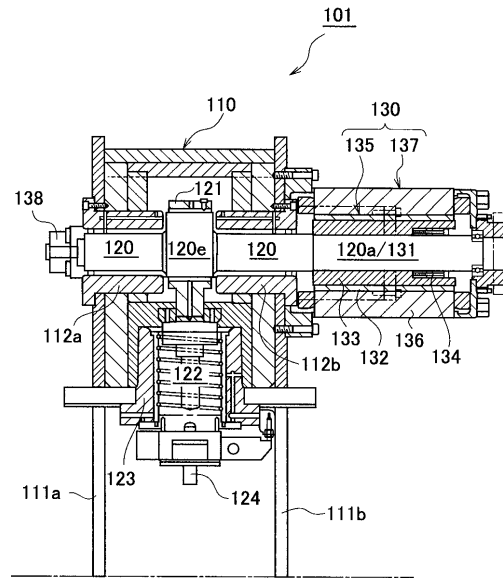
【 図 12 】



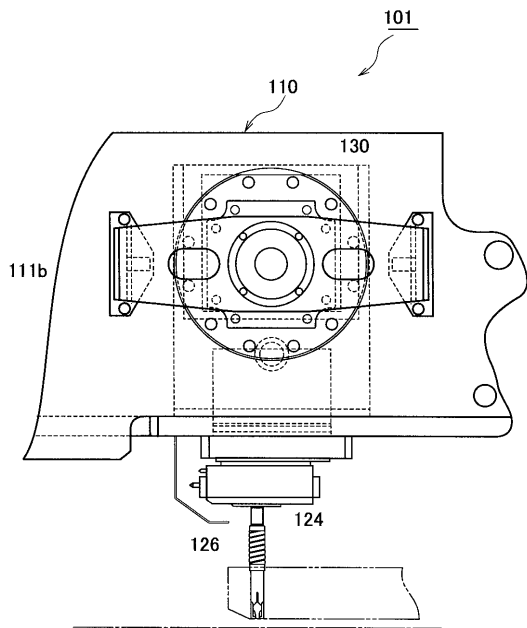
【 図 1 3 】



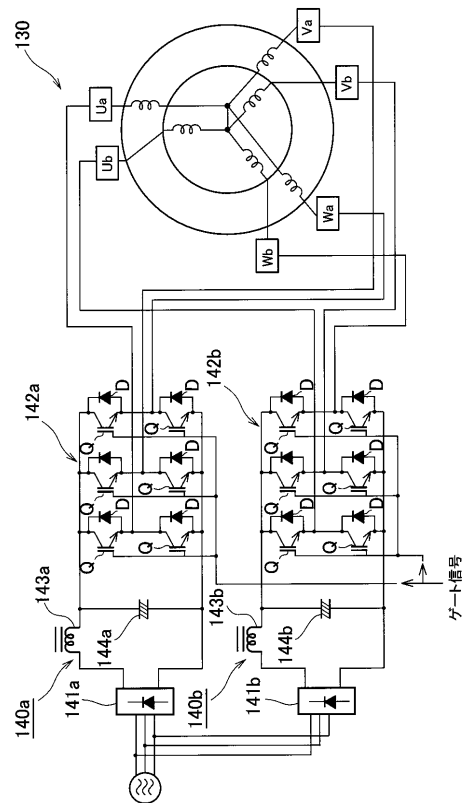
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
- (74)代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
- (74)代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄
- (72)発明者 内藤 欽志郎
神奈川県伊勢原市石田3 1 8 - 3
- (72)発明者 関山 篤藏
群馬県甘楽郡甘楽町天引2 5 8
- (72)発明者 大竹 俊昭
神奈川県小田原市東町1 - 9 - 8
- (72)発明者 栗山 晴彦
神奈川県厚木市恩名1 5 5 7 - 2 - 1

審査官 川村 健一

(56)参考文献 特開2 0 0 1 - 6 2 5 9 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

B30B 1/26

B30B 15/14