



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

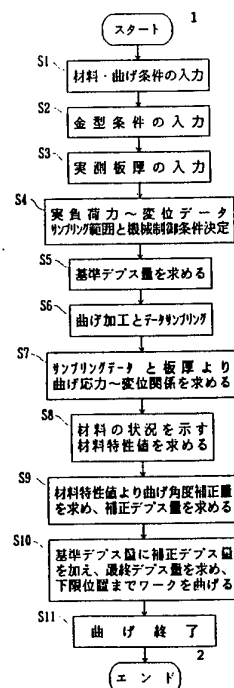
(51) 国際特許分類 6 B21D 5/02		(11) 国際公開番号 WO 95/10370
A1		(43) 国際公開日 1995年4月20日 (20.04.95)
(21) 国際出願番号 PCT/JP94/01734 (22) 国際出願日 1994年10月14日 (14. 10. 94) (30) 優先権データ 特願平5/258233 1993年10月15日 (15. 10. 93) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 小松製作所 (KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO) [JP/JP] 〒107 東京都港区赤坂2丁目3番6号 Tokyo, (JP) (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 東海 茂 (TOKAI, Shigeru) [JP/JP] 〒923 石川県小松市符津町2番地 株式会社小松製作所 粟津工場内 Ishikawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 杉浦俊貴, 外 (SUGIURA, Toshiki et al.) 〒550 大阪府大阪市西区新町1丁目10番24号 第3四ツ橋吉野ビル3階 Osaka, (JP) (81) 指定国 DE, US. 添付公開書類 国際調査報告書		

(54) Title : METHOD FOR SETTING THE POSITION OF A RAM OF A PRESS BRAKE AND DEVICE FOR CONTROLLING THE RAM

(54) 発明の名称 プレスブレーキのラム位置設定方法およびラム制御装置

(57) Abstract

In the process of bending a work, a method comprising the steps of sampling a loaded force actually applied to the work and the amount of displacement so as to determine a relationship between bending stress and displacement from data so sampled and an actually measured plate thickness, determining a material characteristic value such as a yielding stress that show the conditions of a material from the relationship between the bending stress and displacement so determined, determining a compensating amount for a bending angle by using a data table showing the correlation between the material characteristic value and the bending angle, determining a compensating depth amount from the bending angle compensating amount so determined, and determining a final depth amount by adding this compensating depth amount to a predetermined reference depth amount to thereby perform bending.



1 ... start
 S1 ... input a material and bending conditions
 S2 ... input the mold conditions
 S3 ... input an actually measured plate thickness
 S4 ... determine a range of sampling the actual loaded force and displacement data and machine control conditions
 S5 ... determine a reference depth amount
 S6 ... bending and data sampling
 S7 ... determine a relationship between the bending stress and displacement from the sampled data and the plate thickness
 S8 ... determine a material characteristic value showing the condition of the material
 S9 ... determine a bending angle compensating amount from the material characteristic value so as to determine a compensating depth amount
 S10 ... determine a final depth amount by adding the compensating depth amount to the reference depth amount and bend the work to a lower limit position
 S11 ... complete bending
 2 ... end

(57) 要約

ワークの曲げ加工途中において、ワークに加わる実負荷力と変位量とをサンプリングし、このサンプリングデータと実測板厚のデータにより曲げ応力～変位関係を求め、得られた曲げ応力～変位関係から材料の状況を示す例えば降伏応力のような材料特性値を求める。そして、得られた材料特性値から、この材料特性値と曲げ角度との相関に係るデータテーブルを用いて曲げ角度補正量を求め、こうして得られた曲げ角度補正量から補正デプス量を求め、この補正デプス量を予め設定される基準デプス量に加えることにより最終デプス量を求めて曲げを行う構成とする。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM	アルメニア	DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
BB	バルバドス	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
BE	ベルギー	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BF	ブルキナ・ファソ	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BG	ブルガリア	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BJ	ベナン	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BR	ブラジル	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TD	チャード
CA	カナダ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CF	中央アフリカ共和国	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
CG	コンゴ	IT	イタリア	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CH	スイス	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NL	オランダ	US	米国
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CZ	チェコ共和国	KR	大韓民国	NZ	ニュージーランド	VN	ヴェトナム
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド		

明細書

プレスブレーキのラム位置設定方法およびラム制御装置

技術分野

本発明は、プレスブレーキのラム位置設定方法およびその方法を用いるプレスブレーキのラム制御装置に関するものである。

背景技術

従来、プレスブレーキ等の曲げ加工機を用いて板状のワークの曲げ加工を行う場合に、NC装置にワークの板厚、材質等のワーク条件や金型条件、機械条件等の各種情報を入力するとともに、これら入力情報に基づいて上型もしくは下型のデプス量を演算してラムを駆動し所望の加工製品を得るようにしたものが知られている。

ところが、このように各種の情報を基にしてラムの駆動を行ったとしても、実際の曲げ加工においては、ワーク自体の板厚および特性値のバラツキもしくは種々の加工条件の違いによって所望の曲げ角度が得られない場合が多く、どうしても曲げ角度誤差の発生が避けられないのが実情であった。

そこで、前述のような材料のバラツキ等に起因する曲げ角度誤差を解消して高精度の曲げ加工を実現するために、曲げ加工中の曲げ荷重対変位データにより最終的な曲げ角度を予測してラム位置を制御するようにした制御方法がいろいろと提案されている。このような制御方法の一例として、例えば特表平1-501127号公報に開示されているものでは、曲げ加工中のラム位置～実加工力と、途中でラムを微上昇させた除荷時のラム位置～実加工力とを求め、これらデータに基づいて目標曲げ角度を得るための最終的なデプス位

置（ラム下限位置）を演算するようにされている。

しかしながら、前述の公報に開示されているものでは、曲げ加工の途中でラムを微上昇させて一旦除荷する必要があるため、ラムの制御が煩雑になるほか、加工時間も長くなってしまうという問題点がある。

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、加工途中でラムを上昇させることなく、材料バラツキの影響を受けずに高精度の曲げ加工を実現することのできるプレスブレーキのラム位置設定方法およびラム制御装置を提供することを目的とするものである。

発明の開示

本発明は、曲げ加工されているワークの材料特性を表す例えば降伏応力のような材料特性値がワークの曲げ角度と一定の相関関係にあるという知見に基づき、この相関関係を利用することにより前述の目的を達成することを可能にしたものである。

要するに、本発明に係るプレスブレーキのラム位置設定方法は、第１に、

ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム位置設定方法であって、

ワークの曲げ加工中にワークに加わる実負荷力と変位との関係を求めるとともに、この関係からワークの材料特性を表す所定の材料特性値を求め、この材料特性値と曲げ角度との相関からラムの位置を設定することを特徴とするものである。

この第１の特徴を有するラム位置設定方法においては、パンチとダイとによるワークの曲げ加工中に、ワークに加わる実負荷力とそのワークの変位との関係が求められ、この関係からワークの材料特性を表す例えば降伏応力のような材料特性値が求められ、この材料

特性値と曲げ角度との相関からラム位置が設定される。

また、本発明に係るプレスブレーキのラム位置設定方法は、第 2 に、

ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム位置設定方法であって、

ワークの曲げ加工中にワークに加わる実負荷力の時間的变化からワークの材料特性を表す所定の材料特性値を求め、この材料特性値と曲げ角度との相関からラムの位置を設定することを特徴とするものである。

この第 2 の特徴を有するラム位置設定方法においては、パンチとダイとによるワークの曲げ加工中に、ワークに加わる実負荷力の時間的变化からワークの材料特性を表す材料特性値が求められ、この材料特性値と曲げ角度との相関からラム位置が設定される。

このように本発明のラム位置設定方法によれば、曲げ加工される材料の特性に応じてラム位置が自動的に補正されるので、材料バラツキによる影響を受けない高精度の曲げ加工を実現することが可能となる。また、加工途中でラムを上昇させたりすることがないので、ラムの制御が煩雑になることはなく、加工時間も短縮することができる。

次に、本発明に係るプレスブレーキのラム制御装置は、第 1 図の発明原理図に示されているように、第 1 に、

ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、

- (a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、
- (b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を検出する実負荷力検出手段、

- (c) 曲げ加工中におけるワークの変位量を検出する変位量検出手段、
 - (d) これら実負荷力検出手段および変位量検出手段の各出力から曲げ加工中の実負荷力対変位データを演算するとともに、この実負荷力対変位データから曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、
 - (e) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、
 - (f) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、
 - (g) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段
- を備えることを特徴とするものである。

この第1の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置においては、ワークの曲げ加工中に、実負荷力検出手段によりワークに加わる実負荷力が検出されるとともに、変位量検出手段によりワークの変位量が検出され、これら実負荷力検出手段および変位量検出手段の各出力から曲げ加工中の実負荷力対変位データが演算され、この実負荷力対変位データから曲げ加工されているワークの材料特性を表す例えば降伏荷重のような材料特性値が演算される。そして、この材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量が演算され、この補正デプス量を予め設定されている基準デプス量に加えて最終デプス量が求められ、この最終デプス量に基づいてラムが駆動される。

また、本発明に係るプレスブレーキのラム制御装置は、第2に、

ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、

- (a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、
- (b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を所定の時間間隔で検出する実負荷力検出手段、
- (c) この実負荷力検出手段の出力から曲げ加工中の実負荷力の時間変化を演算するとともに、この実負荷力の時間変化から曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、
- (d) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、
- (e) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、
- (f) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段

を備えることを特徴とするものである。

この第2の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置においては、前記第1の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置において、ワークの変位量を計測時間間隔に置き換えることにより、ワークに加わる実負荷力の時間変化から前記材料特性値が演算される。

さらに、本発明に係るプレスブレーキのラム制御装置は、第3に、

ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、

- (a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デ

- プス量を設定する基準デプス量設定手段、
- (b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を検出する実負荷力検出手段、
- (c) 曲げ加工中におけるワークの変位量を検出する変位量検出手段、
- (d) これら実負荷力検出手段および変位量検出手段の各出力から曲げ加工中の実負荷力対変位データを演算するとともに、この実負荷力対変位データと予め入力されるワークの板厚データとにより曲げ加工中の曲げ応力対変位データを演算し、この曲げ応力対変位データから曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、
- (e) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、
- (f) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、
- (g) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段
- を備えることを特徴とするものである。

この第3の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置においては、前記第1の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置において、実負荷力検出手段および変位量検出手段の各出力から演算される曲げ加工中の実負荷力対変位データと予め入力されるワークの板厚データとにより曲げ加工中の曲げ応力対変位データが演算され、この曲げ応力対変位データから曲げ加工されているワークの材料特性を表す例えば降伏応力のような材料特性値が演算される。

また、本発明に係るプレスブレーキのラム制御装置は、第４に、ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、

- (a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、
- (b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を所定の時間間隔で検出する実負荷力検出手段、
- (c) この実負荷力検出手段の出力から曲げ加工中の実負荷力の時間変化を演算するとともに、この実負荷力の時間変化と予め入力されるワークの板厚データとにより曲げ加工中の曲げ応力の時間変化を演算し、この曲げ応力の時間変化から曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、
- (d) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、
- (e) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、
- (f) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段

を備えることを特徴とするものである。

この第４の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置においては、前記第３の特徴を有するプレスブレーキのラム制御装置において、ワークの変位量を計測時間間隔に置き換えることにより、ワークに加わる実負荷力の時間変化が演算され、この実負荷力の時間変化と予め入力されるワークの板厚データとにより曲げ加工中の曲げ

応力の時間変化が演算され、この曲げ応力の時間変化から前記材料特性値が演算される。

この場合に、前記板厚データは、板厚自動測定装置による測定値から取り込むようにしてもよいし、手入力により入力してもよい。

また、前記補正デプス量演算手段は、前記材料特性値演算手段により演算される材料特性値から曲げ角度補正量を演算するとともに、この曲げ角度補正量から補正デプス量を演算するものとすることができる。

本発明の他の目的は、後述される詳細な説明から明らかにされる。しかしながら、詳細な説明および具体的実施例は最も好ましい実施態様について説明するが、本発明の精神および範囲内の種々の変更および変形はその詳細な説明から当業者にとって明らかであることから、具体例としてのみ述べるものである。

図面の簡単な説明

第1図乃至第8図は本発明によるプレスブレーキのラム位置設定方法およびラム制御装置を適用した場合の具体的実施例を説明するための図面であって、

第1図は、本発明によるプレスブレーキのラム制御装置の発明原理図、

第2図は、本発明の一実施例のシステム構成図、

第3図は、本発明の一実施例におけるワークの変位量測定装置を示す断面図、

第4図は本発明の一実施例における降伏応力に対する曲げ角度の関係を示す線図、

第5図は、本発明の一実施例における応力～変位曲線を示す線図（a）および降伏応力の求め方を示す説明図（b）、

第 6 図は、本発明の一実施例におけるラム制御のフローチャート、
第 7 図は、板厚の自動測定装置の一例を示す側面図、
第 8 図は、材料特性値の他の例を説明する説明図である。

発明を実施するための最良の形態

次に、本発明によるプレスブレーキのラム位置設定方法およびラム制御装置の具体的実施例について、図面を参照しつつ説明する。

第 2 図のシステム構成図に示されているように、本発明の一実施例に係るプレスブレーキは、固定の水平テーブル 1 と、この水平テーブル 1 に対して昇降駆動されるラム 2 とを備えている。そして、水平テーブル 1 の上面には V 字状の型溝（V 溝）3 a を有するダイ（下金型）3 が載置され、一方ラム 2 の下部にはそのダイ 3 に対向してパンチ（上金型）4 が取り付けられている。また、ダイ 3 およびパンチ 4 の後方には前後、上下および左右方向に移動可能とされるバックストップ（図示せず）が設けられている。そして、ダイ 3 とパンチ 4 との間には板状のワーク（被加工物）5 が介在され、このワーク 5 の後端縁をバックストップに突き当てた状態でラム 2 の駆動によってパンチ 4 を所定の高さ位置まで下降させることによりワーク 5 の曲げ加工がなされる。

前記プレスブレーキのサイドフレームには歪ゲージ 6 が貼り付けられており、この歪ゲージ 6 によってワーク 5 の折曲げ加工時におけるそのサイドフレームの歪が検出され、こうして検出される歪からワーク 5 の曲げ加工中の実負荷力が検出されるようになっている。

また、第 3 図に示されているように、ダイ 3 の V 溝 3 a の底部には垂直孔 7 が穿設されるとともに、この垂直孔 7 内にはダイ 3 の下方から位置検出ピン 8 が挿入されている。この位置検出ピン 8 は、ダイ 3 の下部に設けられるボールブッシュ 9 により鉛直方向に摺動

自在に案内され、中央部にダイ 3 の下面に当接する鏝 8 a を有するとともに、圧縮スプリング 10 の弾性力により常時上方へ向けて付勢されている。そして、この位置検出ピン 8 の上端面はダイ 3 の上面と同高になるように設定されている。また、この位置検出ピン 8 の下端部には、端面の面積が比較的大きく形成されてなるキャップ部 8 b が設けられている。さらに、前記キャップ部 8 b の下方には、このキャップ部 8 b の端面に対向する円柱状のセンサヘッド 11 a を有する変位センサ 11 が取り付けられている。この変位センサ 11 は、センサヘッド 11 a に内蔵するコイルに高周波電流を流して高周波磁界を発生させ、この磁界によって測定対象物であるキャップ部 8 b の表面に渦電流を発生させ、この渦電流の大きさによってキャップ部 8 b とセンサヘッド 11 a のそれぞれの端面間の距離を測定するものである。

以上のように構成されていることによって、ダイ 3 の上面に載置されるワーク 5 がパンチ 4 の下降によって曲げ加工されて V 溝 3 a 内へ突入すると、この突入されるワーク 5 によって位置検出ピン 8 が下方へ押され、この位置検出ピン 8 は垂直孔 7 内を圧縮スプリング 10 の付勢力に抗して下方へ摺動する。この動きにつれてキャップ部 8 b も下方へ摺動し、このキャップ部 8 b の端面とセンサヘッド 11 a の端面との距離が狭められ、キャップ部 8 b の表面に生じる渦電流が大きくなることによってワーク 5 の V 溝 3 a 内への突入量、すなわちワーク 5 の変位量が検出される。

こうして、ワーク 5 の曲げ加工中に歪ゲージ 6 により検出されるワーク 5 の実負荷力に係るデータと、変位センサ 11 によって検出されるワーク 5 の変位量に係るデータとが NC 装置 12 に入力される。この NC 装置 12 には、データ入力部から予め、ワーク条件（材質、曲げ長さ、曲げ角度等）、金型条件（型高さ、V 溝幅、V

角度，パンチ R，肩 R 等），機械条件（剛性，スピード仕様，ストローク仕様等）の各データが入力されるとともに、曲げ加工すべきワーク 5 の実測板厚に係るデータが手入力により入力される。

この NC 装置 1 2 には、実負荷力～変位データのサンプリング範囲と機械制御条件を決定するためのデータテーブルが記憶されている。また、本実施例においては、曲げ加工されるワーク 5 の代表特性として降伏応力を選定した場合に、この降伏応力が第 4 図に示されているように曲げ角度と相関関係にあることから、NC 装置 1 2 内には予め各加工条件に応じて降伏応力～曲げ角度のデータテーブルが記憶されており、更に曲げ角度補正量～補正デプス量のデータテーブルが記憶されている。

NC 装置 1 2 においては、まずワーク条件，金型条件，機械条件等の入力データに基づいてラム 2 の基準デプス量が演算され、次いで予め設定される機械制御条件に基づいて曲げ加工が実行され、この曲げ加工中に歪ゲージ 6 および変位センサ 1 1 から得られる実負荷力～変位のサンプリングデータとワーク 5 の実板厚値とより曲げ応力～変位関係が求められる。そして、このようにして得られる曲げ応力～変位関係からワーク 5 の代表特性としての降伏応力が求められる。

第 5 図には、応力～変位曲線から降伏応力を求める方法の一例が示されている。図示のように、(a) に示される降伏応力 σ_v を求めるには、(b) に示されるように、弾性範囲における応力 σ と変位 d との関係を、応力 σ の採用データの上限值 σ_1 および下限値 σ_0 から一次式 $\sigma = p d + q$ で近似するとともに、塑性範囲における応力 σ と変位 d との関係を、応力 σ の採用データの上限值 σ_3 および下限値 σ_2 から二次式 $\sigma = r d^2 + s d + t$ で近似し、これら二つの近似式の交点 A の応力値を降伏応力とする。なお、この降伏

応力の求め方としては、第 5 図に示される方法のほか、応力 σ の変化割合を算出し、この変化割合が所定値以下になった点の応力値を降伏応力とする方法などがある。

このようにして降伏応力値が得られると、次に第 4 図に示されているような降伏応力～曲げ角度のデータテーブルが参照され、ワーク 5 の材質毎の基準降伏応力 σ_{Y0} と実測降伏応力 σ_{Yp} との偏差 $\sigma_{Yp} - \sigma_{Y0}$ に対応する曲げ角度補正量 $\theta_{Yp} - \theta_{Y0}$ が求められる。そして、この曲げ角度補正量と補正デプス量との関係を参照することによりその補正デプス量が演算され、この補正デプス量を予め設定されている基準デプス量に加算して最終デプス量が求められ、こうして得られる最終デプス量に基づいてラム 2 が駆動される。

なお、前述の説明では、降伏応力から曲げ角度補正量を求め、この曲げ角度補正量から補正デプス量を求めるものとしたが、降伏応力に対する補正デプス量のデータテーブルを用意しておくことでその補正デプス量を直接求めることもできる。

次に、本実施例における前述の制御動作を第 6 図に示されているフローチャート図に基づき説明する。

S 1 ～ S 3 : 材料および曲げ条件（曲げ長さ、曲げ角度等）を入力し、金型条件（パンチ条件；高さ、パンチ R、V 角度、ダイ条件；高さ、V 幅、V 角度、肩 R）を入力し、実測板厚を入力する。

S 4 : 与えられている加工条件に基づき、入力データとサンプリング条件に関するデータベースを用いて実負荷力～変位データのサンプリング範囲（間隔、時間、位置等）と機械制御条件とを決定する。

S 5 : 入力データに基づいてラム 2 の基準デプス量を演算により求める。

S 6 : ワーク 5 の曲げ加工を実行し、この曲げ加工途中において、歪ゲージ 6 によりワーク 5 に加わる実負荷力を検出するとともに、

変位センサ 11 によってワーク 5 の変位量を検出することにより、実負荷力～変位のデータサンプリングを行う。なお、このデータサンプリングは、ラム 2 の基準下限値までの全範囲にわたって行う必要はない。

S 7～S 8：ステップ S 6 にて得られるサンプリングデータと入力されている実測板厚のデータとにより曲げ応力～変位関係を求め、得られた曲げ応力～変位関係から材料の状況を示す例えば降伏応力のような材料特性値を求める。

S 9：ステップ S 8 で得られた材料特性値から、この材料特性値と曲げ角度との相関に係るデータテーブルを用いて曲げ角度補正量を求め、こうして得られた曲げ角度補正量から補正デプス量を求める。

S 10：基準デプス量に補正デプス量を加えることにより最終デプス量を求め、この最終デプス量に相当するラム下限位置までラム 2 を駆動してワーク 5 の曲げを行う。

S 11：曲げを終了する。

本実施例によれば、ワーク 5 の曲げ加工の都度、曲げ加工している材料の特性に応じてラム下限値を自動的に補正するようにしているので、材料が異なっても曲げ角度のバラツキの生じない高精度の曲げを行うことができる。

本実施例においては、ワーク 5 の板厚に係るデータを手入力するようにしたものを説明したが、この板厚は自動測定装置により計測してその計測結果を NC 装置 12 に自動的に入力することもできる。この自動測定装置の一例が第 7 図に示されている。図示のように、この自動測定装置においては、C 型フレーム 13 の上部にエアシリンダ 14 が設けられるとともに、下部にセンサブロック 15 が設けられ、エアシリンダ 14 の作動によりそのエアシリンダ 14 の下部に取り付けられる押圧パッド 16 とセンサブロック 15 の上面との

間に被測定物であるワーク 5 を挟持し、センサブロック 15 内に設けられる渦電流センサ 17 の出力によってワーク 5 の板厚を計測するように構成されている。なお、第 7 図において符号 18 で示されているのは、緩衝用のウレタンクッションである。

本実施例ではまた、ワーク 5 の板厚を入力して曲げ応力～変位関係を求めるようにしたものを説明したが、この板厚条件を加味せずに実負荷力～変位関係により降伏荷重等の材料特性値を求め、この材料特性値により曲げ角度補正量を求めるようにする実施例も可能である。

さらに、本実施例では、曲げ加工中におけるワーク 5 の変位データを変位センサ 11 の出力から得るようにしたものを説明したが、ラム 2 の下降速度の制御が高精度に行われているものでは、変位データを計測時間間隔（時間データ）で代用させることができる。この場合に、前記実負荷力～変位データは実負荷力～時間データに置き換えられる。

また、本実施例においては、ワーク 5 の材料特性値として降伏応力を選定したものを説明したが、この降伏応力以外に次に示す他の材料特性値を選定することも可能である（第 8 図参照）。

①降伏応力 σ_y と最大応力 σ_{max} との比 σ_y / σ_{max} （もしくは降伏荷重と最大荷重との比）

この場合、降伏応力 σ_y は前述と同様にして求められ、最大応力 σ_{max} は、二次式 $\sigma = r d^2 + s d + t$ の勾配が零になる点、すなわち σ の d についての微分値が零になる点より推定される。

②塑性域での応力勾配 α （もしくは荷重勾配）

この応力勾配 α は、塑性域の応力～変位曲線を直線（一次式）で近似し、この近似される直線の勾配より求められる。

③応力～変位曲線（もしくは荷重～変位曲線）のべき指数 n

応力～変位曲線を n 次式 $\sigma = k d^n$ で近似したときのべき指数 n を材料特性値とする。

以上の説明では、ラムが下降してワークを折り曲げるものにおいてラム下限位置を設定する場合を述べたが、本発明はラムが上昇してワークを折り曲げるものにおいてラム上限位置を設定する場合についても適用できるのは言うまでもない。

以上に説明したように、本発明は、種々に変更可能なことは明らかである。このような変更は本発明の精神および範囲に反することなく、また当業者にとって明瞭な全てのそのような変形、変更は、請求の範囲に含まれるものである。

請求の範囲

1. ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム位置設定方法であって、

ワークの曲げ加工中にワークに加わる実負荷力と変位との関係を求めるとともに、この関係からワークの材料特性を表す所定の材料特性値を求め、この材料特性値と曲げ角度との相関からラムの位置を設定することを特徴とするプレスブレーキのラム位置設定方法。

2. ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム位置設定方法であって、

ワークの曲げ加工中にワークに加わる実負荷力の時間的变化からワークの材料特性を表す所定の材料特性値を求め、この材料特性値と曲げ角度との相関からラムの位置を設定することを特徴とするプレスブレーキのラム位置設定方法。

3. ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、
 - (a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、
 - (b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を検出する実負荷力検出手段、
 - (c) 曲げ加工中におけるワークの変位量を検出する変位量検出手段、
 - (d) これら実負荷力検出手段および変位量検出手段の各出力から曲げ加工中の実負荷力対変位データを演算するとともに、この実負荷力対変位データから曲げ加工されているワークの

材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、

(e) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、

(f) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、

(g) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段

を備えることを特徴とするプレスブレーキのラム制御装置。

4. ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、

(a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、

(b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を所定の時間間隔で検出する実負荷力検出手段、

(c) この実負荷力検出手段の出力から曲げ加工中の実負荷力の時間変化を演算するとともに、この実負荷力の時間変化から曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、

(d) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、

(e) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、

(f) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段を備えることを特徴とするプレスブレーキのラム制御装置。

5. 前記材料特性値は降伏荷重である請求項 3 または 4 に記載のプレスブレーキのラム制御装置。

6. ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、

(a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、

(b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を検出する実負荷力検出手段、

(c) 曲げ加工中におけるワークの変位量を検出する変位量検出手段、

(d) これら実負荷力検出手段および変位量検出手段の各出力から曲げ加工中の実負荷力対変位データを演算するとともに、この実負荷力対変位データと予め入力されるワークの板厚データとにより曲げ加工中の曲げ応力対変位データを演算し、この曲げ応力対変位データから曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、

(e) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、

(f) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、

(g) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス

量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段
を備えることを特徴とするプレスブレーキのラム制御装置。

7. ラムの昇降動によりパンチとダイとの間に介在されるワークを所定角度に折曲げるプレスブレーキのラム制御装置であって、
- (a) 入力されるワークの加工情報に基づいて前記パンチの基準デプス量を設定する基準デプス量設定手段、
 - (b) 曲げ加工中にワークに加わる実負荷力を所定の時間間隔で検出する実負荷力検出手段、
 - (c) この実負荷力検出手段の出力から曲げ加工中の実負荷力の時間変化を演算するとともに、この実負荷力の時間変化と予め入力されるワークの板厚データとにより曲げ加工中の曲げ応力の時間変化を演算し、この曲げ応力の時間変化から曲げ加工されているワークの材料特性を表す所定の材料特性値を演算する材料特性値演算手段、
 - (d) この材料特性値演算手段により演算される材料特性値からその材料特性値に対応する補正デプス量を演算する補正デプス量演算手段、
 - (e) この補正デプス量演算手段により演算される補正デプス量を前記基準デプス量に加えることにより前記パンチの最終デプス量を演算する最終デプス量演算手段および、
 - (f) この最終デプス量演算手段により演算される最終デプス量に基づいて前記ラムを駆動するラム駆動手段
- を備えることを特徴とするプレスブレーキのラム制御装置。
8. 前記板厚データは板厚自動測定装置による測定値から取り込まれる請求項6または7に記載のプレスブレーキのラム制御装置。
9. 前記材料特性値は降伏応力である請求項6乃至8のうちのい

ずれかに記載のプレスブレーキのラム制御装置。

10. 前記補正デプス量演算手段は、前記材料特性値演算手段により演算される材料特性値から曲げ角度補正量を演算するとともに、この曲げ角度補正量から補正デプス量を演算するものとされる請求項3乃至9のうちのいずれかに記載のプレスブレーキのラム制御装置。

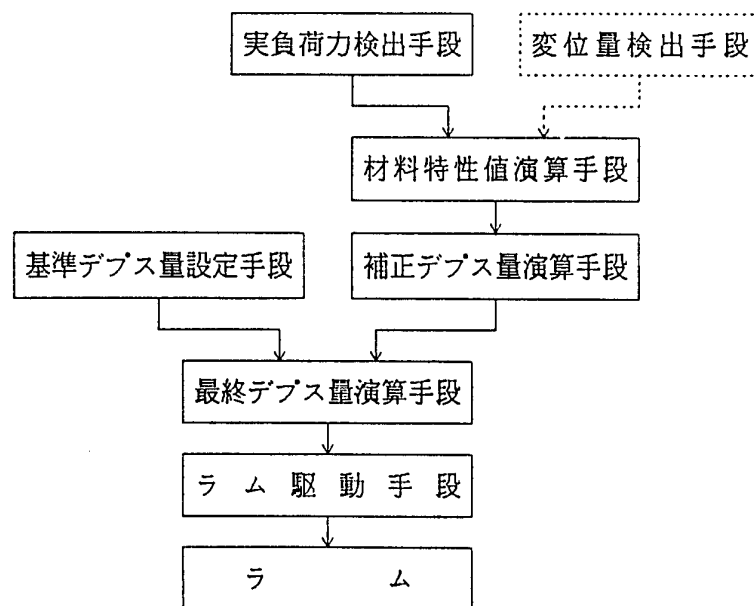


FIG. 1

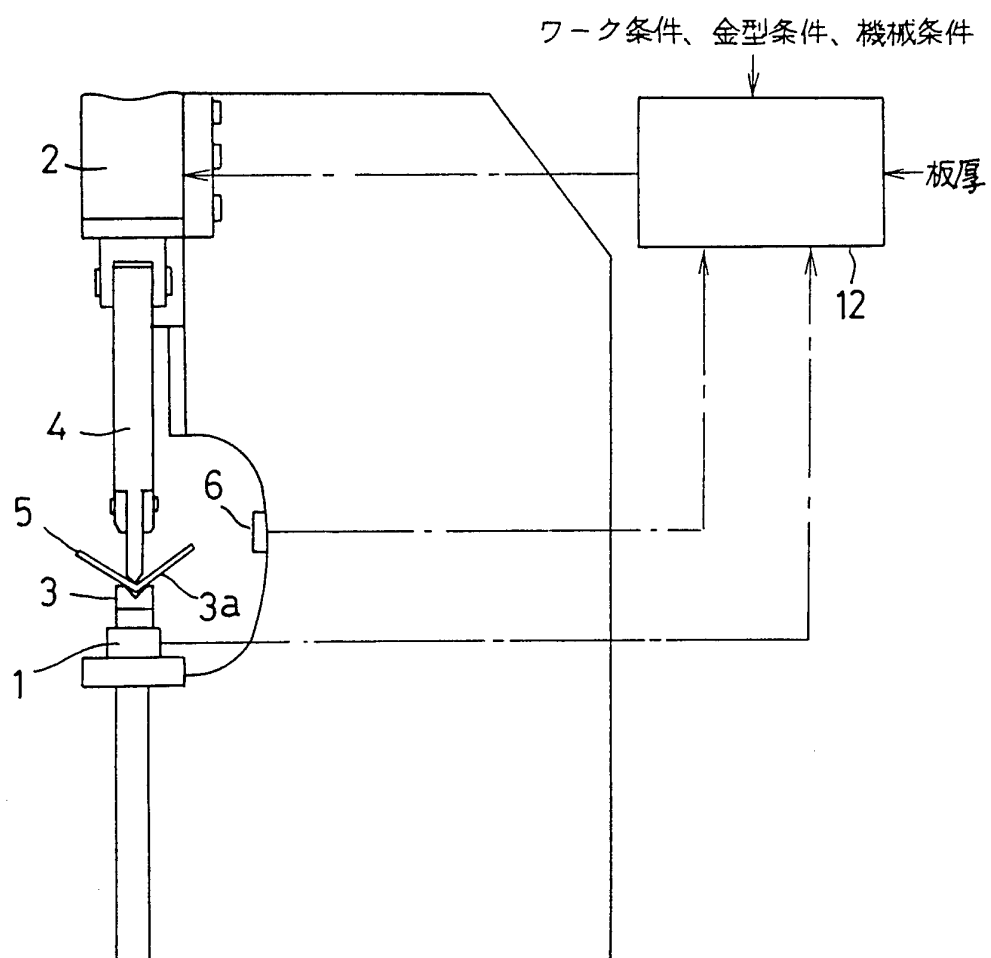


FIG. 2

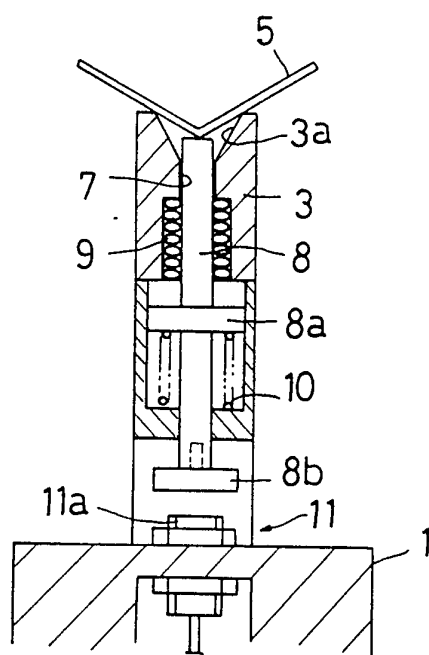


FIG. 3

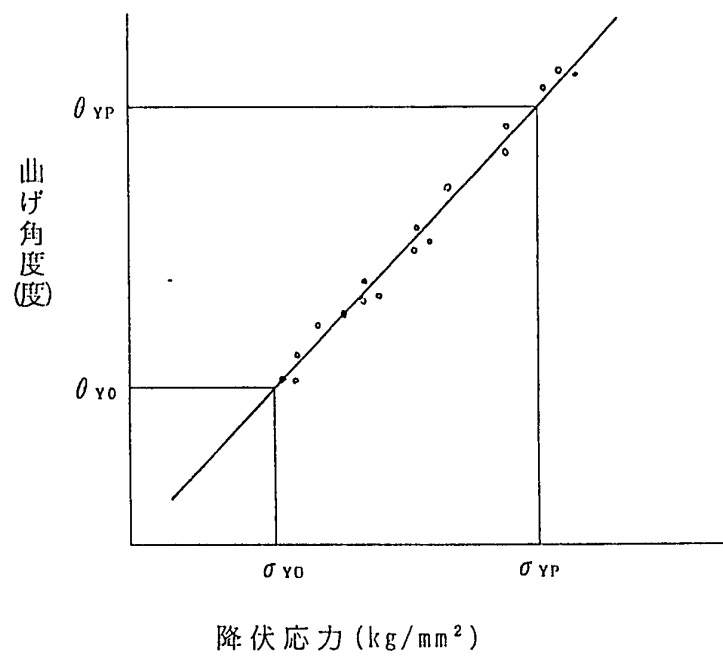


FIG. 4

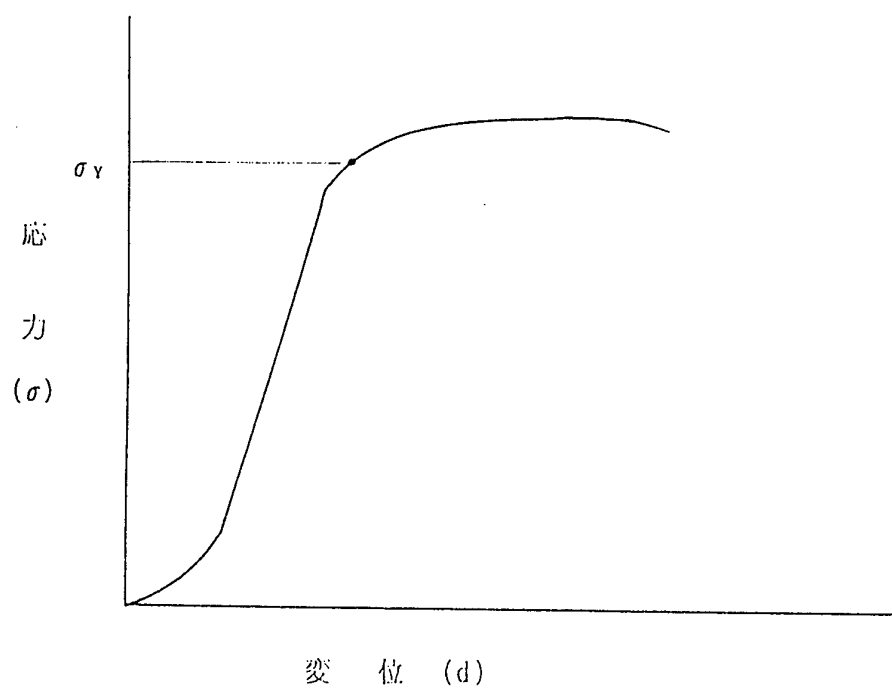


FIG. 5 (a)

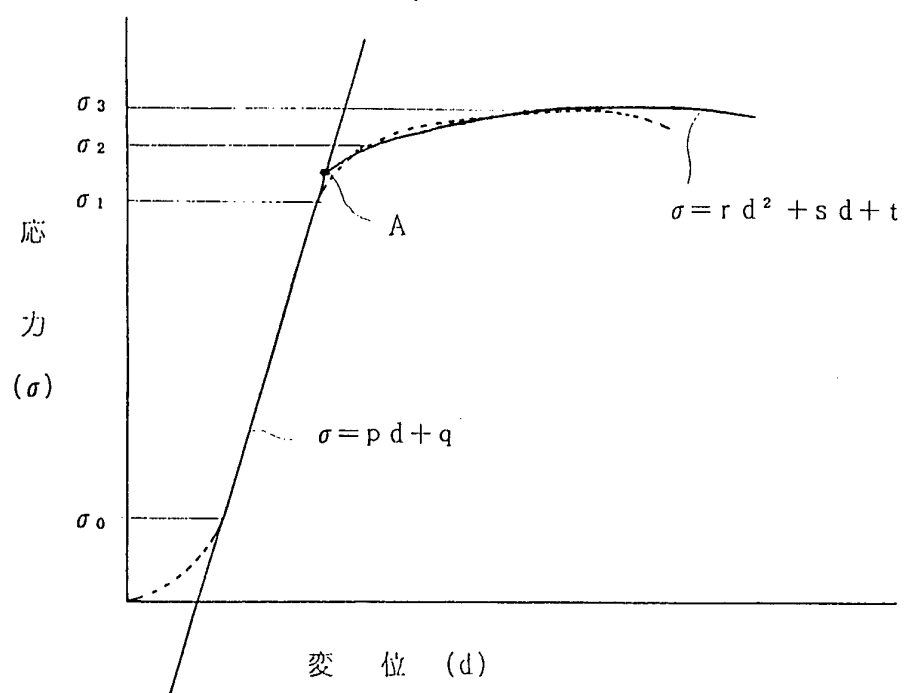


FIG. 5 (b)

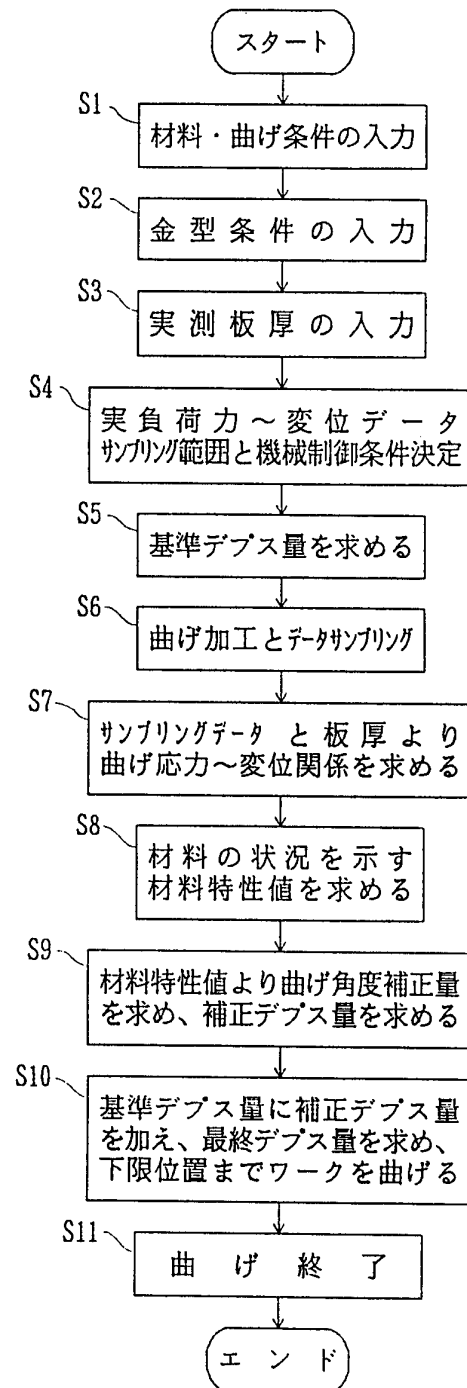


FIG. 6

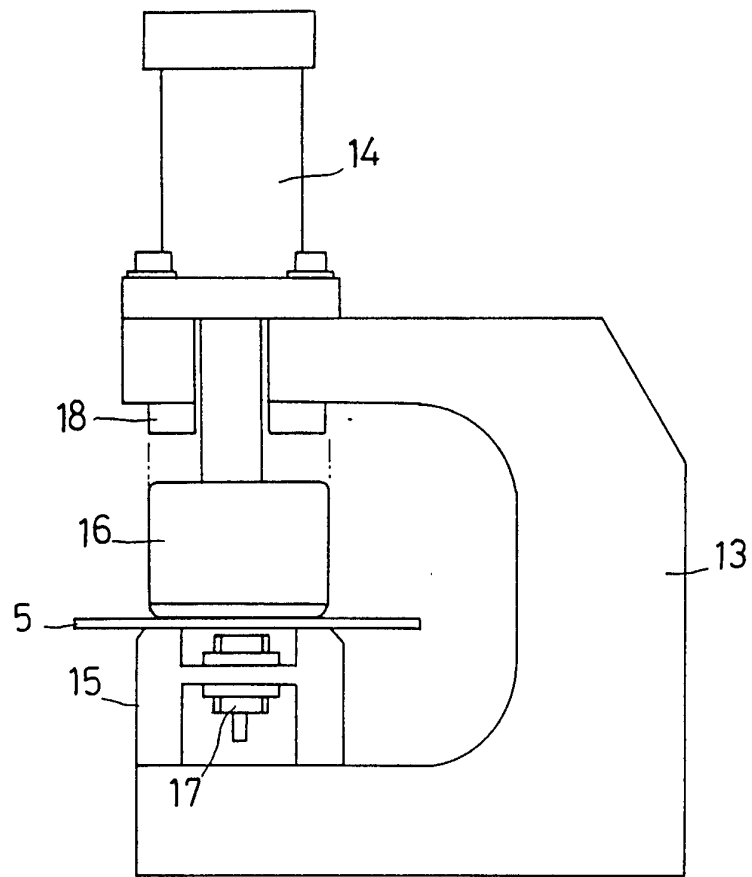


FIG. 7

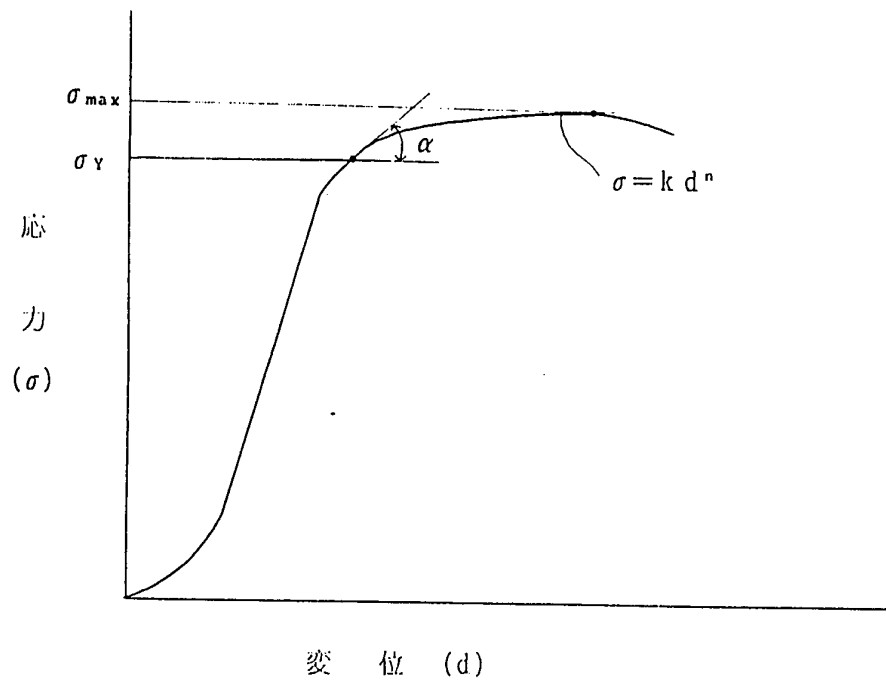


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP94/01734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ B21D5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ B21D5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1994

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 1-501127 (Cincinnati, Inc.), April 20, 1989 (20. 04. 89), Figs. 4, 8 & WO, A1, 88/01916 & EP, B1, 282493 & US, A, 4819467	1, 3, 5, 6, 8-10
Y	JP, A, 2-30327 (Matsushita Electric Works, Ltd.), January 31, 1990 (31. 01. 90), Figs. 1, 2, (Family: none)	2, 4, 5, 7-10
Y	JP, A, 3-90218 (Komatsu Ltd.), April 16, 1991 (16. 04. 91), Fig. 3, (Family: none)	8
A	JP, Y2, 2-39610 (Amada Co., Ltd.), October 24, 1990 (24. 10. 90), (Family: none)	1-10
A	JP, A, 4-361831 (Amada Co., Ltd.), December 15, 1992 (15. 12. 92), (Family: none)	1-10
A	JP, A, 3-71923 (Amada Co., Ltd.), March 27, 1991 (27. 03. 91), (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

December 16, 1994 (16. 12. 94)

Date of mailing of the international search report

January 17, 1995 (17. 01. 95)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/01734

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, A, 3-71922 (Amada Co., Ltd.), March 27, 1991 (27. 03. 91), (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁴ B 21 D 5 / 02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁵ B 21 D 5 / 02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1994年

日本国公開実用新案公報 1971-1994年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, A, 1-501127 (シンシナチ、インコーポレイテッド), 20. 4月. 1989 (20. 04. 89), 第 4, 8 図 & WO, A1, 88/01916 & EP, B1, 282493 & US, A, 4819467	1, 3, 5, 6, 8-10
Y	JP, A, 2-30327 (松下電工株式会社), 31. 1月. 1990 (31. 01. 90), 第 1, 2 図 (ファミリーなし)	2, 4, 5, 7-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献
(理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日
の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と
矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため
に引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規
性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文
献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性
がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 12. 94

国際調査報告の発送日

17.01.95

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

日比野 隆 治

4 E 9 0 4 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, A, 3-90218 (株式会社 小松製作所), 16. 4月. 1991 (16. 04. 91), 第3図 (ファミリーなし)	8
A	JP, Y2, 2-39610 (株式会社 アマダ), 24. 10月. 1990 (24. 10. 90) (ファミリーなし)	1-10
A	JP, A, 4-361831 (株式会社 アマダ), 15. 12月. 1992 (15. 12. 92) (ファミリーなし)	1-10
A	JP, A, 3-71923 (株式会社 アマダ), 27. 3月. 1991 (27. 03. 91) (ファミリーなし)	1-10
A	JP, A, 3-71922 (株式会社 アマダ), 27. 3月. 1991 (27. 03. 91) (ファミリーなし)	1-10