

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3629022号

(P3629022)

(45) 発行日 平成17年3月16日(2005.3.16)

(24) 登録日 平成16年12月17日(2004.12.17)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 3 K 11/24

B 2 3 K 11/24 3 3 6

B 2 3 K 11/11

B 2 3 K 11/11 5 2 0

B 2 3 K 11/28

B 2 3 K 11/28

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-298423 (P2002-298423)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成14年10月11日(2002.10.11)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2004-130357 (P2004-130357A)		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成16年4月30日(2004.4.30)		〇番地
審査請求日	平成14年10月11日(2002.10.11)	(74) 代理人	100082304
			弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351
			弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425
			弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495
			弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	加藤 哲朗
			山梨県南都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】 スポット溶接ガン及びスポット溶接ガンの加圧力制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サーボモータにより溶接チップを駆動し、溶接対象物を加圧しスポット溶接を行うスポット溶接ガンにおいて、

予め求めた温度変化に対する加圧力の変化の関係を記憶する記憶手段と、

前記サーボモータ又は前記スポット溶接ガン可動部への動力伝達部の温度を検出するのに適した場所に配置された温度センサと、

前記記憶手段に記憶された温度変化に対する加圧力の変化の関係と前記温度センサで検出された温度とに基づいて前記溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるよう前記サーボモータを制御する手段と、

を備えることを特徴とするスポット溶接ガン。

【請求項2】

前記サーボモータを制御する手段は、前記温度変化に対する加圧力の変化の関係と前記温度センサで検出された温度とに基づいて、前記溶接チップによる加圧力が所定加圧力になるよう指令加圧力を補正し、該補正された指令加圧力と外乱推定オブザーバによって推定されたトルクとによりフィードバック制御して溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるように制御する請求項1に記載のスポット溶接ガン。

【請求項3】

サーボモータにより溶接チップを駆動し、溶接対象物を加圧しスポット溶接を行うスポット溶接ガンの加圧力制御方法において、

10

20

予め温度変化に対する加圧力の変化の関係を求めておき、

前記サーボモータ又は前記スポット溶接ガン可動部への動力伝達部の温度を検出し、
前記温度変化に対する加圧力の変化の関係を検出された温度とに基づいて前記溶接チップ
により所定加圧力が得られるように前記サーボモータを制御することを特徴とするスポッ
ト溶接ガンの加圧力制御方法。

【請求項 4】

前記温度変化に対する加圧力の変化の関係を前記温度センサで検出された温度とに基づい
て、前記溶接チップによる加圧力が所定加圧力になるよう指令加圧力を補正し、該補正さ
れた指令加圧力と外乱推定オブザーバによって推定されたトルクとによりフィードバック
制御して溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるように制御する請求項 3 に記載のス
ポット溶接ガンの加圧力制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、サーボモータで駆動されるスポット溶接ガンに関する。

【0002】

【従来の技術】

スポット溶接は、金属板の溶接対象物をスポット溶接ガンの溶接チップで挟み加圧して、
両チップ間に電流を流すことによって発生するジュール熱を利用して、金属板を溶着する
ものである。このスポット溶接ガンの溶接チップを駆動する駆動源にサーボモータを用い
た、いわゆるサーボガンが公知である。

20

【0003】

図 4 は、このような溶接チップをサーボモータで駆動するスポット溶接ガンの概要とその
駆動制御系の要部ブロック図の一例である。

スポット溶接ガン 1 は、溶接チップ 2 a , 2 b がそれぞれ取り付けられたアーム 3 a , 3
b と、該アーム 3 a 又は 3 b 若しくは両方を駆動するためのボールネジ/ナット機構 4 と
このボールネジ/ナット機構 4 を介してアーム 3 a 又は 3 b 若しくは両方を駆動して溶接
チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方を開閉し、かつ該溶接チップ 2 a , 2 b で溶接対象物の
金属板を挟み加圧力を与えるサーボモータ 5 等で構成されている。又、該サーボモータ 5
には、該サーボモータ 5 の回転位置を検出して溶接チップの開閉位置を検出する位置検出
器 6 が設けられている。

30

【0004】

符号 10 は、このスポット溶接ガン(サーボガン) 1 を制御する制御装置で、通常、この
スポット溶接ガン 1 が取り付けられるロボットの制御装置で構成される。すなわち、ロボ
ット制御装置内にスポット溶接ガン 1 のサーボモータ 5 を制御するサーボ CPU 12 を設
けるか、すでにロボットの各軸のサーボモータを制御するために設けられているサーボ
CPU 12 によってスポット溶接ガン 1 のサーボモータ 5 をも制御するようにしたものであ
る。

【0005】

制御装置 10 のメイン CPU 11 は、ロボットを駆動制御してスポット溶接ガン 1 を溶接
点位置まで移動させた後、スポット溶接ガン 1 のサーボモータ 5 に対して、移動指令を出
力する。サーボ CPU 12 は該移動指令と位置検出器 6 からの位置のフィードバック信号
に基づいて位置のフィードバック処理を行い、サーボアンプ 13 に対して電流指令(トル
ク指令)を出力する。サーボアンプ 13 は、該指令を受けてサーボモータ 5 に駆動電流を
流しサーボモータを駆動して溶接チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方を閉じ方向に駆動する
。

40

【0006】

そして溶接チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方が所定位置まで達すると、メイン CPU 11
は、制御切替指令と加圧力指令をサーボ CPU 12 に出力する。この信号を受けてサーボ
CPU 12 は、位置のフィードバック制御から加圧力制御に切り替え、指令された加圧力

50

になるよう電流指令（トルク指令）をサーボアンプ 1 3 に出力してサーボモータ 5 を駆動し、溶接チップ 2 a , 2 b により指令された加圧力で溶接対象の金属板を加圧する。その後、溶接電流を両溶接チップ 2 a , 2 b 間に流しスポット溶接を行い、溶接終了後は溶接チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方を開き、次の溶接点へ移動する。

【 0 0 0 7 】

以上のように、スポット溶接ガン 1 の溶接チップ 2 a , 2 b を駆動するサーボモータ 5 は、スポット溶接ガン 1 に設けられ、溶接チップ 2 a , 2 b の近傍に設けられている。このため、溶接チップ 2 a , 2 b に溶接電流を流し、金属板をスポット溶接するとき発生するジュール熱によりスポット溶接ガンは影響を受け、高温となる。これを冷却するため、スポット溶接ガンの溶接チップやアーム先端等を水冷している。さらにサーボモータも水冷する場合もある。

10

【 0 0 0 8 】

モータが高温になるとその出力トルクが低下する。一般に、モータから出力されるトルクは、

モータトルク = トルク定数 × 電流値

の関係にあり、このトルク定数は温度に依存し、モータが高温になるとトルク定数が低下することが知られている（例えば、特許文献 1 ）。

【 0 0 0 9 】

そのため、スポット溶接ガンのサーボモータは、溶接によって発生するジュール熱等の外的要因や、サーボモータ自身の発熱によって加熱され高温となり、その出力トルクが低下することに起因して加圧力が低下することになる。

20

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 6 5 4 7 8 号公報

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

モータの発熱による温度変化に伴うトルク定数の変化は、温度変化が特別大きいものではないことから、格別問題とならないが、スポット溶接ガン 1 のサーボモータ 5 では、溶接チップによるスポット溶接に伴い発生するジュール熱の影響を受けて高温となる。そのため、トルク定数が低下し、溶接チップ 2 a , 2 b を駆動するサーボモータ 5 から発生するトルクも変化することになる。

30

【 0 0 1 2 】

さらに、サーボモータ 5 で駆動されるスポット溶接ガン 1 ではサーボ CPU 1 2 からの電流指令に基づいてサーボアンプ 1 3 が駆動電流をサーボモータ 5 に流し、この駆動電流により、図 5 に示すように、モータがトルクを出力し該トルクを、ボールネジ/ナット機構 4 等の回転運動から直線運動に変換する機構により直線運動力に変換し溶接チップ 2 a , 2 b を駆動し、該溶接チップ 2 a , 2 b により溶接対象物の金属板に加圧力を加えるものである。

【 0 0 1 3 】

このようなモータの回転運動を直線運動に変換して力を発生させる場合、モータの出力トルクと、発生する力の関係は、理想的には、次の関係にある。

40

力 (N) = トルク (N m) / (モータの 1 回転当たりの直線移動量 * 2)

しかし、実際には摩擦などの損失があることから、この関係が正確には成り立たない。しかも、摩擦損失は、相対移動する部材の温度にも依存することが知られている。

【 0 0 1 4 】

スポット溶接ガン 1 においては、溶接に伴い発生するジュール熱により大きな熱の影響を受け、該スポット溶接ガン 1 の溶接チップ 2 a , 2 b を駆動するサーボモータ 5 のトルク定数が変動し（温度上昇によってモータのトルク定数は低下）、さらに、スポット溶接ガン 1 のボールネジ/ナット等の回転運動を直線運動に変換する機構やその他の可動部分の摩擦損失もこの熱の影響を受ける（温度上昇によって摩擦損失は減少）。これらトルク定

50

数の変動、摩擦損失の変動が重畳し、所定の指令加圧力を指令しても、溶接チップ 2 a , 2 b による溶接対象物への加圧力は変動し、均一な加圧力によるスポット溶接ができないという問題がある。

【 0 0 1 5 】

そこで、本発明の目的は、熱の影響による加圧力の変動を抑制し、より均一な加圧力を得ることができるサーボモータで駆動されるスポット溶接ガン及び該スポット溶接ガンの加圧力制御方法を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、サーボモータにより溶接チップを駆動して溶接対象物を加圧しスポット溶接を行うスポット溶接ガンにおいて、温度変化に対する加圧力の変化の関係を予め記憶手段に記憶しておき、サーボモータ又はスポット溶接ガン可動部への動力伝達部の温度を検出するのに適した場所に温度センサを配置し、前記記憶手段に記憶された温度変化に対する加圧力の変化の関係と前記センサで検出された温度とに基づいて前記溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるようサーボモータを制御する手段とを設けて、温度変化に伴う加圧力の変化を補正して均一な加圧力を得るようにした。又、外乱推定オブザーバを設け、予め求めた温度変化に対する加圧力の変化の関係によって、補正された指令加圧力と外乱推定オブザーバによって推定されたトルクとによりフィードバック制御して溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるように制御するようにした。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

上述したように、溶接チップがサーボモータで駆動されるスポット溶接ガンにおいては、熱の影響によってモータのトルク定数が変動し、かつ機構部の摩擦損失も変動することから、これらが複合して、溶接チップにより溶接対象物に加えられる加圧力は、サーボモータに流す駆動電流が同一でも（指令加圧力が同一でも）、そのときのスポット溶接ガン、サーボモータの温度によって変動する。そこで、スポット溶接ガンのサーボモータに所定一定電流を流し、かつ、溶接チップに溶接電流を流してスポット溶接を繰り返し行い、溶接ガンのサーボモータの温度と加圧力を測定したところ、図 3 に示すような実験結果を得た。

【 0 0 1 8 】

この図 3 に示すように、温度が上昇するにつれて加圧力も上昇している。これは、温度上昇に伴うトルク定数の低下の影響より摩擦力の低下による摩擦損失が減少し加圧力が増加しているものと判断される。

【 0 0 1 9 】

そこで、この実験結果から、温度変化と加圧力の変化の関係を 1 次で近似するものとして、本実施形態では温度変化量から加圧力変化量に変換する係数 A を求めた。すなわち、単位温度変化に対する加圧量変化量 A を求めた。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の一実施形態のスポット溶接ガンの概要とその駆動制御系の要部ブロック図である。

図 4 に示す従来例と相違する点は、温度センサ 7 を設けた点及び後述する加圧力の温度補正処理を行うようにした点にある。なお、図 4 に示す従来例と同一要素には同一符号を付している。温度センサ 7 の配設位置は、スポット溶接ガン 1 のサーボモータ 5 内、又は、ボールネジ/ナット機構 4 部分などのスポット溶接ガン 1 の可動部分等に設ける。なおこの実施形態ではサーボモータ 5 内に設けている。他の部分は図 4 に示した従来例と同様である。また、制御装置 10 をロボットの制御装置とは別の制御装置とする構成も考えられるが、本実施形態と実質的構成とは差がないので、説明は省略する。

【 0 0 2 1 】

まず、実験によって求めた温度変化量から加圧力変化量に変換する係数 A を予めサーボ CPU 12 にパラメータとして設定しておくと共に、溶接条件を設定する際の加圧力を設定

10

20

30

40

50

した時に温度センサで検出される温度を初期温度 T_0 としてパラメータとして設定しておく。

【0022】

メインCPU11は、教示プログラム等で指令された教示点（スポット溶接点）にロボットを駆動し、スポット溶接ガン1の溶接チップ2a, 2bで溶接対象物の教示点を挟持できる位置に移動させた後、サーボCPU12に移動指令及びその後制御切替信号、加圧力指令を出力する。

【0023】

サーボCPU12は、メインCPU11からスポット溶接ガン1の駆動指令である溶接チップ2a, 2bの移動指令、制御切替信号、加圧力指令が入力されることによって、温度補正処理をともなった図2にフローチャートで示す処理を所定周期毎行う。

10

【0024】

サーボCPU12は、メインCPU11から指令される移動指令 r を読み込み、かつ、位置検出器6からフィードバックされてくる位置フィードバック量 y を読む（ステップS1）。さらに、該サーボCPU12に組み込まれている周知の外乱推定オブザーバによって外乱トルク d を推定する（ステップS2）。この外乱トルク d は、加圧中は加圧力を示すものとなる。次に、温度センサ7から送られてくる温度 T を読み、次の1式の演算を行う。すなわち、パラメータ設定されている係数 A に、検出した温度 T と初期温度 T_0 との差を乗じて、加圧力補正量 を求める。

【0025】

$$= A \times (T - T_0) \quad \dots (1)$$

次に、制御切替信号が入力されているか判断し、入力されていなければ、ステップS1で読みとった移動指令 r から位置のフィードバック量 y を減じた値に比例定数 K_1 を乗じて位置制御用のトルク指令（電流指令） を求める。

$$= K_1 \times (r - y) \quad \dots (2)$$

このトルク指令（電流指令） をサーボアンプ13に出力し（ステップS7）、当該処理周期の処理を終了する。

20

【0026】

以下、制御切替信号が入力されるまで、ステップS1からステップS7までの処理を所定周期毎実行する。そして、制御切替信号及び加圧力指令 p が入力されると、ステップS5からステップS8に移行し、入力された加圧指令 p を読み込み、該加圧指令 p からステップS4で求めた加圧力補正量 を減じて補正された加圧指令 p' を求める（ステップS9）。

30

【0027】

$p' = p -$... (3)
求めた補正加圧指令 p' からステップS2で求めた推定トルク（推定加圧力） d を減じた値に加圧力フィードバック制御の比例係数 K_2 を乗じてトルク指令（電流指令） を求める（ステップS10）。この求めたトルク指令（電流指令） をサーボアンプ13に出力し（ステップS7）、当該処理周期の処理を終了する。

【0028】

以下、所定周期毎ステップS1～S5、ステップS8～S10、ステップS7の処理を繰り返し実行し、設定加圧力が得られるように、指令加圧力を温度補正し、オブザーバで求められた推定加圧力が補正された指令加圧力に一致するようにトルク指令（電流指令） を求めサーボモータ5を駆動する。

40

指令加圧力 p を検出温度によって補正し、この補正された補正加圧指令 p' によりトルク指令（電流指令） を求めることから、トルク指令（電流指令） は温度によって補正されたことになり、所定の加圧力を溶接チップ2a, 2bは発生することになる。

【0029】

そして、図示していないが、従来と同様に、溶接チップ2a, 2b間に設定溶接電流を流し、設定時間が経過する溶接チップ2a, 2bを開き次の溶接点に移動する。

50

なお、加圧力補正量 は、制御切替信号を得て加圧力制御に切り替わって必要になるものであるから、ステップ S 2 からステップ S 4 までの処理は、ステップ S 8 の前又は後に移動させてもよい。この場合、ステップ S 1 からステップ S 5 に移行することになる。

【 0 0 3 0 】

上述した実施形態では、温度変化と加圧力の変化の関係を 1 次で近似したが、2 次又は他の関数で近似してもよい。さらには、温度変化量 ($T - T_0$) の帯域毎に前述した係数 A を求め設定してもよい。さらには、温度変化量に対して加圧力の変化量 (加圧力補正量) をテーブル等に記憶して、該テーブルから加圧力補正量 を求めてもよい。

【 0 0 3 1 】

【 発明の効果 】

本発明は、スポット溶接ガンの温度変化に伴う、サーボモータのトルク定数の変化や摩擦力の変動に伴う加圧力の変動を抑制し、安定した加圧力を保持することができ、スポット溶接の溶接品質を向上させることができる。

特にスポット溶接ガンに用いるサーボモータを非水冷のものを使用したとき、本発明は特にその効果を顕著に達成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態の要部ブロック図である。

【 図 2 】 同実施形態における動作処理フローチャートである。

【 図 3 】 温度と加圧力の関係を求めるための実験結果を示す図である。

【 図 4 】 従来のスポット溶接ガンのサーボモータを駆動する制御系のブロック図である。

【 図 5 】 モータに入力される駆動電流により回転運動を直線運動に変換する伝動機構を介して発生する力 (加圧力) の説明図である。

【 符号の説明 】

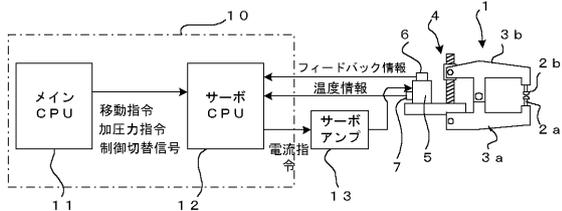
- 1 スポット溶接ガン
- 2 a , 2 b 溶接チップ
- 3 a , 3 b アーム
- 4 ボールネジ/ナット機構
- 5 サーボモータ
- 6 位置検出器
- 7 温度センサ
- 1 0 制御装置
- 1 1 メイン CPU
- 1 2 サーボ CPU
- 1 3 サーボアンプ

10

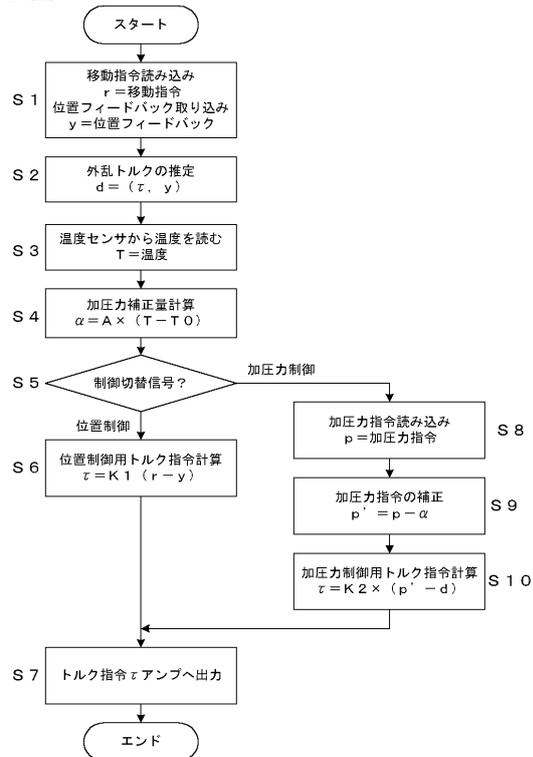
20

30

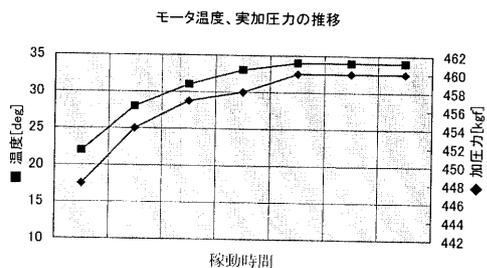
【図1】



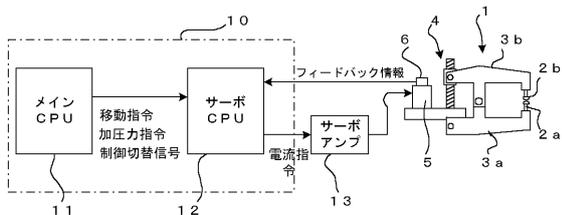
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 大神田 光一
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内
- (72)発明者 有田 創一
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内

審査官 金澤 俊郎

- (56)参考文献 特開昭61-112585(JP,A)
特開2002-035953(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
- | | |
|------------|-----|
| B23K 11/24 | 336 |
| B23K 11/11 | 520 |
| B23K 11/28 | |