

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3977657号

(P3977657)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int. Cl.	F I
H02P 29/00 (2006.01)	H02P 7/00 C
H02P 29/02 (2006.01)	H02P 7/00 U
B21D 39/20 (2006.01)	B21D 39/20 C

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-41744 (P2002-41744)	(73) 特許権者	000132161
(22) 出願日	平成14年2月19日(2002.2.19)		株式会社スギノマシン
(65) 公開番号	特開2003-244985 (P2003-244985A)		富山県魚津市本江2410番地
(43) 公開日	平成15年8月29日(2003.8.29)	(74) 代理人	100095740
審査請求日	平成16年11月19日(2004.11.19)		弁理士 開口 宗昭
		(72) 発明者	森 栄次
			富山県魚津市本江2410番地
			株式会社スギノマシン内
		(72) 発明者	山内 浩行
			富山県魚津市本江2410番地
			株式会社スギノマシン内
		審査官	梶本 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チューブエキスパンダ用電動モータのコントローラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

チューブ外周面をチューブシートに接触させてチューブを拡張するチューブエキスパンダを駆動する電動モータのコントローラにおいて、

ケース内に電圧制御部及び電流制御部を備え、

前記電圧制御部は、供給電源の電圧を検知する電圧検出部と供給電源の電圧を所定の電圧に変圧するトランスと電圧検出部によって検知された電圧に基づき電動モータへの供給電圧を設定する電圧設定スイッチとを有し、前記電流制御部は、前記電圧制御部の電圧設定スイッチによってチューブ外周面がチューブシートに接触しているか否かに応じて段階的に設定された一定の電圧状態で電動モータの回転速度を制御することを特徴とするチューブエキスパンダ用電動モータのコントローラ。

10

【請求項2】

前記電流制御部が、チューブ外周面がチューブシートに接触しているか否かに応じて電動モータの回転速度を段階的に制御する請求項1記載のチューブエキスパンダ用電動モータのコントローラ。

【請求項3】

前記コントローラが、出力電流を検知する電流センサを備え、出力電流が閾値を越えたとき、電流制御部が電流を遮断する請求項1又は請求項2のいずれかに記載のチューブエキスパンダ用電動モータのコントローラ。

【発明の詳細な説明】

20

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

本発明は、チューブエキスパンダ用電動モータのコントローラに関する。より詳細には、本発明は、熱交換機やボイラ等のチューブシートに挿入されたチューブの拡管加工作業に用いられるチューブエキスパンダ用の電動モータにおいて、その電動モータを制御するためのコントローラに関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

チューブエキスパンダは、熱交換器やボイラ等のチューブシートに挿入されたチューブの拡管加工作業に用いられる。例えば、特開平 1 1 - 5 1 2 8 5 号公報に記載されるように、チューブエキスパンダは、マンドレルのテーパ面を公転するローラを備えている。前進するマンドレルのテーパ面をローラが公転することで、ローラの外接円が拡大する。チューブは、内周を転動するローラによって徐々に拡管する。チューブエキスパンダは駆動装置であるモータに接続される。このモータは、自動電圧調整器及びコントローラで制御される。

10

【 0 0 0 3 】

図 5 は、従来のチューブエキスパンダの使用例を示している。自動電圧調整器 5 0 は電源から電力の供給を受け、コントローラ 5 2 に一定電圧の電力を供給する。コントローラ 5 2 は、自動電圧調整器から一定電圧の電力の供給を受け、電動モータ 5 4 に設定値の電流を供給する。

20

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところが、従来の自動電圧調整器及びコントローラでチューブエキスパンダ用電動モータを制御すると、以下の問題が生じる。

(1) 従来の自動電圧調整器は、巻き線抵抗を利用したサーボモータの電圧調整方式であるため、急激な供給電圧変化に対して瞬時に対応できない。このため、一定電圧をコントローラに供給できず、拡管寸法制御の精度に悪影響を及ぼしていた。

(2) コントローラは、物理的な設定スイッチによって電流値を設定しているため、その電流値の検出応答が遅く、検出精度のバラツキの要因となる。チューブエキスパンダを電動モータにより駆動する場合、従来のコントローラでは十分な管径精度を得ることができない。

30

(3) また、モータの回転速度を電流値の設定で変更するので、変速設定を行うことができない。そのため、種々チューブ寸法や材質に適合した拡管条件に柔軟に対応することが困難であり、拡管精度に問題を生じていた。

ここで、拡管精度とはチューブの肉厚減少率または内径増加率により求められる拡管の度合いの精度のことである。チューブ寸法（外径、肉厚）、チューブ材質、管板穴径ごとに拡管条件の適正範囲が異なり、拡管精度に影響を及ぼす。

(4) コントローラは電源電圧に応じた専用の自動電圧調整器を必要とする。そのため、供給電源が異なると、専用の自動電圧調整器を準備した上で、その自動電圧調整器をコントローラに接続しなければならない。

40

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、上記課題を解決し、管径精度の良好なコントローラを提供することにある。

本発明の他の目的は、省スペースでチューブ拡管作業を行うことができるコントローラを提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、効率よく高精度なチューブ拡管作業を行うことができるコントローラを提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【 課題を解決するための手段 】

そこで、本発明は、チューブ外周面をチューブシートに接触させてチューブを拡管する

50

チューブエキスパンダを駆動する電動モータのコントローラにおいて、ケース内に電圧制御部及び電流制御部を備え、前記電圧制御部は、供給電源の電圧を検知する電圧検出部と供給電源の電圧を所定の電圧に変圧するトランスと電圧検出部によって検知された電圧に基づき電動モータへの供給電圧を設定する電圧設定スイッチとを有し、前記電流制御部は、前記電圧制御部の電圧設定スイッチによってチューブ外周面がチューブシートに接触しているか否かに応じて段階的に設定された一定の電圧状態で電動モータの回転速度を制御することを特徴とするチューブエキスパンダ用電動モータのコントローラにより前記課題を解決する。

【0007】

本発明は、従来では別体であった電圧制御部をケース内に内蔵することで、省スペースを図りながら、拡張作業中においても片手でコントローラを操作ができるように構成されている。その上で、入力電圧を一定にすること、及び、出力電圧を段階的に設定することにより、電動モータの回転速度の制御を行う。

10

【0008】

電動モータの回転速度は、一定の設定電圧状態で電流を調整することで、拡張作業の適正化を図ることができる。すなわち、チューブの拡張作業では、チューブ外周面がチューブシート（管板穴の内周面）に接触するまでエキスパンダを高速回転することで、作業の効率化を図ることができ、チューブシートに接触した後は、低速回転することで、チューブおよびチューブシートのスプリングバック量が安定し管径精度の向上が見込まれる。また、作業完了後にエキスパンダを外す際にも、エキスパンダを高速回転することで、作業の

20

【0009】

このように、電動モータの回転速度を電圧によって制御するのではなく、まず、電圧を一定に保った状態で電流によって制御するので、供給される入力電圧の変化によって電動モータの回転速度が影響を受けることが極めて少ない。チューブエキスパンダの拡張作業用に、微妙な回転速度の変化が管径に大きく影響を与える用途では、供給される入力電圧の変化が電動モータの回転速度に影響を与えないようにすることが重要であり、本発明では、上記構成により、チューブの拡張精度の向上を図っている。

【0010】

コントローラの電流制御部は、前記電圧制御部で設定された一定の電圧状態で電動モータの回転速度を制御する。電流を制御すること、具体的には、出力電流をフィードバックして、一定電圧状態で電流を制御することにより、均一なトルクで電動モータを駆動し、管径を緩徐に大きくすることができる。特に、薄肉のチューブを拡張する際、管径にばらつきが出やすい。また、急激に拡張するとスプリングバックによって、管径にばらつきが出やすい。したがって、電圧を設定した状態で、電流を制御し、電動モータの回転速度を一定に保つことにより、拡張精度を向上させることができる。

30

【0011】

電流制御部が、電動モータの回転速度を段階的に制御することが好ましい。上述のように、拡張作業ではチューブエキスパンダに負荷が作用しない作業も含まれる。すなわち、チューブ外周面がチューブシートに接触する前、エキスパンダを管から外す際には、電動モータを高速回転させて作業の効率化を図ることが望まれる。例えば、チューブ外周面がチューブシートに接触する前において、電動モータを高速回転させ、電流センサによってチューブ外周面がチューブシートに接触したことを検知させ、その後、電流値を緩徐に上昇させることで、効率的に拡張作業を行うことができる。

40

【0012】

コントローラが、出力電流を検知する電流センサを備え、出力電流が閾値を越えたとき、電流制御部が電流を遮断することが好ましい。

拡張作業中、チューブ外周面がチューブシートに接触すると、本発明のコントローラは均一な回転速度を維持するために電流制御部が電流値を大きくする。そのまま拡張作業を継続すると、過電流が生じて電動モータを損傷する恐れがある。本発明では、電流により電

50

動モータの回転速度を制御するため出力電流が閾値の越えた際には、これを遮断することが望まれる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明によるチューブエキスパンダ用電動モータのコントローラの一実施形態を説明する。

【0014】

図1は、チューブエキスパンダの一実施形態を示している。チューブエキスパンダ10は、フレーム12内に回転自在に支持されたマンドレル14を備えている。また、チューブエキスパンダ10は、マンドレル14のテーパ部16を公転する複数のローラ18を備えている。マンドレル14が回転すると、ローラ18は自転しながら、マンドレル14のテーパ部16上を公転する。さらに、マンドレル14が前進すると、複数のローラ18の外接円が拡大する。

10

チューブエキスパンダ用電動モータはチューブエキスパンダ10の後端においてマンドレル14に接続される。電動モータがマンドレル14を回転駆動することで、ローラ18は自転及び公転しながら外接円を拡大させる。

【0015】

チューブの拡管精度は、ローラ18の外接円の増分と密接な関係にある。すなわち、ローラ18の外接円の増分を小さくし及び均一にすることにより、拡管精度が向上する。ローラ18の外接円の増分を小さくするには、マンドレル14の回転数を小さくすることが好ましく、ローラ18の外接円の増分を均一にするには、マンドレル14の回転速度を一定にすることが好ましい。

20

その一方で、拡管作業では、チューブに負荷が作用しない工程も存在する。チューブエキスパンダをチューブに挿入した後、ローラがチューブに接するまでの工程では、チューブに作用する負荷は小さい。また、チューブエキスパンダをチューブから外す工程でも、チューブに作用する負荷は比較的小さい。拡管作業を効率的に行うには、これらの工程において、マンドレル14を比較的高速で回転させることが好ましい。

【0016】

図2は、電源と電動モータとの間の接続例を示している。電源と電動モータとの間に本発明のコントローラCが電氣的に接続される。電源は、单相の100V又は200Vの交流電源である。電動モータ20はチューブエキスパンダ10に結合される。コントローラCは、供給電源の電圧を検知し、電動モータに拡管作業に適した所定電圧及び所定電流を供給する。電動モータ20は、コントローラCによって制御された電圧及び電流によって、チューブエキスパンダ10を駆動する。

30

【0017】

図3は、コントローラCの回路図を示している。コントローラCは、電力供給側から、入力端子、電圧検出部22、トランス24、整流回路26、平滑回路28、電流アンプ30、定電圧回路32、定電流回路34、電圧センサ36、電流センサ38、出力端子を備えている。一方、コントローラCは、インターフェイスとして、電圧設定スイッチ40、電流設定スイッチ42、表示部44を備えている。また、コントローラCは、半導体回路を内蔵する制御部46を備えている。

40

【0018】

電圧検出部22は、供給電源の電圧を検知する。一般的に、電源は100V又は200Vであり、電圧検出部22は、供給電源の電圧が100Vであるか200Vであるかを検知し、制御部46にその信号を送る。

【0019】

トランス24は、供給電源の電圧を所定の電圧に変圧する。例えば、電源投入時に200Vの電力供給があったとき、トランス24は電圧を100Vに降圧し、電源投入時に100Vの電力供給があったとき、トランス24は変圧を行わない。もっとも、電圧センサ36及び電圧設定スイッチ40の信号を受け、制御部46が他の電圧へ変圧するようにトラ

50

ンス 24 を制御してもよい。

【0020】

整流回路 26 は交流を直流に変換し、平滑回路 28 は整流された電流を完全な直流に変換する。

【0021】

電流アンプ 30 は、電動モータ 20 への出力電流を制御する。制御部 46 は、電流センサ 38 及び電流設定ボリューム 42 の信号を受け、チューブエキスパンダが拡管作業に適した回転速度で回転するように出力電流を制御する。

【0022】

定電圧回路 32 及び定電流回路 34 は、電源側の内部抵抗に起因する電圧降下を補正し、電動モータ端子間に一定の電圧及び電流を供給する素子である。定電圧回路 32 及び定電流回路 34 は、制御部 46 によって制御される。

10

【0023】

電圧センサ 36 は電動モータ端子間の電圧を検知し、その信号を制御部 46 に送る。電流センサ 38 は電動モータ端子間の電流を検知し、その信号を制御部 46 に送る。

【0024】

一方、インターフェース側の電圧設定スイッチ 40 は、作業者が操作し、電動モータ 20 への供給電圧を設定するスイッチである。作業者が電圧を設定することにより、電動モータ 20 の回転速度が設定される。制御部 46 は、電圧設定スイッチ 40 の信号を受けて、定電圧回路 32 を制御する。

20

【0025】

電流設定ボリューム 42 は、作業者が操作し、電動モータ 20 への供給電流を設定するスイッチである。電流設定ボリューム 42 は、主として、電流上昇傾度を設定する。

【0026】

表示部 44 は、設定電圧値・電流値・拡管作業終了等を表示する。また、制御部 46 が過大電流等の異常を察知した際、表示部 44 はアラーム等で作業者に注意を喚起する。

【0027】

次に、拡管作業に即して本発明による制御部 46 の制御フローを説明する。コントローラ C の電源を ON にすると、電圧検出部 22 が電源電圧を検知して制御部 46 に電圧に関する信号を送る。作業者が電圧設定スイッチ 40 を操作して電動モータが所望の回転速度となるように電圧を設定する。制御部 46 は、電圧検出部 22 からの信号を電圧設定スイッチ 40 からの信号によってトランス 24 に電圧を昇圧又は降圧する信号を送る。トランス 24 は制御部 46 によって制御され、供給電圧を所定電圧に変圧する。

30

【0028】

作業者は、電流設定スイッチ 42 を操作して電動モータが所望の電流上昇傾度を得るように電流を設定する。その後、作業者は、拡管作業の対象となるチューブにチューブエキスパンダを挿入する。作業者が電動モータに設けられたスイッチを操作すると、制御部 46 は所定電圧の電流を出力端子に供給する。

【0029】

トランス 24 によって所定の電圧に変圧された電力は、整流回路 26 及び平滑回路 28 を通じて電流アンプ 30 に送られる。電流アンプ 30 は、電動モータに供給する電流を所定傾度に設定する。所定電圧及び所定電流の電力は、定電圧回路 32、定電流回路 34、電圧センサ 36 及び電流センサ 38 を通じて出力端子に印加される。

40

【0030】

定電圧回路 32 及び定電流回路 34 は、内部抵抗によって変動する電圧及び電流を一定に維持する。電圧センサ 36 及び電流センサ 38 は、電動モータへ供給される電力の電圧及び電流を検出し、制御部 46 にその信号を送る。制御部 46 は、出力端子に印可される電力を一定に維持するため、トランス 24 及び電流アンプ 30 に信号を送る。

【0031】

電動モータ 20 は、コントローラ C の出力端子から電力の供給を受けて起動し、チューブ

50

エキスパンダ10を作動させる。図4は、電動モータ20に供給される電流（アンペア）、電圧、電動モータ20の回転速度、電動モータ20のトルクを示している。電動モータ20の回転速度は安定して供給される段階的な電圧に対応し、トルクは供給される電流（アンペア）に対応して変化する。

電動モータ20は、所定電圧において、コントローラCによって所定上昇傾度の電流を供給されて起動する。拡張されるチューブ外周面がチューブシートに接触するまで、コントローラCは、所定上昇傾度で電動モータに電流を供給する。電動モータは、チューブ外周面がチューブシート管板穴の内周面に接触するまで高速で回転する。

【0032】

チューブ外周面がチューブシートに接触すると、チューブエキスパンダが仕事を行うので、コントローラCは電流を上昇させるが、回転速度は低速とする。高速と低速の切り替えは、電流センサ38が検知する電流値によって、又は、回転速度及び時間によってコントローラCが制御する。低速で回転する電動モータ20は、ローラの外接円直径を緩徐に増大させる。

10

【0033】

チューブの内径が所定値に達すると、コントローラCは電動モータへの電力を供給を止める。あるいは、作業者が電動モータのスイッチをOFFにする。

その後、コントローラCが電動モータ20を逆転するように電力を供給するか、作業者が電動モータを逆転するようにスイッチを操作する。この場合、コントローラCは、出力端子に電動モータを高速で回転させるように電流を制御する。電動モータ20は、ローラの外接円直径を急速に縮小させ、チューブエキスパンダを初期状態に復帰させる。

20

【発明の効果】

【0034】

以上のように、本発明によるチューブエキスパンダ用電動モータのコントローラは、以下の特有の効果奏する。

(1) コントローラ内に供給電源を検知し、所定電圧に変圧する機能を備えているので、電源電圧に拘らず電動モータを制御することができる。したがって、従来では、電動モータを制御するために専用の電源調整器が必要であったが、本発明のコントローラを利用することで、省スペースで拡張作業を行うことができる。

(2) 本発明のコントローラは、所望の電圧で電動モータに電力を供給できるので、低電圧を印加して電動モータを低速で回転させ、電動モータの回転速度を所定電流値で制御し、拡張作業中の管径を緩徐に増加させる。したがって、拡張精度が向上し、薄肉のチューブであっても高精度に拡張作業を行うことができる。また、緩徐に拡張作業を行うことができるので、いわゆるスプリングバック量を抑えることができ、固着力を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】は、チューブエキスパンダの一実施形態を示す断面図である。

【図2】は、電源、コントローラ及び電動モータの接続例を示す概略図である。

【図3】は、コントローラの回路図である。

【図4】は、電動モータの挙動（時間 - アンペア - 電圧 - 回転速度 - トルクの関係）を示すグラフである。

40

【図5】は、従来の接続例の概略図である。

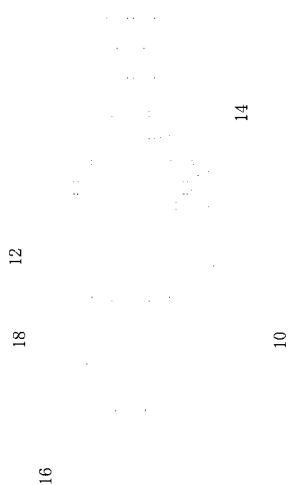
【符号の説明】

- 10 チューブエキスパンダ
- 12 フレーム
- 14 マンドレル
- 16 テーパ部
- 18 ローラ
- 20 電動モータ
- 22 電圧検出部

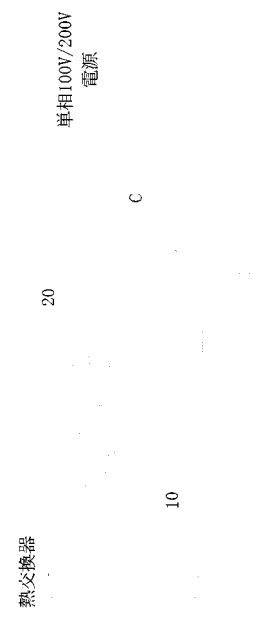
50

- 2 4 トランス
- 2 6 整流回路
- 2 8 平滑回路
- 3 0 電流アンプ
- 3 2 定電圧回路
- 3 4 定電流回路
- 3 6 電圧センサ
- 3 8 電流センサ
- 4 0 電圧設定スイッチ
- 4 2 電流設定スイッチ
- 4 4 表示部
- 4 6 制御部

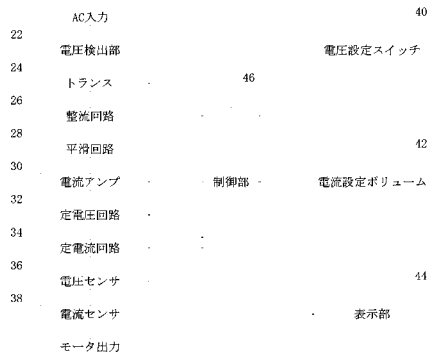
【図 1】



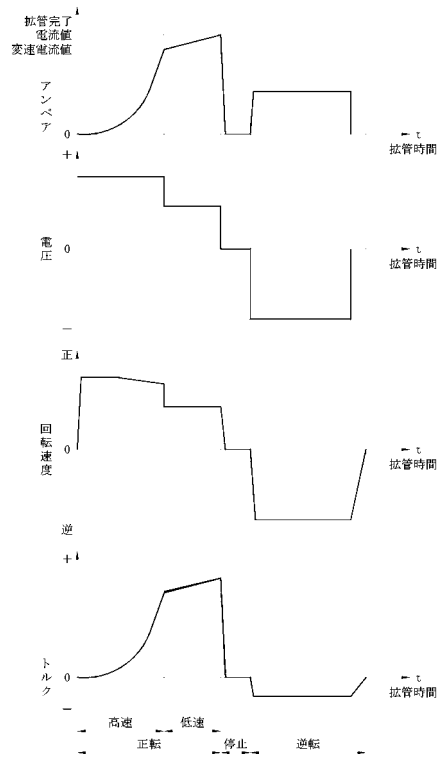
【図 2】



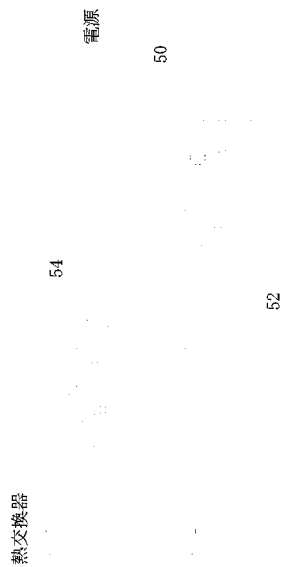
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-317638(JP,A)
特許第3167241(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 29/00-29/02
B21D 39/08-39/20