

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-522402
(P2015-522402A)

(43) 公表日 平成27年8月6日(2015.8.6)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
B05B	1/30	(2006.01)	B05B	1/30	4D075
B05D	1/04	(2006.01)	B05D	1/04	A 4F033

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-512627 (P2015-512627)
 (86) (22) 出願日 平成25年2月19日 (2013.2.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年12月12日 (2014.12.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/026682
 (87) 国際公開番号 W02013/172895
 (87) 国際公開日 平成25年11月21日 (2013.11.21)
 (31) 優先権主張番号 13/471, 782
 (32) 優先日 平成24年5月15日 (2012.5.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505257497
 ストール マシーナリ カンパニー, エル
 エルシー
 Stolle Machinery Co
 mpany, LLC
 アメリカ合衆国 80112 コロラド,
 センテナル, サウス ポトマック スト
 リート 6949
 (74) 代理人 110001438
 特許業務法人 丸山国際特許事務所
 (72) 発明者 ザンベルガー, ネイル, エイ.
 アメリカ合衆国 45365 オハイオ,
 シドニー, シャープ ロード 15560

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高性能なソレノイドコンパウンドガンドライバ及び自動較正方法

(57) 【要約】

【解決手段】 スプレーガン 10 を較正するデバイス及び関連する方法が提供される。スプレーガン 10 はノズル 26 を有し、ノズル 26 は、内部ニードル 42 を移動させてノズル 26 と密閉係合させる又はそれを解放することによって、開閉される。ニードル 42 の仮想位置が、制御システム 44 によって追跡且つ記録される。制御システム 44 は、ニードル 42 の仮想位置と実際の位置とが対応しない場合に、再較正される。そのデバイスは、ソレノイド 38 を駆動するのに用いられる電流の特性を検出し、且つアクチュエータ部材のソレノイドに対する着座と関連するソレノイド (38) の電流特性の偏差を特定するように構成されたセンサ 8 2 を含んでいる。

【選択図】 図 2

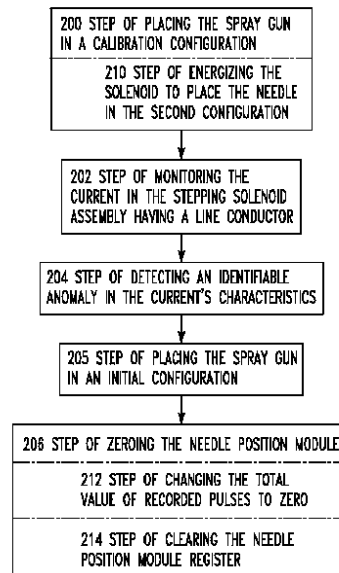


FIG.2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正するシステム(80)において、

前記スプレーガンアセンブリ(10)は、ハウジング(12)及び作動機構(14)を有し、

前記ハウジング(12)は、少なくとも流体チャンバ(20)を規定し、

前記流体チャンバ(20)は、流体入口(22)及びノズル(26)を有し、

前記流体チャンバ(20)は、前記流体入口(22)を介して、流体供給部と結合、且つ流体連通し、

前記ノズル(26)は、開口(30)と、前記ノズルの開口(30)の内面周りに配置されニードルシート(34)とを有し、

前記作動機構(14)は、少なくとも2台の電気駆動アクチュエータ(36、40)と、ニードル(42)と、アクチュエータ制御システム(44)とを有し、

前記ニードル(42)は、近位端部(62)及び遠位端部(64)を有し、

前記ニードルの近位端部(62)は、前記ソレノイド(38)と結合し、

前記ニードルの遠位端部(64)は、前記ニードルシート(34)と密閉係合するように形作られており、

前記ニードル遠位端部(64)は、前記流体チャンバ(20)内に配置され、

前記少なくとも2台のアクチュエータ(36、40)は、ソレノイド(38)及びステッピングソレノイドアセンブリ(100)を含んでおり、

前記ソレノイド(38)は、前記ニードルの遠位端部(64)が前記ニードルシート(34)と密閉係合する第1位置と、前記ニードル遠位端部(64)が前記ニードルシート(34)から離間した第2位置との間で、前記ニードル(42)を移動させるように構成されており、

前記ソレノイド(38)は、可動アクチュエータ部材を有し、

前記ステッピングソレノイドアセンブリ(104)は、前記ソレノイド(38)と結合し、これらの間に前記ソレノイドスプリング(51)が配置され、

前記ステッピングソレノイドアセンブリ(100)は、電源と電気接続するように構成された線路導体(46)を有し、

前記ステッピングソレノイドアセンブリ(100)は、前記アクチュエータ制御システム(44)からの入力コマンドを受け取り、前記コマンドに応じて前記ハウジング(12)内でソレノイド(38)をインクリメンタルに移動させるように構成されており、

前記アクチュエータ制御システム(44)は、前記ソレノイドアセンブリ(100)及び前記ソレノイド(38)を制御して、前記ニードル(42)を前記第1位置と前記第2位置との間で移動させ、且つ前記ステッピングソレノイドアセンブリ(100)を制御して、前記ニードルの位置を微調整するように構成されており、

前記少なくとも2台のアクチュエータ(36)には、初期配置及び較正配置があり、

前記ニードルリフトを較正するシステム(80)は、

前記ステッピングソレノイドアセンブリの線路導体(46)の電流の変化を検出し、出力シグナルを生成するように構成されたアクチュエータセンサ(82)と、

前記アクチュエータ制御システム(44)で実行される較正モジュール(84)であって、前記アクチュエータセンサ(82)の出力シグナルを受け取るように構成された較正モジュール(84)と、

前記アクチュエータ制御システム(44)で実行されるニードル位置モジュール(76)であって、前記ニードル(42)の仮想位置を追跡するように構成されたニードル位置モジュール(76)と、

を備えており、

前記較正モジュール(84)はさらに、前記センサの出力シグナルの識別可能な偏差であって、前記アクチュエータ部材の前記ソレノイド(38)に対する着座を示す偏差を検

10

20

30

40

50

出し、且つ、前記識別可能な偏差を検出すると、前記ニードル(42)の現在位置が前記スプレーガンの較正配置に対応することを示すニードル仮想位置データを記録するように構成されている、スプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正するシステム(80)。

【請求項2】

前記識別可能な偏差は、電流の特性の変化である、請求項1に記載のスプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正するシステム(80)。

【請求項3】

前記識別可能な偏差は、前記電流の変化で測定されるような、コイルの誘導リアクタンスの変化である、請求項1に記載のスプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正するシステム(80)。

10

【請求項4】

前記較正モジュール(84)は、前記流体チャンバ(20)が流体で満たされている場合に動作できる、請求項1に記載のスプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正するシステム(80)。

【請求項5】

前記ハウジング(12)は、作動機構チャンバ(68)を規定し、前記作動機構チャンバ(68)は、前記流体チャンバ(20)からシールされており、前記アクチュエータセンサ(82)は、前記作動機構チャンバ(68)内に配置されている、請求項1に記載のスプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正するシステム(80)。

20

【請求項6】

ニードルリフトを較正するシステム(80)を有するスプレーガンアセンブリ(10)において、

少なくとも流体チャンバ(20)を規定するハウジング(12)であって、

前記流体チャンバ(20)は、流体入口(22)、過剰流体出口(24)及びノズル(26)を有し、前記流体チャンバ(20)は、前記流体入口(22)を介して、流体供給部と結合且つ流体連通するように構成されており、

前記ノズル(26)は、開口(30)と、前記ノズルの開口(30)の内面周りに配置されたニードルシート(34)とを有している、

ハウジング(12)と、

30

少なくとも2台の電気駆動アクチュエータ(36、40)と、ニードル(42)と、アクチュエータ制御システム(44)とを有する作動機構(14)であって、

前記少なくとも2台のアクチュエータ(36、40)は、ソレノイド(38)及びステッピングソレノイドアセンブリ(100)を含んでおり、

前記ソレノイドは、前記ニードル(42)と結合した可動アクチュエータ部材を有し、且つ前記ニードル遠位端部(64)が前記ニードルシート(34)と密閉係合する第1位置と、前記ニードル遠位端部(64)が前記ニードルシート(34)から離間した選択位置との間で、前記ニードル(42)を移動させるように構成されており、

前記アクチュエータ制御システム(44)は、前記少なくとも2台のアクチュエータ(36、40)を制御して、前記第1位置と選択位置との間で前記ニードル(42)を移動させるように構成されており、

40

前記ステッピングソレノイドアセンブリ(100)は、電源と電気接続するように構成された線路導体(46)を有し、前記ステッピングソレノイドアセンブリ(100)は、前記アクチュエータ制御システム(44)からの入力コマンドを受け取り、前記コマンドに応じて前記ニードル(42)をインクリメンタルに移動させるように構成されており、

前記ニードル(42)は、近位端部(62)及び遠位端部(64)を有し、前記ニードルの近位端部(62)は、前記ソレノイド(38)と結合し、前記ニードルの遠位端部(64)は、前記ニードルシート(34)と密閉係合するように形作られ、前記ニードルの遠位端部(64)は、前記流体チャンバ(20)内に配置されており、

前記ステッピングソレノイドアセンブリ(100)は、前記ソレノイドスプリング(5

50

1) を介して前記ソレノイド(38)と結合し、前記スプレーガンハウジング(12)内で前記ソレノイド(38)を移動させるように構成されており、

前記ソレノイド(38)及び前記ステッピングソレノイドアセンブリ(104)には、初期配置及び較正配置がある、
作動機構(14)と、

アクチュエータセンサ(28)、較正モジュール(84)及びニードル位置モジュール(76)を含んでいる、ニードルリフトを較正するシステム(80)であって、

前記アクチュエータセンサ(82)は、前記ステッピングソレノイドアセンブリの線路導体(46)の電流の変化を検出して、出力シグナルを生成するように構成されており、

前記較正モジュール(84)は、前記アクチュエータ制御システム(44)で実行され、前記較正モジュール(84)は、前記アクチュエータセンサ(82)の出力シグナルを受け取るように構成されており、

前記ニードル位置モジュール(76)は、前記アクチュエータ制御システム(44)で実行され、前記ニードル位置モジュール(76)は、前記ニードル(42)の仮想位置を追跡するように構成されており、

前記較正モジュール(84)はさらに、前記センサ出力シグナルの識別可能な偏差であって、前記アクチュエータ部材の前記ソレノイド(38)に対する着座を示す偏差を検出し、且つ、前記識別可能な偏差の検出に応じて、前記ニードルの現在位置がスプレー較正配置に対応することを示すニードル仮想位置データを記録するように構成されている、
システム(80)と、

を備える、スプレーガンアセンブリ(10)。

【請求項7】

前記識別可能な偏差は、電流の特性の変化である、請求項6に記載のスプレーガンアセンブリ(10)。

【請求項8】

前記識別可能な偏差は、前記電流の変化で測定されるような、コイルの誘導リアクタンスの変化である、請求項7に記載のスプレーガンアセンブリ(10)。

【請求項9】

前記較正モジュール(84)は、前記流体チャンバ(20)が流体で満たされている場合に動作できる、請求項6に記載のスプレーガンアセンブリ(10)。

【請求項10】

前記ハウジング(12)は、作動機構チャンバ(68)を規定し、前記作動機構チャンバ(68)は、前記流体チャンバ(20)からシールされており、前記少なくとも一つのアクチュエータ(36、40)及び前記アクチュエータ制御システム(44)は、作動機構チャンバ(68)内にほとんど配置されている、請求項6に記載のスプレーガンアセンブリ(10)。

【請求項11】

スプレーガンアセンブリ(10)のニードルリフトを較正する方法において、

前記スプレーガンアセンブリ(10)は、ハウジング(12)と、作動機構(14)と、ニードルリフトを較正するシステム(80)とを有し、

前記ハウジング(12)は、少なくとも流体チャンバ(20)を規定し、

前記流体チャンバ(20)は、流体入口(22)及びノズル(26)を有し、

前記流体チャンバ(20)は、前記流体入口を介して、流体供給部と結合、且つ流体連通し、

前記ノズルは、開口(30)と、前記ノズルの開口(30)の内面周りに配置されたニードルシート(34)とを有し、

前記作動機構(14)は、少なくとも2台の電気駆動アクチュエータ(36、40)と、ニードル(42)と、アクチュエータ制御システムとを有し、

前記ニードルは、近位端部及び遠位端部を有し、

前記ニードルの近位端部は、前記ソレノイドと結合し、

10

20

30

40

50

前記ニードルの遠位端部は、前記ニードルシートと密閉係合するように形作られており、

前記ニードルの遠位端部は、前記流体チャンバ内に配置され、

前記少なくとも2台のアクチュエータは、ソレノイド及びステッピングソレノイドアセンブリを含んでおり、

前記ソレノイドは、前記のニードルの遠位端部が前記ニードルシートと密閉係合する第1位置と、前記ニードルの遠位端部が前記ニードルシートから離間した第2位置との間で、前記ニードルを移動させるように構成されており、

前記ソレノイドは、可動アクチュエータ部材を有し、

前記ステッピングソレノイドアセンブリは、前記ソレノイドと結合し、これらの間に前記ソレノイドスプリングが配置され、

前記ステッピングソレノイドアセンブリは、電源と電気接続するように構成された線路導体を有し、

前記ステッピングソレノイドアセンブリは、前記アクチュエータ制御システムからの入力コマンドを受け取り、前記コマンドに応じて前記ハウジング内でソレノイドをインクリメンタルに移動させるように構成されており、

前記アクチュエータ制御システムは、前記ソレノイドアセンブリ及び前記ソレノイドを制御して、前記第1位置と前記第2位置との間で前記ニードルを移動させ、前記ステッピングソレノイドアセンブリを制御して、前記ニードルの位置の微調整するように構成されており、

前記少なくとも2台のアクチュエータには、初期配置及び較正配置があり、

前記ニードルリフトを較正するシステム(80)は、アクチュエータセンサ(82)と、較正モジュール(84)と、ニードル位置モジュール(76)とを含んでおり、

前記アクチュエータセンサ(82)は、前記ステッピングソレノイドアセンブリ線路導体(46)の電流の変化を検出して、出力シグナルを生成するように構成されており、

前記較正モジュール(84)は、前記アクチュエータ制御システム(44)で実行され、前記較正モジュール(84)は、前記アクチュエータセンサ(82)の出力シグナルを受け取るように構成されており、

前記ニードル位置モジュール(76)は、前記アクチュエータ制御システム(44)で実行され、前記ニードル位置モジュール(76)は、前記ニードル(42)の仮想位置を追跡するように構成されており、

前記較正モジュール(84)はさらに、前記センサの出力シグナルの識別可能な偏差であって、前記アクチュエータ部材の前記ソレノイドに対する着座を示す識別可能な偏差を検出し、前記識別可能な偏差を検出すると、前記ニードル(42)の現在位置がスプレーガン較正配置に対応することを示すニードル仮想位置データを記録するように構成されており、

前記ニードルリフトを較正する方法は、

前記スプレーガン(10)を前記較正配置に置くステップ(200)と、

前記ステッピングソレノイドアセンブリの線路導体(46)の電流を監視するステップ(202)と、

前記電流の特性における識別可能な偏差を検出するステップ(204)と；

前記スプレーガン(10)を前記初期配置に置くステップ(205)と；

前記ニードル位置モジュール(76)をゼロ調整して、現在のニードル位置を前記ニードル(42)の第1位置として記録するステップ(206)と、

を含む、方法。

【請求項12】

前記識別可能な偏差は、電流の特性の変化である、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記識別可能な偏差は、前記電流の変化で測定されるような、コイルの誘導リアクタンスの変化である、請求項11に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記識別可能な偏差は、ニードル(42)のソレノイド着座の偏差である、請求項11に記載の方法。

【請求項 15】

前記ニードル位置モジュール(76)は、前記少なくとも1つのアクチュエータ(36、40)に送られるパルス数を記録するように構成されており、

前記ニードル位置モジュール(76)をゼロ調整して、現在のニードル位置を前記ニードルの第1位置として記録するステップ(206)は、記録したパルスの合計値をゼロに変更するステップ(212)を含む、請求項11に記載の方法。

【請求項 16】

前記ニードル位置モジュール(76)は、仮想ニードル位置を示すデータを記録するように構成されるニードル位置モジュールレジスタ(77)を含んでおり、

前記ニードル位置モジュール(76)をゼロ調整して、現在のニードル位置を前記ニードル(42)の第1位置として記録するステップ(206)は、前記ニードル位置モジュールレジスタ(77)をクリアするステップ(214)を含む、請求項11に記載の方法。

【請求項 17】

前記スプレーガン(10)を前記較正配置に置くステップ(200)と、線路導体(44)を有する前記少なくとも1つのアクチュエータ(36、40)の電流を監視するステップ(202)と、前記電流の識別可能な偏差を検出するステップ(204)と、前記ニードル位置モジュール(76)をゼロ調整するステップ(206)とは、前記流体チャンバ(20)が液体で満たされている場合に起こる、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の参照]

本出願は、2012年5月15日出願の米国特許出願第13/471,782号の利益を主張し、当該出願は、引用を以て本明細書の一部となる。

【0002】

本明細書及び特許請求の範囲に記載の発明は、内部ニードルによって閉じられるノズルを用いて、液体を分注するように構成されたシステムに関しており、より具体的には、ノズル本体に対してニードルリフトを較正するシステムに関している。

【背景技術】

【0003】

ある種の流体分注システムは、高温で粘性が低くなる液体を分注するように構成されている。液体が冷却すると粘性が増大するので、制御して及び/又は安定して液体を付与することがより困難となる。このような流体分注システムは、ノズルアセンブリ、即ち「スプレーガン」を利用してよく、これは、内部ニードルによって閉じられる。液体は、シール剤でも接着剤でもよい。本明細書の残りでは、接着剤を例として採用するが、液体は接着剤に限定されないと理解される。通常、接着剤は、溶媒ベースの接着剤又は水系の接着剤の何れかである。一部の態様では、スプレーガンは、特定の種類の接着剤に適合している。例えば、溶媒ベースのシステムは、温度制御して液体の温度を維持することを含むだろう。スプレーガンは、ノズルを備えるチャンバを規定するハウジングを備える。チャンバは液体入口を備えており、そして液体出口を有してよい。液体は、液体入口を通過してチャンバ内に流入する。液体は、付与前に、しばらくの間チャンバに格納されてよい。水系の接着剤では、液体は、典型的には、もっぱらノズルを介して放出される。溶媒ベースの接着剤では、液体の一部がノズルを介して分注されてよく、また、リサイクルされ得る過剰な液体が、出口を介してチャンバを出る。続いて液体は、システムからドレーンされてよく、再加熱及び再循環されてもよい。この構成において、チャンバの液体は、既知の一定の流量を可能とする温度にて維持されてよい。通常、このようなスプレーガンによって

10

20

30

40

50

分注される液体は、スプレーガンの液体チャンバにある間、非常に限られた温度範囲内に維持されなければならない。

【0004】

ノズルは、略截頭円錐形状、即ち円錐台である内部流路を規定する。ノズルはさらに内部シートを備えている。当該シートは、ノズルの内面の一部であってよい。長軸がノズル流路の軸と一致するニードルが、流路を閉じるために用いられる。即ち、ニードルは、ニードルを軸方向、即ち長手方向に移動させるように構成されたアクチュエータに結合している。ニードル近位端部は、アクチュエータに結合されており、反対側のニードル遠位先端部は、概ね又は実質的にノズルシートの形状と対応した形状をしている。ニードルが前方の第1位置にある場合、ニードルの遠位先端部はノズルシートと密閉係合する (sealingly engage)。この配置では、スプレーガンは閉じている。ニードルが引き込まれた第2位置にある場合、ニードル遠位先端部は、ノズルシートから、十分に離れている。この配置では、スプレーガンは開いている。ニードルとシートとの距離は、「ニードルリフト」として特定される。さらに、以下で説明されるように、ニードルはまた、第1位置と第2位置の間の任意の場所に配置されてもよく、これによってノズルは不完全に開く。つまり、ニードルが第2位置にある、即ちノズル内部流路から十分に離れている場合、ノズルは、要するに、塞がってはならず (unblocked)、ノズルの流量は最大となる。なお、第2位置にある間、ノズルがその意図した最大流量を達成する限りにおいて、ニードルはノズル内部流路内に配置されてよい。ニードルが第1位置と第2位置の間にある場合、ノズルは部分的に開き、液体は最大流量未満の流量で流れる。

10

20

【0005】

一般的に、このようなスプレーガンは、迅速且つ間欠的に開閉されなければならない。即ち、ノズルは、周期的に、短時間開けられてから短時間閉じられる。これにより、例えば、スプレーガンが開いている間、ある量のシール剤を物体に付与することができ、続いて、スプレーガンが閉じている間に、対象物を移動させて置き換えることができるであろう。これは、対象物 (限定されないが、缶等) が流体分注システムを通して移動する自動化プロセス又はアセンブリラインに有用である。

【0006】

この設計の多くのノズルアセンブリは、ソレノイドを利用して、ニードルを第1位置と第2位置との間で移動させている。このようなソレノイドについては、少なくとも2つの問題がある。第1に、ソレノイドは、ノズルの比較的近くに配置される。これは、スプレーガンを迅速に開閉させる電流がソレノイドの熱上昇も起こすので問題である。ソレノイドがスプレーガンの液体チャンバに近いことから、チャンバ内の液体が加熱されてしまう。さらに、周囲温度の変動が大きくなる。前述のように、このようなスプレーガンによって分注される液体は、スプレーガンの液体チャンバ内にある間、非常に限られた温度範囲内に維持されなければならない。従って、ソレノイドによって液体に加わる熱が、所望の温度を超えて液体を熱する虞がある。さらに、このようなソレノイドは典型的には、2つの態様しかない；ソレノイドがチャージされていると、ニードルは第2の完全開放位置に配置される。ソレノイドがチャージされていないと、スプリング又は類似の手段が、ニードルを第1の閉位置に戻す。従って、液体を部分的に流すことを可能とする手段はなかった。

30

40

【0007】

米国特許第5,945,160号において示されているように、この後者の不利益は、ニードルソレノイドを、2つのステッピングソレノイド、つまり、開放用ステッピングソレノイド及び閉鎖用ステッピングソレノイドで制御することによって対処された。ステッピングソレノイドロッドがニードルソレノイドに結合されて、スプレーガンハウジング内でニードルソレノイドを前後方に移動させる。チャージされたコイル、及び場合によってはスプリングを用いてロッドを前後方に移動させるのではなく、ステッピングソレノイドは、チャージを用いてインクリメンタルに (incrementally) ロッドを一方向に移動させる。即ち、各インクリメンタルな移動は、「ステップ的」であった。インクリメンタルな

50

動作は、ねじ孔に配置されたロッドを、当該ロッドを軸方向に移動させるのではなくて、回転させることによって達成されてよい。即ち、ステッピングソレノイドは、固定ねじ孔を含んでよく、ソレノイドロッドは、固定ねじ孔と係合するねじ部を含んでいてよい。ステッピングソレノイドコイルの駆動によって、ソレノイドロッドは1回転の一部分だけ回転する(即ち、前述のインクリメント)。この回転によって、ソレノイドロッドは、固定ねじ孔に対して軸方向に移動する。従って、ソレノイドロッドは、インクリメンタルに軸方向に移動できる。即ち、ステッピングソレノイドコイルの1回の駆動によって、ソレノイドロッドは、例えば5度の円弧に渡って、回転する。従って、複数回の駆動によって、ソレノイドロッドは、この例では、それぞれ5度の弧である複数個の弧に渡って移動する。ロッドの各部分的回転が、ねじ孔に対して軸方向にロッドを移動させる。従って、ステッピングソレノイドロッドは、前方に「進む(stepped)」。第2のステッピングソレノイドを使用することによって、別の方向への移動が可能となり、即ち、ソレノイドロッドは後方に進む。このように、スプレーガンハウジング内のニードルソレノイドの位置、従ってニードルの位置が調整されていた。

10

20

30

40

【0008】

このようなステッピングソレノイドは、スプレーガンの使用中にニードルリフトが変えられることから有用である。例えば、スプレーガンが夜に作動していないと仮定する。スプレーガンが朝に最初に用いられる場合、スプレーガンは冷たく、スプレーガンによって付与される加熱液体は、スプレーガンの温度の影響を受けない。液体がこの温度であると、ニードルリフトは0.035インチとなるものとする。日が進むにつれ、周囲温度が上がると、液体の温度も上がる。正午までには、格納された液体の粘性が下がって、朝と同じ結果を得るためには、ニードルリフトは0.015インチに下げられる必要がある。この種の調整は、従来の非ステッピングソレノイドでは達成できない。ステッピングソレノイドを備えるシステムでは、このような調整が可能である。

【0009】

ステッピングソレノイドは一般的に、パルス形態の入力に応答する。即ち、ステッピングソレノイドは、1パルスのエネルギーを受け取ると作動して、1インクリメント移動させる。このエネルギーは、ソレノイドコイルに直接供給されてよく、或いは、ソレノイドコイルを作動させる回路を開閉するのに用いられてもよい。各パルスを受け取る度に、ソレノイドは、1インクリメント又は1ステップ移動させる。従って、ソレノイドロッド及びニードルを、選択された距離(例えば0.015インチ)移動させるために、ステッピングソレノイドは、30パルスを受け取る必要があるかも知れない。アクチュエータ制御システムは、各ステッピングソレノイドに送られたパルスの数を記録することによって、ニードルの位置を追跡する。

【0010】

このタイプのスプレーガンは、複数の部分的な開放位置にニードルを配置可能とするこゝとで、液体流量のより良い制御を可能としたが、一方で別の問題が生じた。ニードルは、アクチュエータ制御システムがそれがあると「信じる」場所に常にあるとは限らなかった。即ち、ニードルがどこに配置されているかというアクチュエータ制御システムの記録は、常に正確であるとは限らなかった。アクチュエータ制御システムは、メモリ及びプロセッサ(以後、プログラマブルロジック回路(PLC))、又は一連の命令を実行するように構成された類似のデバイスを含んでいる。メモリは、通常「モジュール」に格納されたPLC用の命令、及びレジスタに格納されたデータを含んでいる。格納データの一部は、「仮想」ニードル位置を表わすデータを含んでいる。即ち、仮想ニードル位置モジュールは、ニードル位置の変化を、各ステッピングソレノイドに送られたパルスの記録数と対応付けている。或いはまた、データは、「仮想」ニードル位置データベースにおいてコンパイルされてよい。このデータベースは、パルス数を仮想ニードル位置と対応付けている。

【0011】

例えば：

【表 1】

パルス数	ニードルリフト (インチ) (仮想ニードル位置)
1	0.0005
2	0.0010
3	0.0015
4	0.0020
5	0.0025

10

【0012】

従って、ニードル位置を算出するのではなく、仮想ニードル位置モジュールは、送られたパルスのタイプ（即ち、前方又は後方への動き）及び数を記録し、続いて対応する仮想ニードル位置を照合するだけであろう。

【0013】

例えば、仮想ニードル位置モジュールが、各パルスを0.0005インチのニードルリフトと対応付けていると仮定する。さらに、ニードルが第1位置で開始すると仮定する。開放用ステッピングソレノイドに30パルスが送られ、閉鎖用ステッピングソレノイド100Aに15パルスが送られた場合、ニードル位置モジュールは、ニードルに0.0075インチのニードルリフトがあったと記録することとなる。即ち、ニードルシートから離れるように $0.0005 \times 30 = 0.015$ インチ、そしてニードルシートに向けて $0.0005 \times 15 = 0.0075$ インチ移動すると、合計で0.0075インチのニードルリフトとなる。記録したニードル位置は、「仮想」であるとして特定される。これは、アクチュエータ制御システムは、ニードルが実際にノズルシートから0.0075インチの場所にあることを確認することができないためである。実際、往々にして、ニードルのニードルリフトは、「仮想」ニードル位置に合致しない。

20

【0014】

仮想ニードル位置と実際のニードル位置とのこのオフセットは、種々の要因によって生じていた。例えば、種々のスプレーガンの構成要素の製造公差は、約 $+/-0.0001$ から $+/-0.0005$ インチの範囲内にある。従って、ガンのアセンブリ中の許容差の積み重ねによって、ニードルの実際位置についてエラーが生じ得る。さらに、ニードルリフトの初期測定が手動で実行されると、これがエラーにもなり得る。例えば、オペレータは、実際の測定時にエラーをする場合も、手動の測定データの入力時にエラーをする場合もあるし、制御PLCにデータを入力することすら忘れる場合もある。さらに、ガンは、多くの理由で、例えば、ニードルを制御して前進させる、又は引き込むといった動作を失敗する場合がある。従って、最初の使用から、又は時間が経つと共に、仮想ニードル位置と実際のニードル位置とが同じでないことがある。これは、ニードルの動作が仮想ニードル位置を表すデータに基づいているので、不利益となる。

30

40

【0015】

スプレーガンの製造業者は、スプレーガンノズルに規則的なメンテナンスを実行して、ニードルリフトを再較正することを推奨している。この操作は典型的には、実際のニードルリフトが測定できるように、スプレーガンがオフラインにされることを必要とする。続いて、このデータは、仮想ニードル位置データベースに組み込まれる。この手順は、時間を浪費し、高価な外部較正デバイスを必要とし、そしてスプレーガンをクリーニングしてシール剤を取り出すことを必要とする。従って、ユーザが、認められていない方法によって、例えば、ニードルを前方に押しやり、仮想位置をリセットすることでスプレーガンを再較正することが知られている。即ち、ユーザは、閉鎖用ステッピングソレノイドをある期間駆動させることによって、ニードルを前方へ移動させる。短いものの不確定な時間の

50

後、ニードルはシートと係合する。これがいつ起こるのかユーザは正確に分からないので、ユーザは通常、閉鎖用ステッピングソレノイドを作動させ続ける。ニードルのこの連続した前方への動きによって、ニードル、ノズルシート及び閉鎖用ステッピングソレノイドに破損が生じる虞がある。ユーザが閉鎖用ステッピングソレノイドを止めると、仮想ニードル位置データベースが更新されて、現在のニードル位置が第1位置であることが示される。

【発明の概要】

【0016】

本明細書及び特許請求の範囲に記載の発明は、スプレーガンアセンブリのニードルリフトを較正するシステム及び方法を提供する。当該システムは、アクチュエータ制御システムを含み、当該アクチュエータ制御システムは、ユーザ入力デバイス、プロセッサ及びメモリに加えて、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体の電流の変化を検出し、且つ出力シグナルを生成するように構成されたアクチュエータセンサを有する。即ち、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体は、少なくとも1つのアクチュエータに電力を供給する導体である。アクチュエータセンサは、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体の電流特性の経時的な変化を検出するように構成されている。好ましい実施形態において、測定される特性は、インダクタンスの変化である。しかしながら、勿論、その他の電流特性が監視されてもよい。より具体的には、少なくとも1つのアクチュエータには、ニードルがノズルシートと係合すると特定の反応があり、電流出力シグナルに識別可能な偏差(anomaly)が生じる。この識別可能な偏差が検出されると、アクチュエータ制御システムは、ニードルの前方への動きを停止する、即ち、少なくとも1つのアクチュエータを解放する。さらに、アクチュエータ制御システムは、仮想ニードル位置を更新して、ニードルの現在位置が第1の閉位置であることを示す。この動作によって、ニードルの実際の位置が、ニードルの仮想位置で再較正される。

10

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

添付の図面と併せて読めば、以下の好ましい実施形態の説明から、本発明が完全に理解されるであろう。

【図1】図1は、スプレーガン及びアクチュエータ制御システムの概略図である。

【図2】図2は、スプレーガンを使用する方法におけるステップを示すフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0018】

本明細書中で用いられ、そして通信データ又はシグナルに関連して用いられる場合の「電子通信している(in electronic communication)」とは、ハードライン(hardline)形態及びワイヤレス形態双方の通信を含むものである。さらに「電子通信している」とは、異なるフォーマットに変換されるデータ及びシグナルの間接通信を含むものであるが、識別されたコンポーネント同士が通信する限りにおいてであることは勿論である。例えば、センサがアナログシグナルを生成し、これをモジュレータがデジタルフォーマットに変換し、そしてデジタルデータがプロセッサに通信される場合、センサとプロセッサとは「電子通信している」。

40

【0019】

本明細書で用いられているように、「結合される(coupled)」とは、2つ以上の要素間の連結を意味し、連結が生じる限り、直接的であるか間接的であるかを問わない。

【0020】

本明細書で用いられているように、「直接結合される(directly coupled)」とは、2つの要素が互いに直接接触していることを意味する。

【0021】

本明細書で用いられているように、「固定して結合される(fixedly coupled)」又は「固定される(fixed)」とは、2つの構成部品が結合して、一体として移動すると同時

50

に、互いに一定の向きを維持することを意味する。固定された構成部品は、直接結合していてもよいし、直接結合していなくともよい。

【0022】

本明細書で用いられているように、用語「一体の (unitary)」とは、構成部品が単一のピース又はユニットとして作製されることを意味する。即ち、別々に作製されてからユニットとして1つに結合されるピースを含む構成部品は、「一体の」構成部品又はボディではない。

【0023】

図1に示すように、スプレーガン10は、密閉空間13を規定するハウジング12と、作動機構14とを含んでいる。好ましくは、スプレーガンハウジング12は細長く、長軸16を有している。スプレーガンハウジング12は、少なくとも流体チャンバ20を規定し、好ましくは作動機構チャンバ68も規定する。流体チャンバ20及び作動機構チャンバ68は互いからシールされているので、流体は、流体チャンバ20から作動機構チャンバ68へとは流れない。流体チャンバ20は、流体入口22及びノズル26を備えている。さらに、流体チャンバ20は、過剰流体出口24を有してよい。流体入口22及び過剰流体出口24はそれぞれ、液体生成物供給/循環系統18と結合され、且つ流体連通している。液体生成物供給/循環系統18は、流体入口22を介して流体チャンバ20に液体生成物を供給する。液体を再循環させる必要があれば、過剰な液体生成物は、過剰流体出口24を通して流体チャンバ20を出る。

10

【0024】

ノズル26は流路28を規定しており、流路28は、流体チャンバ20、及びスプレーガンハウジング12の外側の空間と流体連通している。即ち、ノズル流路28は開口30が終点である。好ましくは、ノズル26は、略截頭円錐形状の本体32を備える。さらに、ノズル開口30に直ぐ隣接しているノズル流路28又はノズル流路28の一部もまた、截頭円錐形状を有してよい。ノズル開口30の周りのノズル流路28は、ニードルシート34を規定する。ニードルシート34は、以下に説明されるように、ニードル本体の遠位端部64と密閉係合するように構成されている。

20

【0025】

この構成では、液体生成物は、流体入口22を通して流体チャンバ20に流入する。液体生成物又はその一部は、ノズル26を通過して、ワークピース(図示せず)につけられる。繰り返すが、液体の再循環の必要があれば、液体生成物の残りは、過剰流体出口24を介して流体チャンバ20を出て、再循環する。

30

【0026】

作動機構14は、少なくとも2台の電気駆動アクチュエータ36、40と、ニードル42と、アクチュエータ制御システム44とを有している。なお、アクチュエータ制御システム44と、限定されないが、モジュール、メモリ及びPLCなどの関連構成要素とは、全て模式的に示されている。さらに、アクチュエータ制御システム44は、外部ユニットとして示されている。即ち、アクチュエータ制御システム44は、ソレノイドハウジング52の外側に示されている。勿論、アクチュエータ制御システム44は、ソレノイドハウジング52の内側に、外側に、又は、部分的に内側に配置されてよい。さらに、アクチュエータ制御システム44は、単一のユニットとして示されていることに留意のこと。しかしながら、知られているように、アクチュエータ制御システム44は、幾つかの要素であってよく、各々が別々の場所に配置されてもよい。例えば、それぞれ、以下で説明され、また、アクチュエータ制御システム44の一部である、ニードルリフトを校正するシステム80とアクチュエータセンサ82とは、アンプ50(以下で説明される)内に組み込まれているものとして示されている。

40

【0027】

少なくとも2台のアクチュエータ36、40の各々は、線路導体46(模式的に示される)を有しており、電源(図示せず)と電氣的に接続するように構成されている。少なくとも2台のアクチュエータ36、40は、ソレノイド38と、好ましくはステッピングソ

50

レノイドアセンブリ 100 とを含んでいる。知られているように、ソレノイド 38 は、ハウジング 52 と、スプリング 51 と、ソレノイドロッド 56 周りに配置されたコイルアセンブリ 54 とを含んでいる。ソレノイドロッド 56 は磁気部材であり、移動自在に、即ち摺動自在に、ソレノイドハウジング 52 に結合されており、部分的にソレノイドハウジング 52 内に延びている。ソレノイドスプリング 51 は、ソレノイドロッド 56 を、伸長した第 1 位置へと付勢し、ソレノイドロッド 56 は、ほとんどソレノイドハウジング 52 の外側に配置される。ソレノイドロッド 56 の軸は、ほぼハウジングの長軸 16 上に配置される。ソレノイドコイル 54 は、ソレノイドハウジング 52 内に配置され、且つソレノイドロッド 56 周りに部分的に配置されるが、ソレノイドロッド 56 には直接的に結合されない。コイル 54 が給電されると磁場が生じ、ソレノイドロッド 56 を部分的にハウジ
10
ング 52 内に引き入れる。これが、ソレノイドロッド 56 が後退した第 2 位置である。ソレノイドロッド 56 は、第 1 位置と第 2 位置との間を移動する。ソレノイドロッド 56 が移動する距離が「ストローク」であって、ソレノイド 38 の特性となる。即ち、ストロークは通常変化せず、既知の距離となる。コイル 54 が給電されない場合、ソレノイドスプリング 51 は、ソレノイドロッド 56 を第 1 位置に維持する。さらに、ストロークの長さは既知であるので、スプレーガン 10 を「初期配置」に配置できる。ここで、スプレーガン 10 の「初期配置」は、ソレノイド 38 がスプレーガンハウジング 12 内に配置されて、ニードル 42 が、ソレノイドストロークの終端にてニードルシート 34 をシールする状態である。即ち、ソレノイド 38 は、ストロークとして、ニードルシート 34 からほぼ正確な距離にあるので、ニードル遠位端部 64 (以下に説明される) は、ニードルシート 34
20
と、ソレノイドストロークの終端にて密閉係合する。なお、ソレノイド 38 がニードルシート 34 にあまりに近いと、スプリング 51 は、ストロークが終わる前に、ニードル遠位端部 64 をニードルシートに付勢することとなる。

【0028】

図示されているように、ソレノイド 38 は、ソレノイドロッド 56 周りに配置されたアクチュエータ部材 58 を含んでよい。ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、磁場に引き寄せられる材料で作られている。ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、磁場の影響を受ける質量として機能する。従って、コイルアセンブリ 54 が給電されると、強い磁場の影響がソレノイドアクチュエータ部材 58 及びソレノイドロッド 56 に及んで、ソレノイド
30
ロッド 56 がソレノイドハウジング 52 へと引き入れられる。さらに、ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、ソレノイドハウジング 52 へと部分的に延びる。ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、ソレノイドハウジング 52 内にある内端部 57 を有している。ソレノイドアクチュエータ部材の内端部 57 とソレノイド 38 の他の要素との間にはスペーサがあり、これは、通常、ワッシャ (以後、ソレノイドワッシャ 55) である。ソレノイド 38 が給電されると、ソレノイドアクチュエータ部材 58 がソレノイドハウジング 52 に引き入れられて、ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、ソレノイドワッシャ 55 と係合する。即ち、ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、ソレノイドワッシャ 55 に当たって底を打つ (bottom out)。この係合は、ソレノイドロッド 56 の移動の長さ、即ちストロークを制限する。即ち、アクチュエータ部材 58 がソレノイドワッシャ 55 に当たって底
40
を打つと、アクチュエータ部材 58、ひいてはソレノイドロッド 56 は、ソレノイドハウジング 52 へと最大距離移動している。さらに、ソレノイドアクチュエータ部材 58 は、ソレノイドハウジング 52 と係合、即ち接触するように構成されたフランジ 59 を含んでよい。以下で詳細に説明するように、ソレノイド 38 全体は、スプレーガンハウジング 12 内に移動自在に配置されている。さらに、ソレノイドハウジング 52 は、ステッピングソレノイド 100 に隣接して配置されたねじカップリング 122 を含んでよい。

【0029】

ニードル 42 は、近位端部 62 及び遠位端部 64 を有する細長い本体 60 を有している。ニードル近位端部 62 は、ソレノイドロッド 56 と結合する。ニードル遠位端部 64 は、ニードルシート 34 の形状と対応するように形作られている。好ましくは、ニードル遠位端部 64 は円錐形である。ニードル遠位端部 64 は、ニードルシート 34 に隣接して配
50

置される。なお、ノズル 26 及びニードル 42 が截頭円錐形状であるのが好ましいが、必須ではない。知られているように、ニードル 42 は、遠位端部にて球状の部材（図示せず）を有してよく、ノズル開口 30 は、この周りに配置された環状シート（図示せず）を有してよい。この構成では、ニードル 42 は、ソレノイドロッド 56 と共に、ほぼハウジング長軸 16 に沿って軸方向に移動する。ニードル 42 が移動する距離は、ソレノイドロッド 56 のストロークに等しい。

【0030】

従って、この構成では、ニードル 42 は、ソレノイドロッド 56 がソレノイドスプリング 51 によってノズル 26 に向けて付勢されている第 1 の閉位置と、コイルアセンブリ 54 が給電されることによって、ソレノイドロッド 56 が、ノズル 26 から引き離されている第 2 の開位置との間を移動する。ニードル 42 が第 1 の閉位置にある場合、ニードル本体遠位端部 64 は、ノズルシート 34 と密閉係合する。さらに、ソレノイド 38 のストロークは既知であるので、ニードル本体 60 が移動する距離は一定の距離である。従って、製造誤差、熱膨張や他の要因がなければ、「ニードルリフト」、即ちニードル本体 60 が第 2 位置にある場合におけるニードル遠位端部 64 とニードルシート 34 との距離は、一定である。しかしながら、以下で説明するように、実際のニードル位置は、追跡困難である場合がある。

【0031】

なお、ソレノイド 38 の回転は、これらに限定されないが、キー付き（keyed）形状にすること、又は回転防止ラグを設ける（図示せず）などの種々の既知の方法によって防止されてよい。例えば、ソレノイドハウジング 52、及びスプレーガンハウジング 12 の内部は、円形以外の断面形状を有してよい。この構成では、要素同士は、互いに対して回転し得ないという点で、キー付きである。或いはまた、ラグ（図示せず）が、作動機構チャンバ 68 の内面から、ソレノイドハウジング 52 内に延びてもよい。この構成では、ソレノイド 38 は、スプレーガンハウジング 12 内で軸方向に移動するが、回転しない。

【0032】

ステッピングソレノイドアセンブリ 100 は、若干異なる方法で動作する。即ち、ステッピングソレノイドアセンブリ 100 は、ソレノイドロッド 106 が、又はソレノイドロッド 106 に固定されたアクチュエータが、回転するように構成されている。ステッピングソレノイド 100 はまた、ハウジング 102 と、回転自在なソレノイドロッド 106 の周りに配置されたコイルアセンブリ 104 とを備えている。勿論、アクチュエータ（図示せず）が固定されてよいことは理解されよう。あるタイプのステッピングソレノイドアセンブリ 100 は、コイルアセンブリ 104 及びソレノイドロッド 106 を含んでおり、これらは、幾つかの半径方向尖頭部（図示せず）又は類似の構造を、内周及び外周にそれぞれ配置している。内向きに延びる半径方向要素は、ソレノイドロッド 106 に固定されるスプロケット（図示せず）の先端部に近い位置まで及ぶが、先端部とは接触しない。コイルアセンブリ 104 は、少なくとも 2 つ、典型的には 3 つの別個のワイヤコイル（図示せず）を含んでおり、各コイルは、独立して給電される。個々のコイルはそれぞれ、交互に現れており、又はより典型的には逐次的であって、且つ繰り返している、内向きに延びる半径方向要素の組と結合する。例えば、一組の半径方向要素が各コイルと関連している。この構成では、ステッピングソレノイドコイルアセンブリ 104 内にあるコイルに給電される場合に生じる磁力は、当該コイルに関連する組の延びている半径方向要素に集中する。この磁力によって、ステッピングソレノイドスプロケットの先端部は、その組の内向きに延びる半径方向要素に向けて移動する。その次のコイルが給電されると、その次の組の内向きに延びる半径方向要素が磁気を運び、ステッピングソレノイドスプロケットの先端部を引き寄せ、その組の内向きに延びる半径方向要素に向けて移動する。コイルに逐次的に給電することによって、ステッピングソレノイドスプロケットに磁気の影響が及んで、ステッピングソレノイドロッド 106 は回転する。

【0033】

或いは、ステッピングソレノイドロッド 106 は、軸方向に移動するが、1 又は複数の

10

20

30

40

50

弧状の玉溝（race）（図示せず）を有するディスク（図示せず）と結合してよい。玉溝は、一方の端部にて浅く、他方に行くにつれて深くなる。ベアリング（図示せず）（限定されないが、ボールベアリング等）が、玉溝に配置される。ディスクは、ステッピングソレノイドハウジング102に隣接して配置される。ステッピングソレノイドアセンブリ100が駆動されると、ディスクはステッピングソレノイドハウジング102に向けて引き寄せられる。これによって、ベアリングは玉溝のより深い部分へと移動して、今度はディスクが回転する。即ち、ベアリングは実際、ステッピングソレノイドハウジング102における移動に対してほぼ静止した位置を維持するが、ベアリングが弧状の玉溝のより深い部分に向けて付勢されると、ディスクは回転し、玉溝のより深い部分をベアリング上に配置する。ラチェット又は類似の構成（図示せず）が、ステッピングソレノイドロッド106とディスクとの間に配置されており、これは、ステッピングソレノイドアセンブリ100が給電を断たれた場合に、反回転を防止するために用いられる。

10

【0034】

これらの種類のステッピングソレノイドアセンブリ100は例示的なものであり、本発明は、如何なる特定のステッピングソレノイドアセンブリ100にも限定されない。しかしながら、如何なるステッピングソレノイドアセンブリ100も、コイルアセンブリ104が給電されると、ステッピングソレノイドロッド106が弧にわたって回転するように構成されている。

【0035】

好ましくは、ステッピングソレノイドアセンブリ100は、ソレノイドロッド106が共通する2つのステッピングソレノイド、即ち、第1ステッピングソレノイド100A及び第2ステッピングソレノイド100Bを含んでいる。好ましくは、ステッピングソレノイドロッド106は、スプレーガンハウジング12の長軸16及びノズル開口30とほぼ一線上に揃えられている。2つのステッピングソレノイド100A、100Bはまた、ハウジング102を共有してよい。第1ステッピングソレノイドコイルアセンブリ104Aは、共通のソレノイドロッド106を第1方向に回転するように構成されており、第2ステッピングソレノイドコイルアセンブリ104Bは、共通のソレノイドロッド106を第2方向に回転するように構成されている。従って、ステッピングソレノイドアセンブリ100は、双方向であって、即ち、ステッピングソレノイドロッド106を2方向に回転させるように構成されている。代替的な実施形態では、単一のステッピングソレノイドアセンブリ100は、双方向ステッピングソレノイドアセンブリ100である。例えば、ステッピングソレノイドアセンブリ100は、電流がコイルアセンブリ104を2方向に流れると、ステッピングソレノイドロッド106が、電流の向きと関連した方向に回転するように構成されてよい。

20

30

【0036】

ステッピングソレノイドアセンブリ100が、ステッピングソレノイドロッド106のみが回転するタイプである、即ち、弧状の玉溝が用いられない実施形態である場合、ステッピングソレノイドロッドの遠位端部120は、ねじを切られてよい。即ち、ステッピングソレノイドハウジング102から延びるステッピングソレノイドロッド106の端部がねじを切られてよい。ステッピングソレノイドロッドのねじ付き遠位端部120は、ソレノイドハウジングのねじ付きカップリング122に螺入するように構成される。前述のように、ソレノイド38は、スプレーガンハウジング12内にて移動自在に配置されると共に、回転が防止される。即ち、ソレノイド38は、スプレーガンハウジング12において軸方向に摺動するように構成される。この構成では、ステッピングソレノイドロッド106は回転するが、軸方向に移動せず、ソレノイド38は軸方向に摺動するが、回転しないように構成される。従って、ステッピングソレノイドロッドのねじ付き遠位端部120がソレノイドハウジングねじカップリング122において回転すると、ソレノイド38は軸方向に移動する。

40

【0037】

ステッピングソレノイドアセンブリ100がディスク状アクチュエータである場合、即

50

ちステップソレノイドロッド 106 が軸方向に移動するのに加えて回転するステップソレノイドアセンブリ 100 である場合、ステップソレノイドロッドの遠位端部 120 は、ソレノイド 38 にピン留めされてよい。即ち、ソレノイド 38 とステップソレノイドロッドの遠位端部 120 とは、互いに当接するように、さもなくば、一定間隔を維持するように構成される。しかしながら、ソレノイド 38 とステップソレノイドロッドの遠位端部 120 との結合は、ステップソレノイドロッド 106 が回転することを許容する。ここでも、ソレノイド 38 は軸方向に摺動するが、回転しないように構成されることに留意のこと。従って、この構成では、ステップソレノイドアセンブリ 100 の駆動によって、ステップソレノイドロッド 106 が軸方向に移動すると、ソレノイド 38 は、軸方向に移動する。

10

【0038】

このようにして、ステップソレノイド 100 が駆動すると、ソレノイド 38 全体は、作動機構チャンバ 68 において前方又は後方へ移動し、これによってニードル位置の調整及び/又は再較正が可能となる。即ち、第 1 ステップソレノイド 100 A 又は第 2 ステップソレノイド 100 B の駆動によって、ステップソレノイドロッド 106 は一方向に回転する。ステップソレノイドロッド 106 がソレノイド 38 とねじ留めによって、又は一定の関係で結合されており、さらには、ソレノイド 38 は、回転しないが摺動自在にスプレーガンハウジング 12 内に配置されているので、第 1 ステップソレノイド 100 A 又は第 2 ステップソレノイド 100 B の駆動によって、ソレノイド 38 はスプレーガンハウジング 12 内を摺動する。さらに、ソレノイド 38 は、ハウジング軸 16 とほぼ一致する経路を移動する。本願では、第 1 ステップソレノイド 100 A の駆動によって、ソレノイド 38 はノズル 26 から離れるように移動し、第 2 ステップソレノイド 100 B の駆動によって、ソレノイド 38 はノズル 26 に向けて移動すると仮定する。ニードル本体 60 はソレノイド 38 と結合しているため、ソレノイド 38 の位置を調整するとニードル本体 60 の位置も調整される。

20

【0039】

好ましくは、ステップソレノイドコイルアセンブリ 104 がパルスでチャージされる。各パルスに対して、ソレノイドロッド 56 は、離散的なインクリメント又は「ステップ」で回転する。従って、ステップソレノイドロッド 106 は、複数の離散的インクリメント又は「ステップ」で移動する。ソレノイドロッド 56 が移動する軸方向距離は、ソレノイドハウジングのねじ結合 122 におけるねじのピッチを調整することによって制御できることに留意のこと。好ましい実施形態では、ソレノイドロッド 56 は、ステップ毎に約 0.001 から 0.0005 インチ、より好ましくは、ステップ毎に約 0.0005 インチ軸方向に移動する。さらに、パルスは、少なくとも 1 つのアクチュエータ線路導体 46 を通ってアクチュエータ制御システム 44 から直接的にステップソレノイドコイルアセンブリ 104 に与えられてよいことに留意のこと。このことは、アクチュエータ制御システム 44 が電源であること、又は、少なくとも 1 つのアクチュエータ線路導体 46 が電力系統（図示せず）に結合されてよく、アクチュエータ制御システム 44 が、電力系統と少なくとも 1 つのアクチュエータ線路導体 46 との間に配置されるスイッチ（図示せず）を制御してよいことを意味する。好ましくは、アクチュエータ制御システム 44 の一部であるアンブ 50 があり、これは、ステップソレノイドコイルアセンブリ 104 A、104 B と、PLC 48（以下で説明する）などの制御システム 44 の他の部品との間に配置される。さらに、以下で説明するように、アンブ 50 は、少なくともメモリ 47 を有する制御システムを含んでいる。

30

40

【0040】

さらに、駆動されるステップソレノイド 100 A、100 B に応じて、パルスにはそれに関連する「方向」があると考えられる。即ち、パルスによって、ソレノイド 38、従ってニードル本体 60 が移動して、ノズル開口 30 から離れ、又はノズル開口 30 に向かう。本明細書で用いられているように、「開放パルス」は、開放用ステップソレノイド 100 A を駆動するパルスである。反対に、「閉鎖パルス」は、閉鎖用ステップ

50

ソレノイド 100B を駆動して、ソレノイド 38 をノズル開口 30 に向けて移動させるパルスである。

【0041】

従って、ソレノイド 38 は、アクチュエータ制御システム 44 から入力コマンドを受け取り、第 1 位置と選択位置又は第 2 位置との間でニードル 42 を移動させるように構成されている。一方で、ステッピングソレノイドアセンブリ 100 は、アクチュエータ制御システム 44 から入力コマンドを受け取り、そのコマンドに応じてインクリメンタルにニードル 42 を移動させるように構成されている。

【0042】

即ち、ステッピングソレノイドアセンブリ 100 は、スプレーガンハウジング 12 内でソレノイド 38 を移動させ、ソレノイド 38 は、次にニードル 42 を移動させる。従って、ステッピングソレノイドアセンブリ 100 は、ニードル 42 位置の微調整をもたらすように構成されている。アクチュエータ制御システム 44 は、1 又は複数の PLC 48 及びメモリ 49 を含んでいる。以降、「PLC」とは、1 又は複数の PLC を意味するものとする。メモリ 49 は、ランダムアクセスメモリ（データは記録且つ読取りされる）やリードオンリーメモリ（データは読取専用である）であってよく、任意の既知のメモリデバイス、例えば、限定されないが、集積回路（コンピュータチップ）、フラッシュメモリ、磁気メモリ、光メモリ又はディスクベースのメモリ（CD、DVD、ハードドライブ等）によって物理的に実現されてよい。PLC 48 及びメモリ 49 は、互いに電子通信している。

10

20

【0043】

アクチュエータ制御システム 44 の要素は、明確にするために、スプレーガンハウジング 12 とは別個に、且つまとめて、模式的に示されていることに留意のこと。しかしながら、知られているように、アクチュエータ制御システム 44 の要素は、スプレーガンハウジング 12 内に、又はこの上に配置されてもよいし、図示したようにはまとめられなくてもよい。例えば、アクチュエータ制御システム 44 の要素は、電子ノイズ及び干渉を軽減するように位置決めされてよい。従って、本願の特許請求の範囲は、図示したようなアクチュエータ制御システム 44 の概略的な構成に限定されない。例えば、アンプ 50 は、好ましくはスプレーガンハウジング 12 内に、より好ましくはノズル 26 とは反対側にあるスプレーガンハウジングの終端に配置される。スプレーガンハウジング 12 のこの端部は、通信ポート又はカップリング 45 を含んでよい。

30

【0044】

PLC 48 の動作は、本明細書の範囲を越えているが、知られているように、PLC 48 は、一連の命令を実行し、入力を受け取り、出力を与えるように構成されている。本明細書では、一連の指令は、1 又は複数の「モジュール」に含まれている。モジュールは、PLC 48 に組み込まれているか、関連するメモリ 49 に格納されている。PLC 48 は、ほぼ同時に 1 又は複数のモジュールを読み出して、実行するように構成されている。さらに、アクチュエータ制御システム 44 は、コンポーネント（これらに限定されないが、時間を追跡又は測定するように構成される 1 又は複数のタイマー、デジタルシグナルをアナログシグナルに変換し、その逆も実行し、ビデオシグナル又は他の出力シグナルを生成するモジュレータ/デモジュレータ等）を含んでおり、これらによって、アクチュエータ制御システム 44 が実行するように構成されている任意の機能を、アクチュエータ制御システム 44 が達成可能となることは理解されるであろう。繰り返すが、PLC 48 が如何にこれらの機能を実行するかの詳細は、本明細書の範囲を越えているが、当該技術分野においては知られている。さらに、アクチュエータ制御システム 44 は、種々のコンポーネントが互いに通信することを可能とするのに必要な任意の導体やコネクタ等を含んでいることが理解されるであろう。例えば、アクチュエータ制御システム 44 は、アンプ 50 に隣接して配置されており、導体（図示せず）がこれらの中に延びている。同様に、導体（図示せず）が、アンプ 50 と、ソレノイド 38 及びステッピングソレノイド 100A、100B の双方との間に延びている。

40

50

【 0 0 4 5 】

アクチュエータ制御システム 4 4 は、好ましくは、リモートユーザインタフェース 7 0、ユーザインタフェースモジュール 7 2、アクチュエータ制御モジュール 7 4、及びニードル位置モジュール 7 6 をさらに含んでいる。典型的には、ユーザインタフェースモジュール 7 2、アクチュエータ制御モジュール 7 4、及びニードル位置モジュール 7 6 (モジュールは模式的に示されている) は、アクチュエータ制御システムメモリ 4 9 に格納されており、必要に応じて P L C 4 8 にロードされる。或いは、1 又は複数のモジュール 7 2、7 4、7 6 は、P L C 4 8 に常時組み込まれてよい。リモートユーザインタフェース 7 0 は、ユーザが使用可能な形態で提供されるインタフェースである。リモートユーザインタフェース 7 0 によって、ユーザが、以下に説明されるように所望のニードルリフト、スプレーガン 1 0 の使用開始、スプレーガン 1 0 の使用終了を入力する。ニードルリフトを再較正することができる限りにおいて、リモートユーザインタフェース 7 0 は、既知の任意のインタフェースで、限定されないが、例えば、タッチスクリーン、モニタ及びキーボード、又はアナログディスプレイ及び手動入力デバイス(例えばノブ、ボタン、スイッチ等)等で提供されてよい。ユーザインタフェースモジュール 7 2 は、ユーザからユーザインタフェース 7 0 を介して入力を受け取り、その入力をアクチュエータ制御モジュール 7 4 に伝えるように構成されている。

10

【 0 0 4 6 】

アクチュエータ制御モジュール 7 4 は、ユーザインタフェースモジュール 7 2 からの入力を受け取り、ユーザの入力を実行に移すように構成されている。アクチュエータ制御モジュール 7 4 は、ニードル位置モジュール 7 6 と協働し、且つ通信して、ユーザの入力に従ってニードル 4 2 を移動させる。従って、例えば、ユーザは、特定のパターンでソレノイド 3 8 を開閉させることができる。さらに、アクチュエータ制御システム 4 4 は、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B と連携して用いられて、ニードル位置を微調整し、又はニードル位置を再較正することができる。これは、先に説明したように、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B を駆動させて、ノズル 2 6 に向けて又はノズル 2 6 から離れるようにソレノイド 3 8 を機械的に移動させることによって達成される。ソレノイド 3 8 の機械的移動、即ちソレノイド 3 8、従ってニードル本体 6 0 の位置は、アクチュエータ制御システム 4 4 によって追跡される。

20

【 0 0 4 7 】

より具体的には、アクチュエータ制御システムメモリ 4 9 及び / 又はアンプメモリ 4 7 は、ニードル位置モジュール 7 6 と連携して、又はニードル位置モジュール 7 6 の一部として、レジスタとして利用されて、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B に送られるパルスの数及び方向、並びに / 又はソレノイド 3 8 の位置を追跡する。ニードル 4 2 は常に、第 1 位置において作動し始める、即ち、閉じていると仮定する。つまり、ソレノイド 3 8 が第 1 位置にあると、ニードル本体遠位端部 6 4 はニードルシート 3 4 と係合している。ニードル本体 6 0 の位置を微調整する必要がある場合、アクチュエータ制御システム 4 4 は、幾つかのパルスを少なくとも 1 つのアクチュエータ 4 0 に送ることで、又は、コマンド若しくはシグナルをスイッチに送って、これが次に幾つかのパルスを少なくとも 1 つのアクチュエータ 4 0 に送ることで、ニードル 4 2 は先に説明したように移動する。これらのパルスは、アンプ 5 0 を通過してよい。各パルス及びそれに関連した向きは、以下で説明するように、アクチュエータ制御システムメモリ 4 9 及びアンプメモリ 4 7 内部のニードル位置モジュールレジスタ 7 7 に記録される。

30

40

【 0 0 4 8 】

例えば、日中、周囲温度が上がると、流体の粘性は下がる。適切な量の液体が確実に塗布されるように、ニードル位置は調整されなければならない。この例では、ソレノイド 3 8 が前方に、即ちノズルシート 3 4 に向けて移動する必要がある、これによって、ニードル本体 6 0 が第 2 位置にある場合に、ニードルリフトが引き下げられる。この動作は、自動的に達成できるものの、手動で行われて、必要な調整量が決定されてよい。かくして、ソレノイド 3 8 が給電されて、ニードルリフトが測定される。この例では、ニードルリフ

50

トが非常に大きい、つまり、第2位置にある場合、ニードル本体60がニードルシート34から非常に離れていると仮定しており、故に、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bが駆動する。これによって、ソレノイド38は、先に説明したように、ノズルシート34に向けて移動させられる。ソレノイド38を移動させる必要がある距離は、手動測定によって決定されてよい。このデータが一定期間記録された後、その距離は、ソレノイド38が典型的に移動する平均距離として選択されてよい。従って、この例では、毎日ある時間に、又は周囲温度が選択された印に達すると、ユーザは、ニードル位置を前方に調整することとなるだろう。さらに、調整量は、ニードル位置モジュールレジスタ77に記録される。従って、ニードル位置、即ちソレノイド38の位置が元の位置にリセットされる必要がある場合、ユーザは、ノズルシート34に向けてソレノイド38を同じ距離、即ち、同じパルス数だけ反対方向に移動させるだけでよい。

10

【0049】

このシステムはまた、ニードル位置を較正するために用いられてもよい。較正プロセスを説明する前に、スプレーガン10の物理的要素は、既知の特性、限定されないが、例えば寸法等を有しており、それらは変化しないことに留意のこと。従って、スプレーガン10の要素が、選択された配置に置かれると、当該配置では、実際のニードル位置が知られており、アクチュエータ制御システム44はこの既知の位置に較正される。従って、スプレーガン10は、以下に特定する要素が特定の配置に置かれる「較正配置」を有する。「較正配置」は、以下のステップを実行することによって達成される。最初に、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bを駆動する。これによって、ソレノイド38は、先に説明したように、ニードルシート34に向けて移動する。ソレノイド38がニードルシート34に向けて移動すると、ソレノイドアクチュエータ部材58、より好ましくはソレノイドアクチュエータ部材のフランジ59が、スプレーガンハウジング12と係合する。係合が起これると、ソレノイドアクチュエータ部材58はもはや動けない。閉鎖用ステッピングソレノイド100Bが継続して作動することで、ソレノイド38はニードルシート34に向けて移動し続ける。ソレノイド38の動きによって、ソレノイドロッド56、そして、最終的にはソレノイドアクチュエータ部材58は、ソレノイドハウジング52内に移動する。ソレノイド38の動きは、ソレノイドアクチュエータ部材58がソレノイドワッシャ55に当たって底を打つまで続く。即ち、ソレノイド38は、ソレノイドアクチュエータ部材58がソレノイドワッシャ55当たって底を打つまで、前方へ移動する。この時点では、ソレノイド38はこれ以上前方に移動できない。さらに、ソレノイドロッド56が第2位置にある一方で、ニードル42はなおノズルシート34と係合していることに留意のこと。以降、ソレノイドアクチュエータ部材58がソレノイドワッシャ55に当たって底を打つ行為は、「アクチュエータ部材58がソレノイド38に当たって着座する(seat)」として特定されるものとする。

20

30

【0050】

これが、全ての要素の位置が既知である「較正配置」である。「初期配置」及び「較正配置」は双方とも、ソレノイド38及びステッピングソレノイドアセンブリ(即ちステッピングソレノイド100A、100B)の配置と、これらのお互いとの関係とに関係していることに留意のこと。アクチュエータ制御システム44は、この既知の位置に対して較正される。即ち、ニードル本体60があるべきであるとアクチュエータ制御システム44が「信じる」「仮想ニードル位置」は、スプレーガン10が「較正配置」にある場合に、既知である「実際のニードル位置」と対応するように設定されてよい。さらに、較正配置と初期配置との差異は、手動測定によって決定されてよい。即ち、アクチュエータ制御システム44は、スプレーガン10が較正配置にある場合に、実際のニードル位置と対応するはずの「仮想較正配置」を用いてプログラムされている。

40

【0051】

例えば、較正配置にあるスプレーガン10の配置を複数回手動測定することに続いて、ソレノイド38は、通常、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bの50個の前方パルスに対応する距離を前方へ移動していると決定されるかもしれない。故に、初期配置に対す

50

る「仮想較正配置」は、50個の前方パルスとして記録されるだろう。従って、スプレーガン10が較正配置にあると、ニードル位置モジュールレジスタ77は、(この例では)50個の前方パルスにリセットされる。或いは、スプレーガン10は、較正に続いて初期配置に戻されてもよい。即ち、アクチュエータ制御システム44によって、開放用ステップソレノイド100Aが50回、駆動されることになる。この時点にて、即ち、開放用ステップソレノイド100Aが較正に続いて(この例では)50回駆動した後にて、スプレーガン10は、先に説明した「初期配置」となる。さらに、スプレーガン10がこの配置にあると、ニードル位置モジュールレジスタ77はゼロにリセットされて、仮想ニードル位置は実際のニードル位置と対応し、これが初期配置となる。即ち、ニードル位置モジュールレジスタ77は、スプレーガン10の要素の位置が既知である較正配置にスプレーガン10がある場合にリセットされてよく、又は、ニードル位置モジュールレジスタ77は、較正に続いて直ちにゼロにリセットされて、スプレーガン10が初期配置となつてよい。ニードル位置モジュールレジスタ77をリセットする行為は、以下、ニードル位置モジュール76の「ゼロ調整(zeroing)」として特定される。実際のニードル位置がもはや仮想ニードル位置と対応しない場合に、較正は必要とされる、又は、少なくとも望ましい。

10

【0052】

ニードル位置モジュール76は、アクチュエータ制御システム44において実行され、「仮想ニードル位置」を追跡するように構成されている。この追跡は、任意の点に対してなされてよいが、この例では、基準点は、ニードル42の選択された開位置であつて、即ち、ソレノイド38が第2位置にあつて、ニードル本体遠位端部64は、ソレノイド38のストロークの距離だけニードルシート34から離れていると仮定する。この配置では、ソレノイド38が駆動されていないと、ニードル42はノズルシート34と密閉係合する。これは、スプレーガン10の「ゼロ」配置又は初期配置である。スプレーガン10が初期配置にされると、ニードル42の「実際のニードル位置」は、ニードル42が第1位置のニードルに対して移動した距離として測定できる。即ち、「実際のニードル位置」は、ニードル本体60が第2位置にある場合に測定される。「仮想ニードル位置」は、同じ「仮想」位置を反映するが、ステップソレノイドロッド106の、従つてニードル42の移動が正確であるという仮定に基づいている。

20

【0053】

この例では、スプレーガンが初期較正されていると仮定する。即ち、スプレーガン10は初期配置にあり、そして実際のニードル位置は仮想ニードル位置と対応する。従つて、ソレノイドロッド56のストロークが予め定められている、即ち移動量が既知であると、ニードル本体60の第2位置も知られる。従つて、スプレーガン10の始動時において、ニードルの実際の位置は第1の開位置である。そして、ニードル本体60が第2位置にある場合のニードルリフトの量は知られている。さらに、仮想ニードル位置は、第1の開位置にあると最初に記録される。この例では、スプレーガン10が初期配置にある場合、ニードル位置モジュールレジスタ77は空であるか、格納値が合計でゼロとなる。ニードル位置モジュール76は、パルスの合計値を、即ち、後方パルス数を差し引いた全前方パルス数を、ニードル位置、即ち選択されたニードルリフトと対応させた、以下の表に示されるようなデータベース78を含んでよい。

30

40

【0054】

【表 2】

パルス数	第 2 位置でのニードルリフト (インチ) (仮想ニードル位置)
0	0. 0020 (ニードルの第 1 位置)
1	0. 0025
2	0. 0030
3	0. 0035
4	0. 0040
5	0. 0045

10

【 0 0 5 5 】

或いはまた、ニードル位置モジュール 7 6 は、乗算器がプログラムされてよく、例えば、後方パルス毎に、0. 0005 インチのニードルリフトが等しく加わる。従って、ニードル位置モジュール 7 6 は、パルスの数及びその方向（一括して、本明細書中では、「ニードル位置データ」）を記録しさえすれば、仮想ニードル位置を求めるのに十分であろう。或いは、ニードル位置は、エンコーダ又は線形可変差動変圧器（LVDT）によって追跡されてもよい。

20

【 0 0 5 6 】

ニードル位置モジュール 7 6 がデータベースを有するか、各時の位置を算出するかに拘わらず、ニードル位置モジュール 7 6 は、少なくとも 1 つのアクチュエータ 4 0 に送られるパルスの数と、ニードル 4 2 が移動する方向とを追跡する。例えば、2 つのステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B がある場合、ニードル位置モジュール 7 6 は、各ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B に送られるパルスの数を追跡する。この情報に基づいて、ニードル位置モジュール 7 6 は、仮想ニードル位置を算出し、又は調べることができる。他のモジュールは、このデータを要求してよい。

【 0 0 5 7 】

ニードル位置モジュール 7 6 は、ニードル位置データをニードル位置モジュールレジスタ 7 7 に記録する。この情報は、アンプレジスタ 7 9 に記録されてもよい。ニードル位置モジュールレジスタ 7 7 は、アクチュエータ制御モジュール 7 4 によってステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B に送られるニードル位置データの全て、又は一部を記録してよい。記録されるデータの一部は、単にニードル 4 2 の現在位置であってよい。どのくらいのデータが記録されるか、又は記録されるデータのタイプに拘わらず、ニードル位置データは常に、ニードル 4 2 の現在の仮想位置を示すデータを含んでいる。例えば、ここでもニードル 4 2 が第 1 位置で開始すると仮定すると、ニードル位置モジュールレジスタ 7 7 は、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B に送られた最後の 4 つの命令（例えば、7 つの前方パルス、5 つの後方パルス、3 つの前方パルス及び 5 つのさらなる後方パルス）に関するニードル位置データを記録してよい。ニードル位置モジュール 7 6 は、パルス数を合計し、そして合計を前述のように乗算器によって乗算することによって、現在の仮想ニードル位置を決定できる。この例では、合計はゼロであるので、ニードル位置モジュール 7 6 は、ニードルが開始した位置、即ち仮想第 1 位置にあると判定するであろう。この位置は、ニードル本体 6 0 が第 2 位置にある場合、ソレノイド 3 8 の選択ストロークと対応するリフトを有するニードル本体遠位端部 6 4 と対応するはずである。しかしながら、先に特定した種々の要因のために、これがはずれている場合がある。

30

40

【 0 0 5 8 】

具体例として、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B が、それぞれ何度も駆動されて、第 2 位置にあるニードル本体 6 0 の位置がもはや初期位置に対応していないと仮定する。ニードル位置モジュールレジスタ 7 7 は、ニードル位置データを記録している。さ

50

らに、スプレーガン10の動作が停電によって中断し、ニードル位置モジュールレジスタ77がリセットされると仮定する。よって、中断後、実際のニードル位置はもはや、仮想ニードル位置と対応しない。即ち、説明したように、ステッピングソレノイド100A、100Bが、それぞれ何度も駆動されて、第2位置にあるニードル本体60の位置は、もはや初期位置と対応しないが、ニードル位置モジュールレジスタ77は空であって、これは、アクチュエータ制御システム44に利用可能なデータが、ニードル本体60が初期位置にあることを示すことを意味している。即ち、アクチュエータ制御システム44は、ニードル本体60が初期位置にあると「考えている」。これが起こると、スプレーガン10は、再較正される必要がある。

【0059】

10

再較正を行うために、スプレーガン10は、先に記載される較正配置に配置される。即ち、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bが、アクチュエータ部材58がソレノイド38に対して着座するまで駆動される。仮想ニードル位置が続いて、仮想較正配置としてリセットされて、実際の配置が反映される、又はスプレーガン10が初期配置に配置されてよく、そして、ニードル位置モジュール76が、先に説明したように、ゼロ調整される。

【0060】

先の例では、スプレーガン10が初期配置に配置され、ニードル位置モジュールレジスタ77がゼロ調整され、これによって実際のニードル位置と仮想ニードル位置とが一致していた。このプロセスは、以下に説明されるように、自動的にスプレーガン10によって達成されてよい。アクチュエータ制御システム44はさらに、ニードルリフトを較正するシステム80を含んでよい。ニードルリフト較正システム80は、アクチュエータセンサ82と、較正モジュール84と、先に説明したニードル位置モジュール76とを含んでいる。アクチュエータセンサ82は、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体46の電流の特性の変化を検出し、出力シグナルを生成するように構成されている。好ましい実施形態において、監視される電流特性は、電流及び電圧の変化のような電流の変化によって測定されるコイルの誘導リアクタンスであるが、適切な任意の特性が監視されてよい。検出される変化は、測定されている特性の「特定可能な偏差」である。

20

【0061】

即ち、少なくとも1つのアクチュエータ40への電流には、インダクタンスなどの幾つかの特性がある。電流特性には、予想可能な変化がある。例えば、少なくとも1つのアクチュエータ40がニードル42を進めるために用いられている場合、電流のインダクタンスを測定でき、表示されるならば、特定可能な既知の波として見える。さらに、電流特性はまた、ランダムな変化を反映し、これは通常「ノイズ」として識別される。ノイズが検出され、そして表示されるならば、パターンが規則的な偏差として示されるだろう。しかしながら、特定の行為の結果として生成される「特定可能な偏差」がある。

30

【0062】

例えば、先に説明したように、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bがソレノイド38を前方へ進めて、即ち移動させており、そしてアクチュエータ部材58がソレノイド38に当たって着座する場合、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bからの機械的フィードバックがある。閉鎖用ステッピングソレノイド100Bへのこのフィードバックは、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体46の電流及び電圧の特性の偏差を生成する。さらに、この偏差又はほぼ類似の偏差は、閉鎖用ステッピングソレノイド100Bが進める間に、アクチュエータ部材58がソレノイド38に対して着座する度に起こる。この特定の偏差は、スプレーガン10が較正配置にある場合にのみ起こる。従って、この偏差は「特定可能な偏差」であって、これは、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体46の電流の標準的な特性と異なっており、ランダムノイズの特性とも異なる。従って、本明細書中では、「特定可能な偏差」は、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体46の電流及び電圧の偏差であり、これは、ステッピングソレノイド100A、100Bの既知の物理的条件、構成又は状態と関連している。より具体的には、「ソレノイド着座偏差」は、少なくとも1つのアクチュエータ線路導体46の偏差電流であり、これは、アクチュエータ

40

50

部材 5 8 のソレノイド 3 8 に着座すると起こると分かっている。通常、偏差は、実験に基づく条件と関連し、特異的な、はっきりした偏差が、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B が特定の物理的条件、構成又は状態に置かれる度に起こることが確認されている。好ましくは、アクチュエータ部材 5 8 のソレノイド 3 8 への着座と関連する特定可能な偏差は、電流及び電圧の変化によって特定されるインダクタンスの変化である。

【 0 0 6 3 】

なお、電流特性は、測定可能であって、波形で表示されると分かっている。モニタ（図示せず）が与えられて、波が表示されてよいが、これは必須ではない。即ち、知られているように、アクチュエータ制御システム 4 4 は、波及び任意の偏差を検出するように構成できるが、波及び / 又は偏差の視覚画像を実際に生じなくともよい。

10

【 0 0 6 4 】

較正モジュール 8 4 は、アクチュエータ制御システム 4 4 によって、より具体的にはアクチュエータ制御システム P L C 4 8 によって実行されるように構成された 1 セットの命令である。P L C 4 8 の説明と同様に、如何にモジュールが P L C 4 8 と関係するかを詳細に記載することは本明細書の範囲を越えている。しかしながら、知られているように、モジュール 8 4 は、P L C 4 8 によって実行され、そして、選択された操作及び機能を実行する、又は実行するように構成されているとして説明できるだろう。かくして、先に説明したように、ニードル位置モジュール 7 6 は、ニードル 4 2 の「仮想」位置を追跡するように構成されている。較正モジュール 8 4 は、好ましくは、めったに実行されない。例えば、較正モジュール 8 4 は、ある周期で、例えば、2 週毎に、或いは、ある操作数の後、例えば、ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B の 2 0 0 万駆動毎に、実行されてよい。較正モジュール 8 4 は、仮想ニードル位置をリセット、即ちニードル位置モジュール 7 6 をゼロ調整することで、実際のニードル位置を反映するように構成されている。好ましくは、較正モジュール 8 4 は、ニードル位置モジュールレジスタ 7 7 の全てのデータをクリアする。或いは、較正モジュール 8 4 は、スプレーガンが初期配置にあると示すように、ニードル位置モジュールレジスタ 7 7 の最後のエントリを更新してよい。即ち、スプレーガン 1 0 の動作が開始する時点では、スプレーガンは初期配置にある。ステッピングソレノイド 1 0 0 A、1 0 0 B が用いられて、先に説明したように、ニードル位置モジュール 7 6 は仮想ニードル位置データを記録する。時間が経つと共に、仮想ニードル位置はもはや実際のニードル位置と対応せず、ニードル位置は較正されなければならない。これは、較正モジュール 8 4 を実行して、最初にソレノイド 3 8 が較正配置に置かれることによって、達成される。

20

30

【 0 0 6 5 】

この動作中、較正モジュール 8 4 は、アクチュエータ部材 5 8 がソレノイド 3 8 に対して着座したことを示す識別可能な偏差について、少なくとも 1 つのアクチュエータ線路導体 4 6 を監視する。識別可能な偏差が検出されると、閉鎖用ステッピングソレノイド 1 0 0 B の前方への動きが停止され、較正モジュール 8 4 は、先に説明したように、スプレーガン 1 0 を初期配置に戻し、そしてニードル位置モジュール 7 6 をゼロ調整して、ニードル位置モジュール 7 6 は、現在のスプレーガン配置を初期配置として特定する。この時点にて、ニードル 4 2 の位置は較正され、スプレーガン 1 0 は通常動作に戻されてよい。これは、従前の手動較正手法とは異なり、流体チャンバ 2 0 が液体生成物で満たされていながらも、達成できることに留意のこと。即ち、較正モジュール 8 4 は、流体チャンバ 2 0 が流体で満たされている場合でも動作可能である。

40

【 0 0 6 6 】

少なくとも 2 台のアクチュエータ 3 6、4 0 及びアクチュエータ制御システム 4 4 は、作動機構チャンバ 6 8 にほとんど配置されるのが好ましい。即ち、少なくとも 1 つのアクチュエータ 4 0 及びアクチュエータ制御システム 4 4 の一部は、作動機構チャンバ 6 8 を越えて延びてよい。例えば、ソレノイドロッド 5 6 及び / 又はニードル 4 2 は、作動機構チャンバ 6 8 から流体チャンバ 2 0 へと延びている。しかしながら、少なくとも 1 つのアクチュエータ 4 0 及びアクチュエータ制御システム 4 4 の大部分は、作動機構チャンバ 6

50

8内に配置されている。さらに、アクチュエータセンサ82は、作動機構チャンバ68内に完全に配置され、好ましくはアンプ50の一部である。この構成の場合、スプレーガン10は、外部の制御システムに結合されない。アクチュエータ制御システム44及びアクチュエータセンサ82は、ステッピングソレノイドアセンブリ100の近くに配置されるが、識別可能な偏差の検出に干渉する虞のある、導体中の「ノイズ」を軽減するようにされることに留意のこと。

【0067】

このように、先に説明されたコンポーネントを用いて、スプレーガン10内のニードルリフトを較正する方法は、スプレーガン10を較正配置に置くステップ200と、線路導体46を有するステッピングソレノイドアセンブリ100内の電流を監視するステップ202と、電流の特性の識別可能な偏差を検出するステップ204と、スプレーガン10を初期配置に置くステップ205と、ニードル位置モジュール76をゼロ調整するステップ206とを含んでいる。

10

【0068】

前述のように、ニードル位置モジュール76は、ステッピングソレノイドアセンブリ100に送られたパルス数を記録するように構成されている。従って、スプレーガン10の配置を初期配置として記録するようにニードル位置モジュール76をゼロ調整するステップ206は、記録したパルスの合計値をゼロに変更するステップ212を含んでよい。この変更は、パルス数をその方向と共に、記録したニードル位置データに加えて、ニードル位置データの合計をゼロに等しくすることによって達成されてよい。或いは、ニードル位置モジュール76をゼロ調整して、スプレーガン10の配置を初期配置として記録するステップ206は、ニードル位置モジュールレジスタ77をクリアするステップ214を含んでよい。ここで「クリアする」とは、ニードル位置モジュールレジスタ77の全エントリを消去することを意味する。さらに、前述のように、較正の4つのステップ200、202、204及び206は、流体チャンバ20が液体で満たされている場合に起こってよい。

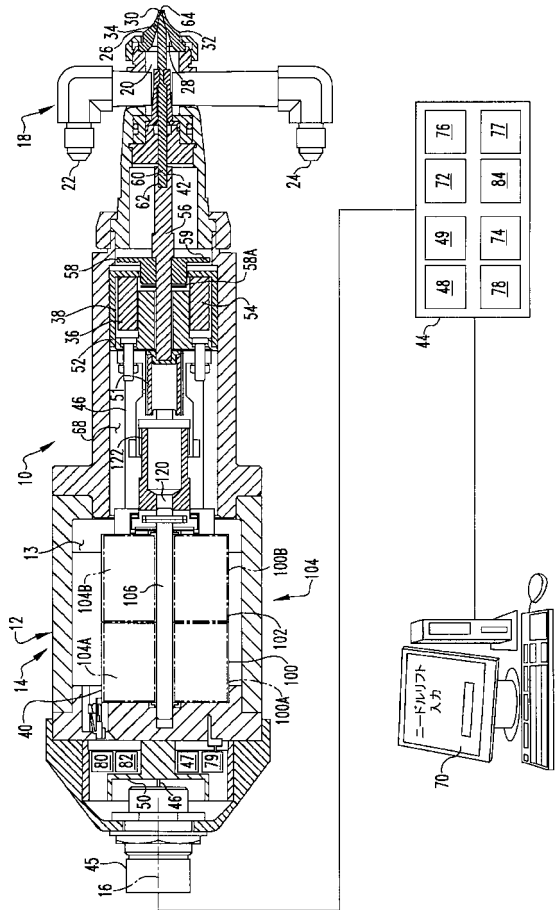
20

【0069】

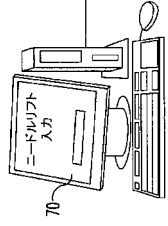
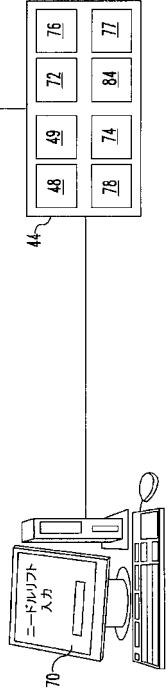
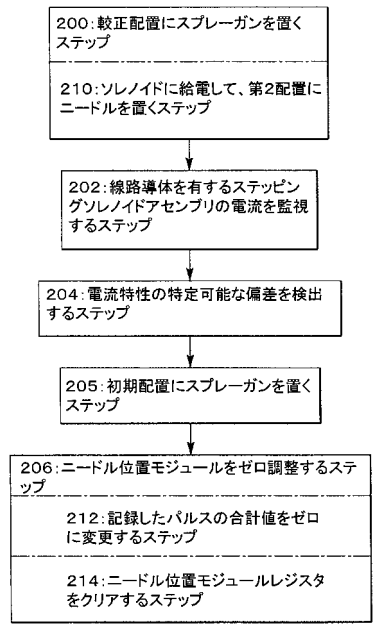
本発明の具体的な実施形態が詳細に記載されたが、当業者であれば、これらの詳細に対する種々の変更及び代替が、本開示の全体の教示を踏まえてなされてよいことが理解されるであろう。従って、開示される特定の配置は、単に説明のためのものであり、添付の特許請求の範囲の完全な広さ、並びにその任意の、及び全ての均等物で与えられる発明の範囲に関する限定ではないことが意味される。

30

【 図 1 】



【 図 2 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2013/026682
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - B05B 1/30 (2013.01) USPC - 239/585.1 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) IPC(8) - B05B 1/30, 5/00; B0FD 7/22, 1/02; F16K 31/02 (2013.01) USPC - 251/129.15, 129.21, 129.22; 239/63, 585.1, 585.5; 427/233, 425 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - B05B 7/22, 13/0609; F02M 51/0671, 61/168; F16K 31/0651; H01F 7/1607 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent, Orbit.com, Google Patents, Google Scholar		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008/0217437 A1 (VANDEN BERGHE et al) 11 September 2008 (11.09.2008) entire document	1-17
A	US 5,945,160 A (KOBAK et al) 31 August 1999 (31.08.1999) entire document	1-17
A	US 5,755,884 A (BUCKLER et al) 26 May 1998 (26.05.1998) entire document	1-17
A	US 2011/0121103 A1 (CARLETON et al) 26 May 2011 (26.05.2011) entire document	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 application or patent 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 "g" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 March 2013		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">19 APR 2013</div>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7174

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 ホルト, スティーブン, ダブリュー.

アメリカ合衆国 4 5 3 6 5 オハイオ, シドニー, ティンバーリッジ 1 5 5 0

Fターム(参考) 4D075 AA01 AA09 AA78 AA80 AA87

4F033 AA01 BA03 DA01 EA01 GA02 GA10 LA13