

明 細 書

発明の名称：

エア駆動式アクチュエータ及びエア駆動式アクチュエータの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、エア駆動式アクチュエータ及びエア駆動式アクチュエータの製造方法に関し、特に、エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するエア駆動式アクチュエータ及びエア駆動式アクチュエータの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、バルブを開閉するための駆動源の一つとして空気圧で作動するエア駆動式アクチュエータが用いられる。

そして、空気圧で作動するエア駆動式アクチュエータとしては、バルブの開閉動作の両方について空気圧を利用した複動式、又は、バルブの開閉動作のいずれか一方の動作にスプリングのバネ力を利用した単動式の２種類が多用されている。

[0003] 例えば、特許文献１には、シリンダ部３に設けられた外部と連通した２つの連通口４３が吸排気口（エアポート）になり、これら連通口４３を通して内部のピストン４２の両面側に空気圧が交互に供給されてピストン４２が往復動する。このピストン４２の往復動により、ピストンロッド３０、係止ピン３１を介してスコッチヨーク３３が回転し、このスコッチヨーク３３と一体のシャフト３２が回転することで、空気圧による開動作及び閉動作の両方の動作が行われる複動式のバルブ用アクチュエータが記載されている。

この特許文献１に記載の複動式のバルブ用アクチュエータは、特許文献１の図８に示されるように、ピストンロッド３０側の連通口４３をシリンダ部３内に直線的に貫通させずに横孔（ピストン４２の往復動方向の孔）を設けた屈曲形状にしてシリンダ部３内に連通している。

[0004] このような特許文献１に記載のバルブ用アクチュエータは、ピストンロッ

ド 3 0 が引き出される側のシリンダ部 3 の端部、いわゆるロッド側の端部に設けた連通口 4 3（エアポート）がシリンダ部 3 の壁内に設けた横孔を介してシリンダ部 3 内に連通している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特許第 6 4 3 0 1 7 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に記載のバルブ用アクチュエータは、シリンダ部 3 のロッド側の端部に設けた連通口 4 3（エアポート）がピストンの往復動方向の横孔を設けた屈曲形状であるため、2 方向から孔加工を施すため加工が煩雑であると共に、横孔の加工を行うためのスペースを確保する必要があるためピストンの往復動方向の寸法が増加するという問題があった。

また、横孔の孔径寸法がシリンダの肉厚に制限されるため、シリンダの肉厚に収まる孔径寸法にしなければならず、シリンダの肉厚によっては、十分なエアの吸排気量を確保することが難しくなり、結果として、所望のシリンダの応答速度を得ることが難しくなるおそれがあった。

さらに、複動式の場合、シリンダ部 3 のロッド側の端部、及びヘッド側の端部に設けた 2 つの連通口 4 3 に対するスピードコントローラ等の外部接続機器の組付け性を考慮すると、ロッド側の連通口 4 3 は最大限ロッド側に寄せるなどして、2 つの連通口 4 3 の間隔を広げることが望ましい。

しかしながら、このような外部接続機器の組付け性向上の要求は、装置のコンパクト化とは相反するものであり、外部接続機器の組付け性向上及び装置のコンパクト化の両方の要求を満たすことは困難であった。

[0007] 本発明は、従来課題を解決するために開発したものであり、その目的とするところは、加工が容易であり、所望のシリンダの応答速度を得やすく、さらには、コンパクト化、特に複動式にあっては 2 つのエアポートの間隔を

広げつつコンパクト化することができるエア駆動式アクチュエータ及びエア駆動式アクチュエータの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するため、請求項 1 に係る発明は、少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有し、シリンダが、ピストンの往復動方向でピストンロッドガイドに隣接した領域に内径を拡大して設けた拡大径部を有し、ロッド側の端部に設けたエアポートが、ピストンの往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて拡大径部に連通することによってシリンダ内に貫通する貫通部と、拡大径部に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ内に貫通しない未貫通部とを含む下穴を有するエア駆動式アクチュエータである。
- [0009] 請求項 2 に係る発明は、拡大径部が、内径をピストンの往復動方向でピストンロッドの引出し側から引込み側に向けて漸次拡大して設けられたエア駆動式アクチュエータである。
- [0010] 請求項 3 に係る発明は、ピストンの往復動を回転動に変換して出力軸に伝える回転変換機構が設けられた駆動空間を有しており、ロッド側の端部からシリンダに連結するハウジングを有し、出力軸とバルブ用ステムとを連結した状態でバルブに搭載して用いるエア駆動式アクチュエータである。
- [0011] 請求項 4 に係る発明は、少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有するエア駆動式アクチュエータのピストンの往復動方向でピストンロッドガイドに隣接した領域に内径を拡大した拡大径部を有するシリンダを設けるステップと、拡大径部にピストンの往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて拡大径部に連通することによってシリンダ内に貫通する貫通部と、拡大径部に径方向の一部を重ねない

ことによってシリンダ内に貫通しない未貫通部とを含む穴をロッド引出し側の端部のエアポートの下穴として形成するステップとを含むエア駆動式アクチュエータの製造方法である。

発明の効果

[0012] 請求項 1 に係る発明によると、少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、このエアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有し、シリンダが、ピストンの往復動方向でピストンロッドガイドに隣接した領域に内径を拡大して設けた拡大径部を有し、ロッド側の端部に設けたエアポートが、ピストンの往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて拡大径部に連通することによってシリンダ内に貫通する貫通部と、拡大径部に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ内に貫通しない未貫通部とを含む下穴を有する。

このように、エアポートを直接シリンダ内に貫通させるのではなく、下穴の径方向の一部を拡大径部に連通させつつ、それ以外の部分は未貫通部分とすることで、エアポートをシリンダ内に貫通させるための孔を別途設ける必要がない。

シリンダの内壁面に沿って往復動するピストンが、シリンダ壁面に設けたエアポートの貫通孔を通過すると、ピストンやピストン用シール部材が損傷する可能性があるため、ピストンのストローク範囲外に貫通孔を設ける必要があるが、その距離の分だけシリンダが大きくなってしまう。

請求項 1 に係る発明は、上記の通り、シリンダ内と直接連通するような貫通孔を別途設けずにエアポートをシリンダと連通させることができるので、ピストンやピストン用シール部材の損傷を避けつつ、シリンダの大型化も避けることができる。

また、請求項 1 に係る発明は、エアポートが横孔を介することなく拡大径部を通してシリンダ内に連通しているため、横孔の煩雑な加工がなくなりエアポートの加工が容易になる。

また、拡大径部と下穴との重なり具合を調整することによってエアの吸排気量を十分に確保することができる。

また、横孔を設けない分、さらには、エアポートが拡大径部に径方向で重なる部分以外はピストンのストローク領域とすることができるので、全体としてシリンダの寸法を縮小することができると共に、複動式の場合、シリンダのロッド側の端部に設けたエアポートをシリンダのヘッド側の端部に設けたエアポートから離して設けることができる。

したがって、加工が容易であり、所望のシリンダ速度を得やすく、さらには、コンパクト化、特に複動式にあっては2つのエアポートの間隔を広げつつコンパクト化することができる。

[0013] 請求項2に係る発明によると、拡大径部が、内径をピストンの往復動方向でピストンロッドの引出し側から引込み側に向けて漸次拡大して設けられたことにより、型を用いてシリンダを成形する場合、一定深さの溝として設けた拡大径部に比して容易に成形することができる。

また、請求項2に係る発明は、拡大径部が、当該拡大径部の縁部側から内径側に向かって漸次拡大することにもなるので、下穴を設ける深さを調整することで、連通部分の径を容易に調整することができ、エアの吸排気量の設定も容易に行うことができる。

[0014] 請求項3に係る発明によると、ピストンの往復動を回転動に変換して出力軸に伝える回転変換機構を設ける駆動空間を形成してロッド側の端部からシリンダに連結するハウジングを有し、回転変換機構に設けた出力軸とバルブ用ステムとを連結した状態でバルブに搭載して用いることにより、コンパクト化したシリンダ内におけるピストンの往復動が回転変換機構を介してバルブ用ステムの回転動作に変換されてバルブが開閉されるため、バルブに対してコンパクトに組付け可能なバルブのアクチュエータとして用いることができる。

[0015] 請求項4に係る発明によると、少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、

エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有するエア駆動式アクチュエータの製造方法において、ピストンの往復動方向でピストンロッドガイドに隣接した領域に内径を拡大した拡大径部をシリンダに設けるステップと、拡大径部にピストンの往復動方向で径方向の一部を重ねて拡大径部に連通することによってシリンダ内に貫通する貫通部と、拡大径部に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ内に貫通しない未貫通部とを含む穴をロッド側の端部のエアポートの下穴として形成するステップとを含む。

これにより、例えば、シリンダを鋳造等の型を用いて成形する手法を適用する場合、予め拡大径部が形成されるようにシリンダを形成しておき、その後、拡大径部と一部連通するように所定の下穴を形成するだけで良いので、簡易且つ低コストでエアポートを形成できる。特に、エアポートが横孔を介することなく拡大径部を通してシリンダ内に連通されるため、横孔の煩雑な加工がなくなりエアポートの加工が容易になる。

また、拡大径部と下穴との重なり具合を調整することによってエアの吸排気量を十分に確保することができる。

また、横孔を設けない分、さらには、エアポートが拡大径部に径方向で重なる部分以外はピストンのストローク領域とすることができるので、全体としてシリンダの寸法を縮小することができると共に、複動式の場合、シリンダのロッド側の端部に設けたエアポートをシリンダのヘッド側の端部に設けたエアポートから離して設けることができる。

したがって、加工が容易であり、所望のシリンダ速度を得やすく、さらには、コンパクト化、特に複動式にあっては2つのエアポートの間隔を広げつつコンパクト化することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータの斜視図である。

[図2]ピストンヘッドがシリンダ内ヘッド側のストローク終端位置にあるエア駆動式アクチュエータの断面図である。

[図3]ピストンヘッドがシリンダ内ロッド側のストローク終端位置にあるエア駆動式アクチュエータの断面図である。

[図4]図3に示したエア駆動式アクチュエータの拡大径部周辺の拡大斜視図である。

[図5]ロッド側の端部に設けたエアポートの下穴が拡大径部に連通する部分となる開口をシリンダの内壁面側から臨んだ図である。

[図6]2つのエアポートにスピードコントローラが取り付けられ、かつ、バルブに組付けた状態の駆動式アクチュエータの一部切欠いた状態の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明に係るエア駆動式アクチュエータ及びエア駆動式アクチュエータの製造方法の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ1の斜視図である。図2は、ピストンヘッド22がシリンダ10内ヘッド側のストローク終端位置にあるエア駆動式アクチュエータの断面図である。図3は、ピストンヘッド22がシリンダ10内ロッド側のストローク終端位置にあるエア駆動式アクチュエータ1の断面図である。図4は、図3に示したエア駆動式アクチュエータ1の拡大径部14周辺の拡大斜視図である。図5は、ロッド側の端部10aに設けたエアポート15の下穴15aが拡大径部14に連通する部分となる開口15acをシリンダ10の内壁面12a側から臨んだ図である。図6は、2つのエアポート15、16にスピードコントローラ200が取り付けられ、かつ、バルブ100に組付けた状態の駆動式アクチュエータ1の一部を切欠いた状態の斜視図である。

本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ1は、不図示のバルブを開閉するための駆動源の一つであり、バルブの開動作及び閉動作の両方について空気圧を利用した複動式を採用している。

[0018] エア駆動式アクチュエータ1は、シリンダ10と、空気圧によって往復動するピストン20と、ピストン20の往復動を回転動に変換する回転変換機

構 6 0 を設けてシリンダ 1 0 に連結したハウジング 3 0 と、ハウジング 3 0 の一端開口を閉塞するハウジングキャップ 4 0 と、ピストン 2 0 のピストンロッド 2 1 をガイドするピストンロッドガイド 5 0 とを有する。

シリンダ 1 0、ハウジング 3 0、及びハウジングキャップ 4 0 は、ピストンロッド 2 1 の軸心と同心となるように軸方向に互いに連結することによって、ピストンロッド 2 1 の軸方向を長手とするエア駆動式アクチュエータ 1 の外郭を構成している。

本実施形態では、シリンダ 1 0、ハウジング 3 0、及びハウジングキャップ 4 0 は、鋳造によって製造しているが、その他の製造方法を用いてもよいし、各種製造方法を組み合わせてもよい。例えば、鋳造後のシリンダ 1 0 の内部に切削加工を施してもよい。

[0019] (シリンダ 1 0 について)

シリンダ 1 0 は、ピストン 2 0 の往復動方向で、ピストンロッド 2 1 が引き出される側の端部をロッド側の端部 1 0 a とし、ピストンロッド 2 1 が引き込まれて向かう側の端部をヘッド側の端部 1 0 b とした場合、それぞれの端部 1 0 a、1 0 b に設けた 2 つのエアポート 1 5、1 6 を通してエアを吸排気してピストン 2 0 が往復動するピストン往復動空間 1 3 を内部に形成している。

このシリンダ 1 0 は、周側壁 1 2 と、ヘッド側の端部 1 0 b に設けた閉塞壁 1 1 とを有して、閉塞壁 1 1 に対向するロッド側の端部 1 0 a が開口した略筒状をなしている。

[0020] そして、シリンダ 1 0 は、ロッド側の端部 1 0 a に一方のエアポート 1 5 (以下、「ロッド側エアポート」という。)を設け、ヘッド側の端部 1 0 b に他方のエアポート 1 6 (以下、「ヘッド側エアポート」という。)を設けている。

これら 2 つのエアポート 1 5、1 6 は、周側壁 1 2 に下穴 1 5 a、1 6 a を加工し、次いでタップ穴 1 5 b、1 6 b を加工することによって形成する。

なお、本実施形態では、図1に示すように、ロッド側エアポート15が、シリンダ10のフランジ部10a aに一部を重ねるようにして設けられている。

そして、本実施形態では、2つのエアポート15、16に、不図示のスピードコントローラ等の外部接続機器がタップ穴15b、16bに螺合して取付けられる。2つのエアポート15、16は、スピードコントローラに接続したエア配管を介して方向切変弁に接続している。

[0021] 2つのエアポート15、16には、外部機器、例えば図6のようなスピードコントローラ200が取り付けられる。外部機器の取り付けスペースは、エアポート15、16間の距離に依存する。例えば、スピードコントローラをエアポート15、16に設けたタップ穴に対しねじ込みにて取り付ける場合、図示のような直方体状のスピードコントローラを回転させてねじ込むことになる。

そのため、それぞれのエアポート15、16にねじ込む際に、スピードコントローラを掴んで回転させる必要があるなど、当該領域は、単純に機器が収まるだけのスペースがあればよいのではなく、それ以上に余裕が必要となる。

そうすると、2つのエアポート15、16同士の間隔は、可能な限り、離間させることができる方が好ましい。

本実施形態では、エアポート15の下穴15aをシリンダ10内に設けた拡大径部14に連通させることでエアポート15からシリンダ10内へのエア供給が可能となるが、この拡大径部14は、ピストンロッドガイド50に隣接した領域に設けられるので、これと連通させるエアポート15は、最大限、ピストンロッド21側の（例えばフランジ部10a aに一部または全部が重なる）位置に寄せて設けることができる。

これにより、エアポート15は、通常では、シリンダ10内との連通のためにシリンダ10の壁面の中途位置に設けざるを得ず、2つのエアポート15、16間の距離を十分に離すことが難しかった。

これに対し、本実施形態では、可能な限りエアポート15、16間の距離を離間させることができ、スピードコントローラ200等の外部機器の取り付けに有利となる。

[0022] また、シリンダ10は、ピストン20の往復動方向でピストンロッドガイド50に隣接した領域に内径を拡大して設けた拡大径部14を有している。

この拡大径部14は、周側壁12の内壁面12aに内周方向に沿って設けた溝になっており、内径をピストン20の往復動方向でピストンロッド21の引出し側から引込み側に向けて漸次拡大して設けている。

なお、本実施形態では、シリンダ10とハウジング30とが互いの端部10a、30aに設けたフランジ部10aa、30aaを介して連結している。このため、シリンダ10のロッド側の端部10aの周側壁12の肉厚は、フランジ部10aaの肉厚が合わさって周辺に比べて厚くなっている。

[0023] つまり、シリンダ10の周側壁12のロッド側の端部10aには、端部10a以外の周側壁12の部分よりも外径側に張り出したフランジ部10aaが設けられている。

拡大径部14は、この肉厚部分となるフランジ部10aaに設けられており、その最外径位置が、フランジ部10aa以外のシリンダ10の周側壁12の外壁面12bよりも外径側に位置するように設けられている。

つまり、拡大径部14は、シリンダ10のフランジ部10aaによって肉厚が厚くなった部分を有効に利用してシリンダ10の周側壁12に設けられている。

そして、後述するように、この拡大径部14と連通する下穴15aを有するようにロッド側エアポート15を設けることで、シリンダ10の周側壁12で、フランジ部10aa以外の部分に、シリンダ10内にエアを供給するための貫通孔を別途設ける必要がない。

[0024] このようにして、本実施形態では、拡大径部14が、シリンダ10のフランジ部10aaの部分に設けられることで、このフランジ部10aaを除くシリンダ10の周側壁12、すなわち、ピストンヘッド22の通常の往復動

(ストローク) 範囲には干渉しないようになっており、その結果、拡大径部 14 を設けることによるシリンダ 10 のサイズ増大が防がれている。

なお、拡大径部 14 は、ピストン 20 の往復動方向でピストンロッドガイド 50 に隣接した領域に内径を拡大して設ければよく、例えば、周側壁 12 の内壁面 12a に設けた深さ一定の溝であってもよい。

[0025] そして、ロッド側エアポート 15 は、拡大径部 14 に連通する下穴 15a を有する。

この下穴 15a は、ピストン 20 の往復動方向で径方向の一部を重ねて拡大径部 14 に連通することによってシリンダ 10 内に貫通する貫通部 15a と、拡大径部 14 に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ 10 内に貫通しない未貫通部 15ab とを含む。

下穴 15a の未貫通部 15ab は、シリンダ 10 の周側壁 12 を貫通しないため、図 2 - 図 4 に示すように、下穴 15a の奥側は、ピストンヘッド 22 が摺動可能な内壁面 12a の領域 A になっている。

[0026] また、未貫通部 15ab は、その深さがフランジ部 10aa 以外のシリンダ 10 の周側壁 12 の外壁面 12b と同じかそれよりも浅い位置までの深さになっている。ここで、「未貫通部 15ab の深さがシリンダ 10 の周側壁 12 の外壁面 12b と同じかそれよりも浅い」とは、例えば、下穴 15a の均一部分、例えば、下穴をドリルで加工した場合に形成される、先端に向かって縮径する部分を除く部分がシリンダ 10 の周側壁 12 の外壁面 12b と同じかそれよりも浅ければよい。未貫通部 15ab をこのように形成することで、下穴 15a を設けてもシリンダ 10 の周側壁 12 の強度を十分保ち、ピストン 20 の動作に支障が出ないようにすることができる。

[0027] また、下穴 15a は、拡大径部 14 にピストン 20 の往復動方向で径方向の一部を重ねることによって、ロッド側エアポート 15 をシリンダ 10 のロッド側の端部 10a に最大限寄せた位置、すなわち、ピストンロッドガイド 50 に寄せた位置に設けることができる。

また、本実施形態では、拡大径部 14 が、フランジ部 10aa、すなわち

、もともとピストン２０の往復動の範囲外となる部分に設けられているので、ピストン２０の往復動方向の寸法を増加することなくヘッド側エアポート１６との距離を広げることが可能になっている。

[0028] そして、ロッド側エアポート１５の貫通部１５ａは、図４及び図５に示すように、拡大径部１４の傾斜した面１４ａを含むシリンダ１０の内壁面１２ａに対して貫通して開口を形成している。

換言すれば、下穴１５ａが拡大径部１４を形成する向きの異なる面１４ａ、１４ｂを含むシリンダ１０の内壁面１２ａを貫通して開口１５ａｃを形成している。

このため、開口１５ａｃの開口面積は、拡大径部１４と下穴１５ａの重なり具合によって調整することができる。

また、開口１５ａｃは、異なる方向の複数の面に渡って形成されるため、一面に形成される場合に比べて開口面積を大きくすることができるようになっている。

なお、開口１５ａｃの開口面積は、例えば、拡大径部１４と下穴１５ａとの径方向、及び、深さ方向の重なり具合に加えて、拡大径部１４の形状、あるいは、下穴１５ａの形状を変化させることによって多種多様な仕様に対応することができる。

このため、開口１５ａｃの開口面積は、シリンダ１０の周側壁１２の肉厚によって寸法が決まる従来の横孔による開口面積に比して大きくすることができ、しかも、各種の開口形状に対応することができる。

[0029] そして、開口１５ａｃの開口面積は、所望のシリンダの応答速度が得られるように調整する。

より具体的には、開口１５ａｃの開口面積が、ロッド側エアポート１５に接続されるエア配管の孔断面積に比して同じかそれよりも大きくなるように調整する。

このように、ロッド側エアポート１５は、シリンダ１０内に設けた拡大径部１４と下穴１５ａを連通させることで形成されるため、横孔を設ける場合

よりも直線的にエア等をシリンダ１０に吸排気でき、また、その開口１５ａｃも所望のシリンダの応答速度が得られる開口面積に調整されるため、バルブの開閉のための応答性も優れたものとなる。

[0030] 例えば、拡大径部１４を利用してシリンダ１０内と外部とを連通させるだけであれば、拡大径部１４と連通する貫通部１５ａａのみを有する小さいエアポートを設ければ良いが、それではシリンダ１０内へのエアの供給量が不十分となるおそれがある。

これに対し、本実施形態によれば、貫通部１５ａａと未貫通部１５ａｂを含む大きな径のロッド側エアポート１５を設けることで、十分な量のエアを供給できるエア配管を接続可能となる。

また、開口１５ａｃを適宜の開口面積に設けることによって、エア配管から供給されたエアを十分にシリンダ１０内に供給することも可能となる。

そして、ロッド側エアポート１５は、十分に大きな口径を有しつつ、貫通部１５ａａをロッド側に、未貫通部１５ａｂを貫通部１５ａａよりもロッド側から離れたヘッド側に有することで、ピストン２０のストローク領域に干渉するような貫通孔を有せずに済む。

その結果、エア駆動式アクチュエータ１は、全体のサイズのコンパクト化がなされるとともに、本来的にはコンパクト化とは相反する性能となる応答速度も十分に高く維持することができる。

[0031] (ピストン２０について)

ピストン２０は、ピストンロッド２１と、ピストンロッド２１の一端部に設けたピストンヘッド２２とを有する。

ピストンヘッド２２は、２つのエアポート１５、１６を通したエアの吸排気によってピストンロッド２１と一体的に往復動する。

このピストンヘッド２２は、ピストンヘッド２２の周面とシリンダ１０の内壁面１２ａとの間でエアが移動することを防止するため、周面に弾性材からなるシール用Ｏリング２２ａを取り付けている。

このため、ピストンヘッド２２は、シリンダ１０内を２つのエア室に区画

しつつ、シール用Ｏリング２２ａをシリンダ１０の内壁面１２ａに摺接させながら軸方向に往復動する。

そして、ピストンヘッド２２のシリンダ１０内ロッド側のストローク終端位置は、拡大径部１４の近傍位置になるように調整している。

つまり、ピストンヘッド２２は、ロッド側エアポート１５の下穴１５ａの未貫通部１５ａｂとなる内壁面１２ａの領域Ａ（図２、３参照）をピストンヘッド２２の往復動範囲に含めて往復動できるようになっている。

なお、ピストン２０のストローク範囲は、ピストンロッド２１の各端部に突き当て可能にシリンダ１０の閉塞壁１１及びハウジングキャップ４０にそれぞれ設けたストッパ１７、４１によって制限されている。

[0032] （ハウジング３０について）

ハウジング３０は、ピストン２０の往復動を回転動に変換して出力軸に伝える回転変換機構６０を設ける駆動空間３１を有しており、ロッド側の端部１０ａからシリンダ１０に連結する。

このハウジング３０内に設ける回転変換機構６０は、いわゆるスコッチヨーク式機構を採用しており、ピストンロッド２１の径外方向に突設したピン６１に係合するスコッチヨーク６２と、このスコッチヨーク６２にキー６４によって連結して出力軸として回転駆動するシャフト６３を有する。

つまり、回転変換機構６０は、ピストン２０の往復動をスコッチヨーク６２を介してシャフト６３の回転動に変換している。

そして、シャフト６３は、ピストンロッド２１に直交する軸方向に延びて不図示のバルブ用ステムに連結し、このバルブ用ステムの回転動によってバタフライバルブ又はボールバルブ等の弁体が開閉するようになっている。

なお、本実施形態では、回転変換機構６０として、スコッチヨーク式を採用しているが、これに限らず、例えば、ラックアンドピニオン式機構を採用してもよい。

[0033] （ハウジングキャップ４０について）

ハウジングキャップ４０は、ハウジング３０に対して出沒自在に往復動す

るピストンロッド21を軸方向にガイドするガイド部分を有してハウジング30の端部開口側からハウジング30に取り付けられる。

[0034] (ピストンロッドガイド50について)

ピストンロッドガイド50は、ピストン往復動空間13と駆動空間31とを区画してピストンロッド21をガイドする。

このピストンロッドガイド50の周縁部は、シール部材52と重ねた状態でシリンダ10とハウジング30の間、より具体的には、シリンダ10のロッド側の端部10aに設けたフランジ部10aaと、ハウジング30の端部30aに設けたフランジ部30aaとの間で挟持固定される。

そして、ピストンロッドガイド50は、ピストンロッド21が往復動自在に挿通する貫通孔51を有し、ピストンロッド21を軸方向にガイドする。

[0035] 次に、エア駆動式アクチュエータ1の動作について説明する。

ここでは、ピストン20の一連の往復動作について説明する。すなわち、ピストン20が、ピストンロッド21をシリンダ10内に引込んだ状態から、ピストンロッド21をシリンダ10から引き出した状態となり、再びピストンロッド21をシリンダ10内に引込んだ状態に戻る一連の動作について説明する。

[0036] まず、図2に示すように、ピストンロッド21をシリンダ10内に引込んだ状態、すなわち、ピストンヘッド22がシリンダ10内ヘッド側のストローク終端位置にある状態で、ヘッド側エアポート16を通してシリンダ10内にエアが供給されると、ピストンヘッド22がエアによる推力を受けてシリンダ10のロッド側の端部10aに向けて移動開始する。

なお、ピストンヘッド22がシリンダ10内ヘッド側のストローク終端位置にある状態では、ピストンロッド21がシリンダ10の閉塞壁11に設けたストッパ17に突き当たることによって、ピストンヘッド22がシリンダ10の閉塞壁11から離間した位置で停止している。

このためピストンヘッド22がシリンダ10内ヘッド側のストローク終端位置にある状態では、エアがヘッド側エアポート16を通して閉塞壁11と

ピストンヘッド 22 の間のエア室に流入することによって、ピストンヘッド 22 をシリンダ 10 内ロッド側のストローク終端位置に向けて移動する推力が発生する。

[0037] その後、図 3 に示すように、ピストンヘッド 22 は、ピストンロッド 21 をシリンダ 10 から引き出した状態、すなわち、シリンダ 10 内ロッド側のストローク終端位置まで移動する。

このとき、シリンダ 10 内のエアがロッド側エアポート 15 を通して外部に排気される。より具体的には、シリンダ 10 内のエアが拡大径部 14 からロッド側エアポート 15 を通って外部に排気される。

また、ピストンヘッド 22 は、周面に取り付けたシール用 O リング 22 a をシリンダ 10 の内壁面 12 a に摺接させながら拡大径部 14 の近傍位置まで移動する。このとき、ピストンヘッド 22 は、下穴 15 a が未貫通となる内壁面 12 a の領域 A（図 2、3 参照）を通過する。

なお、ピストンヘッド 22 がロッド側のストローク終端位置にある状態では、ピストンロッド 21 がハウジングキャップ 40 に設けたストッパ 41 に突き当たることによって、ピストンヘッド 22 がシリンダ 10 の拡大径部 14 から離間した位置で停止している。

[0038] その後、エアがロッド側エアポート 15 を通してシリンダ 10 内に流入することによって、ピストンヘッド 22 をヘッド側のストローク終端位置に向けて移動する推力が発生し、ピストンヘッド 22 がヘッド側のストローク終端位置に向けて移動開始する。

ここでロッド側エアポート 15 を通して供給されたエアは、拡大径部 14 を介してピストンロッドガイド 50 とピストンヘッド 22 の間のエア室に流入する。

このとき、シリンダ 10 内のエアがヘッド側エアポート 16 を通して外部に排気される。

[0039] その後、エア駆動式アクチュエータ 1 が、図 2 に示すように、ピストンロッド 21 をシリンダ 10 内に引込んだ状態となり、すなわち、ピストンヘッ

ド２２がヘッド側のストローク終端位置に移動してエア駆動式アクチュエータ１の一連の往復動作を完了する。

[0040] 次に、エア駆動式アクチュエータ１の製造方法について説明する。

なお、ここではシリンダ１０の製造方法について説明する。

まず、シリンダ１０に対してロッド側の端部１０a周辺領域に内径を拡大した拡大径部１４を設ける。

このシリンダ１０に対して拡大径部１４を設ける工程は、鋳造によってシリンダ１０を成形する工程に含まれる。すなわち、この工程では、鋳造によって拡大径部１４を有するシリンダ１０を成形する。

なお、シリンダ１０鋳造用の砂型に拡大径部１４に対応する部分を設けて、一般的な砂型鋳造の手順によって、拡大径部１４を有したシリンダ１０を成形することができる。つまり、シリンダ１０に拡大径部１４を設けることによる作業負荷は殆どない。

ここで、本実施形態では、拡大径部１４が内径をピストン２０の往復動方向でピストンロッド２１の引出し側から引込み側に向けて漸次拡大して設けられたものであるため、砂型鋳造の場合、注湯の際に溶湯が砂型の拡大径部１４に対応した傾斜面上を流れるため乱流になりやすく、注湯が砂型内にスムーズに流れ込むため、砂が剥離することを防ぐことができ、結果として、砂かみ等の品質不良が発生し難く、加工し易いようになっている。

また、金型を用いた鋳造の場合についても、注湯の際に溶湯が金型の拡大径部１４に対応した傾斜面上を流れるため乱流になりやすく、注湯が金型内にスムーズに流れ込むため、品質不良が発生し難く、加工し易いようになっている。

なお、拡大径部１４は、鋳造したシリンダ１０の内部に切削加工を施して形成するようにしてもよい。このように鋳造及び切削加工を組み合わせることによってエアの吸排気量に応じた多種多様な形状の拡大径部１４を形成することが可能になる。

[0041] 次に、ロッド側エアポート１５及びヘッド側エアポート１６を加工する。

この工程では、ロッド側エアポート１５及びヘッド側エアポート１６のそれぞれを、下穴１５ａ、１６ａの加工、次いでタップ穴１５ｂ、１６ｂの加工を施すことによって形成する。

ロッド側エアポート１５は、下穴１５ａとして、拡大径部１４にピストン２０の往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて拡大径部１４に連通することによってシリンダ１０内に貫通する貫通部１５ａａと、拡大径部１４に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ１０内に貫通しない未貫通部１５ａｂとを含む穴を加工し、次いで、タップ穴１５ｂを加工することによって形成する。

このようにロッド側エアポート１５は、下穴１５ａを径方向で拡大径部１４に一部が重なる位置で形成することによって、シリンダ１０内に貫通しない未貫通部１５ａｂを残しつつ、拡大径部１４を通してシリンダ１０内に貫通するエアの流路が形成される。

一方、ヘッド側エアポート１６は、シリンダ１０内に貫通する下穴１６ａを加工し、次いで、タップ穴１６ｂを加工して形成する。

[0042] 本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ１によると、シリンダ１０が、ピストン２０の往復動方向でピストンロッドガイド５０に隣接した領域に内径を拡大して設けた拡大径部１４を有し、ロッド側の端部１０ａに設けたロッド側エアポート１５が、拡大径部１４にピストン２０の往復動方向で径方向の一部を重ねて拡大径部１４に連通することによってシリンダ１０内に貫通する貫通部１５ａａと、拡大径部１４に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ１０内に貫通しない未貫通部１５ａｂとを含む下穴１５ａを有する。

このように、ロッド側エアポート１５を直接シリンダ１０内に貫通させるのではなく、下穴１５ａの径方向の一部を拡大径部１４に連通させつつ、それ以外の部分は未貫通部分とすることで、ロッド側エアポート１５をシリンダ１０内に貫通させるための孔を別途設ける必要がない。

シリンダ１０の内壁面１２ａに沿って往復動するピストン２０が、シリン

ダ１０の壁面に設けたロッド側エアポート１５の貫通孔を通過すると、ピストン２０やピストン用シール部材としてのシール用Ｏリング２２ａが損傷する可能性があるため、ピストン２０のストローク範囲外に貫通孔を設ける必要があるが、その距離の分だけシリンダ１０が大きくなってしまう。

本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ１は、上記の通り、シリンダ１０内と直接連通するような貫通孔を別途設けずにロッド側エアポート１５をシリンダ１０と連通させることができるので、ピストン２０やシール用Ｏリング２２ａの損傷を避けつつ、シリンダ１０の大型化も避けることができる。

また、ロッド側エアポート１５が横孔を介することなく拡大径部１４を通してシリンダ１０内に連通しているため、横孔の煩雑な加工がなくなりロッド側エアポート１５の加工が容易になる。

また、拡大径部１４と下穴１５ａとの重なり具合を調整することによってエアの吸排気量を十分に確保することができる。

さらに、横孔を設けない分、さらには、ロッド側エアポート１５が拡大径部１４に径方向で重なる部分以外はピストン２０のストローク領域とすることができるので、全体としてシリンダ１０の寸法を縮小することができると共に、複動式の場合、シリンダ１０のロッド側エアポート１５をシリンダ１０のヘッド側エアポート１６から離して設けることができる。

したがって、加工が容易であり、所望のシリンダ速度を得やすく、さらには、コンパクト化、特に複動式にあっては２つのエアポートの間隔を広げつつコンパクト化することができる。

[0043] そして、本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ１によると、２つのエアポート１５、１６の間隔を広げることにより、各エアポート１５、１６に対してスピードコントローラ等の外部接続機器をタップ穴１５ｂ、１６ｂにねじ込んで取付ける際、外部接続機器同士が互いに干渉して邪魔になることがないため、各エアポート１５、１６に対して外部接続機器を容易に組み付けることができる。

[0044] また、本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ１によると、拡大径部１４が、内径をピストンロッド２１の引出し側から引込み側に向けて漸次拡大して設けられたことにより、例えば、砂型鑄造の場合、注湯の際に溶湯が砂型の拡大径部１４に対応した傾斜面上を流れるため乱流になりにくく、砂が剥離することを防ぐことができ、結果として、砂かみ等の品質不良が発生し難くなり、一定深さの溝として設けた拡大径部に比して容易に成形することができる。

さらに、本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ１によると、拡大径部１４が、拡大径部１４の縁部側から内径側に向かって漸次拡大することにもなるので、下穴１５aを設ける深さを調整することで、連通部分の径を容易に調整することができ、エアの吸排気量の設定も容易に行うことができる。

[0045] また、本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータ１によると、ピストン２０の往復動を回転動に変換してシャフト６３に伝える回転変換機構６０が設けられた駆動空間３１を有しており、ロッド側の端部１０aからシリンダ１０に連結するハウジング３０を有し、シャフト６３とバルブ用ステムとを連結した状態でバルブに搭載して用いることにより、コンパクト化したシリンダ１０内におけるピストン２０の往復動が回転変換機構６０を介してバルブ用ステムの回転動作に変換されてバルブが開閉されるため、バルブに対してコンパクトに組付け可能なバルブのアクチュエータとして用いることができる。

[0046] 本発明の実施形態に係るエア駆動式アクチュエータの製造方法によると、ピストン２０の往復動方向でピストンロッドガイド５０に隣接した領域に内径を拡大した拡大径部１４を有するシリンダ１０を設けるステップと、ピストン２０の往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて拡大径部１４に連通することによってシリンダ１０内に貫通する貫通部１５a aと、拡大径部１４に径方向の一部を重ねないことによってシリンダ１０内に貫通しない未貫通部１５a bとを含む下穴１５aをロッド側エアポート１５の下穴１５aと

して形成するステップとを含む。

これにより、例えば、シリンダ１０を鋳造等の型を用いて成形する手法を適用する場合、予め拡大径部１４が形成されるようにシリンダ１０を形成しておき、その後に拡大径部１４と一部連通するように所定の下穴１５aを形成するだけで良いので、簡易且つ低コストでロッド側エアポート１５を形成できる。特に、ロッド側エアポート１５が横孔を介することなく拡大径部１４を通してシリンダ１０内に連通するため、横孔の煩雑な加工がなくなりロッド側エアポート１５の加工が容易になる。

また、拡大径部１４と下穴１５aとの重なり具合を調整することによってエアの吸排気量を十分に確保することができる。

また、横孔を設けない分、さらには、ロッド側エアポート１５が拡大径部１４に径方向で重なる部分以外はピストン２０のストローク領域とすることができるので、全体としてシリンダ１０の寸法を縮小することができると共に、複動式の場合、シリンダ１０のロッド側エアポート１５をシリンダのヘッド側エアポート１６から離して設けることができる。

したがって、加工が容易であり、所望のシリンダ速度を得やすく、さらには、コンパクト化、特に複動式にあっては２つのエアポートの間隔を広げつつコンパクト化することができる。

[0047] 以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の特許請求の範囲に記載されている発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の変更ができるものである。

[0048] 上記の実施の形態では、エア駆動式アクチュエータ１として複動式を採用しているが、ロッド側の一つのエアポート１５を通してエアを吸排気してピストン２０が往復動するシリンダ１０を有していれば、ピストン２０の往復動のいずれか一方の動作にスプリングのバネ力を利用した単動式を採用してもよい。

例えば、単動式のエア駆動式アクチュエータ１の引込み型に採用してもよい。なお、引込み型とは、ロッド側の一つのエアポート１５からエアを供給

するとピストンロッド 2 1 がシリンダ内に引き込まれ、その一つのエアポート 1 5 からエアを排気するとバネ力でピストンロッド 2 1 がシリンダから押し出されるものである。

[0049] また、上記の実施の形態では、エア駆動式アクチュエータ 1 がバルブを開閉するための駆動源であるものを例示したが、エア駆動式アクチュエータ 1 は、バルブ以外の駆動源に用いても構わない。例えば、産業用ロボットの駆動源としても用いてもよい。

符号の説明

[0050]	1	エア駆動式アクチュエータ
	1 0	シリンダ
	1 0 a	ロッド側の端部
	1 0 a a	フランジ部
	1 0 b	ヘッド側の端部
	1 1	閉塞壁
	1 2	周側壁
	1 2 a	内壁面
	1 2 b	外壁面
	1 3	ピストン往復動空間
	1 4	拡大径部
	1 4 a、1 4 b	面
	1 5	ロッド側エアポート（エアポート）
	1 5 a	下穴
	1 5 a a	貫通部
	1 5 a b	未貫通部
	1 5 a c	開口
	1 5 b	タップ穴
	1 6	ヘッド側エアポート（エアポート）
	1 6 a	下穴

1 6 b	タップ穴
1 7	ストッパ
2 0	ピストン
2 1	ピストンロッド
2 2	ピストンヘッド
2 2 a	シール用Ｏリング
3 0	ハウジング
3 0 a	端部
3 0 a a	フランジ部
3 1	駆動空間
4 0	ハウジングキャップ
4 1	ストッパ
5 0	ピストンロッドガイド
5 1	貫通孔
5 2	シール部材
6 0	回転変換機構
6 1	ピン
6 2	スコッチヨーク
6 3	シャフト（出力軸）
1 0 0	バルブ
2 0 0	スピードコントローラ

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、前記エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有するエア駆動式アクチュエータにおいて、
- 前記シリンダが、前記ピストンの往復動方向で前記ピストンロッドガイドに隣接した領域に内径を拡大して設けた拡大径部を有し、
- 前記ロッド側の端部に設けたエアポートが、前記ピストンの往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて前記拡大径部に連通することによって前記シリンダ内に貫通する貫通部と、前記拡大径部に前記径方向の一部を重ねないことによって前記シリンダ内に貫通しない未貫通部とを含む下穴を有することを特徴とするエア駆動式アクチュエータ。
- [請求項2] 前記拡大径部が、内径を前記ピストンの往復動方向で前記ピストンロッドの引出し側から引込み側に向けて漸次拡大して設けられた請求項1に記載のエア駆動式アクチュエータ。
- [請求項3] 前記ピストンの往復動を回転動に変換して出力軸に伝える回転変換機構が設けられた駆動空間を有しており、前記ロッド側の端部から前記シリンダに連結するハウジングを有し、
- 前記出力軸とバルブ用ステムとを連結した状態でバルブに搭載して用いる請求項1又は請求項2に記載のエア駆動式アクチュエータ。
- [請求項4] 少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、前記エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有するエア駆動式アクチュエータの製造方法において、
- 前記ピストンの往復動方向で前記ピストンロッドガイドに隣接した

領域に内径を拡大した拡大径部を有する前記シリンダを設けるステップと、

前記ピストンの往復動方向で径方向のロッド側の一部を重ねて前記拡大径部に連通することによって前記シリンダ内に貫通する貫通部と、前記拡大径部に前記径方向の一部を重ねないことによって前記シリンダ内に貫通しない未貫通部とを含む穴を前記ロッド側の端部のエアポートの下穴として形成するステップとを含むことを特徴とするエア駆動式アクチュエータの製造方法。

[請求項5] 前記シリンダの周側壁の前記ロッド側の端部には、該端部以外の前記周側壁の部分よりも外径側に張り出したフランジ部が設けられ、

前記拡大径部は、当該フランジ部に設けられるとともに、この拡大径部の最外径位置が前記フランジ部以外の前記周側壁の外壁面よりも外径側に位置するように設けられ、

前記エアポートの前記下穴の前記未貫通部は、前記フランジ部以外の前記周側壁の外壁面と略同じかそれよりも浅い位置までの深さである請求項1に記載のエア駆動式アクチュエータ。

[請求項6] 前記貫通部が前記ロッド側に設けられ、
前記未貫通部が前記貫通部よりも前記ロッド側から離れた側に設けられている請求項1に記載のエア駆動式アクチュエータ。

[請求項7] 少なくとも一つのエアポートをピストンロッドガイドを設けてピストンロッドが引き出されるロッド側の端部に設け、前記エアポートを通してエアを吸排気することによってピストンが往復動するピストン往復動空間を内部に形成されたシリンダを有するエア駆動式アクチュエータにおいて、

前記シリンダが、前記ロッド側の端部を該端部以外の部分よりも外径側に張り出したフランジ部と、該フランジ部に内径を拡大して設けた拡大径部とを有し、

前記シリンダが、

前記ロッド側の端部に設けたエアポートが、前記フランジ部にその少なくとも一部を重ねるように設けられるとともに、前記拡大径部と連通する貫通孔を有していることを特徴とするエア駆動式アクチュエータ。