

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動モータの回転を雄ねじと雌ねじとのねじ係合によるねじ機構によって直線運動に変換し、弁開閉を行う電動弁において、前記ねじ機構のねじ有効径とねじピッチが下式を満足する値に設定されている電動弁。

$$D_s = k \cdot D_r$$

$$S_p = m \cdot D_s$$

$$k = 0.10 \sim 0.25$$

$$m = 0.05 \sim 0.20$$

但し、 D_s ：ねじ有効径

D_r ：電動モータのロータ径

S_p ：ねじピッチ

k ：ねじ有効径設定係数

m ：ねじピッチ設定係数

【請求項 2】

電動モータのロータ径 D_r が 10 ~ 35 mm である請求項 1 記載の電動弁、

【請求項 3】

電動モータの回転を雄ねじと雌ねじとのねじ係合によるねじ機構によって直線運動に変換し、弁開閉を行う電動弁において、

前記電動モータのロータ径が 10 ~ 35 mm、前記ねじ機構のねじ有効径が 2.5 ~ 6.0 mm、ねじピッチが 0.35 ~ 0.60 mm である電動弁。

【請求項 4】

R410、CO₂ 等のフロン代替冷媒を使用する冷凍サイクル装置の電動膨張弁である請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項記載の電動弁。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電動弁に関し、特に、冷凍サイクル装置の電動膨張弁等として使用される電動弁に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

冷凍サイクル装置の電動膨張弁として、ステッピングモータ等の電動モータの回転を雄ねじと雌ねじとのねじ係合によるねじ機構によって直線運動に変換し、弁開閉を行う電動式のものがある（特許文献 1、2、3、4）。

【0003】

【特許文献 1】

特公平 4 - 68510 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 - 182680 号公報

【特許文献 3】

特開平 11 - 6577 号公報

【特許文献 4】

特開 2000 - 346225 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

近年、自然環境に与える影響を考慮し、空気調和装置等ので使用する冷媒として、従来の R22 等のフロン冷媒に代えて、R410、CO₂ 等のフロン代替冷媒が使用されつつある。これらフロン代替冷媒を使用した冷凍サイクル装置は、超臨界域での使用により、R22 等のフロン冷媒による冷凍サイクル装置に比して高压側の圧力が高く、膨張弁の弁体に大きい差圧が作用することになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

このため、フロン代替冷媒使用の冷凍サイクル装置では、フロン冷媒によるものに比して膨張弁の弁体の駆動（弁開閉）に大きい駆動力が必要なる。従来電動膨張弁では、弁開閉のための必要駆動力の増大に伴い、大出力の電動モータの必要になり、電動膨張弁が大型化する。

【 0 0 0 6 】

この発明は、上述の如き問題点を解消するためになされたもので、フロン代替冷媒使用の冷凍サイクル装置で用いられる電動膨張弁等、弁体の駆動に大きい駆動力（推力）が必要なものでも、電動モータの大出力化によらずに、弁開閉を適切に行う電動弁を提供することを目的としている。

10

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、この発明による電動弁は、電動モータの回転を雄ねじと雌ねじとのねじ係合によるねじ機構によって直線運動に変換し、弁開閉を行う電動弁において、前記ねじ機構のねじ有効径とねじピッチが下式を満足する値に設定されている。

$$D_s = k \cdot D_r$$

$$S_p = m \cdot D_s$$

$$k = 0.10 \sim 0.25$$

$$m = 0.05 \sim 0.20$$

但し、 D_s ：ねじ有効径

20

D_r ：電動モータのロータ径

S_p ：ねじピッチ

k ：ねじ有効径設定係数

m ：ねじピッチ設定係数

【 0 0 0 8 】

この発明による電動弁によれば、ロータ径に対するねじ機構のねじ有効径の比率、ねじ有効径に対するねじピッチの比率が、ねじ機構によるトルク - 推力変換率が最適値になるよう、設定ねじ有効径設定係数、ねじピッチ設定係数に従って最適値に設定され、 $R410$ 、 CO_2 等のフロン代替冷媒を使用する冷凍サイクル装置の電動膨張弁等で、弁開閉に必要な推力が、モータ出力を増加することなく得られる。

30

【 0 0 0 9 】

実用的な電動弁は、電動モータのロータ径 D_r が $10 \sim 35$ mm 程度の小型のものであり、ねじ機構のねじ有効径が $2.5 \sim 6.0$ mm、ねじピッチが $0.35 \sim 0.60$ mm 程度ものになる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照してこの発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1はこの発明による電動弁の一つの実施形態を示している。

【 0 0 1 1 】

電動弁は弁ハウジング（本体）10を有している。弁ハウジング10は、内部に弁室11を画定している。弁ハウジング10には、弁室11に直接連通する第1の管継手12と、弁ポート13を画定する弁座部材14と、弁ポート13を介して弁室11に連通する第2の管継手15とが、各々溶接、ろう付け等によって固定装着されている。

40

【 0 0 1 2 】

弁室11には弁体16が設けられている。弁体16は、弁座部材14に対する軸線方向（上下方向）移動によって弁ポート13の開閉および実効開口面積を定量的に増減するニードル弁部17を有し、基部を円筒状の弁ホルダ18の一端部（下端）に溶接等によって固着されている。

【 0 0 1 3 】

弁ハウジング10には取付具19によって円筒部材30が固定されている。円筒部材30

50

のガイド筒部 30A には弁ホルダ 18 が軸線方向（弁開閉方向）に移動可能に嵌合している。

【0014】

弁ホルダ 18 には、高滑性表面のスラストベアリング 26 を挟んで、ステッピングモータ 40 のロータ軸 41 の下端に形成されたフランジ部 25 が係合している。

【0015】

弁ホルダ 18 の下端は弁体 16 によって閉じられている。フランジ部 25 は弁ホルダ 18 内の上側にあり、弁ホルダ 18 内にはフランジ部 25 に係合するばね受け部材 28 と弁体 16 との間に圧縮コイルばね 29 が所定の予荷重を与えられた状態で装着されている。

【0016】

この構造により、ロータ軸 41 は、ばね受け部材 28、圧縮コイルばね 29、弁体 16 と弁ホルダ 18 との連結体に対して低摩擦抵抗で回転できる。

【0017】

円筒部材 30 には中央部に雌ねじ孔 32 を貫通形成された雌ねじ部材 31 が固定されている。雌ねじ部材 31 は、焼結金属、固体潤滑材入りの焼結金属、含油焼結金属、あるいは合成樹脂、フッ素樹脂、カーボン、グラファイト等の潤滑性がよい機能性充填剤を充填された PPS 樹脂等の合成樹脂等に構成されている。その他、必要に応じて、雌ねじ面（雌ねじ孔 32）に、潤滑めっき、フッ素樹脂入り潤滑めっき、フッ素樹脂入りコーティング処理、窒化皮膜処理を施され、低摩擦抵抗化を図られている。

【0018】

ロータ軸 41 には弁ホルダ 18 の外径より充分小径の雄ねじ部 33 が形成されている。雄ねじ部 33 は雌ねじ孔 32 をねじ係合状態で貫通している。雄ねじ部 33 を含むロータ軸 41 は、焼結金属、固体潤滑材入りの焼結金属、含油焼結金属、あるいは合成樹脂、フッ素樹脂、カーボン、グラファイト等の潤滑性がよい機能性充填剤を充填された PPS 樹脂等の合成樹脂等に構成されている。その他、必要に応じて、雄ねじ面に、潤滑めっき、フッ素樹脂入り潤滑めっき、フッ素樹脂入りコーティング処理、窒化皮膜処理を施され、低摩擦抵抗化を図られている。

【0019】

ロータ軸 41 は、自身の中心軸線周りに回転することにより、雄ねじ部 33 と雌ねじ孔 32 とのねじ係合によって回転しつつ軸線方向（弁開閉方向）に移動する。

【0020】

ロータ軸 41 はステッピングモータ 40 のロータ 43 と固定連結されている。ロータ 43 の外周部 43A は、フェライト焼結品、希土類の焼結磁石、或いはプラスチックマグネット等により構成された N 極 S 極交互の多極の永久磁石をなしている。

【0021】

弁ハウジング 10 の上部にはカップ形状のロータケース 44 が気密に固定されている。ロータケース 44 は内側にロータ 43 を同心状態で回転可能に収容している。ロータケース 44 の外側には円環形状のステータエレメント 45 が固定配置されている。

【0022】

ステータエレメント 45 は、上下 2 段にステータコイル 46 を有し、全体を電気絶縁性樹脂 47 によりモールドされ、内周部全体に複数個の磁極歯（図示省略）を等間隔に有している。

【0023】

ステータエレメント 45 に駆動パルス信号が与えられることにより、パルス数に応じてロータ 43 が回転し、これに伴いロータ軸 41 が回転し、ロータ軸 41 の雄ねじ部 33 と固定配置の雌ねじ部材 31 とのねじ係合関係によってロータ軸 41 が回転しつつ軸線方向に移動する。これにより、弁ホルダ 18 および弁体 16 が上下移動し、弁開閉が行われる。

【0024】

弁開閉の推力 F は下式により表される。

$$F = 2 T / (D s \cdot \tan (\quad + \quad))$$

10

20

30

40

50

Tはトルク、 D_s は雄ねじ部33と雌ねじ孔32のねじ有効径、 α はリード角、 μ は摩擦角(deg)である。

【0025】

この数式よりトルクTが一定であると、ねじ有効径 D_s が小さい方が推力Fが増大する。R410、CO₂等のフロン代替冷媒を使用する冷凍サイクル装置の電動膨張弁では、弁開閉に必要な推力Fは、最低でも900gf程度になる。

【0026】

ステッピングモータ40のロータ径 D_r はトルクTと相関性があり、ロータ径 D_r が大きくなると、トルクTが大きくなる傾向がある。このことから、ロータ径 D_r に関連して雄ねじ部33と雌ねじ孔32のねじ有効径 D_s 、ピッチ S_p が下式を満足する値に設定されている。 10

【0027】

$$D_s = k \cdot D_r$$

$$S_p = m \cdot D_s$$

$$k = 0.10 \sim 0.25$$

$$m = 0.05 \sim 0.20$$

但し、k：ねじ有効径設定係数、m：ねじピッチ設定係数である。

【0028】

ねじ有効径設定係数kが0.10未満であると、雄ねじ部33の外径が細くなり、雄ねじ部33の強度不足を生じる。これに対し、有効径設定係数kが0.25を超えた値であると、良好なねじ効率が得られなくなり、必要なトルク-推力変換効率が得られず、弁開閉に必要な推力Fを得ることができなくなる。 20

【0029】

また、ねじピッチ設定係数mが0.10未満であると、ねじ加工が困難になる。これに対し、ねじピッチ設定係数mが0.25を超えた値であると、良好なねじ効率が得られなくなり、必要なトルク-推力変換効率が得られず、弁開閉に必要な推力Fを得ることができなくなる。

【0030】

ステッピングモータ40のロータ径 D_r が10～35mmであると、ねじ有効径 D_s は2.5～6.0mm程度、ねじピッチ S_p は0.35～0.60mmになる。 30

【0031】

ここで、ロータ径 D_r が10mm以下であると、ロータ43が小径になりすぎ、製造、組み付けが困難になる。これに対し、ロータ径 D_r が35mmを超えた値であると、ステッピングモータ、弁装置が大きくなり、特に、車載用の空調装置部品として、不適切になる。

【0032】

上述したように、ロータ径 D_r に対するねじ機構のねじ有効径 D_s の比率、ねじ有効径 D_s に対するねじピッチ S_p の比率が、設定ねじ有効径設定係数k、ねじピッチ設定係数mに従って設定されているので、ねじ機構によるトルク-推力変換率が最適値になり、R410、CO₂等のフロン代替冷媒を使用する冷凍サイクル装置の電動膨張弁等で、弁開閉に必要な推力が、モータ出力を増加することなく得られる。 40

【0033】

この発明による電動弁は、上述した実施形態のように、雌ねじ固定、雄ねじ回転のねじ機構によるものに限られることはなく、雌ねじ回転、雄ねじ固定のねじ機構による電動弁にも同様に適用できる。

【0034】

図2は、雌ねじ回転、雄ねじ固定のねじ機構による電動弁の実施形態を示している。なお、図2において、図1に対応する部分は、図1に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【0035】

この実施形態では、ロータ43に雌ねじ部材31、弁体16が固定接続され、雄ねじ部33が中空軸部材で構成されて固定具27によって弁ハウジング10に固定されている。

【0036】

この実施形態では、ステータエレメント45に駆動パルス信号が与えられることにより、パルス数に応じてロータ43が回転し、これに伴いロータ43と一体回転する雌ねじ部材31と固定配置の雄ねじ部33とのねじ係合関係によってロータ43が回転しつつ軸線方向に移動する。これにより、弁体16が上下移動し、弁開閉が行われる。

【0037】

この実施形態でも、雌ねじ部材31と雌ねじ部33のねじ有効径 $D_s = k \cdot D_r$ 、ピッチ $S_p = m \cdot D_s$ 、 $k = 0.10 \sim 0.25$ 、 $m = 0.05 \sim 0.20$ で、ねじ機構によるトルク - 推力変換率が最適値になり、R410、CO₂等のフロン代替冷媒を使用する冷凍サイクル装置の電動膨張弁等で、弁開閉に必要な推力が、モータ出力を増加することなく得られる。

10

【0038】

【発明の効果】

以上の説明から理解される如く、この発明による電動弁によれば、トルクと相関性を有するロータ径に対するねじ機構のねじ有効径の比率と、ねじ有効径に対するねじピッチの比率が、各々設定ねじ有効径設定係数、ねじピッチ設定係数によって適切に設定されているので、ねじ機構によるトルク - 推力変換率が最適値になり、R410、CO₂等のフロン代替冷媒を使用する冷凍サイクル装置の電動膨張弁等で、弁開閉に必要な推力が、モータ出力を増加することなく得られる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による電動弁の一つの実施形態を示す断面図である。

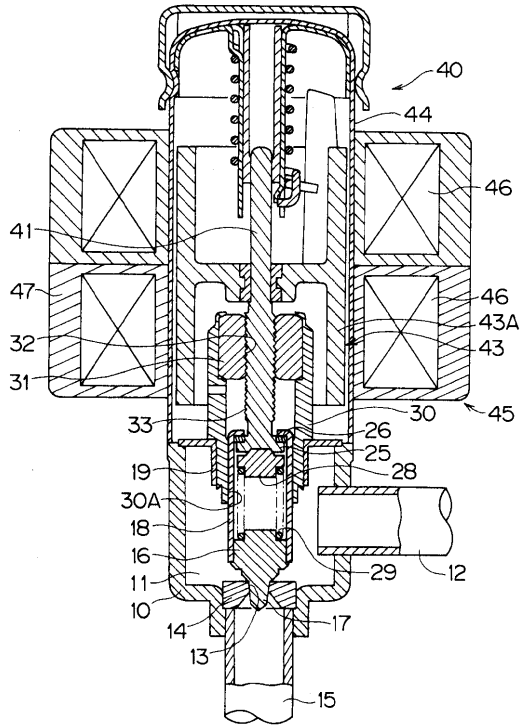
【図2】この発明による電動弁の他の実施形態を示す断面図である。

【符号の説明】

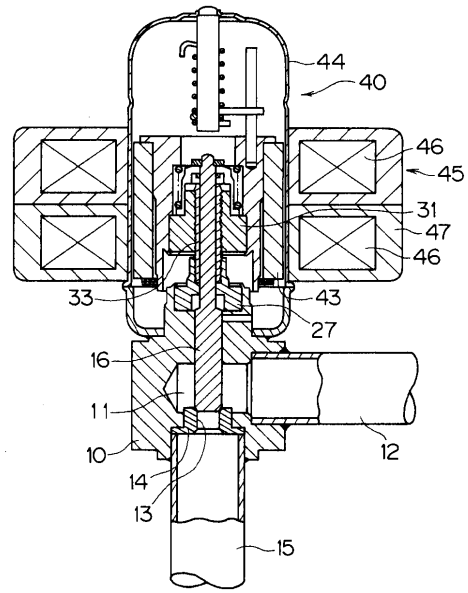
- 10 弁ハウジング
- 13 弁座部材
- 16 弁体
- 18 弁ホルダ
- 31 雌ねじ部材
- 33 雄ねじ部
- 40 ステッピングモータ
- 41 ロータ軸
- 43 ロータ
- 45 ステータエレメント

30

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 富岡 総一郎

埼玉県狭山市笹井535 株式会社鷺宮製作所狭山事業所内

Fターム(参考) 3H062 AA02 AA15 BB04 BB30 CC02 DD01 EE08 HH04 HH08 HH09