(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-154351
(P2012-154351A)
(43)公開日　平成24年8月16日(2012.8.16)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F16K 31/06	(2006.01)	F16K	31/06	305J	3G066
F02M 51/06	(2006.01)	F02M	51/06	G	3H106
H01F 7/16	(2006.01)	F02M	51/06	B	5E048
		F02M	51/06	D	
		H01F	7/16	R	

審査請求 未請求　請求項の数 4　OL　（全 13 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2011-11146(P2011-11146)
(22)出願日　平成23年1月21日(2011.1.21)

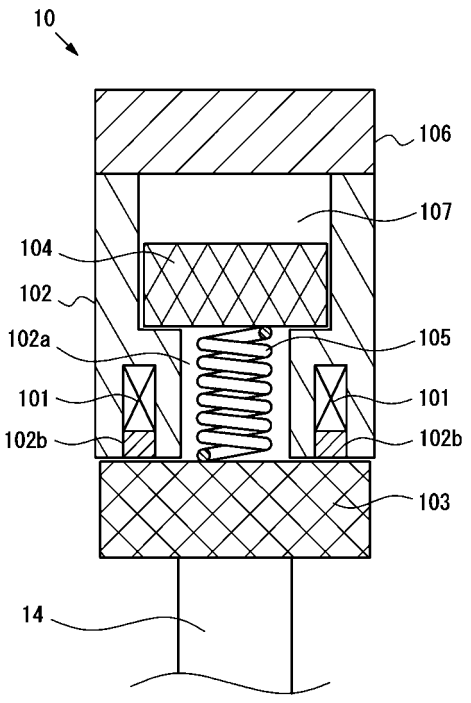
(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100087480
弁理士　片山　修平
(74)代理人　100134511
弁理士　八田　俊之
(74)代理人　100128565
弁理士　▲高▼林　芳孝
(72)発明者　中山　雅夫
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考)　3G066 AB02 BA19 BA61 BA67 CC14 CC51 CE23 CE24 CE25 CE26 CE34

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電磁弁および燃料噴射弁

(57)【要約】　（修正有）
【課題】より小型で弁開閉の応答性の高い電磁弁および燃料噴射弁を提供する。
【解決手段】電磁弁１０は、電磁コイル１０１と、電磁コイル１０１を保持し、内周側に中空部１０２ａが設けられた磁性体からなる固定子１０２と、中空部１０２ａに設置され、両端部を互いに離れる方向に向けて付勢するスプリング１０５と、スプリング１０５の両端部の一方と結合し、反対の側にニードル１４が設けられた磁性体からなる第１可動子１０３と、スプリング１０５の両端部の他方と結合した磁性体からなる第２可動子１０４と、電磁コイル１０１に通電すると、固定子１０２と第１可動子１０３とを経由する第１の磁気回路を形成した後に、固定子１０２と第１可動子１０３と第２可動子１０４とを経由する第２の磁気回路を形成する磁気回路形成手段と、を備える。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
電磁コイルと、
前記電磁コイルを保持し、前記電磁コイルの内周側に中空部が設けられた磁性体からなる固定子と、
前記中空部に設置され、両端部を互いに離れる方向に向けて付勢する付勢部材と、
前記付勢部材の両端部の一方と結合し、前記付勢部材と反対の側に弁体が設けられた磁性体からなる第１可動子と、
前記付勢部材の両端部の他方と結合した磁性体からなる第２可動子と、
前記電磁コイルに通電すると、前記固定子と前記第１可動子とを経由する第１の磁気回路を形成した後に、前記固定子と前記第１可動子と前記第２可動子とを経由する第２の磁気回路を形成する磁気回路形成手段と、
を備えることを特徴とする電磁弁。
【請求項２】
前記磁気回路形成手段は、前記電磁コイルへの通電を停止すると、前記固定子と前記第２可動子とを経由する第３の磁気回路を形成した後に、前記第３の磁気回路を消失させることを特徴とする請求項１記載の電磁弁。
【請求項３】
前記磁気回路形成手段は、前記第２可動子の透磁率よりも前記固定子の透磁率のほうが大きく、前記固定子の飽和磁束密度よりも前記第２可動子の飽和磁束密度のほうが大きく、前記固定子の比抵抗よりも前記第１可動子の比抵抗のほうが大きいことで、前記電磁コイルへの通電状態に応じて前記第１から第３の磁気回路を形成することを特徴とする請求項１または２記載の電磁弁。
【請求項４】
請求項１から３のいずれか１項記載の電磁弁を備えた燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電磁弁および燃料噴射弁に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、ソレノイドの磁気的吸引力によりニードル弁を駆動して燃料を内燃機関に噴射供給する燃料噴射弁が用いられている。これら燃料噴射弁は、内燃機関の燃費向上や排ガスエミッションの改善を図るために燃料噴射タイミングや燃料噴射時間の高精度化が求められている。そのため、燃料噴射弁の応答性、すなわちニードル弁の開弁および閉弁の応答性の向上が求められている。
【０００３】
燃料噴射弁の応答性を向上させる技術としては、第１アーマチャを閉弁側に付勢する第１スプリングと、第１アーマチャと第２アーマチャとを接続し、第２アーマチャを閉弁側に付勢する第２スプリングと、通電することにより第１アーマチャを開弁側に吸引する第１ソレノイドと、通電することにより第２アーマチャを開弁側に吸引する第２ソレノイドとを備えた燃料噴射弁が特許文献１に開示されている。
【０００４】
また、その他本発明と関連性があると考えられる技術が特許文献２および３に開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】

【特許文献１】特開２００７－１５４７２３号公報
【特許文献２】特開２００２－１８１２１９号公報
【特許文献３】特開２００１－１６５０１４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
燃料噴射弁の応答性を向上させる手法としては、電磁コイル、スプリング等をより大きくすることが考えられるが、このような手法では燃料噴射弁が大型化するために内燃機関への搭載性が悪化してしまう。また、電磁コイルへ大電流を流すことで燃料噴射弁の開弁応答性を向上させることも考えられるが、電磁コイルに印加する電圧をより大きくする必要があるために、部品点数の増加・高コスト化が生じてしまう。
【０００７】
本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、より小型で弁開閉の応答性の高い電磁弁および燃料噴射弁を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記目的を達成するために、本発明の電磁弁は、電磁コイルと、前記電磁コイルを保持し、前記電磁コイルの内周側に中空部が設けられた磁性体からなる固定子と、前記中空部に設置され、両端部を互いに離れる方向に向けて付勢する付勢部材と、前記付勢部材の両端部の一方と結合し、前記付勢部材と反対の側に弁体が設けられた磁性体からなる第１可動子と、前記付勢部材の両端部の他方と結合した磁性体からなる第２可動子と、前記電磁コイルに通電すると、前記固定子と前記第１可動子とを経由する第１の磁気回路を形成した後に、前記固定子と前記第１可動子と前記第２可動子とを経由する第２の磁気回路を形成する磁気回路形成手段と、を備えることを特徴とする。
【０００９】
上記の構成によれば、電磁コイルに通電すると、固定子と第１可動子とを経由する第１の磁気回路がより早く形成されるために、弁体が設けられた第１可動子が第２可動子よりも早く固定子側に移動する。すなわち、第１可動子が移動するときは第１可動子と第２可動子との間の距離がより大きい状態にあり、両可動子に結合した付勢部材の付勢力がより小さい状態にある。そのため、磁気的吸引力による固定子側への第１可動子の移動速度が向上する。よって、電磁コイル等の大型化を図ることなく弁体の開弁応答性を向上させることができる。
【００１０】
特に、本発明の電磁弁は、前記磁気回路形成手段が、前記電磁コイルへの通電を停止すると、前記固定子と前記第２可動子とを経由する第３の磁気回路を形成した後に、前記第３の磁気回路を消失させる構成とすることができる。
【００１１】
上記の構成によれば、電磁コイルへの通電を停止すると、固定子と第２可動子とを経由する第３の磁気回路が形成されるために、弁体が設けられた第１可動子が第２可動子よりも早く固定子と反対側に移動する。すなわち、第１可動子が移動するときは第１可動子と第２可動子との距離がより小さい状態にあるために、両可動子に結合した付勢部材の付勢力がより大きい状態にある。そのため、付勢力による固定子と反対側への第１可動子の移動速度が向上する。よって、付勢部材等の大型化を図ることなく弁体の閉弁応答性を向上させることができる。
【００１２】
また、本発明の電磁弁は、前記磁気回路形成手段が、前記第２可動子の透磁率よりも前記固定子の透磁率のほうが大きく、前記固定子の飽和磁束密度よりも前記第２可動子の飽和磁束密度のほうが大きく、前記固定子の比抵抗よりも前記第１可動子の比抵抗のほうが大きいことで、前記電磁コイルへの通電状態に応じて前記第１から第３の磁気回路を形成する構成とすることができる。

【００１３】
上記の構成によれば、第２可動子の透磁率よりも固定子の透磁率のほうが大きいために、電磁コイルに流れる電流値がより小さい通電の開始直後に固定子と第１可動子とを経由する第１の磁気回路が形成される。そのため、電磁コイルへの通電時に弁体が設けられた第１可動子を第２可動子よりも早く固定子側に移動させることができる。
また、固定子の飽和磁束密度よりも第２可動子の飽和磁束密度のほうが大きいために、電磁コイルに流れる電流値がより大きくなると固定子と第１可動子と第２可動子とを経由する第２の磁気回路が形成される。そのため、電磁コイルへの通電時に第１可動子に続いて第２可動子を固定子側に移動させることができる。
更に、固定子の比抵抗よりも第１可動子の比抵抗のほうが大きいために、電磁コイルへの通電を停止すると固定子と第２可動子とを経由する第３の磁気回路が形成された後に第３の磁気回路が消失する。そのため、電磁コイルへの通電の停止時に弁体が設けられた第１可動子を第２可動子よりも早く固定子と反対側に移動させることができる。
【００１４】
更に、本発明は、請求項１から３のいずれか１項記載の電磁弁を備えた燃料噴射弁である。
【発明の効果】
【００１５】
本発明によれば、弁体の開弁時、すなわち弁体が設けられた第１可動子を固定子側に移動させる際は、第１可動子と第２可動子との距離をより大きくして付勢部材による閉弁側への付勢力をより小さくすることができる。また、弁体の閉弁時、すなわち弁体が設けられた第１可動子を固定子と反対側に移動させる際は、第１可動子と第２可動子との距離をより小さくして付勢部材による閉弁側への付勢力をより大きくすることができる。よって、より小型で弁開閉の応答性の高い電磁弁および燃料噴射弁を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１６】
【図１】実施例のインジェクタの一構成例を示した図である。
【図２】実施例の電磁弁の概略構成を示した図である。
【図３】電磁弁の動作の説明図である。
【図４】固定子および第２可動子における磁場と磁束密度との相関を示している。
【図５】実施例の電磁弁の概略構成を示した図である。
【図６】電磁弁の動作の説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、本発明を実施するための形態を図面と共に詳細に説明する。
【実施例１】
【００１８】
本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。図１は、本発明の電磁弁１０を搭載したインジェクタ１の一構成例を示した図である。なお、図１にはインジェクタ１の一部の構成のみを示している。
インジェクタ１は、ノズルボディ１１、ノズルボディ１１の先端部に形成された燃料噴射孔１２、燃料配管を通じて高圧の燃料が供給される燃料通路１３、ノズルボディ１１内に摺動自在に配置されるニードル１４、ニードル１４の先端部が着座する弁座１５、およびニードル１４の基端部に設けられた電磁弁１０を備えた構成となっている。
【００１９】
ノズルボディ１１は、インジェクタ１の先端部に設けられている。燃料供給源より燃料配管を通じて燃料通路１３に供給された高圧燃料は、ノズルボディ１１内部に貯留されて、ニードル１４の開弁方向への移動に従い、燃料噴射孔１２より外部へ噴射される。
【００２０】
ニードル１４は、ノズルボディ１１内部にニードル軸方向に摺動自在（移動可能）に設

けられている。ニードル１４は、その先端部が鋭角な針形状の内開弁であり、その基端部が後述する電磁弁１０の第１可動子１０３に連結している。ニードル１４は、第１可動子１０３の動きに連動して燃料噴射孔１２の開弁方向または閉弁方向に移動する。

なお、ニードル１４は、本発明の弁体の一構成例である。

【００２１】

ノズルボディ１１の先端側には、ニードル１４の先端部（着座部）と嵌合する弁座１５が設けられている。この弁座１５にニードル１４の着座部が着座することで燃料通路１３と燃料噴射孔１２との連通が遮断され、それにより燃料噴射孔１２からの燃料の噴射が停止する。また、弁座１５からニードル１４の着座部が離座することで燃料通路１３と燃料噴射孔１２とが連通し、それにより燃料噴射孔１２から燃料が噴射される。

【００２２】

燃料噴射孔１２は、ノズルボディ１１先端部の円周方向に略均等の間隔で設けられた複数の連通孔であり、ノズルボディ１１外部と燃料通路１３とを連通させている。燃料噴射孔１２は、燃料供給源から供給される燃料の圧力によってノズルボディ１１内の燃料を外部へと噴射可能に構成されている。

【００２３】

以下に、電磁弁１０の構成について詳細に説明する。図２は、実施例の電磁弁１０の概略構成を示した図である。

電磁弁１０は、円筒状に形成された電磁コイル１０１、電磁コイル１０１を固定する固定子１０２、ニードル１４の基端部と連結した第１可動子１０３、第２可動子１０４、両端がそれぞれ第１可動子１０３および第２可動子１０４と結合したスプリング１０５、第２可動子１０４の移動を規制するストッパ１０６、第２可動子１０４を収納する収納室１０７を備えた構成となっている。

【００２４】

電磁コイル１０１は、図示しない制御装置（ＥＣＵ）に接続され、通電のタイミングが管理されている。電磁コイル１０１の外周には固定子１０２が設けられている。固定子１０２は磁性体であって、電磁コイル１０１に通電すると励磁されて磁気的吸引力が発生し、それによって第１可動子１０３および第２可動子１０４を吸引する。また、固定子１０２は、電磁コイル１０１への通電を停止すると磁束が抜けて磁気的吸引力が消失し、スプリング１０５の付勢力によって第１可動子１０３および第２可動子１０４が離脱する。

【００２５】

固定子１０２には、後述する第２可動子１０４よりも透磁率が大きい磁性材料が適用される。ここで、透磁率とは、磁場（磁界）強さ（Ｈ）と磁束密度（Ｂ）との関数（Ｂ＝μＨ）における比例定数（μ）であって、透磁率が大きい磁性材料ほどより弱い磁場でより高い磁束密度が得られる（すなわち、励磁の応答性が高い）。また、固定子１０２には、後述する第２可動子１０４よりも飽和磁束密度が小さい磁性材料が適用される。ここで、飽和磁束密度とは、磁場を加えていったときの磁束密度（すなわち、磁化する大きさ）の限界値であって、飽和磁束密度が大きい磁性材料ほどより大きな磁束が発生する。更に、固定子１０２には、後述する第１可動子１０３よりも比抵抗が小さい磁性材料が適用される。ここで、比抵抗とは、単位体積あたりの抵抗の大きさであって、比抵抗が大きい磁性材料ほど通電停止後の磁束の抜けが早い（すなわち、より早く磁気的吸引力が消失する）。

なお、固定子１０２は、本発明の磁気回路形成手段の一構成例である。

【００２６】

固定子１０２は、その内周側に後述するスプリング１０５が設置される中空部１０２ａを有している。固定子１０２は、ニードル１４と反対側の端部にストッパ１０６が連結しており、それによってニードル１４と反対側の端部が封鎖されている。ストッパ１０６は非磁性体であって、固定子１０２と共に第２可動子１０４を収納する収納室１０７を形成している。収納室１０７は、ニードル１４の軸方向の大きさが後述する第２可動子１０４の軸方向の大きさよりも大きく構成されており、それによって、第２可動子１０４が収納

室１０７内部をニードル１４の軸方向に移動可能になっている。固定子１０２内部の電磁コイル１０１と後述する第１可動子１０３との間の部分は、非磁性体からなる非磁性部１０２ｂが設けられている。

【００２７】

第１可動子１０３は、一端面がニードル１４の基端部と連結し、他端面がスプリング１０５と結合している。第１可動子１０３は、その外径が燃料通路１３の内径と嵌合しており、それによってニードル１４が軸と直交する水平軸方向へ偏芯することを抑制している。第１可動子１０３は磁性体であって、電磁コイル１０１に通電すると励磁されて磁気的吸引力が発生し、それによって固定子１０２側に吸引される（固定子１０２側に移動する）。また、第１可動子１０３は、電磁コイル１０１への通電を停止すると磁束が抜けて磁気的吸引力が消失し、スプリング１０５の付勢力によって固定子１０２側から離脱する（固定子１０２と反対の側に移動する）。

前述のように、第１可動子１０３には、固定子１０２よりも比抵抗が大きい磁性材料が適用される。なお、第１可動子１０３は、本発明の磁気回路形成手段の一構成例である。

【００２８】

第２可動子１０４は、第１可動子１０３側の端面がスプリング１０５と結合している。第２可動子１０４は、収納室１０７内部にニードル１４の軸方向に摺動自在（移動可能）に収納されている。第２可動子１０４は磁性体であって、電磁コイル１０１に通電すると励磁されて磁気的吸引力が発生し、それによって固定子１０２側に吸引される（固定子１０２側に移動する）。また、第２可動子１０４は、電磁コイル１０１への通電を停止すると磁束が抜けて磁気的吸引力が消失し、スプリング１０５の付勢力によって固定子１０２側から離脱する（固定子１０２と反対の側に移動する）。

前述のように、第２可動子１０４には、固定子１０２よりも透磁率が小さい磁性材料が適用される。また、第２可動子１０４には、固定子１０２よりも飽和磁束密度が大きい磁性材料が適用される。なお、第２可動子１０４は、本発明の磁気回路形成手段の一構成例である。

【００２９】

スプリング１０５は、中空部１０２ａに設置されており、その両端部がそれぞれ第１可動子１０３および第２可動子１０４と結合している。スプリング１０５は、金属製のつる巻きバネであって、ノズルボディ１１内で第１可動子１０３と第２可動子１０４が最も離れた状態においても自然状態よりも圧縮されている。すなわち、スプリング１０５は、その一端部に結合した第１可動子１０３を弁座１５側（閉弁方向）に向けて常に付勢し、他端部に結合した第２可動子１０４をストッパ１０６側に向けて常に付勢している。スプリング１０５は、第１可動子１０３と第２可動子１０４と間の距離が大きいほど付勢力が小さくなり、第１可動子１０３と第２可動子１０４と間の距離が小さいほど付勢力が大きくなる。この場合、スプリング１０５は、金属製のつる巻きバネに限られずに、両端部を互いに離れる方向に向けて付勢し得る任意の構成を採用することができる。

なお、スプリング１０５は、本発明の付勢部材の一構成例である。

【００３０】

以上のように構成される電磁弁１０の動作について、図３を参照しつつ説明する。図３は、電磁弁１０の動作の説明図である。

図３（ａ）は電磁コイル１０１への通電開始後に第１の磁気回路が形成された状態を示している。電磁コイル１０１に電流を流す（通電する）と、磁性体である固定子１０２、第１可動子１０３および第２可動子１０４にそれぞれ磁束が発生する。電磁コイル１０１へ通電を開始した直後は電磁コイル１０１に流れる電流値がより小さいために、電磁コイル１０１から発生する磁場（磁界）もより弱い状態にある。ここで、固定子１０２の透磁率は第２可動子１０４の透磁率よりも大きいために、固定子１０２の方がより弱い磁場でより高い磁束密度が得られる（図４参照）。そのため、電磁コイル１０１への通電開始の直後には、固定子１０２と第１可動子１０３とを経由する磁束の流れ（第１の磁気回路）が形成される。第１の磁気回路が形成されると、磁気的吸引力により第１可動子１０３が

スプリング１０５の付勢力に抗して固定子１０２側に吸引される。これにより、第１可動子１０３に連結されたニードル１４が弁座１５から離座（開弁）し、燃料の噴射が開始する。この時点において、第２可動子１０４はスプリング１０５の付勢力によって収納室１０７内部のストッパ１０６と当接する位置にある。すなわち、第１可動子１０３が固定子１０２側に移動を開始するときは第１可動子１０３と第２可動子１０４との間の距離がより大きい状態にあるために、スプリング１０５の付勢力がより小さい状態にある。そのため、磁気的吸引力による固定子１０２側への第１可動子１０３の移動速度が向上することから、ニードル１４の開弁速度が向上する。

【００３１】

図３（ｂ）は電磁コイル１０１への通電開始から所定時間経過後に第２の磁気回路が形成された状態を示している。通電開始から所定時間が経過すると、電磁コイル１０１に流れる電流値がより大きくなるために、電磁コイル１０１から発生する磁場もより強くなる。ここで、第２可動子１０４の飽和磁束密度は固定子１０２の飽和磁束密度よりも大きいために、第２可動子１０４の方がより大きな磁束が発生する（図４参照）。そのため、電磁コイル１０１への通電開始から所定時間経過後に、固定子１０２と第１可動子１０３と第２可動子１０４とを経由する磁束の流れ（第２の磁気回路）が形成される。

【００３２】

図３（ｃ）は第１可動子１０３および第２可動子１０４が固定子１０２側に吸引された状態を示している。第２の磁気回路が形成されると、磁気的吸引力により第２可動子１０４がスプリング１０５の付勢力に抗して固定子１０２側に吸引される。この時点において、第２可動子１０４はスプリング１０５の付勢力によって収納室１０７内部の電磁コイル１０１側と当接する位置にある。すなわち、第１可動子１０３と第２可動子１０４との間の距離がより小さい状態にあることから、スプリング１０５の付勢力がより大きい状態にある。

【００３３】

図３（ｄ）は電磁コイル１０１への通電を停止した後に第３の磁気回路が形成された状態を示している。電磁コイル１０１への通電を停止すると、電磁コイル１０１に流れる電流値がゼロに向かって小さくなってゆくために、電磁コイル１０１から発生する磁場もゼロに向かって弱まってゆく。ここで、第１可動子１０３の比抵抗は固定子１０２の比抵抗よりも大きいために、第１可動子１０３の方がより早く磁束が抜けてゆく。そのため、電磁コイル１０１への通電を停止すると、最も早く第１可動子１０３を経由する磁束の流れが消失し、固定子１０２と第２可動子１０４とを経由する磁束の流れ（第３の磁気回路）が形成される。第３の磁気回路が形成されると、スプリング１０５の付勢力により第１可動子１０３が磁気的吸引力に抗して固定子１０２側から離脱し、弁座１５側に移動する。これにより、第１可動子１０３に連結されたニードル１４が弁座１５に着座（閉弁）し、燃料の噴射が停止する。この時点において、第２可動子１０４は第３の磁気回路の磁気的吸引力によって収納室１０７内部の電磁コイル１０１側と当接する位置にある。すなわち、第１可動子１０３が弁座１５側に移動を開始するときは第１可動子１０３と第２可動子１０４との間の距離がより小さい状態にあるために、スプリング１０５の付勢力がより大きい状態にある。そのため、スプリング１０５の付勢力による弁座１５側への第１可動子１０３の移動速度が向上することから、ニードル１４の閉弁速度が向上する。

【００３４】

第３の磁気回路は、その後に電磁コイル１０１に流れる電流値がより小さくなる（磁場がより弱くなる）と消失する。第３の磁気回路が消失すると、スプリング１０５の付勢力により第２可動子１０４が固定子１０２側から離脱し、ストッパ１０６側に移動する。すなわち、図３（ａ）の状態に戻ることから、スプリング１０５の付勢力がより小さい状態に戻る。そのため、次回の通電時にもニードル１４の開弁応答性を向上させることができる。

【００３５】

以上のように、本実施例のインジェクタは、電磁コイルと、電磁コイルを保持し、電磁

コイルの内周側に中空部が設けられた磁性体からなる固定子と、中空部に設置され、両端部を互いに離れる方向に向けて付勢するスプリングと、スプリングの両端部の一方と結合し、スプリングと反対の側にニードルが設けられた磁性体からなる第１可動子と、スプリングの両端部の他方と結合した磁性体からなる第２可動子と、電磁コイルに通電すると、固定子と第１可動子とを経由する第１の磁気回路を形成した後に、固定子と第１可動子と第２可動子とを経由する第２の磁気回路を形成する磁気回路形成手段と、を備えた電磁弁を有する。これによって、ニードルの開弁時、すなわちニードルが設けられた第１可動子を固定子側に移動させる際は、第１可動子と第２可動子との距離をより大きくしてスプリングによる閉弁側への付勢力をより小さくすることができる。よって、電磁コイル等の大型化を図ることなくニードルの開弁応答性を向上させることができる。

【００３６】

また、本実施例のインジェクタは、磁気回路形成手段が、電磁弁の電磁コイルへの通電を停止すると、固定子と第２可動子とを経由する第３の磁気回路を形成した後に、第３の磁気回路を消失させる。これによって、ニードルの閉弁時、すなわちニードルが設けられた第１可動子を固定子と反対側に移動させる際は、第１可動子と第２可動子との距離をより小さくしてスプリングによる閉弁側への付勢力をより大きくすることができる。よって、スプリング等の大型化を図ることなくニードルの閉弁応答性を向上させることができる。

【００３７】

そして、本実施例のインジェクタは、磁気回路形成手段が、第２可動子の透磁率よりも固定子の透磁率のほうが大きく、固定子の飽和磁束密度よりも第２可動子の飽和磁束密度のほうが大きく、固定子の比抵抗よりも第１可動子の比抵抗のほうが大きいことで、電磁コイルへの通電状態に応じて第１から第３の磁気回路を形成する。このように、電磁弁の固定子、第１可動子および第２可動子の透磁率、飽和磁束密度、比抵抗をそれぞれ規定することによって、より小型で弁開閉の応答性の高い電磁弁および燃料噴射弁を提供することができる。

【実施例２】

【００３８】

つづいて、本発明の実施例２について説明する。本実施例のインジェクタ２は、電磁弁１０に代えて、第３可動子２０８を備えた電磁弁２０を有している点でインジェクタ１と相違している。

【００３９】

電磁弁２０の構造について詳細に説明する。図５は、実施例２の電磁弁２０の概略構成を示した図である。なお、実施例１と同様の構成要素については、図面中、同一の参照番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【００４０】

電磁弁２０は、電磁コイル１０１の内周側に第３可動子２０８を備えている。第３可動子２０８は、固定子２０２内部にニードル１４の軸方向に摺動自在（移動可能）に設けられており、その内周側にスプリング１０５が設置される中空部２０８ａを有している。第３可動子２０８は、ニードル１４の軸方向の大きさが固定子２０２の第１可動子１０３側の端部から収納室２０７までの距離よりも大きく構成されている。すなわち、第３可動子２０８の第１可動子１０３側の端部が固定子２０２の端部の位置とそろったときに、第３可動子２０８の他端部側が収納室２０７内にはみ出る構成となっている。

【００４１】

第３可動子２０８は磁性体であって、電磁コイル１０１に通電すると励磁されて磁気的吸引力が発生し、それによって第１可動子１０３および第２可動子１０４を吸引する。また、固定子１０２は、電磁コイル１０１への通電を停止すると磁束が抜けて磁気的吸引力が消失し、スプリング１０５の付勢力によって第１可動子１０３および第２可動子１０４が離脱する。

第３可動子２０８には、固定子２０２と同じか近い透磁率、飽和磁束密度および比抵抗

を有する磁性材料が適用される。なお、第３可動子２０８は、本発明の磁気回路形成手段の一構成例である。

【００４２】

また、第３可動子２０８は、第１可動子１０３側の端部が固定子２０２の端部の位置とそろったときの電磁コイル１０１と収納室２０７との間の位置に、非磁性体からなる非磁性部２０８ｂが設けられている。

【００４３】

以上のように構成される電磁弁２０の動作について、図６を参照しつつ説明する。図６は、電磁弁２０の動作の説明図である。

図６（ａ）は電磁コイル１０１への通電開始後に第１の磁気回路が形成された状態を示している。電磁コイル１０１に電流を流す（通電する）と、磁性体である固定子２０２、第１可動子１０３、第２可動子１０４および第３可動子２０８にそれぞれ磁束が発生する。電磁コイル１０１へ通電を開始した直後は電磁コイル１０１に流れる電流値がより小さいために、電磁コイル１０１から発生する磁場（磁界）もより弱い状態にある。ここで、固定子１０２および第３可動子２０８の透磁率は第２可動子１０４の透磁率よりも大きいために、固定子１０２および第３可動子２０８の方がより弱い磁場でより高い磁束密度が得られる（図４参照）。そのため、電磁コイル１０１への通電開始直後には、固定子２０２と第１可動子１０３と第３可動子２０８を経由する磁束の流れ（第１の磁気回路）が形成される。第１の磁気回路が形成されると、磁気的吸引力により第１可動子１０３がスプリング１０５の付勢力に抗して固定子２０２側に吸引される。これにより、第１可動子１０３に連結されたニードル１４が弁座１５から離座（開弁）し、燃料の噴射が開始する。この時点において、第２可動子１０４はスプリング１０５の付勢力によって収納室２０７内部のストッパ１０６と当接する位置にある。すなわち、第１可動子１０３が固定子２０２側に移動を開始するときは第１可動子１０３と第２可動子１０４との間の距離がより大きい状態にあるために、スプリング１０５の付勢力がより小さい状態にある。そのため、磁気的吸引力による固定子２０２側への第１可動子１０３の移動速度が向上することから、ニードル１４の開弁速度が向上する。

【００４４】

ここで、第３可動子２０８は、磁気的吸引力による固定子２０２側への第１可動子１０３の移動に伴って第２可動子１０４側に移動する。すなわち、固定子２０２の端面と第３可動子２０８の端面が第１可動子１０３に当接する。

【００４５】

図６（ｂ）は電磁コイル１０１への通電開始から所定時間経過後に第２の磁気回路が形成された状態を示している。通電開始から所定時間が経過すると、電磁コイル１０１に流れる電流値がより大きくなるために、電磁コイル１０１から発生する磁場もより強くなる。ここで、第２可動子１０４の飽和磁束密度は固定子２０２および第３可動子２０８の飽和磁束密度よりも大きいために、第２可動子１０４の方がより大きな磁束が発生する（図４参照）。そのため、電磁コイル１０１への通電開始から所定時間経過後に、固定子２０２と第１可動子１０３と第２可動子１０４と第３可動子２０８とを経由する磁束の流れ（第２の磁気回路）が形成される。

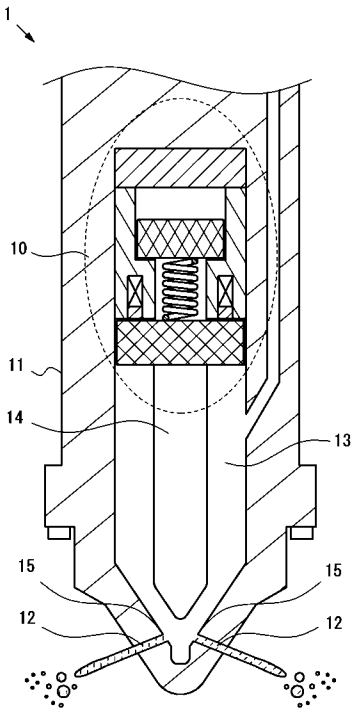
【００４６】

図６（ｃ）は第１可動子１０３および第２可動子１０４が固定子２０２側に吸引された状態を示している。第２の磁気回路が形成されると、磁気的吸引力により第２可動子１０４がスプリング１０５の付勢力に抗して固定子２０２側に吸引される。この時点において、第２可動子１０４はスプリング１０５の付勢力によって収納室１０７内部の第３可動子２０８と当接する位置にある。すなわち、第１可動子１０３と第２可動子１０４との間の距離がより小さい状態にあることから、スプリング１０５の付勢力がより大きい状態にある。そのため、電磁コイル１０１への通電を停止したときにスプリング１０５の付勢力による弁座１５側への第１可動子１０３の移動速度が向上することから、ニードル１４の閉弁速度が向上する。

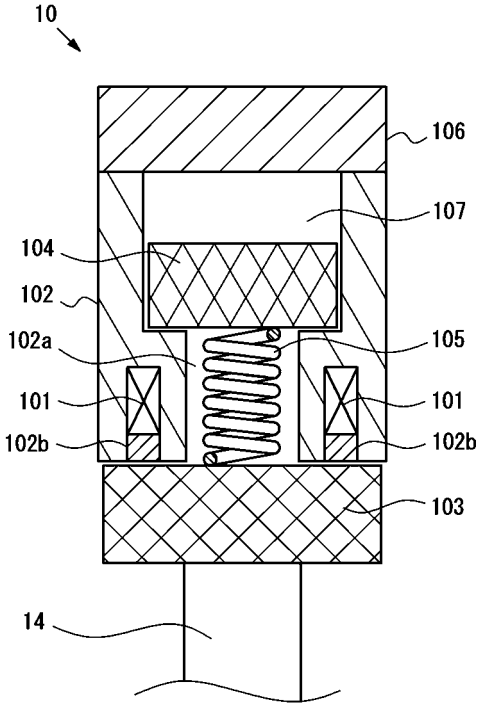
【００４７】
なお、電磁弁２０の電磁コイル１０１への通電を停止した後の動作は実施例１の電磁弁１０と同じであるために、その説明は省略する。
【００４８】
以上のように、本実施例のインジェクタは、固定子内部にニードルの軸方向に摺動自在に設けられた磁性体からなる第３可動子を備えた電磁弁を有し、磁気回路形成手段が、電磁コイルに通電すると、固定子と第１可動子と第３可動子とを経由する第１の磁気回路を形成した後に、固定子と第１可動子と第２可動子と第３可動子とを経由する第２の磁気回路を形成する。これによって、ニードルの開弁時、すなわちニードルが設けられた第１可動子を固定子側に移動させる際は、第１可動子と第２可動子との距離をより大きくしてスプリングによる閉弁側への付勢力をより小さくすることができる。よって、電磁コイル等の大型化を図ることなくニードルの開弁応答性を向上させることができる。
【００４９】
また、本実施例のインジェクタは、磁気回路形成手段が、電磁コイルへの通電を停止すると、固定子と第２可動子と第３可動子を経由する第３の磁気回路を形成した後に、第３の磁気回路を消失させる。これによって、ニードルの閉弁時、すなわちニードルが設けられた第１可動子を固定子と反対側に移動させる際は、第１可動子と第２可動子との距離をより小さくしてスプリングによる閉弁側への付勢力をより大きくすることができる。よって、スプリング等の大型化を図ることなくニードルの閉弁応答性を向上させることができる。
【００５０】
そして、本実施例のインジェクタは、磁気回路形成手段が、第２可動子の透磁率よりも固定子および第３可動子の透磁率のほうが大きく、固定子および第３可動子の飽和磁束密度よりも第２可動子の飽和磁束密度のほうが大きく、固定子および第３可動子の比抵抗よりも第１可動子の比抵抗のほうが大きいことで、磁気コイルへの通電状態に応じて第１から第３の磁気回路を形成する。このように、電磁弁の固定子、第１可動子、第２可動子および第３可動子の透磁率、飽和磁束密度、比抵抗をそれぞれ規定することによって、より小型で弁開閉の応答性の高い電磁弁および燃料噴射弁を提供することができる。
【００５１】
上記実施例は本発明を実施するための一例にすぎない。よって本発明はこれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。
【００５２】
例えば、本実施例の電磁弁をニードルの基端側に設けられた制御室への高圧燃料の流入制御に用いることでニードルを移動（弁開閉）させる構成のインジェクタであってもよい。
【符号の説明】
【００５３】
１，２　インジェクタ
１０，２０　電磁弁
１２　燃料噴射孔
１４　ニードル
１５　弁座
１０１　電磁コイル
１０２，２０２　固定子（磁気回路形成手段）
１０２ｂ，２０８ｂ　非磁性部
１０３　第１可動子（磁気回路形成手段）
１０４　第２可動子（磁気回路形成手段）
１０５　スプリング（付勢部材）
１０６　ストッパ

１０７，２０７　収納室
２０８　第３可動子（磁気回路形成手段）

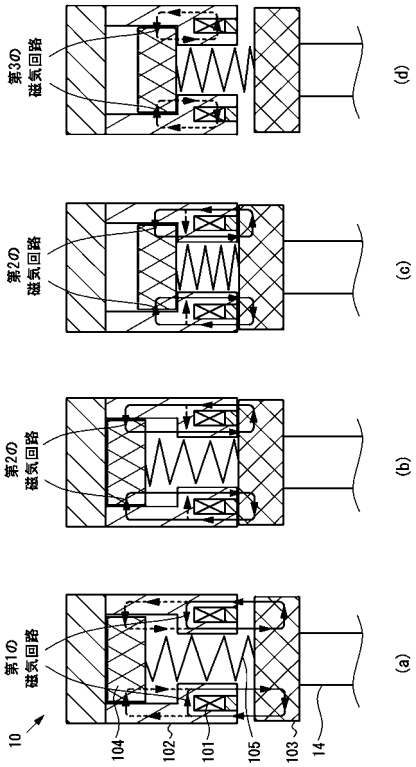
【図１】



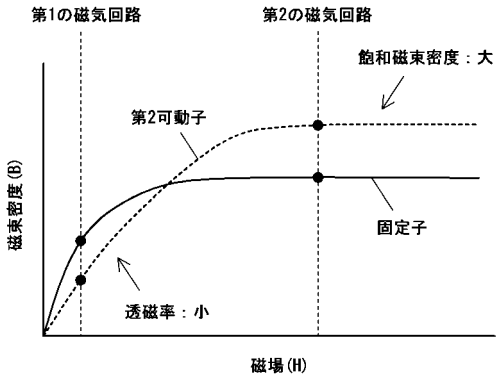
【図２】



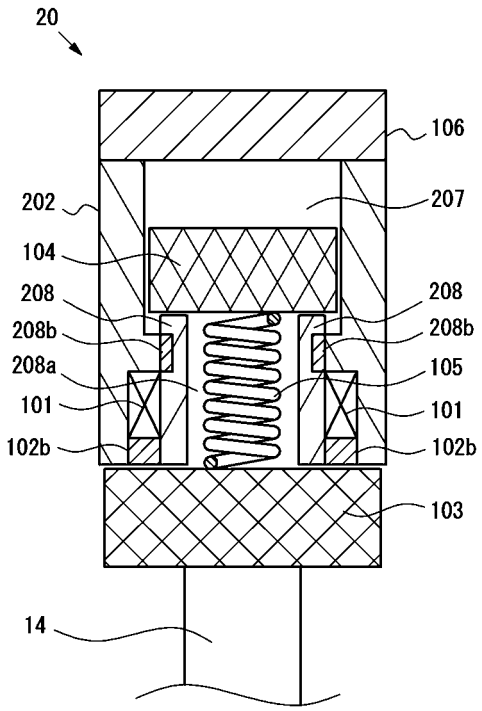
【図３】


第3の磁気回路
(d)
第2の磁気回路
(c)
第2の磁気回路
(b)
第1の磁気回路
(a)
10
104
102
101
105
103
14

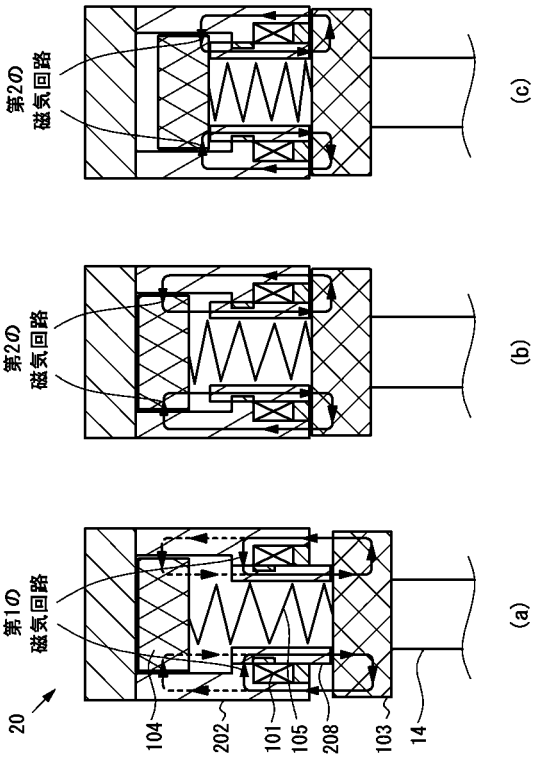
【図４】


第1の磁気回路
第2の磁気回路
飽和磁束密度：大
第2可動子
固定子
透磁率：小
磁束密度(B)
磁場(H)

【図５】


20
106
202
207
104
208
208
208b
208b
208a
105
101
101
102b
102b
103
14

【図６】


第2の磁気回路
(c)
第2の磁気回路
(b)
第1の磁気回路
(a)
20
104
202
101
105
208
103
14

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
	Ｈ０１Ｆ　7/16　　Ｄ	

Ｆターム(参考) 3H106 DA07 DA13 DA23 DB03 DB12 DB26 DB32 DC06 DC17 DD04
EE04 GA17 GA23 KK18
5E048 AA08 AB01 AD07