

(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2004-138070
(P2004-138070A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO1L 1/02	FO1L 1/02	3GO16
FO1L 3/10	FO1L 3/10	3GO18
FO1L 9/02	FO1L 9/02	
FO1L 9/04	FO1L 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-357433 (P2003-357433)	(71) 出願人	503136222 フォード グローバル テクノロジーズ、 リミテッド ライアビリティ カンパニー アメリカ合衆国 ミシガン州 48126 、ディアボーン パークレーン タワーズ イースト 600 ワン パークレーン ブルバード
(22) 出願日	平成15年10月17日 (2003.10.17)	(74) 代理人	100077931 弁理士 前田 弘
(31) 優先権主張番号	02102458.3	(74) 代理人	100094134 弁理士 小山 廣毅
(32) 優先日	平成14年10月17日 (2002.10.17)	(74) 代理人	100110939 弁理士 竹内 宏
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100113262 弁理士 竹内 祐二

最終頁に続く

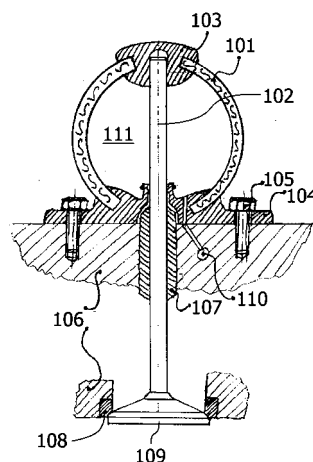
(54) 【発明の名称】 自動車用バルブ装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関での使用に適し、効率的で順応性のあるバルブ制御を可能とする、バルブ装置を提供する。

【解決手段】 自動車の内燃機関におけるバルブ・タペット102を制御するバルブ装置である。バルブ・タペット102の変位が、少なくとも一つの人工筋肉101の収縮/膨張又は屈曲/伸張により生成される。更に、人工筋肉要素は、ガス圧力室111を形成しても良く、そこへの圧力の作用により、バルブ・タペット102へ反力が起こされ得る。本発明の別の実施形態は、人工筋肉を用いるバルブ・フラップの変位と、様々な形態の人工筋肉によるバルブ・オリフィスの閉鎖、に関する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関のガス流を制御するために、変位可能なバルブ要素（102-702）を有し、該バルブ要素（102-702）に結合された少なくとも一つの人工筋肉要素（101-701）を持つ、バルブ装置。

【請求項 2】

上記人工筋肉要素（101-701）が、電気信号を用いて制御され得る、請求項 1 に記載のバルブ装置。

【請求項 3】

上記人工筋肉要素（101-701）が能動的に、収縮、膨張そしてノ又はその形態を変化することが可能である、請求項 1 又は 2 に記載のバルブ装置。 10

【請求項 4】

上記人工筋肉要素（101-701）が、カーボン・ナノチューブ及びノ又はポリマー・ゲルを能動要素として持つ、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のバルブ装置。

【請求項 5】

上記バルブ要素が、変位可能に取り付けられたバルブ・タペット（102-402）であり、上記人工筋肉要素（101-401）が上記バルブ・タペットが直接又は間接的に取り付けられる、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のバルブ装置。

【請求項 6】

上記バルブ・タペット（302, 402）が、該バルブ・タペットの移動方向の一方に力を発生する予圧要素（311, 411）に結合される、請求項 5 に記載のバルブ装置。 20

【請求項 7】

上記バルブ・タペット（102）が、ガス圧力室（111）が上記バルブ・タペットの変位を起こすように、上記ガス圧力室に結合される、請求項 5 又は 6 に記載のバルブ装置。

【請求項 8】

上記ガス圧力室（111）の壁が完全に又は部分的に、人工筋肉要素（101）により形成される、請求項 7 に記載のバルブ装置。

【請求項 9】

上記バルブ要素が、枢動自在に取り付けられたフラップ（502, 602）として構成される、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のバルブ装置。 30

【請求項 10】

上記バルブ要素（702）が、人工筋肉要素（701）により形成される、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のバルブ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動自在のバルブ要素を持つバルブ装置に関し、具体的には、内燃機関のガス流の制御に関する。

【背景技術】

【0002】

バルブ装置は、気体又は液体の流れを制御するのに、様々な産業分野で必要とされている。それらを代表するものとして、自動車の内燃機関で用いられるバルブ装置が、以下に考慮される。しかし、本発明は、それらに限定されるものではない。 40

【0003】

内燃機関のバルブ装置は、燃焼空気の吸入又は排気の流出を制御する機能をする。具体的には、この場合に、バルブ・タペットの形態である変位可能バルブ要素は、開位置と閉位置との間で直線運動させられる。従来技術によれば、この動作を実行するのに必要な力を、例えば、カムシャフトにより、若しくは、電磁コイル又は油圧又は空気圧アクチュエーターを用いることにより、生成することが出来る。しかしながら、既知のアクチュエーターが用いられるとき、小型化と効率化という面で改良の余地がある。この改良の狙いと 50

して重要なのは、理想的なバルブが用いられるならば、内燃機関の出力がスロットル弁を用いることなしに、バルブの開放時期及びバルブ・リフト量の制御のみにより、制御され得る、ということである。

【0004】

ここで、人工筋肉要素という、自然の筋肉組織と同様又はそれをシミュレートする新しいアクチュエーターがある。人工筋肉要素の大きな特徴は、原子又は分子的な相互作用の結果としてその容積内で起こる力の生成である。自然筋肉と同様に、人工筋肉も、様々な形態の柔軟性材料からなる場合が多い。公知の人工筋肉における力の発生は、例えば、静電引力、ピエゾ効果、超音波発生、材料の形状記憶、イオン交換、カーボン・ナノチューブ（例えば非特許文献1参照）及び/又は金属水素化物への水素の結合、に基づくものとなり得る。人工筋肉は、作動原理に応じて、ポリマー、具体的にはポリマー・ゲル（例えば非特許文献2参照）、強誘電性物質、シリコン、形状記憶合金などから、製造することが出来る。各種の人工筋肉の詳細な説明は、例えば特許文献1乃至3に見ることが出来る。更に、人工筋肉の例は、研究機関（例えば、ドイツ・シュツットガルト（Stuttgart）のマックス・プランク半導体研究所（Max Planck Institute for Solid State Research）、アメリカ・マサチューセッツ（Massachusetts）のMIT人工知能学部（Department for Artificial Intelligence of the MIT））の刊行物にも記載されている。

10

【特許文献1】欧州特許出願公開第0924033号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2002/0026794号明細書

【特許文献3】米国特許第6109852号明細書

20

【非特許文献1】「サイエンス（Science）」、（アメリカ）、1999年5月21日、284号、p.1340-1344

【非特許文献2】「センサーとアクチュエーターB：化学（Sensors and Actuators B: Chemical）」、2000年8月、67巻、1-2号、P. 149-160

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この背景から、本発明の目的の一つは、内燃機関での使用に適し、効率的で順応性のあるバルブ制御を可能とする、バルブ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0006】

この目的は、請求項1の構成を持つバルブ装置により、達成される。有利な改良が、従属項に含まれる。

【0007】

移動自在バルブ要素を持つ本発明によるバルブ装置は、上記バルブ要素に結合された少なくとも一つの人工筋肉要素を持つものとして、定義される。この場合、「結合」という用語は、バルブ要素と筋肉要素の物理的同一性を意味する場合もある。

【0008】

上記バルブが、電気信号により制御され得る形式の人工筋肉要素を用いるものであるのが好ましい。具体的には、この場合に、筋肉要素により生成される機械的なエネルギーは、その信号の電気エネルギーからとすることが出来る。電氣的に制御される人工筋肉要素は、内燃機関の通常の制御技術に適応可能である、という利点を持つ。

40

【0009】

バルブ装置において、能動的に収縮することが出来、能動的に膨張することが出来、そして/又は、例えば曲率などの形状を能動的に変化させることが出来る、形式の人工筋肉要素が、用いられる。人工筋肉要素が双方向に能動的に力を発生することが出来る場合は、バルブ要素の動作全体を独立的に起こすことが出来る。人工筋肉要素が一方向のみに力を発生する場合は、バルブ要素を開閉方向に制御可能とするために、例えば別の人工筋肉要素などの反対方向に動作可能な力発生器により、その人工筋肉要素が補助されなければならない。

50

【0010】

既に説明したように、原理的には、いかなる形式の人工筋肉要素であっても、本件バルブ装置に用いることが出来る。しかしながら、カーボン・ナノチューブの相互作用に基づく人工筋肉要素が用いられるのが好ましい。この形式の人工筋肉要素は、1000 までの高い耐熱性により特徴付けられる。更に、この形式の筋肉要素は、電気エネルギーにより収縮及び膨張され得る（「サイエンス (Science)」, 1999年5月21日）。更に好ましい形式の人工筋肉は、ポリマー・ゲルに基づくものである（「センサーとアクチュエーターB: 化学 (Sensors and Actuators B: Chemical)」, 2000年8月, 67巻, 1-2号, P. 149-160）。

【0011】

バルブ要素の構成については、種々の可能性がある。既存のエンジンに対する変更を小さなレベルに保つように、出来るだけ多くの構造要素が適応されるのが好ましい。具体的には、バルブ要素は、変位可能に取り付けられ、そして、人工筋肉要素がそれに直接又は、例えばロッカー又はドラッグ・レバーなどの中間部材を用いて間接的に結合される、バルブ・タペットにより、形成することが出来る。

【0012】

バルブ・タペットを持つ上記バルブ装置の別の実施形態によれば、バルブ・タペットは、例えば巻きばねである、予め応力を受けている要素に結合される。この予め応力を受けている要素は、バルブ・タペットの変位方向の一方に力を生成することが出来る。人工筋肉要素はそのとき、バルブ要素全体を望ましい形で制御可能とするために、反対方向に力を発生することが出来なければならない。

【0013】

バルブ・タペットを持つバルブ装置の別の実施形態において、バルブ・タペットがガス圧力室へ、ガス圧力室内の圧力上昇がバルブ・タペットの変位を起こすように、結合される。ガス圧力室内の圧力を用いることにより、バルブ・タペットに能動的に力が生じさせられ得る。

【0014】

ガス圧力室を持つ上記の実施形態において、ガス圧力室の壁は、人工筋肉要素で完全に又は少なくとも部分的に形成されるのが、好ましい。一方で、人工筋肉要素のこの付加機能は、材料を節約することにより構造の小型化に寄与し、他方で、人工筋肉要素とガス圧力室内の圧力との間の直接の相互作用を可能とする。

【0015】

バルブ装置の別の実施形態において、バルブ要素が、設定角度に応じて貫通流オリフィスを開閉することが出来る、枢動自在のフラップにより形成される。この場合に具体的には、貫通流オリフィスを共同で制御するために、複数のフラップが相互作用するようにしても良い。複数のフラップを持つこの形式のバルブ要素は、複数のフラップが開位置又は閉位置への変位を同時に実行するので、一方で故障全体に対して強く、他方でより迅速に作動され得る。

【0016】

更に、バルブ要素が人工筋肉自体で形成される、つまり物理的に同一である、バルブ装置の実施形態を持つことが出来る。この場合に、人工筋肉要素は、例えば、通路内に配置され得て、形状又は容積の能動的な変化の結果として、通路を開閉することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1は、本発明によるバルブ装置の第1実施形態を示しており、それは具体的には、内燃機関のシリンダー・ヘッド106の吸気弁又は排気弁として用いられ得るものである。そのバルブ装置の構成形態によれば、これは、バルブ・タペット102をもち、それは直線的に変位可能であり、その下端において、バルブ・ディスク109が配置される。バルブ・ディスク109は、ガス流のオリフィスを選択的に開閉するために、シリンダー・ヘッド106に形成されたバルブ・シート108と協働する。バルブ・ガイド107が、バルブ要素を外部から

10

20

30

40

50

遮断すると共に、出来るだけ摩擦を小さくしてバルブ・タペット102を導くために、シリンダー・ヘッド106を貫通して、バルブ・タペット102の通路内に設けられる。

【0018】

図1に示されたバルブ要素において新規なのは、バルブ・タペット102への作動力を発生するアクチュエーターである。このアクチュエーターは、一方で、スクリュウ105を用いてシリンダー・ヘッドに固着されるベース・プレート104に固着され、他方でヘッド・プレート103に固着される。更に、バルブ・タペット102の上端は、ベース・プレート104と同様に金属から構成されるのが典型的なヘッドプレート103にシールされる。

【0019】

人工筋肉要素101は、耐熱性があり、電気信号により制御されて膨張可能なカーボン・ナノチューブに基づくものとして行うことが出来る。しかしながら、電気信号により制御されて収縮可能なポリマー・ハイドロゲルに基づく人工筋肉又は、収縮と膨張の両方が可能な人工筋肉を用いることも同様に可能である。更に言えば、収縮に対する膨張の比率が小さい人工筋肉（例えば、カーボン・ナノチューブ）が適しており、それは、紙のような多層構造に束ねられ、筋肉構造全体の大きな曲率を可能とする。

【0020】

バルブ・タペット102の下向きの変位とそれに伴うバルブの開放は、人工筋肉要素101の能動的な収縮又は屈曲により、もたらされる。人工筋肉要素101が能動的に膨張又は伸張することが出来る場合には、それは、バルブ・タペット102の反対向きの閉変位をもたらすことが出来る。

【0021】

加えて又は代わりに、バルブ・タペット102の閉変位は、シリンダー・ヘッド106の外側に位置するバルブ・タペット102の上端を取囲み、人工筋肉要素101、ヘッドプレート103及びベースプレート104により規定されるガス圧力室111によりもたらすことが出来る。各要素が閉鎖空間を形成し、人工筋肉101が例えばコーティングを用いることにより気密性に構成される場合には、より高い圧力をガス圧力室111内で選択的に生成することが出来る。それがバルブ・タペット102の閉位置への上方変位につながる。ガス圧力室のこの動作は、適切な場合には、人工筋肉要素101の能動的な膨張と組み合わせることも出来る。ガス圧力室内の高い圧力を生成するため、又は圧力降下のために、ガス圧力室111は、ダクト110を介して、安定化ガス圧力源（不図示）に接続される。

【0022】

図2は、バルブ装置の別の実施形態を示している。なお、図2及び残りの図面には、図1におけるのと同様又は同一の部品が示されており、それら部品の図示符号の下二桁は同一とされている。

【0023】

図2のバルブ装置は、上下に移動可能なバルブ・タペット202からなり、それはシリンダー・ヘッド206を貫通して導かれ、その上端においてヘッドプレート203に固着されている。更に、拮抗筋として機能する第1の人工筋肉要素201aが、ヘッドプレート203と、シリンダー・ヘッド206に螺合されるベースプレート204とに固着される。

【0024】

拮抗筋201aへの反力が、主動筋として機能し、ヘッドプレート203とベースプレート204とに同様に固着される人工筋肉要素201bにより、生成される。拮抗筋201aとは対照的に、主動筋201bは、能動的な膨張又は伸張を行なうことが出来る。それによりバルブ・タペット202への上向きの力を発生することが出来る。拮抗筋201aと主動筋201bにより形成される壁が気密性であるとき、その壁は、図1におけるのと同様にガス圧力室として機能することが出来る。更に言えば、拮抗筋201aと主動筋201bの作動と不作動は、それぞれの場合において、往復的に起こり得る。

【0025】

図3は、バルブ装置を示し、そこにおいて、シリンダー・ヘッド306を貫通して導かれるバルブ・タペット302が、その上端において、バルブ・スプリング・プレート303bを

10

20

30

40

50

保持する。バルブ・スプリング・プレートとシリンダー・ヘッド306との間に支持されているのは、バルブ・タペット302に上向きに予応力を直接作用させ、それでバルブ・タペット302を閉位置へ付勢するバルブ・スプリング311である。バルブ・タペット302が下向きに開位置へ変位し得るように、人工筋肉要素301が設けられ、それは、ヘッドプレート303aと、シリンダー・ヘッド306に強固に累合されたベースプレート304との間を延び、そして収縮そして/又は屈曲することが出来る。ヘッドプレート303aがバルブ・タペット302の上端に支持されるので、人工筋肉要素301の収縮に際し、バルブ・タペット302が下方に押圧される。更にこの構成において、人工筋肉301は、ヘッドプレート303aが外れるのを防止する。

【0026】

10

この形式の構成は、一方向にのみ力を発生することが出来る人工筋肉301を用いることが出来るように、巻きばね311が復元力を発生する、という利点を持つ。更に、通常のバルブ装置の特徴の多くを持つことが出来る。

【0027】

一方向にのみ力を発生することが出来る人工筋肉は、図4に示されるバルブ装置にも適用され、そこにおいて、バルブ・タペット402は枢動可能に取り付けられたロッカー・レバー403aを用いて開位置に向け下向きに付勢され得る。閉位置に付勢する復元力が、シリンダー・ヘッド406とバルブ・スプリング・プレート403bとの間に支持される巻きばね411により、図3と同様に、加えられる。

【0028】

20

人工筋肉要素401は、図4に示される方法又はそれに等価な方法で、シリンダー・ヘッド406とロッカー・レバー403aとの間に配列される。収縮及び/又は屈曲の結果として、上記人工筋肉要素がロッカー・レバー403aに、ロッカー・レバーを引き下げ、それにより間接的にバルブ402を開位置へ変位させる、下向きの力を加えることが出来る。更に、人工筋肉401は、ロッカー・レバー403aが外れるのを防止する。

【0029】

図5及び6は、これまで述べたものからかなり異なるバルブ装置を示している。この場合のバルブ要素は、ガス・ダクト513の端部において気密性ヒンジ接合部512で枢動自在に取り付けられたフラップ502である。フラップ502のそれぞれに固着されているのは、他端がシリンダー・ヘッド506に取り付けられた少なくとも一つの人工筋肉要素501である。人工筋肉要素501の収縮/膨張又は屈曲/伸張の結果として、バルブ・フラップ502が枢動可能となり、それで、図5に示される閉位置から開位置へと変位され得る。

30

【0030】

図6は、シリンダー・ヘッドの下面図である。この場合に、2つの三角形排気オリフィス608と一つの大型三角形吸気オリフィス609を、2つの点火プラグ612に隣接して見ることが出来る。上記オリフィスのそれぞれは、3つの三角形バルブ・フラップ例えば602a, 603b及び602cを用いることにより、制御される。バルブ・フラップは、図6において、閉じた状態で示されており、閉じた状態で互いに密閉状態となる。必要であれば、例えば一つのフラップを持つバルブ・オリフィスの場合などに、フラップをバルブ・オリフィスの縁に密閉状態で位置させることも出来る。

40

【0031】

図7は、バルブ装置のまた別の実施形態を、図6と同様の図面、つまりシリンダー・ヘッド下面図で示す。中央に配置された点火プラグ712と2つの吸気オリフィス708及び一つの排気オリフィス709を見ることが出来る。人工筋肉要素701が上記オリフィスの縁に環状に配列される。人工筋肉701のそれぞれは、気密層状構造を形成する平板状螺旋状に構成される。必要な場合には、機密性を表面処理を用いて確実なものとすることが出来る。図7は、バルブ・オリフィスを貫通する通路を開く、格納開放位置における、人工筋肉701を示している。適切に作動するならば、人工筋肉701は、完全に収縮することが出来、それにより、対応するバルブ・オリフィスを閉じることが出来る。

【0032】

50

図面に示されたバルブ装置は、自由度の高いバルブ制御、例えばバルブ開時期の遅延やバルブ・リフト量の縮小など、を可能とする。更に、バルブ要素102乃至702を、それらの動作範囲のいかなる中間位置に選択的に保持することも出来る。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】人工筋肉が拮抗筋として機能し、ガス圧が主動体として機能する、本発明によるバルブ装置の第1実施形態の断面図である。

【図2】人工筋肉が拮抗筋及び主動筋として機能する、本発明によるバルブ装置の第2実施形態の断面図である。

【図3】人工筋肉と巻きばねが間接的にバルブ・タペットに作用する、本発明によるバルブ装置の第3実施形態の断面図である。 10

【図4】人工筋肉がドラッグ・レバーに作用する、本発明によるバルブ装置の第4実施形態の断面図である。

【図5】枢動可能なフラップが人工筋肉により制御される、本発明によるバルブ装置の第5実施形態の断面図である。

【図6】図5のフラップ・バルブの構造を示す、エンジン・シリンダー・ヘッドの下面図である。

【図7】環状に閉じる人工筋肉要素の構造を示す、エンジン・シリンダー・ヘッドの下面図である。

【符号の説明】

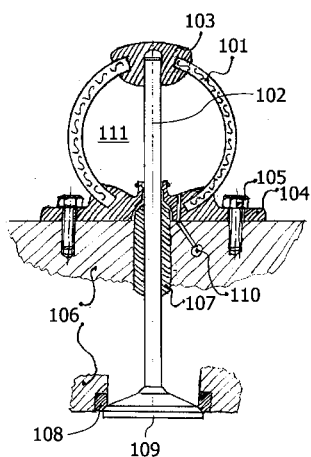
20

【0034】

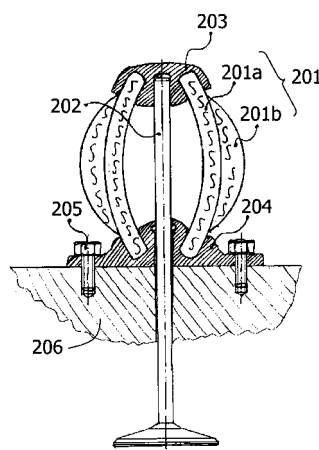
101, 201, 301, 401, 501, 601, 701 人工筋肉要素

102, 202, 302, 402, 502, 602, 702 バルブ要素

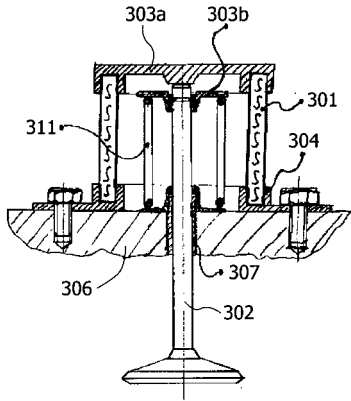
【図1】



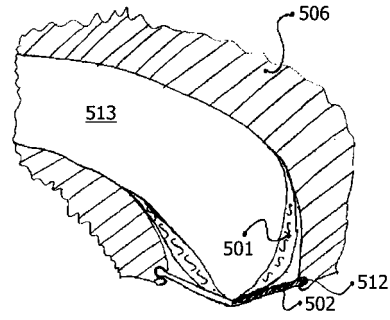
【図2】



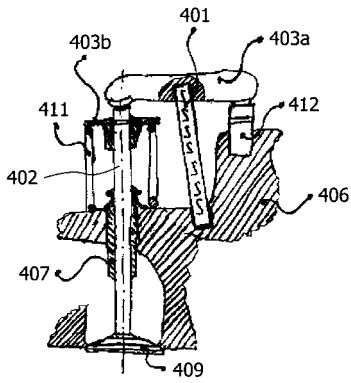
【 図 3 】



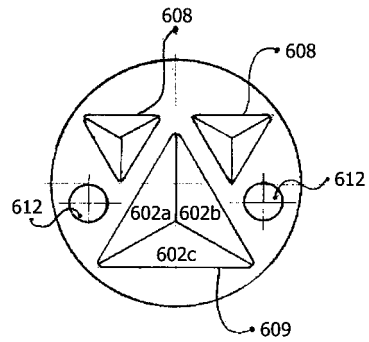
【 図 5 】



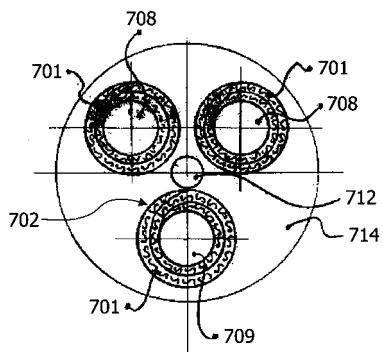
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(74)代理人 100115059

弁理士 今江 克実

(74)代理人 100117710

弁理士 原田 智雄

(72)発明者 トルステン クルーゲ

ドイツ国 5 1 4 9 1 オーバラート レールスベルク 5 3

Fターム(参考) 3G016 AA05 AA18 BA01 DA23 DA24

3G018 AB08 AB11 BA38 DA00 GA03