

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5497900号
(P5497900)

(45) 発行日 平成26年5月21日 (2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日 (2014.3.14)

(51) Int. Cl.

F I

FO2M 25/07	(2006.01)	FO2M 25/07	580A
FO2B 37/013	(2006.01)	FO2M 25/07	570P
FO2B 37/00	(2006.01)	FO2M 25/07	580E
FO1N 5/04	(2006.01)	FO2B 37/00	301B
FO2G 5/02	(2006.01)	FO2B 37/00	302B

請求項の数 9 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-530191 (P2012-530191)
 (86) (22) 出願日 平成22年8月3日 (2010.8.3)
 (65) 公表番号 特表2013-505392 (P2013-505392A)
 (43) 公表日 平成25年2月14日 (2013.2.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/061255
 (87) 国際公開番号 W02011/035967
 (87) 国際公開日 平成23年3月31日 (2011.3.31)
 審査請求日 平成24年3月22日 (2012.3.22)
 (31) 優先権主張番号 102009044913.2
 (32) 優先日 平成21年9月23日 (2009.9.23)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 501125231
 ローベルト ボッシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 70442 シュトゥ
 ットガルト ポストファッハ 30 02
 20
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (74) 代理人 100128587
 弁理士 松本 一騎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関(1)の排気を前記内燃機関(1)の吸気側(4)へと再循環するための排気再循環装置(23)を備えた前記内燃機関(1)であって、前記排気再循環装置(23)は、前記内燃機関(1)の前記吸気側(4)に供給される排気を圧縮するための少なくとも1つの圧縮機(26)を有し、前記圧縮機(26)を直接駆動するための蒸気を生成するために、前記排気から採取された熱エネルギーが供給される、前記内燃機関(1)において、

前記熱エネルギーの前記採取のために、熱交換器(30、32)が設けられることを特徴とする、内燃機関(1)。

【請求項 2】

前記熱交換器(30、32)は、液体を蒸発させるための蒸気発生器(31、33)に接続され、前記発生した蒸気は、前記圧縮機(26)と作動的に接続されたタービン(27)に供給されることを特徴とする、請求項1に記載の内燃機関。

【請求項 3】

前記圧縮機(26)は、少なくとも1つの排気冷却器(38)の下流又は上流に配置されることを特徴とする、請求項1~2のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記熱交換器(30、32)は、前記排気冷却器(38)を少なくとも部分的に形成し、又は、前記排気冷却器(38)は、蒸気発生器(31、33)に接続された更なる別の

熱交換器（30、32）であることを特徴とする、請求項3に記載の内燃機関。

【請求項5】

少なくとも1つの一段式過給装置（8）を有すること特徴とする、請求項1～4のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項6】

前記一段式過給装置（8）は、排気ターボ過給機（9）であることを特徴とする、請求項5に記載の内燃機関。

【請求項7】

前記内燃機関（1）に供給される前記排気を採取するための排気採取接続口（24）が、前記排気ターボ過給機（9）の上流又は下流に配置されることを特徴とする、請求項6

10

に記載の内燃機関。

【請求項8】

多段式排気ターボ過給機（9）の場合には、複数段（10、11）の間に排気採取接続口（24）が設けられることを特徴とする、請求項6～7のいずれか1項に記載の内燃機関。

【請求項9】

タービン（27）の下流に、凝縮器（36）及び/又は液体圧送装置（29）が設けられることを特徴とする、請求項2～8のいずれか1項に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、内燃機関の排気を内燃機関の吸気側へと再循環するための排気再循環装置を備えた内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

冒頭に挙げた形態の内燃機関は従来技術で公知である。内燃機関の開発の際には、燃焼時に内燃機関内で発生する有害物質を削減することが益々重要になっている。一方では、発生した有害物質を、内燃機関からの排出後にフィルタに掛けて排気から除去し、又は、より危険ではない生成物へと変換するために、適切な排気浄化装置又は排気後処理装置、例えば、触媒コンバータを設けることが可能である。しかしながら、他方では、既に有害物質の発生を防止することが目標である。

30

【0003】

これらを達成するための1つの選択肢は、排気再循環を設けることである。このような排気再循環では、燃焼時に発生した内燃機関の排気は、直接的に運ばれて周辺環境へと放出されるのではなく、外気及び燃料と共に新たに内燃機関に供給される。この目的のために、排気が内燃機関の吸気側へと送り戻される。このようにして、排気に含まれる窒素酸化物の量が低減されうる。排気再循環によって、まず、内燃機関内の燃焼温度が下げられる。その理由は、排気が燃焼そのものには関与しないが、燃焼の間加熱される必要があることにある。このような燃焼温度の低下によって、結果的に、窒素酸化物（ NO_x ）の含有量が減る。同様に、排気再循環によって、燃焼中の酸素含有量が減る。窒素酸化物は好適に過剰空気の際に発生するため、窒素酸化物の量が更に低減される。しかしながらその際に、燃焼中に存在する酸素が少なすぎてはならないことに注意されたい。というのは、その場合には、同様に望まれない炭化水素（HC）が形成されうるからである。

40

【0004】

排気再循環の効果は、送り戻された排気が冷却されることで更に改善されうる。これに関して、例えば、独国特許出願公開第102006055814号明細書には、ターボチャージャー（過給装置）を有する内燃機関が記載されており、ここでは、内燃機関の排気が排気通路から採取されてその吸気管へと供給されるため、外気が、当該外気と混合された排気と共にターボチャージャーのコンプレッサ部内で圧縮され、入口側の吸気管へと供給される。吸気管には冷却部が組み込まれ、かつ、吸気管は、場合により発生する凝縮液

50

が内燃機関の吸気弁の方向にのみ流れうるため、排気と混合された外気が当該吸気管内で冷却され、その際に吸気管は散気装置に通ずる、ように構成される。従って、排気は、内燃機関の吸気側へとより大きな排気量が運ばれるように、圧縮機タービンの前の低圧レベルへと送り戻され、その後、排気の温度が、外気の温度と共に下げられる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

より大きな排気量を内燃機関の吸気側に送り戻すための更なる別の選択肢は、吸気側又は外気供給管内に絞り弁を設け、当該絞り弁に存在する圧力、特に、吸気管圧力を一時的に下げることである。内燃機関が過給装置を有する場合に、送り戻された排気は外気と共に圧縮される必要がある。このことは、追加的な排気流量が考慮されるため、過給機の出力を明らかに上げる必要があることを意味する。これは、絞り弁を使用する場合にも同様に当てはまる。というのは、過給装置は、スロツトルロス(Drosselverlust)を補正する必要があるからである。しかしながら、これに関連して、特に、内燃機関に供給される圧力の低下により吸気負荷が増大するために、燃料消費も上がる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

これに対して、請求項1で挙げた特徴を有する内燃機関は、当該内燃機関の吸気側へと排気を送り戻すことが可能であり、その際に、内燃機関の燃料消費、及び/又は、必要な過給機出力(過給装置が設けられる場合)を上げる必要がないという利点を有する。このことは、本発明に基づいて、排気再循環装置が、内燃機関の吸気側に供給される排気を圧縮するための少なくとも1つの圧縮機を有することで達成される。圧縮機は、排気を圧縮し、即ち、排気の圧力を上げる役割を果たす。その際に、圧縮機は、排気再循環装置に割り当てられ、即ち、圧縮機は、排気が内燃機関の吸気側に達してそこで内燃機関に供給される外気と混合される前に、当該排気を圧縮する。圧縮機は、送り戻された排気のみが存在する排気再循環装置内に直接的に配置される。従って、排気再循環装置は、吸気側から分離されて存在するユニットである。従って、圧縮機は、内燃機関の、場合により設けられる過給装置の圧縮機ではない。むしろ、送り戻される空気は吸気側に達する前に、即ち、外気と一緒にされる前に圧縮される。排気再循環装置の圧縮機によって、過給装置の圧縮機の下流でも排気を吸気側に供給することが可能となる。なぜならば、排気は既に十分に高い圧力レベルにあるからである。圧縮機を用いて排気の圧力が上げられ、これにより、より大きな排気量が吸気側へと運ばれて内燃機関に新たに供給されうる。

【0007】

本発明の更なる発展形態は、圧縮機の駆動のために、排気から採取された熱エネルギーを供給する。この実施変形例は、特にエネルギー効率の良い圧縮機の駆動を可能とする。熱エネルギーはいずれにせよ排気内に存在し、当該熱エネルギーが圧縮機の駆動のために利用されない場合には、利用されることなく内燃機関の周辺環境へと放出されるであろう。従って、内燃機関の燃料消費を増やすことなく、又は、過給装置のより高い出力を設ける必要もなく、送り戻される排気量を増やすことが可能である。排気から熱エネルギーを採取するために、蒸気サイクルを設けることが可能である。

【0008】

本発明の発展形態は、熱エネルギーの採取のために熱交換器が設けられることを構想する。従って、熱交換器は、例えば、内燃機関の排気管の構成要素である。熱交換器は排気管に割り当てられ、好適に、場合により存在する過給装置及び/又は排気浄化装置の後ろに配置される。しかしながら、熱交換器は、圧縮機のエネルギー需要に従って、より高い温度の排気が存在する排気管の箇所に、即ち、過給装置及び/又は排気浄化装置の前に配置することが出来る。

【0009】

本発明の発展形態は、熱交換器が液体を蒸発させるための蒸気発生器に接続され、生成された蒸気が、圧縮機と作動的に接続されたタービンに供給されることを構想する。即ち

10

20

30

40

50

、熱交換器を用いて排気から熱エネルギーが採取され、続いて、当該熱エネルギーは蒸気発生器内で、液体、例えば水を蒸発させ、従って蒸気を生成するために利用される。この蒸気は、タービンを介して案内され、蒸気内に存在するエネルギーが機械的エネルギーに変換される。その際に、タービンは例えば、共通の回転軸を介して圧縮機と作動的に接続され、即ち、圧縮機の駆動に役立つ。

【0010】

本発明の発展形態は、圧縮機が少なくとも1つの排気冷却器の下流又は上流に配置されることを構想する。排気冷却器は、圧縮機の前又は圧縮機の後ろで排気の冷却に役立つ。排気の冷却によって、排気再循環装置の効果が高められる。というのは、このようにして、内燃機関内の燃焼温度を更に下げることが出来るからである。圧縮機は好適に、排気冷却器の下流に配置される。なぜならば、このことにより、圧縮機の熱的負荷が下げられ、より冷たい排気により高い密度により、必要な圧縮機出力がより小さいからである。しかしながら、圧縮された排気により高い温度によって排気冷却器内の熱の伝達が改善されるため、圧縮機は基本的に、排気冷却器の前にも配置することが可能であり、排気冷却器は従って、より小さく構成されうる。

10

【0011】

本発明の発展形態は、熱交換器が排気冷却器を部分的に形成し、又は、排気冷却器が、蒸気発生器に接続された更なる別の熱交換器であることを構想する。排気から熱エネルギーを採取するための熱交換器は、排気又は送り戻された排気を冷却するために使用することが出来る。この目的のために、熱交換器は、少なくとも部分的に排気冷却器を形成する。しかしながら、複数の熱交換器を設けることも同様に可能であり、当該複数の熱交換器のうち少なくとも1つが排気冷却器として使用される。その場合、熱交換器は例えば、蒸気発生器に接続された更なる別の熱交換器である。蒸気発生器を駆動するために、順々に接続された低温熱交換器及び高温熱交換器を設けることも可能である。従って、複数の熱交換器が設けられる場合には、例えば同様に順々に接続された複数の蒸気発生器を設けることも全く可能である。

20

【0012】

本発明の発展形態は、少なくとも1つの一段式過給装置、特に、排気ターボ過給機を設ける。過給装置は、内燃機関の吸気側に割り当てられ、内燃機関に供給された外気を圧縮し、従って、外気の圧力を上げる役割を果たす。過給装置は特に、内燃機関の燃料室又は気筒を、より良好に外気で満たすために利用される。過給装置は、好適に排気ターボ過給機として構成され、即ち、内燃機関の排気により駆動される。このために、排気は、排気ターボ過給機の排気タービンを介して流れ、従って、外気の圧力を上げるために排気ターボ過給機の圧縮機を駆動する。

30

【0013】

本発明の発展形態は、内燃機関に供給される排気を採取するための排気採取接続口が、排気ターボ過給機の上流又は下流に配置されることを構想する。即ち、排気は、当該排気が排気ターボ過給機を貫流する前に、又は、排気ターボ過給機を貫流した後に初めて、内燃機関の排気管から採取されうる。好ましくは、排気採取接続口は排気ターボ過給機の上流に配置される。この箇所において、排気は比較的高い圧力レベルを有し、これにより、排気再循環装置内での排気の圧縮のために比較的小さな出力が必要となる。さらに、排気の温度は、排気ターボ過給機の後ろよりも高いため、この箇所に配置された熱交換器は、蒸気を発生させるために最適に使用されうる。このようにして、例えば、蒸気は過熱状態に置かれうる。しかしながら代替的に、排気採取接続口は、排気ターボ過給機の下流にも配置されうる。その利点は、排気ターボ過給機の出力が排気の採取によって下がらないことである。

40

【0014】

本発明の発展形態は、多段式排気ターボ過給機 (m e h r s t u f i g e r A b g a s t u r b o l a d e r) の場合には、排気採取接続口が複数段 (S t u f e n) の間に設けられることを構想する。この場合に排気ターボ過給機は例えば、高圧タービン及び高

50

圧縮機から成る高圧部と、低圧タービン及び低圧圧縮機から成る低圧部と、を有する。その際に、排気は最初に高圧タービンを介して、続いて低圧タービンを介して流れる。排気採取接続口は複数段の間に、即ち、高圧タービンの下流であって低圧タービンの上流に配置される。

【 0 0 1 5 】

本発明の発展形態は、排気再循環装置のタービンの下流に、凝縮器及び/又は液体圧送装置が設けられることを構想する。タービンを用いて、特に、蒸気発生器により発生した蒸気がタービンを流れることにより、排気再循環装置の圧縮機が駆動される。従って、タービンは、蒸気サイクルの構成要素である。この蒸気サイクル内には、凝縮器及び/又は液体圧送装置も同様に設けられる。凝縮器はタービンの下流で、蒸気を凝縮する役目を果たし、従って、凝縮器の後には再び液体が存在する。通常では凝縮器の下流に設けられる液体圧送装置によって、液体が再び蒸気発生器に供給される。従って、排気再循環装置の圧縮機を駆動可能な、閉じた液体又は蒸気サイクルが存在する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

以下では、本発明が図面に記載された実施例を用いて、本発明を限定することなく、より詳細に解説される。

【 図 1 】 内燃機関の概略図を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

図は、少なくとも1つの気筒2を備えた内燃機関1を示しており、この少なくとも1つの気筒2には、燃焼を実行するために、空気供給装置3を介して空気を供給することが出来る。ここでは、空気供給装置3は、内燃機関1の吸気側4に設けられる。空気供給装置3は、気筒に空気がそれを介して供給される空気供給支援部5の他に、絞り弁6と、給気冷却器7と、過給装置8と、を有する。過給装置8は、高圧部10と、低圧部11と、高圧部10と低圧部11との間に配置された中間冷却器12と、を備えた排気ターボ過給機9を有する。

20

【 0 0 1 8 】

内燃機関1の駆動中に、空気吸込み口13によって空気が吸込まれ、低圧部11の低圧圧縮機14によって圧縮される。この圧縮によって、圧力がより高くかつ温度がより高い空気となる。空気が続いて高圧部10の高圧圧縮機15によって更に圧縮される前に、温度が、低圧圧縮機14の後ろで、中間冷却器12を用いて下げられる。高圧圧縮機15の後ろで、今度は給気冷却器7を用いて、空気が再度冷却される。絞り弁6を介して、空気は空気供給支援部5へと達し、従って、示されない吸気弁を介して気筒2内へと達する。その際に、絞り弁6は、気筒2内に達すべき空気量を調整する役目を果たす。

30

【 0 0 1 9 】

内燃機関1内での燃焼の後に、燃焼時に発生する排気が排気管16内へと放出される。この排気管16はまず、気筒2に接続され又は当該気筒2に割り当てられた排気弁に接続された排気マニフォールド17及び排気集合管18を有する。排気マニフォールド17又は排気集合管18を用いて、気筒2の排気が集められる。続いて、排気は、排気ターボ過給機9に達する。排気ターボ過給機9では、排気は最初に高圧部10の高圧タービン19を通り、続いて、低圧部11の低圧タービン20を通る。排気ターボ過給機9は即ち二段式である。高圧タービン19は高圧圧縮機15を駆動し、低圧タービン20は低圧圧縮機14を駆動する。低圧タービン20の後で、排気は、絞り弁21を介して排気後処理又は排気浄化装置22内に達し、この排気後処理又は排気浄化装置22は、少なくとも1つの触媒コンバータ及び/又はフィルタを有しうる。

40

【 0 0 2 0 】

追加的に、内燃機関1は排気再循環装置23を有する。その際に、排気マニフォールド17又は排気集合管18から排気を採取して少なくとも1つの排気供給接続口25を通じて内燃機関1の吸気側4へと運ぶために、少なくとも1つの排気採取接続口24が設けら

50

れる。示される例では、排気供給接続口 25 は絞り弁 6 の下流に存在するため、必要な場合には、排気供給接続口 25 を通じた排気の供給を可能とするために、外気の圧力が絞り弁 6 によって短時間の間下げられる。このような工程により、通常では、内燃機関 1 の出力が下げられる。この理由から、圧縮機 26 を用いて排気の圧力を上げ、従って、絞り弁 6 を閉鎖する必要なく、排気を吸気側 4 へと運びうる事が構想される。

【0021】

圧縮機 26 は、排気再循環装置 23 の蒸気サイクル 28 内に設けられたタービン 27 によって駆動される。蒸気サイクル 28 は、液体圧送装置 29、特にポンプと、第 1 の蒸気発生器 31 を備えた第 1 の熱交換器 30 と、第 2 の蒸気発生器 33 を備えた第 2 の熱交換器 32 と、を有する。熱交換器 30 及び 32 を用いて、内燃機関 1 の排気から熱エネルギーが採取され、この熱エネルギーを用いて、蒸気発生器 31 及び 33 によって、液体管 34 内に含まれる液体が蒸発させられ、その際に発生した蒸気が、蒸気管 35 を介してタービン 27 へと供給される。タービン 27 の下流に、未だに残る蒸気を凝縮する凝縮器 36 が配置され、従って、凝縮器 36 の後には再び液体が存在し、この液体は液体圧送装置 29 によって新たに圧送される。排気採取接続口 24 の下流に、しかしながら第 2 の熱交換器 32 の上流に、少なくとも 1 つの絞り弁 37 が存在し、この絞り弁 37 によって、内燃機関 1 の吸気側 4 へと供給される排気量が調整されうる。

【0022】

第 2 の熱交換器 32 は、排気冷却器 38 を少なくとも領域ごとに形成する。排気冷却器 38 は、排気採取接続口 24 による排気の採取の後に、排気が排気供給接続口 25 を通って内燃機関 1 の吸気側 4 へと達する前に、当該排気を冷却する。ここでは、排気冷却器 38 は、圧縮機 26 の上流に存在する。第 2 の熱交換器 32 は、以前に記載したように、絞り弁 37 の下流、従って、排気採取接続口 24 のすぐ下流に設けられる。この箇所において、気筒 2 から今正に排出された排気は高い温度を有するため、第 2 の熱交換器 32 は過熱器とも称することが出来る。これに対して、第 1 の熱交換器 30 は、排気浄化装置 22 の後ろの排気管 16 内に、即ち、排気が内燃機関 1 から周辺環境へと放出される直前に設けられる。

【0023】

このようにして、排気内に未だに含まれる熱エネルギーは、第 1 の熱交換器 30 と動作可能に連結された第 1 の蒸気発生器 31 を用いて、液体管 34 で圧送される液体を蒸発させるために利用され、従って、好適に飽和蒸気が生成される。この飽和蒸気は、続いて、飽和蒸気管 39 を介して、第 2 の熱交換器 32 と動作可能に連結された第 2 の蒸気発生器 33 へと供給される。従って、第 2 の蒸気発生器 33 内は第 1 の蒸気発生器 31 内よりも温度が高い。従って、飽和蒸気管 39 を介して供給される飽和蒸気は、第 2 の蒸気発生器 33 内で過熱の状態に置かれ、従って、続いて過熱蒸気が生成され、この過熱蒸気は、蒸気管 35 を介してタービン 27 へと供給される。このようにして、排気内に含まれる熱エネルギーが、圧縮機 26 を駆動するために利用される。この圧縮機 26 によって、内燃機関 1 の吸気側 4 へと供給すべき排気が圧縮される。従って、圧力上昇が無い場合よりも大きな排気量が吸気側 4 へと運ばれ、従って、燃焼時に気筒 2 内で発生する窒素酸化物の量が低減されうる。その際に、排気は十分に高い圧力を有するため、排気供給接続口 25 を通じて排気を供給するために、絞り弁 6 を用いて吸気側 4 の圧力を下げる必要はない。

【0024】

圧縮機 26 の駆動のために利用される熱エネルギーは主に排気浄化装置 22 の後ろで採取されるため、そうでない場合には熱エネルギーは排気と共に周辺環境へと放出されるであろうが、このようなやり方で、基本的に追加的にエネルギーを使用することなく、内燃機関 1 内の燃焼効率を明らかに高めることが出来る。ここでは、排気採取接続口 24 の配置は、図面に純粋に例示的なものとして示されている。

【0025】

代替的に、高圧タービン 19 と低圧タービン 20 との間で、又は、低圧タービン 20 の下流で排気を採取することも可能であろう。しかしながら、排気マニフォールド 17 又は

10

20

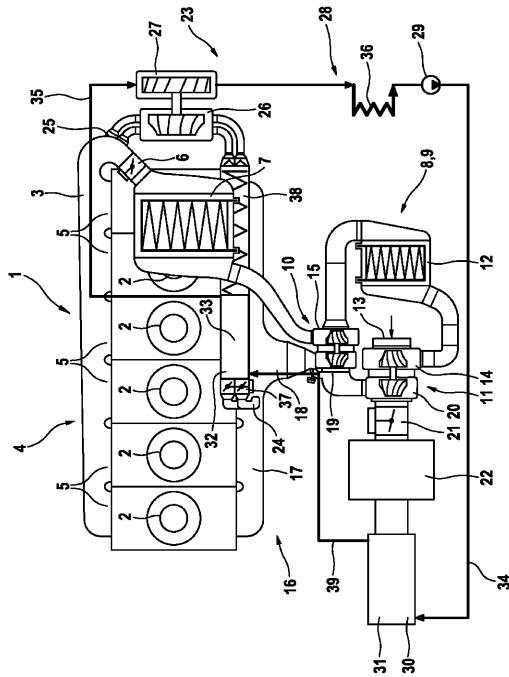
30

40

50

排気集合管 18 からの採取は、排気が未だに高い圧力レベルにあるので、排気の所望の圧力レベルに達するためにより少ない圧縮出力を圧縮機 26 によって調達すればよいという利点を有する。第 2 の熱交換器 32 を用いて、第 2 の蒸気発生器 33 を作動するために排気から熱が取り出される。従って、排気が圧縮機 26 内に入る前に、当該排気の温度が下げられる。このようにして、一方では、圧縮機 26 の熱的負荷が軽減され、他方では、より低い排気温度は有利である。というのは、このようにして、内燃機関 1 の排気内の窒素酸化物の含有量が低減されるからであり、かつ、気筒 2 内の燃焼温度が下げられるからである。その他に、給気冷却器 7 及び中間冷却器 12 が、同じ目的のために役に立つ。

【図 1】



フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
F 0 1 K 23/06 (2006.01) F 0 2 B 37/00 3 0 2 F
 F 0 1 N 5/04 A
 F 0 2 G 5/02 B
 F 0 1 K 23/06 P
- (72)発明者 シュテグマイヤー、ユルゲン
 ドイツ連邦共和国 7 1 6 3 8 ルードヴィヒスブルク レオンベルガーシュトラッセ 3 2
- (72)発明者 シション、マルティン
 ドイツ連邦共和国 7 0 4 9 9 シュトウツガルト ヴァインガルテンベルクル 3 6
- (72)発明者 シュミット、マンフレート
 ドイツ連邦共和国 6 4 6 4 6 ヘッペンハイム ピラッカーヴェーク 8
- (72)発明者 バンツハフ、ベルント
 ドイツ連邦共和国 7 0 5 6 3 シュトウツガルト イム シュタイネンガルテン 4 7
- (72)発明者 シュミット、アヒム
 ドイツ連邦共和国 7 1 7 0 6 マークグレーニンゲン アウフ ハルト 6 9

審査官 佐々木 淳

- (56)参考文献 特開2007-239566(JP,A)
 特開2005-188359(JP,A)
 特開2009-167827(JP,A)
 特開2004-100508(JP,A)
 欧州特許出願公開第0740065(EP,A1)
 米国特許第6237335(US,B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 2 M 2 5 / 0 7
 F 0 1 K 2 3 / 0 6
 F 0 2 B 3 7 / 0 0