

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4166491号
(P4166491)

(45) 発行日 平成20年10月15日 (2008.10.15)

(24) 登録日 平成20年8月8日 (2008.8.8)

(51) Int. Cl.	F I
F O 4 B 37/16 (2006.01)	F O 4 B 37/16 D
F O 4 C 23/00 (2006.01)	F O 4 C 23/00 D
F O 4 C 25/02 (2006.01)	F O 4 C 25/02 K
F O 4 C 28/10 (2006.01)	F O 4 C 28/10

請求項の数 5 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-73658 (P2002-73658)	(73) 特許権者	391030332
(22) 出願日	平成14年3月18日 (2002.3.18)		アルカテルルーセント
(65) 公開番号	特開2002-339864 (P2002-339864A)		フランス共和国、75008 パリ、リュ
(43) 公開日	平成14年11月27日 (2002.11.27)		・ラ ボエティ 54
審査請求日	平成16年11月17日 (2004.11.17)	(74) 代理人	100062007
(31) 優先権主張番号	0103678		弁理士 川口 義雄
(32) 優先日	平成13年3月19日 (2001.3.19)	(74) 代理人	100114188
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		弁理士 小野 誠
前置審査		(74) 代理人	100140523
			弁理士 渡邊 千尋
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢教
		(74) 代理人	100103920
			弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低熱伝導率ガスをポンピングするための真空ポンピングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一次ポンプ (1) の吸気口 (2) がポンピングされるガスを受け取るように構成され、および一次ポンプ (1) の排気口 (4) がポンピングされたガスを大気中またはポンピングされたガスのリサイクルシステム (10) へ排出するように構成された、ルーツまたはクロー多段ドライ一次ポンプ (1) を含む、低熱伝導率ガスをポンピングするための真空ポンピングシステムであって、

前記真空ポンピングシステムが、低熱伝導率ガスを含む、または低熱伝導率ガスが注入される真空エンクロージャ (3) に接続されるように構成されたものであり、

前記真空ポンピングシステムがさらに、

前記一次ポンプ (1) の前記排気口 (4) に接続された吸気口 (8)、および、大気または前記ポンピングされたガスのリサイクルシステム (10) に排出する排気口 (9) を有する増設ポンプ (6) と、

前記増設ポンプ (6) に並列に接続され、前記一次ポンプ (1) から入来するガスを通過させるように構成された逆止め弁 (11) を含む予備排気パイプ (7) とを含み、

増設ポンプ (6) がメンブレンポンプまたはピストンポンプであることを特徴とする、前記真空ポンピングシステム。

【請求項 2】

前記増設ポンプが、真空を低圧でポンピングするときに、前記真空ポンピングシステムを介して通過するガスの全流量をポンピングするような定格であることを特徴とする、請

10

20

求項 1 に記載の真空ポンピングシステム。

【請求項 3】

前記予備排気パイプ (7) が、真空エンクロージャ (3) の予備排気ステップの間のガス流量を通過させるような定格であることを特徴とする、請求項 1 に記載の真空ポンピングシステム。

【請求項 4】

前記低熱伝導率ガスが、アルゴンまたはキセノンを含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項 に記載の真空ポンピングシステム。

【請求項 5】

前記ポンピングされたガスが、前記低熱伝導率ガスを抽出しかつりサイクルするポンピングされたガスのリサイクルシステム (10) に排出されることを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれか一項 に記載の真空ポンピングシステム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多段のルーツまたは「クロー」マルチローブドライ一次ポンプを備えた真空ポンプシステムに関し、該システムにおいて、一次ポンプの吸気口はポンピングされるガスを受け取り、一次ポンプの排気口はポンピングされたガスを大気中、またはポンピングされたガスをリサイクルするためのシステムに排出する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

様々な産業、例えば半導体産業では、真空ポンピングシステムに接続された真空エンクロージャ内の制御低圧雰囲気における製造プロセスを採用している。

【 0 0 0 3 】

真空エンクロージャ内の真空度を確立し、維持するために、真空ポンピングシステムは、最初に、真空を作るために、比較的大きな流量のガスをポンピングしなければならない。続いて、真空ポンピングシステムは、残りのガス、または制御雰囲気製造プロセスの様々なステップの間に真空エンクロージャ内に意図的に導入された処理用ガスを、真空エンクロージャから引き出す。したがって、真空ポンピングシステムによってポンピングされるガスの流量は少なくなる。

【 0 0 0 4 】

特に半導体産業における恒久的な問題は、真空エンクロージャに含まれるガスを高純度に維持することである。この目的のために、真空ポンピングシステムから逆方向の汚染を回避することが必要となる。特にこのため、液封真空ポンプを含む真空ポンピングシステムが使用できない。今日の技術において、真空ポンピングシステムは、ルーツまたはクロードライポンプを基本としている。

【 0 0 0 5 】

他方、真空エンクロージャに意図的に導入された処理ガスは、高価なガスであることが多いので、真空ポンピングシステムからの排気口において、ポンピングされたガスのリサイクルシステムによって、これらのガスをリサイクルすることが、後に、制御された方法で真空エンクロージャ内へ再び導入するために、有利である。したがって、真空ポンピングシステムを通過する間に、これらのガスが汚染されることを回避することが必要となり、これが、オイルシールを備えた従来の一次ポンプではなく、ルーツまたはクロードライ一次ポンプを使用する第 2 の理由である。

【 0 0 0 6 】

したがって、ルーツまたはクロードライ一次ポンプを使用する従来技術の真空ポンピングシステムにおいて、一次ポンプの吸気口は、真空エンクロージャから直接、または、ターボ分子ポンプでもよい二次ポンプを介して間接にのいずれかで、ポンピングされるガスを受け取る。一次ポンプは、ポンピングされたガスを、大気中に直接、またはポンピングされたガスのリサイクルシステムに直接排出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

様々な産業では、アルゴンまたはキセノンなどの純粋な低熱伝導率ガスをポンピングしてリサイクルしなければならない。これは、特に、これらのガスが、新世代電子回路を製造するためのフォトリソグラフィ装置において、遠紫外スペクトルにおける放射を行う光源に使用されている半導体産業の場合である。

【 0 0 0 8 】

このタイプの適用例において、これらの非常に純粋なガスは、真空エンクロージャ内で低圧で使用され、ルーツ多段ドライ一次ポンプまたはクローマルチローブドライ一次ポンプを使用するポンピングシステムによって排気される。

【 0 0 0 9 】

多段ポンプにおいて、排気されるガスは、ポンプの第 1 段によって吸引され、続いて、続く段において、最終段の排気口における大気圧より僅かに大きな圧力に圧縮され、続いて、大気中に解放されるか、またはポンピングされたガスのリサイクルシステムに排出される。

【 0 0 1 0 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ルーツ多段ドライポンプまたはクローマルチローブドライポンプを使用する従来技術の真空ポンピングシステムは、アルゴンまたはキセノンなどの純粋な低熱伝導率ガスが、プロセスステップの間に真空エンクロージャに導入された場合、深刻な問題を有することが見出されている。これは、ポンピングされたガス中に、アルゴンまたはキセノンなどの純粋な低熱伝導率ガスが高濃度に存在すると、ドライ一次ポンプの拘束 (b i n d i n g) および破壊が非常に急速に生じるためである。

【 0 0 1 1 】

ポンプの急速な拘束および破壊は、ポンプの最終段、すなわち大気圧に近い圧力でガスを排出する段の拘束によるものである。

【 0 0 1 2 】

このことに対する説明は、以下の分析に見出されている。すなわち、多段ドライポンプにおいて、その技術に関係なく、ガスは、第 1 段の吸気口における吸引圧力から、最終段の排気口における大気圧まで、ポンプの後続段において圧縮される。各圧縮段において、ガスは加熱され、隣接するポンプの各部分を加熱する。圧縮は一定ではないが、最大の圧縮は最終段で行われる。 5×10^4 パスカルより大きい圧縮は、一般に最終段で得られる。したがって、ガスが最も加熱され、したがって、熱の形態のエネルギーのほとんどが放散されるのは最終段である。

【 0 0 1 3 】

ドライ一次ポンプの構造は、2つの機械的に結合された回転子が回転し、互いに対して横方向にずれている固定子を含む。回転子は、ベアリングによって支持され、回転子と固定子またはポンプ本体との間の機械的な隙間にあるガスの薄い層によって、固定子から分離されている。ポンプの段における熱の非常に小さな部分は、回転子のシャフトを介しポンプ本体への伝導によって放散され、熱の大きな部分は、回転子と固定子との間のガスの薄い層を介した伝導によって放散される。

【 0 0 1 4 】

低熱伝導率ガスをポンピングする時に、ガスは、回転子と固定子との間の熱の伝達を妨害する。この結果、多段一次ポンプの最終段において、回転子の温度は、非常に高い温度まで急速に上昇し、その結果、回転子が固定子と接触するような回転子の膨張が起こり、一次ポンプの拘束および破壊をもたらす。

【 0 0 1 5 】

この現象を防止するために、既に提案されている1つの解決策は、ポンプの中間段に、窒素またはヘリウムなどの高熱伝導率ガスを注入することを必要としている。しかし、これらの添加ガスは、続いて純粋なガスと混合され、簡単なリサイクルを妨害する。

【 0 0 1 6 】

他の従来技術の解決策は、最終段の圧縮比を低下させるために、最終段の機能的隙間を意図的に増大させることを必要とし、これによって、排出する熱を削減している。しかし、ポンプは、必要な性能を達成することはもはや可能ではなく、したがって、ポンプを複雑で大きなものにする多数の補助段にわたる圧縮比の損失を分配することが必要となる。

【 0 0 1 7 】

したがって、本発明によって対処される問題は、低熱伝導率ガスをポンピングする時に、ドライ一次ポンプの破壊を回避する新しい真空ポンピングシステム構造を構成することであり、これは、従来技術の多段ドライ一次ポンプを變形することなく使用し、適用可能な場合は、同じリサイクル技術を保持し、したがって、新しいポンプを開発する必要性を回避する。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上述のおよび他の目的は、一次ポンプの吸気口がポンピングされるガスを受け取るように構成され、および一次ポンプの排気口がポンピングされたガスを大気中またはポンピングされたガスのリサイクルシステムへ排出するように構成された、ルーツまたはクロー多段ドライ一次ポンプを含む、低熱伝導率ガスをポンピングするための真空ポンピングシステムであって、前記真空ポンピングシステムが、低熱伝導率ガスを含む、または低熱伝導率ガスが注入される真空エンクロージャに接続されるように構成されたものであり、前記真空ポンピングシステムがさらに、前記一次ポンプの前記排気口に接続された吸気口、および、大気または前記ポンピングされたガスのリサイクルシステムに排出する排気口を有する増設ポンプと、前記増設ポンプに並列に接続され、前記一次ポンプから入来するガスを通過させるように構成された逆止め弁を含む予備排気パイプとを含み、増設ポンプがメムブレンポンプまたはピストンポンプである、前記真空ポンピングシステムによって、達成される。

【 0 0 1 9 】

第 1 の実施形態において、増設ポンプはメムブレンポンプである。

【 0 0 2 0 】

他の実施形態において、増設ポンプは、ピストンポンプである。

【 0 0 2 1 】

増設ポンプは、例えば真空エンクロージャにおいて実行される低圧製造プロセスステップの間にプロセスガスの流量をポンピングするために、低圧において真空をポンピングするステップの間、真空ポンピングシステムを介して通過するガスの流量の全てをポンピングすることが可能であるような定格でなければならない。

【 0 0 2 2 】

増設ポンプは、低圧において真空をポンピングする時に、ガスの前記流量をちょうどポンピングできるような定格にできるのが好ましい。したがって、小型で安価であるが、ドライ一次ポンプの破壊の問題を排除するのに十分である増設ポンプを使用することができる。

【 0 0 2 3 】

予備排気パイプは、真空エンクロージャの予備排気ステップの間、大流量のガスを通過させるような定格でなければならない。

【 0 0 2 5 】

低熱伝導率ガスは、アルゴンまたはキセノンを含むことができる。

【 0 0 2 6 】

ポンピングされたガスは、真空ポンピングシステムの排気口において、ポンピングされたガスのリサイクルシステムに有利に排出される。ポンピングされたガスのリサイクルシステムは、前記低熱伝導率ガスを、真空エンクロージャ内に制御された方法で再注入するために、低熱伝導率ガスを抽出し、リサイクルする。

【 0 0 2 7 】

本発明の他の目的、特徴、および長所は、本発明の特定の実施形態の以下の説明から明ら

10

20

30

40

50

かになるだろう。説明は、添付の図面を参照して行われる。

【 0 0 2 8 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 に模式的に示す実施形態において、本発明による真空ポンピングシステムは、吸気口 2 が真空エンクロージャ 3 からポンピングされるガスを受け取り、排気口 4 が、増設ポンプ 6 および予備排気パイプ 7 を含む排気口段 5 にポンピングされたガスを排出する、ルーツまたはクロー多段ドライ一次ポンプ 1 を含む。

【 0 0 2 9 】

増設ポンプ 6 は、一次ポンプ 1 の排気口 4 に接続された吸気口 8、および外部大気に、またはポンピングされたガスのリサイクルシステム 10 に、排出する排気口 9 を有する。

10

【 0 0 3 0 】

予備排気パイプ 7 は、増設ポンプ 6 と並列に接続されている。すなわち、その吸気口は、増設ポンプ 6 の吸気口 8 および一次ポンプ 1 の排気口 4 に接続され、その排気口は、増設ポンプ 6 の排気口 9、および大気またはポンピングされたガスのリサイクルシステム 10 に接続されている。予備排気パイプ 7 は、ガスが吸気口から排気口へ通過することを可能にし、排気口から吸気口に流れることを防止する逆止め弁 11 を含む。したがって、逆止め弁 11 は、一次ポンプ 1 の排気口 4 から入来するガスを通過させる。

【 0 0 3 1 】

増設ポンプ 6 は、一次ポンプ 1 のために使用されたルーツまたはクロー技術以外の技術を使用するドライポンプであり、ポンピングされたガスが、大気またはポンピングされたガスのリサイクルシステム 10 に排出される前に、ポンピングされたガスの最終圧縮による温度上昇に、損傷なく耐えるように構成されている。

20

【 0 0 3 2 】

適切な増設ポンプの第 1 の例は、図 3 に模式的に示すメンブレンポンプである。このようなメンブレンポンプは、ドライポンプ、すなわち液体によってシールされていないポンプである。メンブレンポンプの構造は、ポンピングされたガスの薄い層によって固定子から絶縁された回転子を含まない。

【 0 0 3 3 】

適切な増設ポンプの第 2 の例は、当技術分野においてよく知られている構造のピストンポンプである。このようなピストンポンプには、ポンピングされたガスの薄い層によって固定子から絶縁された回転子がない。

30

【 0 0 3 4 】

ピストンポンプおよびメンブレンポンプ技術の双方において、ポンプの全ての構成要素は、強制冷却回路によってそれ自体が冷却されるポンプの外部本体からの伝導によって冷却することができ、この種類の増設ポンプが、ポンピングされたガスの最終圧縮の結果得られる大量の熱を排出することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

増設ポンプ 6 は、低圧で真空をポンピングする時に、真空ポンピングシステムを介して、通過するプロセスガスの全流量をポンピングすることが可能であるような定格でなければならない。ポンピングされたガスが低圧にあるこれらのステップの間、ガス流量は比較的小さい。したがって、増設ポンプが、前記ガス流量をポンピングすることがちょうど可能であるような定格とすることで十分であり、そうであれば、増設ポンプ 6 の吸気口 8 は、大気圧よりはるかに低い圧力になり、したがって、一次ポンプ 1 は低圧縮比を提供しなければならない、これは、これを通過するガスの加熱、およびその結果として起こるその構成要素各部の加熱を結果的に低減する。増設ポンプ 6 の吸気口 8 においてガス圧の満足できる低減を達成するために、逆止め弁 11 が、増設ポンプ 6 の吸気口 8 と排気口 9 との間の圧力差を維持して、増設ポンプ 6 が、通常の作動条件下でガス流量の全てをポンピングすることが可能であることで十分である。

40

【 0 0 3 6 】

真空エンクロージャ 3 の排気の開始において、一次ポンプ 1 が排気しなければならない大

50

きな流量におけるガスの流れに対しては、予備排気パイプ 7 が必要である。この場合、ポンピングされたガスは、通常、いかなる低熱伝導率ガスも含まず、一次ポンプ 1 の最終段によって提供される圧縮は、一次ポンピングシステムが通常の作動条件下、すなわち、真空エンクロージャ 3 における圧力が非常に低い時に提供しなければならない圧縮よりも小さい。したがって、一次ポンプ 1 はそれ自身で、予備排気パイプ 7 を介して、真空エンクロージャ 3 の予備排気を達成することが可能であり、増設ポンプ 6 は、システムの動作に重大な影響を及ぼさない。予備排気パイプ 7 は、真空エンクロージャ 3 の予備排気の間、大きなガス流量を通過させるような定格としなければならない。

【 0 0 3 7 】

図 1 に示す実施形態において、ポンピングされたガスのリサイクルシステム 10 は、リサイクルされたガスの流れを発生させる。リサイクルされたガスの流れは、プログラムされた動作ステップの間、真空エンクロージャ 3 内に適切な量のガスを注入するために、注入パイプ 13 によって真空エンクロージャ 3 に、今度は、接続されている制御ガス供給源 12 にリサイクリングパイプ 110 を介して向けられる。

10

【 0 0 3 8 】

一次ポンプ 1 は、例えば、図 2 にさらに明確に示すルーツ多段ドライポンプである。この種類のルーツ多段ポンプにおいて、固定子 14 は、ガスが隣接する圧縮チャンバの間を連続して通過するガス通路を備えた、回転子 20 などの 2 つの並列かつ機械的に結合された回転子によって支承されたルーツコンプレッサのローブが回転する、連続した圧縮チャンバ、例えば、圧縮チャンバ 15、16、および 17 を画定する。

20

【 0 0 3 9 】

回転子 20 などの回転子は、ベアリング内に取り付けられた回転部品であり、コンプレッサのローブと固定子 14 の壁との間には、隙間が必ず存在する。したがって、回転子のコンプレッサローブと固定子 14 の塊との間には、ガスの薄い層が存在する。低熱伝導率ガスをポンピングする時、ガスの薄い層は、固定子から回転子のコンプレッサローブを効果的に絶縁し、したがって、回転子から固定子 14 への熱の流れを妨害する。これは、回転子 20 などの回転子の加熱をもたらす。

【 0 0 4 0 】

加熱は、ガスの最大の圧縮が行われる段である一次ポンプの最終段 17 において、さらに強まる。

30

【 0 0 4 1 】

図 1 に示す本発明による真空ポンピングシステムは、一次ポンプ 1 の排気口 4 において圧力を低減し、そのため、一次ポンプ 1 の最終段の加熱を低減する。

【 0 0 4 2 】

これは、低熱伝導率ガスをポンピングする時に特に有利であり、一次ポンプ 1 の急速な破壊を防止する。

【 0 0 4 3 】

本発明によるシステムは、以下の通りに動作する。ポンピングの開始において、ガスは真空エンクロージャ 3 内に存在し、大気圧に近い圧力で一次ポンプ 1 の排気口 4 においてガスを排出するために、一次ポンプ 1 は、その吸気口 2 においてガスを吸引し、ガスを圧縮する。ガス流量は大きく、ポンピングされたガス混合物は、一般に、良好な熱伝導率を備えたガスを含む。したがって、ルーツ多段一次ポンプ 1 は、予備排気ステップの間、このガス流量をポンピングすることが可能である。一次ポンプ 1 の排気口 4 において放出されたガスは、主に、予備排気パイプ 7 および逆止め弁 11 を介して大気に逃される。増設ポンプ 6 は、排出されたガス流量の小部分のみを通過させ、そのポンピング能力は低い。

40

【 0 0 4 4 】

低圧が真空エンクロージャ 3 内に確立された時、真空プロセスステップ、例えば、半導体製造プロセスステップを行うことができる。これらのステップの間、すなわち通常の動作の間、プロセスガスは、注入パイプ 13 を介してガス供給源 12 から真空エンクロージャ 3 に注入される。これらのプロセスガスは、これらのガスが、例えば遠紫外スペクトルに

50

において放射する光源に使用されるプロセスステップにおいて、アルゴンまたはキセノンなどの絶縁ガスでもよい。ポンピングされたガスの流量が小さいため、増設ポンプ 6 は、排気口 4 を介して一次ポンプ 1 を出るガス全流量をポンピングすることができ、予備排気パイプ 7 には流れはない。この結果、増設ポンプ 6 は、その吸気口 8、すなわち一次ポンプ 1 の排気口 4 において、圧力降下を起こす。したがって、一次ポンプ 1 は、その構成要素の加熱を強めることなく、ポンピングされたガスの流れにおいて、アルゴンまたはキセノンなどの低熱伝導率ガスの存在に耐えることができる。

【 0 0 4 5 】

ポンピングされた低熱伝導率ガスは、一般に、リサイクルすることが有益である高価なガスである。これが、システムからの排気口において、ガスが、ポンピングされたガスのリサイクルシステム 10 に放出される理由であり、システム 10 は、それ自体が、真空用エンクロージャ 3 への後続く再注入のために、リサイクルされたガスを、リサイクルパイプ 110 を介してガス供給源 12 へ戻す。

10

【 0 0 4 6 】

本発明は、明示的に開示された実施形態に限定されないが、当業者には明らかとなるであろう、それらの変形および一般化も含む。

【図面の簡単な説明】

【図 1】真空エンクロージャに接続された本発明による真空ポンピングシステムの一実施形態の一般的な模式図である。

【図 2】考えられる多段ルーツポンプの構造を示す垂直断面の側面図である。

20

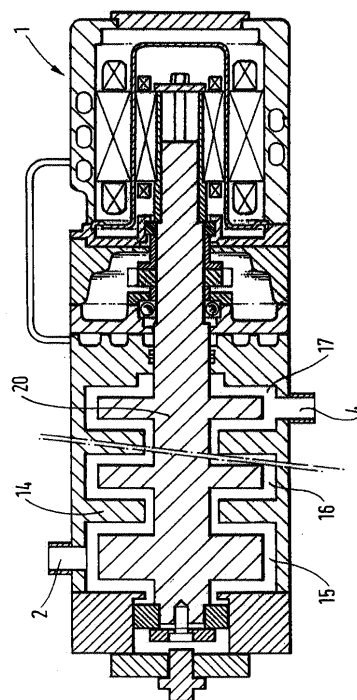
【図 3】考えられるメンブレンポンプの構造を示す垂直断面の側面図である。

【符号の説明】

- 1 多段ドライ一次ポンプ
- 2、8 吸気口
- 3 真空エンクロージャ
- 4、9 排気口
- 5 排気口段
- 6 増設ポンプ
- 7 予備排気パイプ
- 10 リサイクルシステム
- 11 逆止め弁
- 12 ガス供給源
- 14 固定子
- 15、16、17 圧縮チャンバ
- 20 回転子
- 110 リサイクルパイプ

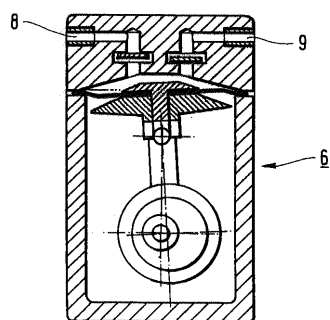
30

【 図 2 】



【 図 3 】

FIG. 3



フロントページの続き

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 ミシエル・ビューシュ

フランス国、7 4 3 7 0 ・メス・テシー、シユマン・ドユ・ボワ・ベルナール・9

審査官 種子 浩明

(56)参考文献 米国特許第4 5 0 4 2 0 1 (U S , A)

米国特許第5 5 8 4 6 6 9 (U S , A)

米国特許第5 9 4 7 6 9 4 (U S , A)

米国特許第5 7 0 9 5 3 7 (U S , A)

独国特許出願公開第3 7 1 0 7 8 2 (D E , A 1)

西独国特許第4 4 4 3 3 8 7 (D E , B)

欧州特許出願公開第9 3 1 9 9 3 9 (E P , A 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F04B 37/16

F04C 23/00

F04C 25/02

F04C 28/10