

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3571056号
(P3571056)

(45) 発行日 平成16年9月29日(2004.9.29)

(24) 登録日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H05H 1/46

H05H 1/46

B

H01J 37/32

H01J 37/32

H01L 21/3065

H01L 21/302

B

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-531466
(86) (22) 出願日 平成9年3月3日(1997.3.3)
(65) 公表番号 特表2001-508226(P2001-508226A)
(43) 公表日 平成13年6月19日(2001.6.19)
(86) 国際出願番号 PCT/EP1997/001114
(87) 国際公開番号 W01997/033299
(87) 国際公開日 平成9年9月12日(1997.9.12)
審査請求日 平成13年4月20日(2001.4.20)
(31) 優先権主張番号 196 08 949.2
(32) 優先日 平成8年3月8日(1996.3.8)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 504002849
シュピッツル、ラルフ
ドイツ、デー—53639 ケーニヒスヴ
インター、ニーダーショイレン 27アー
(74) 代理人 100095555
弁理士 池内 寛幸
(72) 発明者 シュピッツル、ラルフ
ドイツ、デー—53639 ケーニヒスヴ
インター、ニーダーショイレン 27アー
(72) 発明者 アッシャーマン、ベネディクト
ドイツ、デー—42111 ヴッパター
ル、イレックスヴェク 1アー

審査官 山口 敦司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強力マイクロ波プラズマ発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロ波プラズマ発生装置であり、マイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、プラズマチャンバと、マイクロ波給送共振器と、前記マイクロ波を前記プラズマチャンバに結合させる結合点とを備えており、

前記給送共振器は、管状の内部導体と管状の外部導体とを備えた同軸共振器であり、前記両導体は共通する長手方向のz軸を有しており、

前記同軸共振器の前記長手z軸方向の長さは、前記マイクロ波の伝搬波長の半分の倍数に等しく、

前記プラズマチャンバは導体を含んで構成され、前記内部導体とは別体であり、前記プラズマチャンバと前記内部導体との間は共振的作動空間であり、

前記プラズマチャンバは、前記共振器によって完全に又は部分的に囲まれており、

前記結合点は前記内部導体内又はその上に配置されているマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項2】

マイクロ波プラズマ発生装置であり、マイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、プラズマチャンバと、マイクロ波給送共振器と、前記マイクロ波を前記プラズマチャンバに結合させる結合点とを備えており、

前記給送共振器は、管状の内部導体と管状の外部導体とを備えた同軸共振器であり、前記両導体は共通する長手方向のz軸を有しており、

前記同軸共振器の前記長手z軸方向の長さは、前記マイクロ波の伝搬波長の半分の倍数に

10

20

等しく、

前記プラズマチャンバは導体を含んで構成され、前記外部導体とは別体であり、
前記共振器は、前記プラズマチャンバによって完全に又は部分的に囲まれており、
前記結合点は前記外部導体内又はその上に配置されているマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項 3】

前記同軸共振器の内部及び／又は外部に配置された他のプラズマチャンバをさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項 4】

前記プラズマチャンバが、グリッドによって分割されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項 5】

前記同軸共振器及び前記プラズマチャンバは、共通の長手中心 z 軸を有し、且つ前記共通の中心軸の方向における長さが等しいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマイクロ波プラズマ発生装置。

【請求項 6】

前記結合点がスロットであることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のマイクロ波プラズマ発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

マイクロ波プラズマは、例えば、部品の製造又は加工、マイクロエレクトロニクス、コーティング、気体の分解、材料の合成又は洗浄、といった技術分野において使用される。

【0002】

本装置において、マイクロ波は、任意にプラズマチャンバの周りの導波管共振器への供給口を介して、マイクロ波発生装置から任意に備えている容器、即ち作動空間と共に、前記プラズマチャンバに、結合点を介して供給される。従来、特にリング共振器、即ちリングとして設計された、共振器リングの比較的大きな断面直径に比べて、軸に沿った長さが短い導波管共振器が使用されている。例えばこの場合は、チューブとして設計されたプラズマチャンバの軸とリング共振器の軸が、同一又は共通の z 軸であるのが一般的である。

【0003】

DE19600223.0-33号明細書によると、共振器リングは、矩形断面を有し、結合点は、例えば、短い断面側でスロットの形状をしている。マイクロ波プラズマを生成するためのこの種の装置は、高い効率性を有する。しかしながら、より均一でより強力なプラズマチャンバ及びより簡単な構造の装置が必要とされる。

【0004】

本発明のマイクロ波プラズマ発生装置は、マイクロ波プラズマ発生装置であり、マイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、プラズマチャンバと、マイクロ波給送共振器と、前記マイクロ波を前記プラズマチャンバに結合させる結合点とを備えており、
前記給送共振器は、管状の内部導体と管状の外部導体とを備えた同軸共振器であり、前記両導体は共通する長手方向の z 軸を有しており、
前記同軸共振器の前記長手 z 軸方向の長さは、前記マイクロ波の伝搬波長の半分の倍数に等しく、

前記プラズマチャンバは導体を含んで構成され、前記内部導体とは別体であり、前記プラズマチャンバと前記内部導体との間は共振的作動空間であり、

前記プラズマチャンバは、前記共振器によって完全に又は部分的に囲まれており、
前記結合点は前記内部導体内又はその上に配置されている。

【0005】

本発明の別のマイクロ波プラズマ発生装置は、マイクロ波プラズマ発生装置であり、マイクロ波を発生するマイクロ波発生装置と、プラズマチャンバと、マイクロ波給送共振器と、前記マイクロ波を前記プラズマチャンバに結合させる結合点とを備えており、

前記給送共振器は、管状の内部導体と管状の外部導体とを備えた同軸共振器であり、前記両導体は共通する長手方向の z 軸を有しており、
前記同軸共振器の前記長手 z 軸方向の長さは、前記マイクロ波の伝搬波長の半分の倍数に等しく、

前記プラズマチャンバは導体を含んで構成され、前記外部導体とは別体であり、
前記共振器は、前記プラズマチャンバによって完全に又は部分的に囲まれており、
前記結合点は前記外部導体内又はその上に配置されている。

【0006】

本発明においては、前記外部導体の直径が、前記 z 軸方向の前記共振器の長さより小さいことが好ましい。

10

【0007】

前記同軸共振器の内部及び／又は外部に配置された他のプラズマチャンバをさらに備えることが好ましい。

【0008】

前記プラズマチャンバが、グリッドによって分割されていることが好ましい。

前記同軸共振器及び前記プラズマチャンバは、共通の長手中心 z 軸を有し、且つ前記共通の中心軸の方向における長さが等しいことが好ましい。

【0009】

前記結合点がスロットであることが好ましい。

前記共振器又は前記プラズマチャンバを調整するための1つ以上の調整素子を更に備えることが好ましい。

20

【0010】

前記プラズマチャンバの長さを可変とすることのできる閉鎖ディスクを更に備えることが好ましい。

【0011】

本発明は、マイクロ波プラズマ発生装置に関するものであり、前記装置の共振器は、内部及び外部導体を備えた同軸共振器として設計されている。前記導体が、完全に又は部分的に前記共振器の内部及び外部境界を形成している限り、後者の形状と前記導体の形状は任意である。前記二つの導体が、同種の又は同一の、類似した軸方向を有するか、或いは、共通の z 軸を有するのが好ましい。驚くべきことに、本装置の作動中、真空状態は必ずしも必要とされない。

30

【0012】

同軸共振器としてそれぞれ内部に配置されており、端部が閉鎖されていても開口されていてもよい細長型の中空部、例えば圧延部から成るのが好ましい。角度基準面を含み、それぞれ内部に配置されている、任意の二つのチューブ又はシリンダーは、形成しやすい典型例である。結合が外部導体のみを介して行われる場合は、内部導体として、導線又は固体円柱を備えているのが好ましい。

【0013】

前記共振器は、本質的に、前記プラズマチャンバと同一の z 軸方向の軸を有し、 z 軸方向に沿った前記共振器及びプラズマチャンバの長さが、同一又は同一でないように設計してもよい。

40

【0014】

前記装置は、前記全構成要素を複数含有することも可能である。

このように、本発明は、異なる断面を有し精密に設計された共振器リングとは異なる。前記共振器リングは、例えば、共振器として設計されており、リングが手の指の周りにぴったりとフィットするように、プラズマチャンバの周りにぴったりとフィットする。この代わりに、本発明によると、同軸共振器は細長く、例えば、手の指の周りの手袋の指の部分の空間のように、本質的に z 軸方向に全長にわたって、スリーブとして設計され得る。

【0015】

本発明によると、前記プラズマチャンバ及び共振器は、特定の空洞形状に限定されない。

50

前記同軸共振器の内部及び外部導体が、本質的にそれらの z 軸と呼ばれる長軸又は最長軸が、本質的に同一方向にあることが非常に好ましい。前記チャンバ及び同軸共振器の軸の対応方向は、共通又は平行軸であるのが好ましいが、前記二つの構成要素の軸間に小さい角度又は 90° までの傾きを設けることも可能である。

【0016】

柔軟性のある金属チューブから成る、例えばコイル状ストリップ又はインターロックリングの形状の同軸導体を設けることが可能であり、前記共振器は、それぞれ内部に配置された二つのチューブ、又は、例えば前記導体の一つとして、管状或いは卵形チャンバの周りに巻き付けられた一つのチューブで形成される。前記プラズマチャンバの壁は、前記導体の一つを構成していてもよく、前記プラズマチャンバの形状は任意であるが、管状、球状又は円柱状に設計されるのが常に好ましい。

10

全ての場合において、前記チャンバ及び共振器の長さは、等しくても等しくなくてもよく、例えば、好ましい方向に対して垂直に、一以上のチャンバ、一以上の同軸共振器、又は分割されたチャンバ或いは同軸共振器を形成することが可能である。

【0017】

結合点、例えば、アンテナの形状、又は、好ましくは、スロット或いは間隙の形状の結合点を、前記同軸共振器の壁上、つまり、前記チャンバと共通の壁上に任意の個数、好ましくは、それぞれ選択されたプラズマモードに必要な配置、形状寸法及び個数で配置してもよい。

【0018】

20

前記同軸共振器において、小さなサイズの結合点が、共振を本質的に乱すことはない。この種の結合点、及び比較的多数の結合点により、前記プラズマチャンバにおける、頻繁に好ましいとされる均質なプラズマ形成、及び適切なサイズである場合には、前記チャンバにおける共振を可能にする。

【0019】

マイクロ波源は、任意に制御される給送口又は更なる共振器を介して、内部境界を含む同軸共振器上の任意の点に直接配置してもよく、一以上のプラズマチャンバに結合してもよい。前記プラズマチャンバは、前記同軸共振器と同様に、例えば、セラミック、石英ガラス又はテフロン（登録商標）のような誘電物質を全体に、又は部分的に含有していてもよい。

30

【0020】

本発明によると、もはや前記共振器の内部のみに前記チャンバを配置する必要はない。内部導体の全体又は一部に配置した内部チャンバを、外部チャンバ同様設けることができ、それぞれ作動空間又はそこに配置された任意の構造の誘電壁を備えた容器と共に、オプションとして、一以上の外部チャンバ及び一以上の内部チャンバの両方を設けることもできる。

【0021】

このように、本発明の同軸共振器は、広範囲に渡る様々な構造及びデザインにすることが可能である。前記プラズマチャンバは、付加的共振器又はその一部であってもよい。この場合、前記プラズマチャンバは、円筒共振器として設計し、特定のモードの関連形状であることが好ましい。一以上の同軸共振器に複数のマイクロ波供給口を形成することが可能である。

40

【0022】

本装置の特定の技術的及び幾何学的設計は、各種モードに特に適している。好ましい同軸モードTEM又は TM_{n1} は、直径の異なる、好ましくは円柱状の電氣的に伝導する二つのチューブ間の同軸共振器に最適に形成される。それらのチューブ中に、 TE_{nm} 又は TM_{nm} いずれかの磁界分布を有することも可能である。前記二つのチューブの長さは、使用されるマイクロ波の伝播波長の半分の倍数に等しいのが好ましい。そして、前記チューブの二端は、例えば、壁、気体透過形グリッド又は短絡ディスクを用いた、電氣的に伝導する端末を有する。

50

【0023】

通常通り誘電物質からなる一容器又は複数の容器は、本発明によると、大きな容量のものであってもよく、分割されている場合、いくつかの用途に役立つ。外部に配置された大きな容器の場合、必ずしも金属密閉壁を設けることを必要としない。

【0024】

図1は、図1aにおいてz軸に沿った装置の断面を、図1bにおいてその関連平面図を示している。装置は、マイクロ波源4を備えた管状同軸共振器の内壁2及び外壁3、及び容器1で示されており、マイクロ波源4は、内壁2と外壁3の間の共振器に結合されている。図1において、二つの結合スロット5が、内壁2に周囲溝として形成されており、それらは前記装置のz軸に対し垂直である。前記同軸共振器及びプラズマチャンバは、内部にあり、円筒共振器として設計されており、この具体的な実施形態においては、z軸方向の長さが等しい。10は、前記プラズマチャンバを二つのチャンバに分割する、例えば金属のような、任意のグリッドである。プロセスガスの供給及び排出用の開口部6は、例として、前記プラズマチャンバの上下閉鎖壁に示されている。

10

【0025】

図2は、図1に類似の装置を示しているが、この場合、結合点5が、内部同軸導体の壁に縦方向のスロットの形状で配置されているので、装置のz軸に平行に走っている。更に、図2は、前記同軸共振器及びプラズマチャンバを調整するための可能性の幾つかの例を含む。閉鎖ディスク7は、前記同軸共振器を調整するために使用される。調整ピン又はネジ8は、同様の用途に利用できる。この種の調整部品の位置及び数は、必要に応じて変えてもよい。調整ピン9は、前記プラズマチャンバを調整するための一可能性を示す。前記プラズマチャンバの長さを変化させる閉鎖ディスク（ここでは図示されていない）も、同様の機能を有する。図中の矢印は、調整部品が動く方向を示している。

20

【0026】

図3は、外部プラズマチャンバを備えた装置の詳細を示しているが、ここでは完全には示されていない。マイクロ波発生装置4は、同軸共振器の内部導体2の内側に取り付けられている。結合点5は、同軸共振器の外壁に、三方位に、部分的に周囲に結合しているスロットとして設計されている。

【0027】

図4は、本発明の更なる具体的な実施形態の概略を示したものであり、図4aは、内部プラズマチャンバ11及び外部プラズマチャンバ12の両方を備えた装置の断面を示している。必要であれば、前記プラズマチャンバ11及び12に容器を取り付けてもよい。

30

【0028】

図4bは、マイクロ波が、円筒共振器13に直接結合されている装置の断面を示しており、この共振器は、同軸共振器と共に周囲の方位スロットを介して結合されている。更なる円筒共振器として設計され、容器1を備えた、プラズマチャンバ11への結合は、更なる結合スロットを介して行われる。

【0029】

図4cは、例として外部導体3を備え、螺旋状に巻き付けられた同軸共振器、及び例えば導線として形成され、同様に巻き付けられた内部導体2が円筒形チャンバ12の内部にある装置の断面を示す。同様にして、コイル状又は巻線形の同軸共振器が、外部導体と共にチャンバを完全に又は部分的に取り囲んでいる、すなわち、例えば、テープ又はコードの様式で、チャンバの周りに巻きつけられている構造とすることができる。

40

【0030】

図4dは、球状プラズマチャンバ11を備えた装置の断面を示す。マイクロ波発生装置4のアンテナは、同軸共振器の内部導体2に直接接続されている。外部導体3は、マイクロ波発生装置4に向かって円錐形に先細り状になっている。マイクロ波パワー源は、一方位の結合スロット5を介してプラズマチャンバに結合されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 aは本発明の一実施例におけるz軸に沿った装置の断面図、bはaの平面図を示

50

す。

【図 2】本発明の別の実施例における z 軸に沿った装置の断面図を示す。

【図 3】本発明の別の実施例における外部プラズマチャンバを備えた装置の断面図を示す。

【図 4】 a は本発明の別の実施例における z 軸に沿った装置の断面図、 b は同、マイクロ波が、円筒共振器に直接結合されている装置の断面図、 c は同、外部導体を備え螺旋状に巻き付けられた同軸共振器の構造図、 d は同、球状プラズマチャンバを備えた装置の断面図を示す。

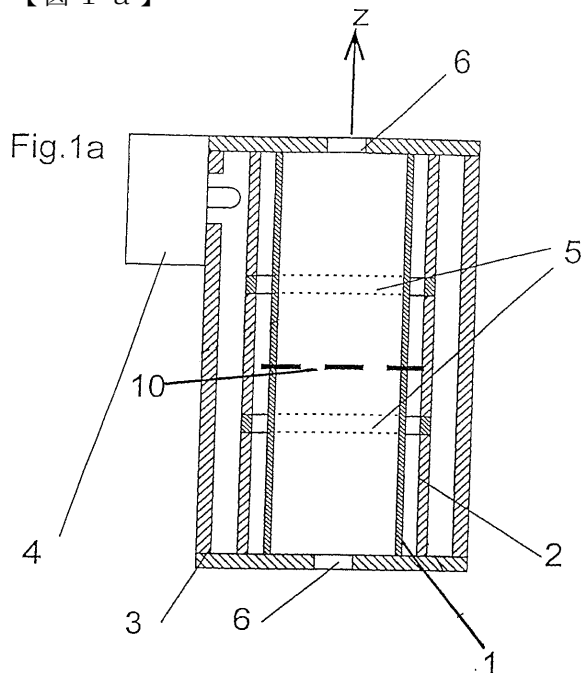
【符号の説明】

- 1 容器
- 2 内壁
- 3 外壁
- 4 マイクロ波源（マイクロ波発生装置）
- 5 結合スロット
- 6 プロセスガスの供給及び排出用の開口部
- 7 閉鎖ディスク
- 8 調整ピン又はネジ
- 9 調整ピン
- 11 内部プラズマチャンバ
- 12 外部プラズマチャンバ
- 13 円筒共振器

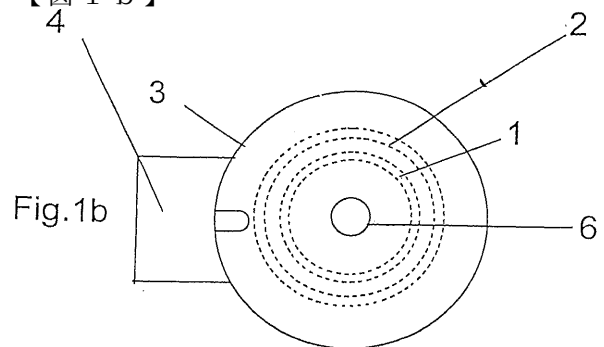
10

20

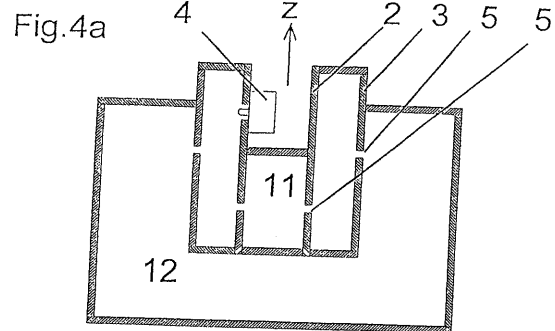
【図 1 a】

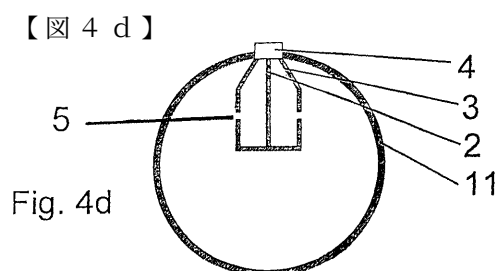
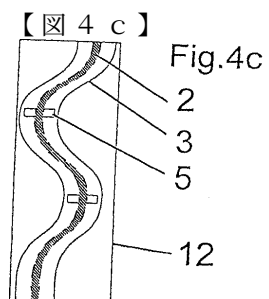
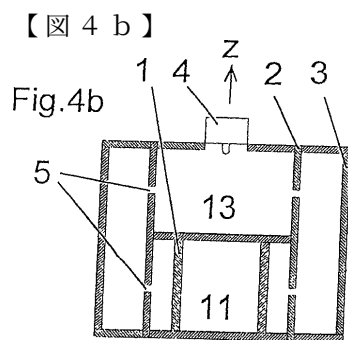
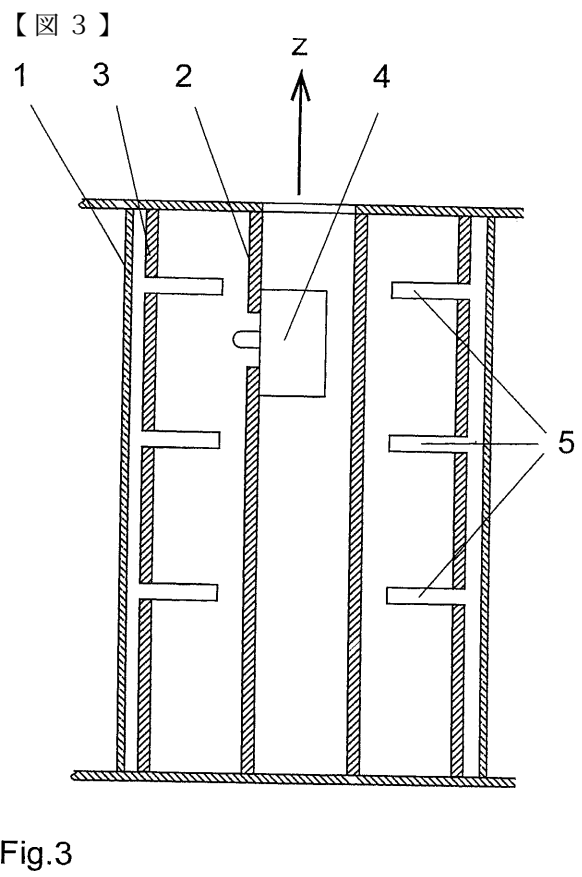
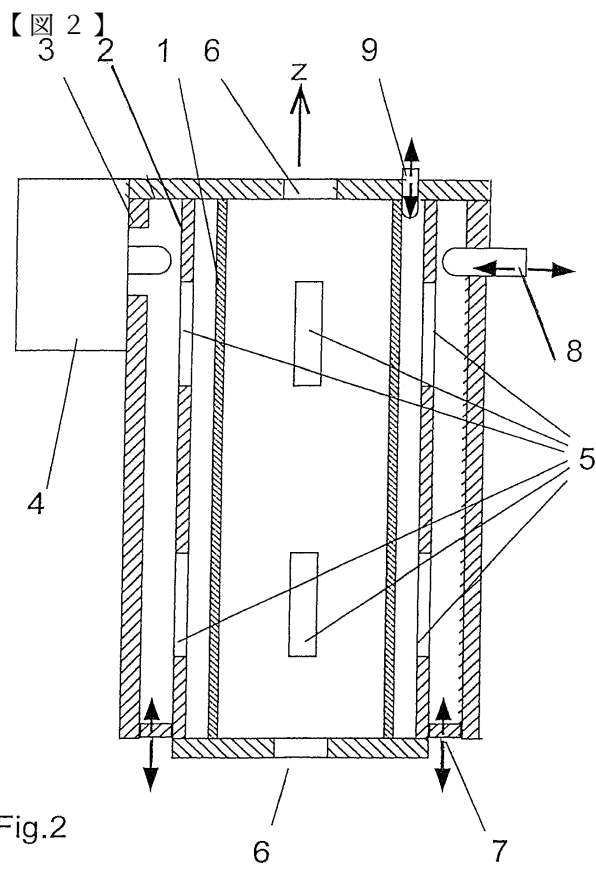


【図 1 b】



【図 4 a】





フロントページの続き

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第00564359 (EP, A1)
特開平01-187824 (JP, A)
米国特許第03577207 (US, A)
特開平05-345982 (JP, A)
欧州特許出願公開第00398832 (EP, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H05H 1/46

H01J 37/32

H01L 21/3065