

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7611258号
(P7611258)

(45)発行日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(24)登録日 令和6年12月25日(2024.12.25)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 N 27/12 (2006.01) G 0 1 N 27/12 B

請求項の数 10 (全9頁)

(21)出願番号	特願2022-548816(P2022-548816)	(73)特許権者	500469855
(86)(22)出願日	令和3年1月18日(2021.1.18)		インフィコン ゲゼルシャフト ミット
(65)公表番号	特表2023-513730(P2023-513730 A)		ベシュレンクテル ハフツング
(43)公表日	令和5年4月3日(2023.4.3)		Inficon GmbH
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/050951		ドイツ連邦共和国 ケルン ボンナー シ
(87)国際公開番号	WO2021/160377		ユトラーセ 498
(87)国際公開日	令和3年8月19日(2021.8.19)		Bonner Strasse 498,
審査請求日	令和5年8月22日(2023.8.22)		D - 5 0 9 6 8 Koeln, Germ
(31)優先権主張番号	20156649.4	(74)代理人	100087941
(32)優先日	令和2年2月11日(2020.2.11)		弁理士 杉本 修司
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	100112829
			弁理士 堤 健郎
		(74)代理人	100142608
			弁理士 小林 由佳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハンドプローブを備える吸込み式ガスリーク検知器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

手持ち式吸込みプローブ(30)と、
真空ポンプ(36)を含むリーク検知計器(34)と、
前記吸込みプローブ(30)と前記真空ポンプ(36)とを接続するガス導通ライン(44)と、
リーク検知中に、前記吸込みプローブ(30)で吸引されるガス流内のトレーサガス成分を直接かつ一斉に分析する、固体半導体型のガスセンサ(46)と、
を備え、
前記ガスセンサ(46)は、前記ガス導通ライン(44)の第1部位(54)が該ガスセンサ(46)から前記吸込みプローブ(30)まで延び、前記ガス導通ライン(44)の第2部位(52)が該ガスセンサ(46)から前記真空ポンプ(36)まで延びる形で、前記ガス導通ライン(44)に接続されており、
前記吸込みプローブ(30)は、前記ガス導通ライン(44)への吸込口を形成するオリフィスを具備し、
前記ガス導通ライン(44)の前記第2部位(52)が前記ガスセンサ(46)と前記真空ポンプ(36)の低压吸入口(42)を接続する一方で、前記真空ポンプ(36)の吐出口(56)は外気に繋がっている、ガスリーク検知器において、
前記真空ポンプ(36)および前記ガスセンサ(46)が、前記吸込みプローブ(30)から離間する位置にある前記リーク検知計器(34)の共通の筐体(32)内に配置され

10

20

て、前記ガス導通ライン(44)によって前記吸込みプローブ(30)と接続されており、前記ガスセンサ(46)は、前記共通の筐体(32)内で、前記真空ポンプ(36)の位置に、前記ガス導通ライン(44)の前記第1部位(54)の長さが前記ガス導通ライン(44)の前記第2部位(52)の長さよりも大きくなる形で配置されており、これによって、ガスセンサ(46)において加速に起因する信号の発生を防止することを特徴とする、ガスリーク検知器。

【請求項2】

請求項1に記載のガスリーク検知器において、前記真空ポンプ(36)が、外気圧よりも低い圧力を生成するように構成されており、前記センサが、前記真空ポンプ(36)によって生成された、前記外気圧よりも低い圧力で動作するように構成されている、ガスリーク検知器。

10

【請求項3】

請求項1または2に記載のガスリーク検知器において、前記ガス導通ライン(44)の全長が約10メートル未満であり、かつ/あるいは、前記ガス導通ライン(44)の吸引内径が約5mm未満である、ガスリーク検知器。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか一項に記載のガスリーク検知器において、前記ガスセンサ(46)が、固体半導体金属酸化物センサ又は酸化スズ(SnO_2)センサである、ガスリーク検知器。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか一項に記載のガスリーク検知器において、前記ガスセンサが、水素センサである、ガスリーク検知器。

20

【請求項6】

請求項1から5のいずれか一項に記載のガスリーク検知器において、前記ガス導通ライン(44)の、前記真空ポンプの吸入口(42)と前記ガスセンサ(46)との間の前記第2部位(52)の長さが、約1メートル未満である、ガスリーク検知器。

【請求項7】

請求項1から6のいずれか一項に記載のガスリーク検知器において、前記真空ポンプ(36)、前記ガス導通ライン(44)および前記オリフィスが、前記吸込口(40)から約20~3000sccmの吸込みガス体積流を生成するように構成されている、ガスリーク検知器。

30

【請求項8】

請求項1から7のいずれか一項に記載のガスリーク検知器を用いた、ガスリーク検知の方法であって、前記真空ポンプ(36)を、400mbar未満の吸入圧を生成するように作動させ、リーク検知中に、前記吸込口(40)から連続的又は周期的に吸引される400mbar未満の圧力のガス流内のトレーサガス成分を、前記ガスセンサ(46)で直接分析する、方法。

【請求項9】

請求項8に記載の方法において、前記吸込口(40)から前記ガス導通ライン(44)を通過する、約20~約3000sccmのガス流を生成するように、前記真空ポンプ(36)を作動させる、方法。

40

【請求項10】

請求項8または9に記載の方法において、前記ガスセンサ(46)が、前記吸込口(40)から吸引されたガス流について、ガス流から分離された成分ではなく、ガス流全体を分析する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、手持ち型の吸込みプローブを備えるガスリーク検知器に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

吸込みプローブ (sniffing probe) は、ガス導通ラインによって真空ポンプに接続されており、真空ポンプ (減圧ポンプ) が真空圧 (減圧) を生成すると、吸込みプローブの吸込口からガス導通ラインを通して真空ポンプに至るガス流が発生する。ガス導通ラインを流れるガスの分析を行って具体的なガス成分を特定するために、固体半導体ガスセンサが設置されている。

【 0 0 0 3 】

従来技術では、真空ポンプから離れた位置にある手持ち式の吸込みプローブ内に固体半導体センサを設けるのが常套である。手持ち式プローブは、通常、ガスリークの有無を調査する対象の表面に沿って動かされる。ガスセンサは、手持ち式プローブのこのような動きの影響を受け易い場合があり、これがガスセンサで生成される測定信号の正確性に影響する可能性がある。これは、固体水素センサなどの金属酸化物系のガスセンサの場合に特に問題となる。

10

【 0 0 0 4 】

INFICON社製のXL3000flexのような質量分析型ガスリーク検知器では、質量分析ガス検出部は通常、本体部品内に含まれている。というのも、質量分析計は大型かつ高重量なため、手持ち式の吸込みプローブに組み込むことができないからである。同じことは、INFICON社製のProtect P3000XLのようなWise Technology系のガスリーク検知器についても言える。そのガス検出部は石英製のヘリウム選択透過膜を有するものであるが、大型かつ高重量なガス検出部は手持ち式吸込みプローブに組み込むことができないため、この場合も、対応する検出部がリーク検知器の本体部に組み込まれることになる。固体半導体系のガスセンサを用いたガスリーク検知器としては、手持ち式プローブに小型センサを組み込むことで応答時間の高速化を可能にした吸込みプローブ付きのものが使用されている。

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

本発明の目的の一つは、手持ち式吸込みプローブと固体半導体型ガスセンサとを備えたガスリーク検知器の精度を向上させることである。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 6 】

本発明の主題は、独立請求項1に規定されている。

【 0 0 0 7 】

すなわち、ガスセンサは、真空ポンプの位置、真空ポンプ近傍で、手持ち式吸込みプローブやその吸込口からは離れた位置に配置されており、手持ち式吸込みプローブが動いても、ガスセンサには動きが生じない。ガスセンサは、リーク検知中、吸込口から吸引されたガスの分析を行う。具体的には、ガスセンサは、連続的又は周期的に吸引されるガス流内のトレーサガス成分を直接分析する。ガスセンサは、ガス流の分離成分を順次分析するものではなく、全ガス流中のトレーサガス成分を分析するものであることが好ましい。ガスクロマトグラフセンサを用いた場合、分析対象のガスを個別の成分に分離して順次分析するが、これに対し、本発明のガスセンサは、ガス流のトレーサガス成分を一斉に分析するものである。すなわち、センサにより、ガス成分は順次ではなく、複数同時に検出される。

40

【 0 0 0 8 】

ガスセンサは、通常大気圧にある真空ポンプの吐出口側ではなく、低圧の真空ポンプ吸入口側に配置されている。真空ポンプの動作時の低圧吸入口側は、真空ポンプの吐出口よりも低圧にあり、典型的には、外気圧を下回る圧力にある。ガスセンサと手持ち式吸込みプローブは、ガス導通ラインの第1部位によって接続されている。当該第1部位は、吸込みプローブのスニッフア先端部にある吸込みプローブ吸込口とガスセンサの入口とを接続する。ガス導通ラインの第2部位は、ガスセンサの出口と真空ポンプの吸入口とを接続する。ガス導通ラインの第1部位の長さは、第2部位の長さより大きく、ガスセンサは真空

50

ポンプの低圧吸入口の近傍に配置され、吸込みプローブからは離間している。特に、手持ち式吸込みプローブが筐体を備える場合、ガスセンサは吸込みプローブのその筐体内に配置されたり、筐体に取り付けられたりすることはない。

【0009】

真空ポンプおよびガスセンサは、ガスリーク検知器の、共通の筐体内に設置され、この共通の筐体が、吸込みプローブから離間した位置で、ガス導通ラインにより吸込みプローブと接続される、リーク検知装置又は計器を構成していてもよい。ガス導通ラインは、ホースであってもよい。

【0010】

ポンプは、典型的には、400 mbar未満、好ましくは50～250 mbarの吸入圧、およびガス導通ラインを通過する、約20～3000 sccm（標準立方センチメートル毎分）のガス体積流量を生成するように作動される。

10

【0011】

ガス導通ラインの長さ、特に、ガス導通ラインの第1部位の長さは、10メートル未満、好ましくは5メートル未満である。これに加えて又はこれに代えて、ガス導通ラインの内径、特に、ガス導通ラインの第1部位の内径は、5 mm未満、好ましくは2 mm未満である。これにより、検出対象の特定のガス成分が吸込みプローブの吸込口に進入した時点からガスセンサがガス成分を検出する時点までの応答時間が、数秒未満という許容範囲の短時間となる。

ガスセンサは、固体型水素センサなどの半導体センサであることが好ましい。

20

【0012】

センサを真空ポンプの十分近くで、プローブから十分離間した位置に配置するため、好ましくはガス導通ラインの、ガスセンサと真空ポンプの吸入口との間にある第2部位の長さは、1メートル未満であることが好ましく、50 cm未満であることがさらに好ましい。

【0013】

作動時には、真空ポンプは、ガス導通ライン内に400 mbar未満の真空圧を生成する。これにより、ガスセンサは、400 mbar未満、好ましくは50～250 mbarの圧力のガスを分析する。

【0014】

ガスリーク検知器は、動作時、ガス導通ラインを通過する、約20～3000 sccmの吸引ガス流量を生成する。

30

【0015】

手持ち式吸込みプローブのオリフィスが、ガス導通ラインへの吸込口を形成している。手持ち式プローブには、ガスセンサが含まれていない。むしろ、ガスセンサは、真空ポンプの低圧吸入口の、真空ポンプ近傍に配置されている。極めて簡素な形態として、手持ち式吸込みプローブは、ガス導通ラインの先端部自体であってもよく、その場合、オリフィスはガス導通ラインの先端の開口端部によって形成される。

【0016】

以下では、図面を参照しながら、本発明の一実施例について説明する。

【図面の簡単な説明】

40

【0017】

【図1】従来技術のガスリーク検知器の概略図である。

【図2】本発明の一実施例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図1に、従来技術の、手持ち式吸込みプローブ10を備えるガスリーク検知器を示す。従来技術のガスリーク検知器は、ガスリーク検知計器14を形成する筐体12を有し、筐体12には、真空ポンプ16が収容されている。吸込みプローブ10の先端18は、吸込口20を形成するオリフィスを具備している。吸込口20は、ホース状の流体ケーブルが形成するガス導通ライン24によって、真空ポンプ16の吸入口22と接続されている。

50

【 0 0 1 9 】

図 1 に示す従来技術のガスリーク検知器において重要な構成は、ガスセンサ 2 6 が、手持ち式吸込みプローブ 1 0、又はその内部（すなわち、吸込みプローブ 1 0 の筐体 2 8 内など）に配置されている点である。そのため、ガスセンサ 2 6 と真空ポンプ 1 6 のガス吸入口 2 2 との間のガス導通ライン 2 4 の長さは、吸込みプローブ 1 0 の吸込口 2 0 とガスセンサ 2 6 とのガス導通ライン 2 4 の長さよりも遥かに大きくなっている。結果として、ガスリークの有無を調べる対象の表面に沿って、手持ち式吸込みプローブ 1 0 を動かした際に、ハンドプローブ 1 0 のあらゆる動きが、ガスセンサ 2 6 の動きに繋がることになる。これを避けるため、本発明は、図 2 に一実施例として示すように、下記の構成を提供する。

10

【 0 0 2 0 】

リーク検知計器 3 4 の筐体 3 2 は、真空ポンプ 3 6 だけでなくガスセンサ 4 6 も収容している。ガス導通ライン 4 4 は、吸込みプローブ 3 0 の先端と真空ポンプ 3 6 の吸入口 4 2 とを接続する。ガス導通ライン 4 4 の第 1 部位 5 4 は、ガスセンサ 4 6 を吸込みプローブ 3 0 の先端 1 8 にある吸込口 4 0 と接続する。ガス導通ライン 4 4 の第 2 部位 5 2 は、真空ポンプ 3 6 の吸入口 4 2 をガスセンサ 4 6 と接続する。ガスセンサ 4 6 は、吸込みプローブ 3 0 の筐体 4 8 内に配置されていない。むしろ、ガスセンサ 4 6 は、ガス導通ライン 4 4 の第 2 部位 5 2 を介して真空ポンプ 3 6 の吸入口 4 2 と連結されている。ガス導通ライン 4 4 は、吸込みプローブ 3 0 の先端と真空ポンプ 3 6 の吸入口 4 2 とを接続する。ガス導通ライン 4 4 の第 2 部位 5 2 は、第 1 部位 5 4 よりも遥かに短くなっている。ガス導通ライン 4 4 の第 1 部位 5 4 は、ガスセンサ 4 6 を吸込みプローブ 3 0 の先端 1 8 にある吸込口 4 0 と接続する。

20

【 0 0 2 1 】

真空ポンプ 3 6 の吐出口 5 6 は外気に開放されている一方で、真空ポンプ 3 6 の吸入口 4 2 は、ガスリーク検知器の作動時に、外気圧を下回る真空圧、好ましくは 4 0 0 m b a r 未満の真空圧を生成する。

【 0 0 2 2 】

ガス導通ライン 4 4 の第 1 部位 5 4 は、ホース状の流体ケーブルであってもよい。第 1 部位 5 4 の長さは、1 0 メートル未満、好ましくは、5 メートル未満であり、1 メートル超である。ガス導通ライン 4 4 の両部位 5 2 , 5 4 の内径は、約 0 . 5 m m から約 2 m m である。真空ポンプは、吸込口 4 0 からガス導通ライン 4 4 を通過する、約 2 0 ~ 約 3 0 0 0 s c c m のガス流を生成する。

30

【 0 0 2 3 】

ガスセンサ 4 6 は、固体半導体型水素センサ / 酸化スズ (S n O ₂) センサである。酸化スズ (S n O ₂) 半導体センサは、加速の影響を受け易い。図 1 のような従来技術の検知器では、手持ち式吸込みプローブ 1 0 内にセンサが取り付けられており、この現象が、プローブの利用を大幅に制限する。プローブの動きにより、ガスセンサ 2 6 が生成する測定信号に影響が生じる。

【 0 0 2 4 】

ガスセンサを、手持ち式吸込みプローブ 1 0 から真空ポンプを収容したリーク検知計器 3 4 へと移すことで、加速に起因した信号を防止するというのが、本発明の思想である。ガスセンサ 4 6 をプローブ 1 0 , 3 0 内ではなく計器 3 4 内に配置することにより、応答時間が長くなる。応答時間は、プローブ 3 0 の先端 1 8 にある吸込口 4 0 から計器 3 4 内部のガスセンサ 4 6 までのガスの移送時間に相当する。移送時間は、ガス導通ライン 4 4 の、プローブ 3 0 とガスセンサ 4 6 との間の第 1 部位 5 4 の圧力および内部体積を減少させることによって短くなる。内部体積の減少は、第 1 部位 5 4 の長さを 3 メートル以下、内径を 2 m m にすることによって行われる。代替的な一実施形態において、第 1 部位 5 4 の長さは 5 メートル以下、内径は 2 m m とされる。真空ポンプ 3 6 が作動することにより、導通ライン 4 4 の第 1 部位 5 4 内の動作圧は、4 0 ~ 2 0 0 T o r r (約 5 0 ~ 2 5 0 m b a r) に低下する。

40

50

【 0 0 2 5 】

ガス導通ライン 4 4 の先端 1 8 には、吸込口 4 0 を形成するようにオリフィスが設置されている。センサ 4 6 は、ポンプ 3 6 の真空側のポンプ 3 6 近傍、すなわち、真空ポンプ 3 6 の低圧吸入口 4 2 付近に配置されている。結果として、生信号の最大微分として測定される測定信号が測定レンジに亘って維持されるほか、信号応答が高速になり、測定対象ガスの短いパルスに対する精度が向上する。

なお本発明は、実施の態様として以下の内容を含む。

〔態様 1〕

手持ち式吸込みプローブ (3 0) と、

真空ポンプ (3 6) と、

前記吸込みプローブ (3 0) と前記真空ポンプ (3 6) とを接続するガス導通ライン (4 4) と、

リーク検知中に、前記吸込みプローブ (3 0) で吸引されるガス流内のトレーサガス成分を直接かつ一斉に分析する、固体半導体型のガスセンサ (4 6) と、

を備え、

前記ガスセンサ (4 6) は、前記ガス導通ライン (4 4) の第 1 部位 (5 4) が該ガスセンサ (4 6) から前記吸込みプローブ (3 0) まで延び、前記ガス導通ライン (4 4) の第 2 部位 (5 2) が該ガスセンサ (4 6) から前記真空ポンプ (3 6) まで延びる形で、前記ガス導通ライン (4 4) に接続されており、

前記吸込みプローブ (3 0) は、前記ガス導通ライン (4 4) への吸込口を形成するオリフィスを具備し、

前記ガス導通ライン (4 4) の前記第 2 部位 (5 2) が前記ガスセンサ (4 6) と前記真空ポンプ (3 6) の低圧吸入口 (4 2) を接続する一方で、前記真空ポンプ (3 6) の吐出口 (5 6) は外気に繋がっている、ガスリーク検知器において、

前記ガスセンサ (4 6) は、前記真空ポンプ (3 6) の位置に、前記ガス導通ライン (4 4) の前記第 1 部位 (5 4) の長さが前記ガス導通ライン (4 4) の前記第 2 部位 (5 2) の長さよりも大きくなる形で配置されており、前記ガス導通ライン (4 4) の前記第 2 部位 (5 2) が前記ガスセンサ (4 6) と前記真空ポンプ (3 6) の低圧吸入口 (4 2) を接続する一方で、前記真空ポンプ (3 6) の吐出口 (5 6) は外気に繋がっていることを特徴とする、ガスリーク検知器。

〔態様 2〕

態様 1 に記載のガスリーク検知器において、前記真空ポンプ (3 6) および前記ガスセンサ (4 6) が、前記吸込みプローブ (3 0) から離間する位置にある共通の筐体 (3 2) 内に配置されており、前記ガス導通ライン (4 4) によって前記吸込みプローブ (3 0) と接続されている、ガスリーク検知器。

〔態様 3〕

態様 1 または 2 に記載のガスリーク検知器において、前記真空ポンプ (3 6) が、外気圧よりも低い (好ましくは約 5 0 ~ 約 2 5 0 m b a r の) 圧力を生成するように構成されており、前記センサが、前記真空ポンプ (3 6) によって生成された、前記外気圧よりも低い圧力で動作するように構成されている、ガスリーク検知器。

〔態様 4〕

態様 1 から 3 のいずれか一態様に記載のガスリーク検知器において、前記ガス導通ライン (4 4) の全長が約 1 0 メートル未満、好ましくは約 5 メートル未満であり、かつ / あるいは、前記ガス導通ライン (4 4) の吸引内径が約 5 m m 未満、好ましくは約 3 m m 未満である、ガスリーク検知器。

〔態様 5〕

態様 1 から 4 のいずれか一態様に記載のガスリーク検知器において、前記ガスセンサ (4 6) が、固体半導体金属酸化物センサ又は酸化スズ ($S n O_2$) センサである、ガスリーク検知器。

〔態様 6〕

10

20

30

40

50

態様 1 から 5 のいずれか一態様に記載のガスリーク検知器において、前記ガスセンサが、水素センサである、ガスリーク検知器。

〔態様 7〕

態様 1 から 6 のいずれか一態様に記載のガスリーク検知器において、前記ガス導通ライン (4 4) の、前記真空ポンプの吸入口 (4 2) と前記ガスセンサ (4 6) との間の前記第 2 部位 (5 2) の長さが、約 1メートル未満、好ましくは約 5 0 c m 未満である、ガスリーク検知器。

〔態様 8〕

態様 1 から 7 のいずれか一態様に記載のガスリーク検知器において、前記真空ポンプ (3 6)、前記ガス導通ライン (4 4) および前記オリフィスが、前記吸込口 (4 0) から約 2 0 ~ 3 0 0 0 s c c m の吸込みガス体積流を生成するように構成されている、ガスリーク検知器。

10

〔態様 9〕

態様 1 から 8 のいずれか一態様に記載のガスリーク検知器を用いた、ガスリーク検知の方法であって、前記真空ポンプ (3 6) を、4 0 0 m b a r 未満の吸入圧を生成するように作動させ、リーク検知中に、前記吸込口 (4 0) から連続的又は周期的に吸引される 4 0 0 m b a r 未満の圧力のガス流内のトレーサガス成分を、前記ガスセンサ (4 6) で直接分析する、方法。

〔態様 1 0〕

態様 9 に記載の方法において、前記吸込口 (4 0) から前記ガス導通ライン (4 4) を通過する、約 2 0 ~ 約 3 0 0 0 s c c m のガス流を生成するように、前記真空ポンプ (3 6) を作動させる、方法。

20

〔態様 1 1〕

態様 9 または 1 0 に記載の方法において、前記ガスセンサ (4 6) が、前記吸込口 (4 0) から吸引されたガス流について、ガス流から分離された成分ではなく、ガス流全体を分析する、方法。

【符号の説明】

【 0 0 2 6 】

3 0 吸込みプローブ

3 2 筐体

3 6 真空ポンプ

4 0 吸込口

4 2 吸入口

4 4 ガス導通ライン

4 6 ガスセンサ

5 2 ガス導通ラインの第 2 部位

5 4 ガス導通ラインの第 1 部位

5 6 吐出口

30

40

50

【図面】

【図 1】

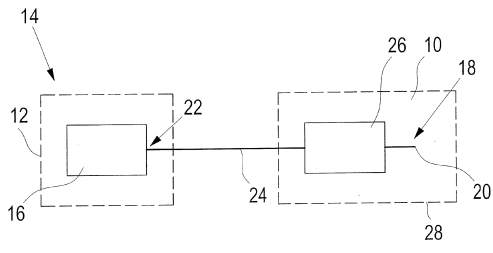


Fig. 1

【図 2】

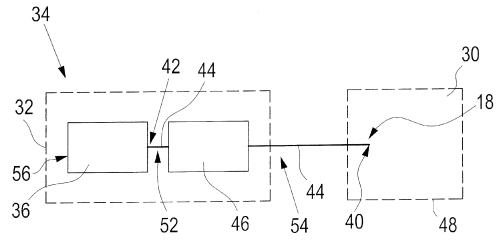


Fig. 2

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100155963
弁理士 金子 大輔
- (74)代理人 100154771
弁理士 中田 健一
- (74)代理人 100150566
弁理士 谷口 洋樹
- (74)代理人 100213470
弁理士 中尾 真二
- (74)代理人 100220489
弁理士 笹沼 崇
- (74)代理人 100187469
弁理士 藤原(橋詰) 由子
- (74)代理人 100225026
弁理士 古後 亜紀
- (72)発明者 エドヴァードソン・ニクラス
ドイツ国, 50968 ケルン, ボンナー シュトラーセ 498, インフィコン ゲゼルシャフト
ミット ベシュレンクテル ハフツング内
- 審査官 黒田 浩一
- (56)参考文献 特開2020-012732(JP, A)
特表2008-532027(JP, A)
特開2012-047651(JP, A)
特開平01-096546(JP, A)
独国特許出願公開第04325419(DE, A1)
米国特許出願公開第2004/0194533(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01N 27/00 - 27/49
G01M 3/00 - 3/40