



(11) **EP 3 647 600 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.05.2020 Patentblatt 2020/19**

(51) Int Cl.:  
**F04D 19/04** (2006.01) **F04D 27/00** (2006.01)  
**G06F 9/4401** (2018.01) **G06F 11/30** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19201918.0**

(22) Anmeldetag: **08.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**  
**35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder: **Dorscht, Viktor**  
**35581 Wetzlar (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**  
**Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB**  
**Martin-Greif-Strasse 1**  
**80336 München (DE)**

(54) **ERKENNUNG EINES ELEKTRISCH ANGESCHLOSSENEN ZUBEHÖRS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Vakuumgeräts, insbesondere eines Vakuumpumpsystems, wobei das Vakuumgerät eine Steuereinheit mit einem Anschluss für eine Zubehöreinheit aufweist, wobei das Verfahren zumindest folgende Schritte aufweist: Ausgeben einer Nachricht über den Anschluss gemäß einem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll; Ermitteln, ob über den Anschluss eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird; falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die Nachricht nicht empfangen wird, Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist; und falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, Erkennen und/oder Ansteuern der Zubehöreinheit basierend auf dem angeschlossenen elektrischen Widerstand.

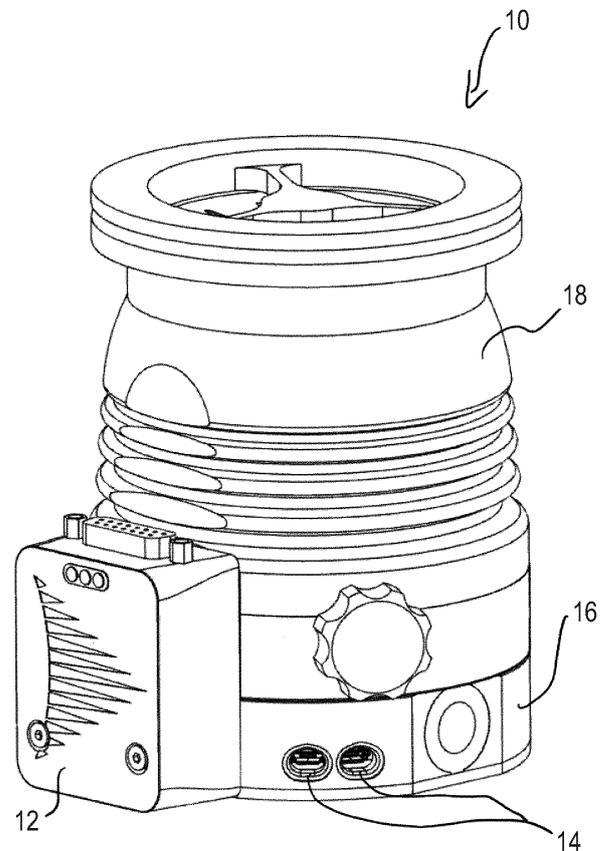


Fig. 1

**EP 3 647 600 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Vakuumgeräts, insbesondere eines Vakuumpumpsystems, wobei das Vakuumgerät eine Steuereinheit mit einem Anschluss für eine Zubehöreinheit aufweist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft auch ein Vakuumgerät, insbesondere Vakuumpumpsystem, mit einer Steuereinheit zum Betreiben des Vakuumgeräts.

**[0003]** Das Vakuumgerät kann auch ein anderes Vakuumgerät als ein Vakuumpumpsystem sein. Beispielsweise kann das Vakuumgerät ein Anzeigegerät oder eine Druckmesseinrichtung sein.

**[0004]** Bei einem beispielhaften Vakuumgerät des Standes der Technik sind ein oder mehrere Anschlüsse jeweils für eine Zubehöreinheit vorgesehen. Die Zubehöreinheit wird nach Anschließen an den Anschluss durch eine Steuereinheit des Vakuumgeräts betrieben. Zum Betreiben des Vakuumgeräts mit der Zubehöreinheit kann es erforderlich sein, dass das Vakuumgerät Informationen über die Zubehöreinheiten, beispielsweise darüber, ob die Zubehöreinheit mit dem Vakuumgerät verbunden ist, oder Informationen mögliche Funktionen oder Protokolle oder Betriebsspannungen, hat. Dazu kann beispielsweise das Vakuumgerät eine Eingabevorrichtung enthalten, an der ein Benutzer die angeschlossene Zubehöreinheit identifizieren kann. Jedoch ist die manuelle Eingabe der Informationen mühsam und wenig flexibel.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, den Anschluss von Zubehör an ein Vakuumgerät zu vereinfachen und/oder flexibler zu gestalten.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines Vakuumgeräts, insbesondere eines Vakuumpumpsystems oder eines Anzeigegeräts oder einer Druckmesseinrichtung, wobei das Vakuumgerät eine Steuereinheit mit einem Anschluss für eine Zubehöreinheit aufweist, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass das Verfahren zumindest folgende Schritte aufweist: Ausgeben einer Nachricht über den Anschluss gemäß einem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll; Ermitteln, ob über den Anschluss eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird; falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die Nachricht nicht empfangen wird, Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen (in anderen Worten mit dem Anschluss verbunden) ist; und falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, Erkennen und/oder Ansteuern der Zubehöreinheit basierend auf dem angeschlossenen elektrischen Widerstand. Es wird verstanden werden, dass das Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, bedeutet, dass ermittelt wird, ob ein (externer) Widerstand (beispielsweise ein Kennwiderstand in der Zubehöreinheit) an den Anschluss angeschlossen ist (beispielsweise über eine Steckverbindung am Anschluss, an der eine

Zubehöreinheit angeschlossen werden kann). Beim Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, wird also nicht ermittelt, ob intern in dem Vakuumgerät ein Widerstand mit dem Anschluss verbunden ist.

**[0007]** Mit anderen Worten wird versucht, festzustellen, ob an bestimmte Anschlussleitungen eines Vakuumgeräts eine Zubehöreinheit angeschlossen ist, die mit dem Vakuumgerät gemäß einem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll kommunizieren und sich somit aktiv gegenüber dem Vakuumgerät identifizieren kann, und falls festgestellt wird, dass eine solche Zubehöreinheit nicht angeschlossen ist, wird versucht, festzustellen, ob eine Zubehöreinheit, welche durch Ermitteln eines in der Zubehöreinheit verbauten Kennwiderstand erkannt werden kann, an die bestimmten Anschlussleitungen des Vakuumgeräts angeschlossen ist.

**[0008]** Hierdurch kann das Anschließen der Zubehöreinheit besonders einfach erfolgen, insbesondere ohne händische oder anderweitig externe Konfiguration, oder mit auf die Zubehöreinheit angepasster händischer oder anderweitig externer Konfiguration. Der Betrieb des Vakuumgeräts wird hierdurch auch besonders flexibel, da Zubehöreinheiten ohne großen Aufwand und je nach Bedarf angeschlossen, getrennt und/oder ausgewechselt werden können. Erfindungsgemäß ist also ein besonders komfortabler Betrieb im Sinne eines "Plug-and-Play"-Konzepts realisiert. Eine angeschlossene Zubehöreinheit gewinnt somit aus Sicht des Nutzers in vorteilhafter Weise ihre Funktion schlicht durch Anschließen am Anschluss. Insbesondere wird es ermöglicht, sowohl Zubehöreinheiten, die gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll mit dem Vakuumgerät kommunizieren können, als auch Zubehöreinheiten, die nicht gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll mit dem Vakuumgerät kommunizieren können, zu erkennen und/oder anzusteuern.

**[0009]** Zubehöreinheiten, die gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll mit dem Vakuumgerät kommunizieren können, können auch als "aktive Zubehöreinheiten" oder "intelligente Zubehöreinheiten" bezeichnet werden, weil sie aktiv mit dem Vakuumgerät kommunizieren können und sich so aktiv gegenüber dem Vakuumgerät identifizieren können.

**[0010]** Zubehöreinheiten, die nicht gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll mit dem Vakuumgerät kommunizieren können, können auch als "passive Zubehöreinheiten" bezeichnet werden, da sie sich nicht aktiv gegenüber dem Vakuumgerät identifizieren können, sondern durch Ermitteln eines elektrischen Widerstands von dem Vakuumgerät erkannt werden können. Passive Zubehöreinheiten können bevorzugt nur an- und ausgeschaltet werden, wie beispielsweise Ventile, Lüfter oder Relais.

**[0011]** Das vorgegebene Kommunikationsprotokoll kann ein digitales Kommunikationsprotokoll sein. In anderen Worten kann das vorgegebene Kommunikationsprotokoll zur Übermittlung digitaler Information eingerichtet

tet sein. Die Nachricht kann eine gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll in eine Spannungsfolge umgesetzte digitale Information (in anderen Worten: eine Abfolge logischer Werte, beispielsweise eine Abfolge von Bits, beispielsweise eine Abfolge von logischen Werten 0 und 1) sein.

**[0012]** Falls keine Antwort auf die Nachricht empfangen wird, kann das bedeuten, dass keine aktive Zuhöreinheit an den Anschluss angeschlossen ist. Daher wird erfindungsgemäß geprüft, ob eine passive Zuhöreinheit, die sich über einen elektrischen Widerstand (der beispielsweise in der Zuhöreinheit verbaut ist und der auch als Kennwiderstand bezeichnet werden kann) identifizieren lässt, an den Anschluss angeschlossen ist.

**[0013]** Dabei kann erfindungsgemäß ermittelt werden, ob ein Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist oder nicht, und/oder es kann der Wert des Widerstandes ermittelt werden. In einer Ausführungsform wird ein zweistufiges Verfahren angewendet, bei dem zuerst ermittelt wird, ob ein Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, und dann, falls ermittelt wird, dass ein Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, der Wert des Widerstandes ermittelt wird.

**[0014]** Falls lediglich ermittelt wird, ob ein Widerstand angeschlossen ist, ohne zu ermitteln, welchen Wert der Widerstand hat, kann erkannt werden, dass eine passive Zuhöreinheit angeschlossen ist. Falls der Wert des Widerstandes ermittelt wird, kann erkannt werden, welche Zuhöreinheit angeschlossen ist.

**[0015]** Dabei wird verstanden werden, dass entweder eine Art der Zuhöreinheit ermittelt werden kann oder eine eindeutige Identifikation der Zuhöreinheit ermittelt werden kann.

**[0016]** Die Steuereinheit kann in Kenntnis der Zuhöreinheit oder der Art der Zuhöreinheit diese bedarfsgerecht betreiben und/oder ansteuern.

**[0017]** Der Begriff "Art" erfasst zumindest die Informationen, die zum sicheren Betrieb der Zuhöreinheit nötig sind. Beispielsweise kann die Steuereinheit die Zuhöreinheit anhand eines Kennzeichens erkennen und weitere Informationen, wie etwa maximal erträgliche Spannung, aus einer hinterlegten Tabelle abrufen. Alternativ kann es auch vorgesehen sein, dass die Steuereinheit unmittelbar die nötigen Informationen erkennt, insbesondere anhand eines von der Zuhöreinheit ausgesendeten Signals im Fall einer aktiven Zuhöreinheit.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform kann der Anschluss eine Mehrzahl von Kommunikationskontakten (in anderen Worten: Pins; in anderen Worten: Leitungen) zur kommunikativen Anbindung der Zuhöreinheit an die Steuereinheit aufweisen. Die Kommunikationskontakte können metallische und/oder elektrische Kontakte sein. Dabei wird zumindest ein Kommunikationskontakt sowohl für die Kommunikation gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll (also das Ausgeben der Nachricht über den Anschluss und/oder das Empfangen einer Antwort bzw. Ermitteln, ob eine Nachricht empfangen wurde) als auch das Ermitteln, ob ein Widerstand an

den Anschluss angeschlossen ist, verwendet. Dazu kann beispielsweise ein Pin des Anschlusses entweder gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll oder als Messleitung für einen analogen Wert (beispielsweise eine Spannung, die abhängig vom Widerstand ist) verwendet werden. Die Funktionsart des Pins (gemäß dem Kommunikationsprotokoll oder als Messleitung) kann beispielsweise von einem Mikrocontroller, der auch für das Betreiben des Kommunikationsprotokolls eingesetzt wird, festgelegt und/oder durchgeführt werden.

**[0019]** Falls eine aktive Zuhöreinheit angeschlossen ist, kann durch die Möglichkeit zur Kommunikation zwischen Steuereinheit und aktiver Zuhöreinheit die Erkennung nicht nur vereinfacht werden, sondern auch der Betrieb erheblich flexibilisiert werden, da nun zwischen Steuereinheit und Zuhöreinheit Daten ausgetauscht werden können. Insbesondere ist eine Kommunikation in beiden Richtungen möglich. Beispielsweise kann der Kommunikationskontakt auch zur Kommunikation mit anderen Einheiten nutzbar sein, die nicht Zuhöreinheiten sind, also beispielsweise zur Kommunikation mit einer Konfigurations- und/oder Diagnoseeinheit, einem weiteren Vakuumgerät und/oder einem Prozessleitsystem. Mit Vorteil kann dann auf eine gesonderte Schnittstelle, wie etwa eine Diagnose- oder Konfigurationsschnittstelle, verzichtet werden. Grundsätzlich können auch mehrere Kommunikationskontakte, insbesondere je Anschluss, vorgesehen sein.

**[0020]** Gleichzeitig kann bei Anschluss einer passiven Zuhöreinheit die gleiche Schnittstelle verwendet werden, um die passive Zuhöreinheit zu erkennen und/oder anzusteuern.

**[0021]** Gemäß einer Ausführungsform können ferner, falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand an den Anschluss nicht angeschlossen ist, die folgenden Schritte ausgeführt werden: Ausgeben einer weiteren Nachricht über den Anschluss gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll; Ermitteln, ob über den Anschluss eine Antwort auf die weitere Nachricht empfangen wird; falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die weitere Nachricht empfangen wird, Ansteuern der Zuhöreinheit basierend auf der empfangenen Nachricht. Falls also zunächst keine aktive Zuhöreinheit angeschlossen ist, und danach ermittelt wird, dass auch keine passive Zuhöreinheit angeschlossen ist, wird zur Erkennung der aktiven Zuhöreinheit zurückgegangen.

**[0022]** In einer Weiterbildung kann zyklisch eine Nachricht über den Anschluss gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll ausgegeben werden und ermittelt werden, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, solange, bis entweder eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird oder ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand an dem Anschluss angeschlossen ist. Es kann also so lange zwischen der Erkennung von aktiven Zuhöreinheiten und passiven Zuhöreinheit gewechselt werden, bis eine Zuhöreinheit (aktiv oder passiv) erkannt wird. Die Zuhöreinheit kann dann basierend auf der empfangenen Antwort

(für eine aktive Zuhöreinheit) oder dem angeschlossenen elektrischen Widerstand (für eine passive Zuhöreinheit) erkannt und/oder angesteuert werden. In einer Ausführungsform kann der Wechsel zwischen der Erkennung von aktiven Zuhöreinheiten und der Erkennung von passiven Zuhöreinheiten gemäß einer vorgegebenen Regel (beispielsweise nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit oder nach einer vorgegebenen Anzahl von (erfolglosen) Erkennungsversuchen) abgebrochen werden und beispielsweise eine Warnmeldung an den Benutzer ausgegeben werden.

**[0023]** In einer Ausführungsform kann ermittelt werden, ob innerhalb einer vorgegebenen Antwortzeit über den Anschluss eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird. Falls ermittelt wird, dass innerhalb der vorgegebenen Antwortzeit keine Antwort auf die Nachricht empfangen wurde, kann ermittelt werden, dass keine Nachricht empfangen wurde. Falls ermittelt wird, dass innerhalb der vorgegebenen Antwortzeit eine Antwort auf die Nachricht empfangen wurde, kann ermittelt werden, dass eine Nachricht empfangen wurde. In anderen Worten: das ermitteln, ob über den Anschluss eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird, kann enthalten: ermitteln, ob innerhalb der vorgegebenen Antwortzeit eine Antwort auf die Nachricht empfangen wurde. Die vorgegebene Antwortzeit kann dabei gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll gewählt sein. Die Antwortzeit kann insbesondere so gewählt sein, dass sie die Kommunikationszeiten zwischen dem Vakuumgerät und der Zuhöreinheit sowie die Bearbeitungszeit in der Zuhöreinheit in Reaktion auf die in der Zuhöreinheit empfangene Nachricht berücksichtigt. Beispielsweise kann die vorgegebene Antwortzeit im Bereich von 1  $\mu$ s bis 500 ms liegen.

**[0024]** Falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist (falls also eine passive Zuhöreinheit erkannt wird), kann in einem vorgegebenen zeitlichen Abstand ermittelt werden, ob der elektrische Widerstand noch immer an den Anschluss angeschlossen ist. Falls bei der Erkennung der passiven Zuhöreinheit der Wert des Widerstands ermittelt wurde, kann in diesem Fall in einem vorgegebenen zeitlichen Abstand ermittelt werden, ob immer noch ein Widerstand von gleichem Wert an den Anschluss angeschlossen ist. Auf diese Weise kann ermittelt werden, ob die passive Zuhöreinheit noch immer an den Anschluss angeschlossen ist. Dies ermöglicht einen Plug-and-Play-Betrieb des Vakuumgeräts mit Zuhöreinheiten, in dem Zuhöreinheiten im laufenden Betrieb an- und abgeschlossen und gewechselt werden können. Der vorgegebene zeitliche Abstand kann dabei so gewählt werden, dass einerseits der Aufwand der wiederholten Ermittlung begrenzt wird, und andererseits rechtzeitig (beispielsweise rechtzeitig, um einen sicheren Betrieb des Vakuumgeräts auch ohne die Zuhöreinheit zu gewährleisten) erkannt wird, falls eine zuvor angeschlossene Zuhöreinheit nicht mehr an den Anschluss angeschlossen ist. Beispielsweise kann der zeitliche Abstand im Be-

reich von 1 s bis 100 s liegen.

**[0025]** In einer Ausführungsform können, falls ermittelt wird, dass der elektrische Widerstand nicht mehr an den Anschluss angeschlossen ist, folgende Schritte ausgeführt werden: Ausgeben einer weiteren Nachricht über den Anschluss gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll; Ermitteln, ob über den Anschluss eine Antwort auf die weitere Nachricht empfangen wird; falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird, Ansteuern der Zuhöreinheit basierend auf der empfangenen Nachricht. Es kann also, nachdem erkannt wird, dass eine zuvor angeschlossene passive Zuhöreinheit nicht mehr an den Anschluss angeschlossen ist, das Erkennen einer aktiven Zuhöreinheit (durch Ausgeben einer Nachricht über den Anschluss gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll und Ermitteln, ob eine Antwort empfangen wird) oder einer passiven Zuhöreinheit (durch Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist) erfolgen. Dies ermöglicht es, unmittelbar nach Entfernen einer zuvor angeschlossenen Zuhöreinheit zu ermitteln, ob wieder eine Zuhöreinheit angeschlossen ist.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform kann das Kommunikationsprotokoll ein serielles Protokoll sein. Die serielle Protokoll kann eingerichtet sein gemäß RS-232 (bzw. ANSI EIA/ TIA-232-F oder EIA-232), RS-422 (bzw. EIA-422 oder ITU-T V.11), RS-423 (bzw. EIA-423) oder RS-485 (bzw. EIA-485), LVDS (Low Voltage Differential Signaling) oder TTY. Zumindest einer der Kommunikationskontakte, die für die serielle Schnittstelle verwendet werden, kann dabei für die Ermittlung, ob ein elektrischer Widerstand an diesem Kommunikationskontakt angeschlossen ist, verwendet werden. Somit ist eine serielle und analoge Erkennung von Zuhöreinheiten am gleichen Anschluss möglich. Serielle Erkennung kann dabei bedeuten Erkennung von aktiven Zuhöreinheiten. Analoge Erkennung kann dabei bedeuten Erkennung von passiven Zuhöreinheiten.

**[0027]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein Vakuumgerät, insbesondere ein Vakuumpumpsystem, mit einer Steuereinheit zum Betreiben des Vakuumgeräts gemäß dem hierauf gerichteten unabhängigen Anspruch gelöst, insbesondere durch eine Steuereinheit zum Betreiben des Vakuumgeräts, wobei die Steuereinheit dazu angepasst ist, das Verfahren zum Betreiben des Vakuumgeräts zumindest teilweise auszuführen.

**[0028]** In einer Ausführungsform weist der Anschluss eine Spannungsversorgungsleitung und eine serielle Schnittstelle mit einer Empfangsleitung und einer Sendeleitung auf. Damit kann dann sowohl die Steuerung von aktiven Zuhöreinheiten erfolgen als auch die Spannungsversorgung von sowohl aktiven als auch passiven Zuhöreinheiten.

**[0029]** In einer Ausführungsform kann ein Messwiderstand zwischen der Empfangsleitung und der Spannungsversorgungsleitung (oder einem beliebigen anderen Knoten in dem Vakuumgerät, der eine Spannungs-

versorgung bereitstellt) angeordnet sein. Die Steuereinheit kann dazu angepasst sein, zu ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist basierend auf einer Messung eines Stroms durch den Messwiderstand oder einer Spannung (in anderen Worten: eines Spannungsabfalls) an dem Messwiderstand. In dieser Ausführungsform kann der Widerstand in der Zubehöreinheit beispielsweise über einen Spannungsabfall über dem Messwiderstand ermittelt werden. Der Messwiderstand kann einen ohmschen Widerstand im Bereich von mehreren 100 Ohm bis mehreren Kiloohm haben.

**[0030]** In einer Weiterbildung kann die Steuereinheit eine Platine als Vakuumdurchführung aufweisen. Dadurch kann die Vakuumdurchführung gleichzeitig als elektronisches Bauteil dienen.

**[0031]** Die Zubehöreinheit kann ein Sensor, ein Piezosensor, ein Piezo/ Piranisenor, ein Flutventil, eine Sperrgasdrossel, ein Sperrgasventil, eine Heizung (beispielsweise eine Wasserheizung oder eine Luftheizung), eine Kühlung (beispielsweise eine Wasserkühlung oder eine Luftkühlung), ein Relais und eine Vorpumpe enthalten oder sein. Dabei sind Zubehöreinheiten, die lediglich ein- und auszuschalten sind, bevorzugt passive Zubehöreinheiten. Komplexere Zubehöreinheiten, die eine Steuerung basierend auf mehreren Parametern benötigen, sind bevorzugt aktive Zubehöreinheiten, bei denen für die Steuerung bereits eine Kommunikation gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll erfolgt.

**[0032]** Es kann vorgesehen sein, dass der Anschluss wenigstens einen Versorgungskontakt zur elektrischen Versorgung der Zubehöreinheit aufweist. Die Zubehöreinheit benötigt somit keinen zusätzlichen Stromanschluss, was die Anordnung vereinfacht. Für den Versorgungskontakt bzw. für den Anschluss kann beispielsweise ein Treiber vorgesehen sein. Dieser kann vorteilhaft so ausgelegt sein, dass auch Zubehöreinheiten älterer Gerätegenerationen, insbesondere ohne Mittel zum Aussenden von Erkennungssignalen (also beispielsweise passive Zubehöreinheiten), zuverlässig betreibbar sind.

**[0033]** Beispielsweise kann die Steuereinheit dazu ausgebildet sein, die Zubehöreinheit, insbesondere über den Versorgungskontakt, mit unterschiedlichen Spannungen zu versorgen. Im einfachsten Fall sind dies zwei unterschiedliche Spannungen, insbesondere Null und eine generelle Betriebsspannung für alle Zubehöreinheiten. Insbesondere vorteilhaft sind wenigstens zwei von Null verschiedene, unterschiedliche Spannungen (beispielsweise 5 V und 24 V). Hierdurch kann der Anschluss von Zubehöreinheiten weiter flexibilisiert werden, da diese bedarfsgerecht versorgt werden können, ohne dass ein Transformator an der Zubehöreinheit nötig wäre. Bei einem weiteren Beispiel ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, grundsätzlich, insbesondere am Anschluss bzw. am Versorgungskontakt, eine erste von Null verschiedene Spannung, beispielsweise 5 V, anzulegen und nach einer Erkennung und/oder Kommunikation mit

der Zubehöreinheit eine andere, für die Zubehöreinheit geeignete Spannung, beispielsweise 24 V, anzulegen.

**[0034]** Bei einem weiteren Beispiel liegt, z.B. am Versorgungskontakt, dauerhaft eine bestimmte Versorgungsspannung an. Dabei steuert sich die Zubehöreinheit im Falle einer aktiven Zubehöreinheit vorteilhafter Weise selbst, insbesondere in Abhängigkeit von durch die Steuereinheit vorgegebenen Befehlen oder Daten, welche vorteilhafter Weise über einen Kommunikationskontakt des Anschlusses übertragen werden. Hierdurch werden Vakuumgerät und Steuereinheit technisch vereinfacht.

**[0035]** Der Versorgungskontakt kann beispielsweise sowohl zur Energieversorgung der Zubehöreinheit als auch als bloßes Schaltmittel zum Betätigen eines Schalters, wie etwas eines Relais', verwendbar sein, zum Beispiel im Falle einer passiven Zubehöreinheit. Der Betrieb wird hierdurch weiter flexibilisiert. So können beispielsweise auch Zubehöreinheiten betrieben werden, für die eine Stromversorgung über das Vakuumgerät unmöglich oder technisch sehr aufwendig wäre. Beispielsweise kann es sich bei der Zubehöreinheit um eine Vorpumpe für das hierbei als Vakuumpumpe ausgebildete Vakuumgerät handeln. Diese Vorpumpe benötigt eine relativ große Leistung, die über das Vakuumgerät nur mit besonderem technischen Aufwand bereitzustellen wäre. Dies führt obendrein zu einem vergrößerten Bauraum, was häufig unerwünscht ist. Somit wird bei diesem Beispiel die Energieversorgung der Zubehöreinheit vorteilhaft ausgelagert. Insoweit oben ein Vakuumgerät als eine von der Zubehöreinheit verschiedene Einheit beschrieben wird, bezieht sich dies auf Vakuumgeräte, die nicht als Zubehör für das erfindungsgemäße Vakuumgerät gedacht sind, sondern nebengeordnet betrieben werden. Die hier beschriebene Vorpumpe ist dagegen der Vakuumpumpe untergeordnet und abhängig. Außerdem wird die Vorpumpe in diesem Beispiel über den Versorgungskontakt angesteuert. Grundsätzlich kann sie aber auch über einen Kommunikationskontakt oder andere Kommunikationsmittel angesteuert werden. Es wird deutlich, dass der erfindungsgemäße Anschluss vielfältig ausgestaltet und genutzt werden kann. Eine Ansteuerung und/oder Kommunikation kann für zahlreiche Einheiten, insbesondere ausgehend von der Steuereinheit, realisiert werden. Bei alledem sorgt die erfindungsgemäße selbsttätige Erkennung der Zubehöreinheit sowohl für passive Zubehöreinheiten als auch für aktive Zubehöreinheiten durch die Steuereinheit für eine völlig neue Flexibilität und Einfachheit.

**[0036]** Für passive Zubehöreinheiten kann der Versorgungskontakt verwendet werden, um einen Spannungsabfall am Messwiderstand in dem Vakuumgerät, und damit des Widerstands in der Zubehöreinheit, zu ermitteln.

**[0037]** Bei einem weiteren praktischen Beispiel ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, die Zubehöreinheit in Abhängigkeit von Parametern des Vakuumgeräts anzusteuern. Z.B. wird bei einer als Lüfter ausgebildeten Zubehöreinheit die Drehzahl in Abhängigkeit von einer

Temperatur im oder am Vakuumgerät gesteuert. Diese Ansteuerung kann einerseits über einen Versorgungskontakt erfolgen und andererseits über einen Kommunikationskontakt, wobei dann die Zubehöreinheit dazu veranlasst wird, die Drehzahl selbst anzupassen. Bei einem im Hinblick auf Abwärtskompatibilität besonders vorteilhaften Beispiel sind Vakuumgerät und/oder Zubehöreinheit sogar so ausgestaltet, dass beides möglich ist.

**[0038]** Grundsätzlich kann auch ein gemeinsamer Kontakt als Kommunikationskontakt und Versorgungskontakt vorgesehen sein. Die Kommunikation und die Versorgung sind dann auch über dieselbe Leitung möglich. Dies erweist sich insbesondere im Hinblick auf die Kompatibilität als vorteilhaft. So brauchen bestehende Anschlüsse nicht umkonstruiert werden. Außerdem ist und bleibt die Konstruktion einfach.

**[0039]** Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, aus einem von der Zubehöreinheit ausgehenden Signal die Art der Zubehöreinheit zu erkennen. Hierdurch kann eine besonders einfache und zuverlässige Erkennung verwirklicht werden. Das Signal kann beispielsweise ein Kennzeichen und/oder Informationen umfassen, die unmittelbar Parameter der Zubehöreinheit, wie etwa Betriebsspannung, betreffen. Das Signal kann eine Nachricht gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll sein.

**[0040]** Das Signal kann beispielsweise über einen Kommunikationskontakt des Anschlusses der Steuereinheit zur Verfügung gestellt werden. Dies ermöglicht einen besonders einfachen Betrieb.

**[0041]** Am Anschluss kann bei einem Ausführungsbeispiel eine serielle Schnittstelle für die Zubehöreinheit vorgesehen sein. Hierdurch kann auf einfache Weise eine besonders zuverlässige Kommunikation realisiert werden.

**[0042]** Alternativ oder zusätzlich kann am Anschluss eine Busschnittstelle für die Zubehöreinheit vorgesehen sein. Dies ermöglicht einen besonders flexiblen Betrieb für eine Vielzahl von Zubehöreinheiten.

**[0043]** Grundsätzlich können bei mehreren Anschlüssen die Zubehöreinheiten einzeln und/oder in Gruppen ansteuerbar sein. Insbesondere kann die Zahl der Zubehöreinheiten erweiterbar sein.

**[0044]** Bei mehreren Anschlüssen kann die Steuereinheit eine Zuordnung der angeschlossenen Zubehöreinheiten zum jeweiligen Anschluss beispielsweise über eine Topologie erkennen, also über eine direkte oder zugeordnete Einzelverdrahtung zwischen Steuereinheit und den jeweiligen Anschlüssen. Alternativ kann aber auch beispielsweise eine Zuordnung über ein Bussystem erfolgen.

**[0045]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, von der Zubehöreinheit zur Verfügung gestellte Nutzdaten zu verarbeiten. Als Nutzdaten werden hierbei solche Daten betrachtet, die von Erkennungsdaten verschieden sind. Beispielsweise umfassen Nutzdaten Sensordaten. So kann die Zubehöreinheit beispielsweise einen Sensor umfassen und dessen

Informationen entweder analog oder digital, insbesondere über den Anschluss, zur Verfügung stellen. Es ist dabei mit Kostenvorteil möglich, auf einen für den Sensor vorgesehenen separaten Konverter zu verzichten. So wird nicht nur ein Konverter eingespart, sondern allgemein erhältliche Zulieferteile sind auch ohne große technische Anpassung mit der Steuereinheit betreibbar.

**[0046]** Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, die Zubehöreinheit zu betreiben, selbst wenn die Steuereinheit die Zubehöreinheit nicht erkennt (sondern nur erkennt, dass eine Zubehöreinheit angeschlossen ist, zum Beispiel im Fall von passiven Zubehöreinheiten und der Ermittlung nur, ob ein Widerstand angeschlossen ist und nicht einer Ermittlung des Wertes des Widerstands). Für diesen Fall kann beispielsweise eine Eingabeeinheit zur Eingabe von Details (zum Beispiel Art oder Typ oder Modell) der Zubehöreinheit an die Steuereinheit vorgesehen sein. Eine Eingabe kann grundsätzlich auch über einen zusätzlichen Anschluss für eine Zubehöreinheit erfolgen, wobei an diesem Anschluss als Zubehöreinheit entweder selbst eine Eingabeeinheit oder eine Kommunikationseinheit zum Empfang von einer Eingabeeinheit angeschlossen oder anschließbar sein kann.

**[0047]** Weiterhin kann die Steuereinheit dazu ausgebildet sein, mehr als eine am Anschluss angeschlossene Zubehöreinheit gleichzeitig zu betreiben. So kann beispielsweise zumindest eine unmittelbar am Anschluss angeschlossene oder anschließbare Zubehöreinheit wenigstens einen zusätzlichen Anschluss zum Anschließen wenigstens einer zusätzlichen Zubehöreinheit aufweisen. Hierdurch ist eine Verkettung von Zubehöreinheiten realisiert und es bleibt ohne zusätzliche Adapter und bei gleichbleibender Zahl von Anschlüssen am Vakuumgerät die Möglichkeit zum Anschließen, insbesondere zahlreicher, weiterer Zubehöreinheiten erhalten. Grundsätzlich kann der zusätzliche Anschluss entweder direkt mit dem ersten Anschluss der Zubehöreinheit verbunden sein, oder aber über eine Verarbeitungseinheit, beispielsweise einen Mikroprozessor verbunden sein, wobei beispielsweise über die Weiterleitung von Daten und/oder Spannung von einer vorrangig angeschlossenen Zubehöreinheit für eine oder mehrere nachfolgende Zubehöreinheiten entschieden werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann aber auch ein Adapter zum parallelen Anschluss von wenigstens zwei Zubehöreinheiten an einen Anschluss vorgesehen sein. Für den Fall, dass mehrere gleichartige Zubehöreinheiten an einem Anschluss des Vakuumgeräts angeschlossen sind, kann beispielsweise eine Erkennung und/oder Zuordnung über Adresswahlschalter oder vorprogrammierte Adressen erfolgen. Grundsätzlich kann auch eine Zubehöreinheit über mehrere Anschlüsse anschließbar sein, beispielsweise um eine größere Leistung, insbesondere an den Versorgungskontakten, und/oder eine größere Kommunikationsdatenrate, insbesondere an einem Kommunikationskontakt, zu realisieren. Bevorzugt wird die Möglichkeit des Anschlusses von mehreren Zubehöreinheiten

ten für aktive Zuhöreinheiten bereitgestellt.

**[0048]** Grundsätzlich kann die Steuereinheit eine Motorsteuerung für das Vakuumgerät, insbesondere Vakuumpumpe, umfassen oder Teil einer solchen sein. Es ist aber auch möglich, dass die Steuereinheit separat von einer Motorsteuerung und/oder separat von anderen Steuerungselementen ausgeführt ist. Es können eine oder mehrere separate Steuereinheiten jeweils für einen oder mehrere Anschlüsse vorgesehen werden. Beispielsweise kann eine Steuereinheit für einen Anschluss, und insbesondere benachbart zu oder integriert in diesen, vorgesehen sein. Hierbei ist vorteilhaft, dass die Steuereinheit, insbesondere über den Anschluss, auch kontaktiert und ausgelesen werden kann, wenn die Motorsteuerung oder das andere Steuerungselement nicht angebracht (in anderen Worten: nicht angeschlossen) ist. Dies führt zu einer weiteren Flexibilisierung des Betriebs und der Wartung des Vakuumgeräts bzw. eines Vakuumsystems.

**[0049]** Ein Anschluss kann beispielsweise männlich oder weiblich ausgebildet sein und/oder einen Stecker oder eine Buchse umfassen, wobei auch andere Anschlussarten denkbar sind.

**[0050]** Die Zuhöreinheit kann beispielsweise ein Heizelement, einen Lüfter, ein Flutventil, ein Sperrgasventil, ein Steuerrelais, beispielsweise für eine Vorpumpe, ein Druckmessgerät und/oder eine, insbesondere integrierte, Messröhre umfassen. Allgemeiner kann also die Zuhöreinheit beispielsweise wenigstens einen Aktor und/oder Sensor umfassen. Es sind aber auch Zuhöreinheiten mit anderen Funktionselementen denkbar. So kann beispielsweise auch eine Zuhöreinheit ein Speicherelement zum Speichern von Daten umfassen. Hiermit kann beispielsweise eine Datenaufzeichnung von Pumpendaten über einen längeren Zeitraum realisiert werden.

**[0051]** Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel umfasst eine (aktive) Zuhöreinheit sowohl einen Aktor als auch einen Sensor, insbesondere für einen vom Aktor beeinflussbaren Parameter. Die Zuhöreinheit ist dabei insbesondere dazu ausgebildet ist, Daten, insbesondere Nutzdaten, von dem Sensor über den Anschluss auszugeben. Beispiele für von Aktoren beeinflussbare Parameter sind eine Temperatur an einem Heizelement und eine Drehzahl an einem Lüfter. Die Sensordaten können vorteilhaft für eine Funktionsüberprüfung des Aktors oder auch zu dessen Ansteuerung in Abhängigkeit der Sensordaten genutzt werden.

**[0052]** Eine (aktive) Zuhöreinheit kann beispielsweise auch alternativ oder zusätzlich selbst eine Schnittstelle zur Kommunikation mit weiteren Geräten oder Einheiten aufweisen. Beispielsweise umfasst die Zuhöreinheit eine Drahtlosschnittstelle. Sie kann dabei beispielsweise ein Funkmodul bilden, mittels dessen insbesondere flexibel eine Drahtlosverbindung an einem Vakuumgerät nachgerüstet werden kann. Die Drahtlosschnittstelle kann beispielsweise entsprechend zumindest einem der Standards für GSM, UMTS, LTE und/oder

anderer Mobilfunkstandards, Bluetooth, NFC und/oder WLAN ausgebildet sein. Insbesondere kann die Zuhöreinheit auf diese Weise ein oder mehrere beliebige andere Geräte, die z.B. selbst eine Zuhöreinheit für ein, insbesondere erfindungsgemäßes, Vakuumgerät darstellen, per Funk - allgemein also drahtlos - auslesen, steuern, erkennen etc.

**[0053]** Die Zuhöreinheit kann mit Vorteil dazu ausgebildet sein, auch dann von einer Steuereinheit des Vakuumgeräts betreibbar zu sein, wenn diese die Zuhöreinheit nicht vollständig identifiziert, sondern beispielsweise nur erkennt, dass eine Zuhöreinheit angeschlossen ist (zum Beispiel im Fall einer passiven Zuhöreinheit, bei der nur ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand an den Anschluss angeschlossen ist, aber der Wert des Widerstandes nicht ermittelt wird).

**[0054]** Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Zuhöreinheit wenigstens einen zweiten Anschluss zum Anschließen einer weiteren Zuhöreinheit an die Zuhöreinheit und/oder an das Vakuumgerät aufweist. Der zweite Anschluss und dessen Kontakte können direkt mit dem ersten Anschluss verbunden sein, wobei insbesondere die Kontakte und die Zuhöreinheit zum Anschluss an ein Bussystem ausgebildet sein können. Alternativ kann auch eine Verarbeitungseinheit der Zuhöreinheit zwischen die Anschlüsse geschaltet sein. Dabei kann die Zuhöreinheit beispielsweise die Informationen und/oder Spannungen an der Weiterleitung hindern und/oder diese ändern.

**[0055]** Der Anschluss des Vakuumgeräts und/oder der Zuhöreinheit kann beispielsweise sowohl für eine mechanische Verbindung als auch für eine elektrische und/oder informationstechnische Anbindung der Zuhöreinheit an die Steuereinheit ausgebildet sein. Dies ermöglicht ein besonders flexibles Anschließen.

**[0056]** In einer Ausführungsform kann die Zuhörschnittstelle der Platine als Vakuumdurchführung für den Anschluss von intelligentem Zubehör eine UART-Schnittstelle enthalten. Diese Schnittstelle kann erfindungsgemäß auch verwendet werden um andere Zubehöre (in anderen Worten: andere Zuhöreinheiten, wie beispielsweise ein Flutventil, ein Sperrgasventil oder eine Heizung) zu identifizieren. Diese Zubehöre können keinerlei Kommunikationseinrichtungen besitzen und können sich somit gegenüber einem Controller (beispielsweise der Steuereinheit) nicht aktiv identifizieren. Erfindungsgemäß können diese Zubehöre ebenfalls erkannt werden, um eine automatische Parametrierung am Prozesscontroller zu ermöglichen. Der Aufwand für die Modifikation von bestehenden Zubehören ist dabei gering (beispielsweise muss in der Zuhöreinheit lediglich ein Kennwiderstand bereitgestellt werden).

**[0057]** Die Erkennung der (passiven) Zubehöre wird erfindungsgemäß über einen Kennwiderstand am jeweiligen Zubehör realisiert. Für die Auswertung des Kennwiderstands schaltet der Controller die Funktion seiner Pins während der Laufzeit zwischen AD (analog/digital)-Kanalmessung und UART-Schnittstelle um. Hierfür

werden Controllerpins verwendet, die beide Funktionen unterstützen, und es wird ein zusätzlicher Widerstand von der UART\_Rx Leitungs nach V+ eingebaut. Wird zur Laufzeit entweder ein Kennwiderstand an diesem Pin erkannt oder es erfolgt eine Antwort auf ein Telegramm (in anderen Worten: eine Nachricht gemäß der UART-Kommunikation), wird die zyklische Umschaltung der Pins deaktiviert und mit dem erkannten Verfahren weitergearbeitet. Nach dem Abziehen des erkannten Zubehörs wird wieder auf das zyklische Umschalten der beiden Erkennungsverfahren umgeschaltet, um eine erneute Identifizierung zu gewährleisten (was eine Plug&Play-Funktion ermöglicht).

**[0058]** Die hierin beschriebenen Aspekte der Erfindung, also das Verfahren zum Betreiben eines Vakuumgeräts und das Vakuumgerät lassen sich selbstverständlich und vorteilhaft im Sinne aller zu jeweils anderen Aspekten beschriebenen Ausführungsformen weiterbilden.

**[0059]** Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung erläutert.

- Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Vakuumgerät in perspektivischer Ansicht.
- Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung des Vakuumgeräts der Fig. 1.
- Fig. 3 zeigt eine weitere Schnittdarstellung des Vakuumgeräts der Fig. 1, wobei an dem Vakuumgerät zwei Zubehöreinheiten angeschlossen sind.
- Fig. 4 zeigt ein erstes Anschlussschema mit einem Vakuumgerät und Zubehöreinheiten.
- Fig. 5 zeigt ein zweites Anschlussschema mit Vakuumgerät und Zubehöreinheiten.
- Fig. 6 zeigt ein drittes Anschlussschema.
- Fig. 7 zeigt ein viertes Anschlussschema.
- Fig. 8 zeigt verschiedene Möglichkeiten zum Anschluss mehrerer Zubehöreinheiten an einen Anschluss eines Vakuumgeräts.
- Fig. 9 zeigt verschiedene Anschlüsse.
- Fig. 10 zeigt eine Steuereinheit und eine Zubehöreinheit.
- Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform des vakuumgerätsseitigen Anschlusses und des zubehöreitsseitigen Anschlusses.
- Fig. 12 zeigt ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0060]** In Fig. 1 ist ein als Turbomolekularpumpe ausgebildetes Vakuumgerät 10 mit einer Steuereinheit 12 sowie zwei Anschlüssen 14 für Zubehöreinheiten (nicht dargestellt) gezeigt. An die Anschlüsse 14 sind jeweils verschiedene Zubehöreinheiten, wie zum Beispiel Halteelemente, Lüfter, Flutventile, Sperrgasventile, Steuerrelais, Druckmessgeräte und/oder integrierte Messröhren, anschließbar. Es können ein, oder wie hier gezeigt zwei, oder mehrere Anschlüsse 14 vorgesehen sein. Die Anschlüsse 14 sind in diesem Beispiel an einem Unterteil

16 eines Gehäuses des Vakuumgeräts angeordnet. Ein oder mehrere Anschlüsse 14 können aber auch andersorts, zum Beispiel an einem Oberteil 18 des Gehäuses und/oder an und/oder in der Steuereinheit 12 bzw. dessen Gehäuse angeordnet sein.

**[0061]** Bei der in Fig. 2 gezeigten Schnittdarstellung des Vakuumgeräts 10 der Fig. 1 verläuft die Schnittebene im Wesentlichen durch das Unterteil 16, wobei das Vakuumgerät 10 im Wesentlichen um 180° gedreht ist, das Vakuumgerät also von unten betrachtet wird. Es ist eine Elektronik 20 sichtbar, die selbst, alternativ oder zusätzlich zur Steuereinheit 12, eine Steuereinheit für an die Anschlüsse 14 angeschlossene Zubehöreinheiten bilden kann. Die Steuereinheit 12 kann beispielsweise eine Motorsteuerung umfassen. Die Elektronik 20 kann als Steuereinheit für ein oder mehrere Zubehöreinheiten beispielsweise derart ausgestaltet sein, dass ein Betrieb der Zubehöreinheit auch dann möglich ist, wenn die Steuereinheit 12 nicht angeschlossen ist.

**[0062]** Fig. 3 zeigt eine ähnliche Schnittdarstellung wie Fig. 2, wobei hier jedoch zusätzlich zwei Anschlüsse 22 gezeigt sind, welche jeweils an einen Anschluss 14 des Vakuumgeräts 10 angeschlossen sind. Ausgehend von einem jeweiligen Anschluss 22 verläuft eine Leitung 24 zu einer jeweiligen Zubehöreinheit, die hier nicht dargestellt ist. In dieser Ausführungsform sind die Anschlüsse 14 als Buchsen und die Anschlüsse 22 als Stecker ausgebildet.

**[0063]** Bei dem in Fig. 4 gezeigten, ersten beispielhaften Anschlussschema sind zwei Zubehöreinheiten 26 zum Anschluss an ein Vakuumgerät 10 vorgesehen. Das Vakuumgerät 10 umfasst eine Steuereinheit 12 mit zwei Anschlüssen 14 für jeweilige Anschlüsse 22 der Zubehöreinheiten 26. Die Anschlüsse 22 sind jeweils mit der Zubehöreinheit 26 über eine Leitung 24 verbunden, wobei beispielsweise aber auch eine Ausbildung des Anschlusses 22 unmittelbar an der Zubehöreinheit 26 denkbar ist. Eine Zubehöreinheit 26 könnte dabei ein Steckmodul bilden. Grundsätzlich kann auch ein Anschluss 14 mit der Steuereinheit 12 oder dem Vakuumgerät 10 über eine Leitung oder anderweitig verbunden, aber separat ausgeführt sein.

**[0064]** Ein zweites Anschlussschema ist in Fig. 5 gezeigt. Ein Vakuumgerät 10 umfasst einen am Gehäuse des Vakuumgeräts 10 vorgesehenen Anschluss 14, wobei eine Zubehöreinheit 26 mit einem Anschluss 22 zum Anschluss an den am Vakuumgerät 10 angeordneten Anschluss 14 vorgesehen ist. Eine Steuereinheit 12 umfasst drei Anschlüsse 14. Ein Anschluss 22 ist zum Anschließen an einen der drei Anschlüsse 14 vorgesehen und verbindet die Steuereinheit 12 mit einer Zubehöreinheit 26, welche an und/oder in dem Vakuumgerät 10 angebracht ist. Diese Zubehöreinheit 26 kann beispielsweise ein Heizelement zum Heizen des Vakuumgeräts 10 und/oder einen Sensor zum Erfassen eines in oder an dem Vakuumgerät 10 herrschenden Parameters aufweisen.

**[0065]** Bei dem in Fig. 6 gezeigten, dritten Anschlus-

schema umfasst ein Vakuumgerät 10 eine Steuereinheit 12 mit zwei Anschlüssen 14. Ein weiterer Anschluss 14 ist an einem Gehäuseteil des Vakuumgeräts 10 separat von der Steuereinheit 12 vorgesehen. Über eine Leitung 27 ist der Anschluss 14 mit der Steuereinheit 12 verbunden. Die Leitung 27 verläuft im Inneren und/oder im Gehäuse des Vakuumgeräts 10 bzw. der Steuereinheit 12. Der Anschluss 14 kann beispielsweise sowohl für eine mechanische Verbindung der Zuhöreinheit 26 mit dem Vakuumgerät 10 als auch für eine elektrische und/oder informationstechnische Anbindung der Zuhöreinheit 26 an die Steuereinheit 12 ausgebildet sein. Die Steuereinheit 12 kann ganz generell wie dargestellt als ein dem Hauptgehäuse des Vakuumgeräts 10 nebengeordnetes Bauteil und/oder auch integriert ausgebildet sein, also auch andernorts im Vakuumgerät 10 vorgesehen sein. Auch Zahl und Anordnung von weiteren Anschlüssen 14 können variieren. Die Zuhöreinheit 26 weist einen Anschluss 22 auf, der unmittelbar mit der Steuereinheit 26 verbunden ist. Es ist also keine flexible Leitung vorgesehen. Eine solche kann aber alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein. Über den Anschluss 22 wird die Zuhöreinheit 26 sowohl mechanisch als auch elektrisch und/oder informationstechnisch an den Anschluss 14 des Vakuumgeräts 10 angeschlossen.

**[0066]** In Fig. 7 ist ein viertes Anschlussschema gezeigt, bei dem eine Steuereinheit 12 in einem Gehäuse des Vakuumgeräts 10 integriert angeordnet ist. Die Steuereinheit 12 umfasst einen Anschluss 14. Das Vakuumgerät 10 umfasst einen weiteren Anschluss 14, der mit der Steuereinheit über eine Leitung 27 verbunden ist. Über Anschlüsse 22 sind zwei nicht dargestellte Zuhöreinheiten an die jeweiligen Anschlüsse 14 anschließbar.

**[0067]** In Fig. 8 ist ein Vakuumgerät 10 mit einem Anschluss 14 gezeigt. An den Anschluss 14 ist beispielsweise eine Zuhöreinheit 26 anschließbar, welche einen Anschluss 22 zum Anschluss der Zuhöreinheit 26 an den Anschluss 14 des Vakuumgeräts 10 umfasst. Die Zuhöreinheit 26 umfasst außerdem einen Anschluss 14 zum Anschließen einer oder mehrerer weiterer Zuhöreinheiten. An einem der Anschlüsse 14 kann über einen Anschluss 22 beispielsweise ein Adapter 28 anschließbar sein, der eine Mehrzahl an Anschlüssen 14 zum Anschließen weiterer Zuhöreinheiten aufweist.

**[0068]** In Fig. 9 ist ein Anschluss 14 eines hier nicht näher dargestellten Vakuumgeräts gezeigt, der einen Versorgungskontakt 30 sowie einen Kommunikationskontakt 32 aufweist. Eine Zuhöreinheit 26 weist an einem Anschluss 22 ebenfalls einen Versorgungskontakt 34 sowie einen Kommunikationskontakt 36 auf. Die Zuhöreinheit 26 kann also über die Kommunikationskontakte 36 und 32 der Anschlüsse 22 bzw. 14 mit einer Steuereinheit kommunizieren. Die Kommunikationskontakte 36 und 32 können an einen UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter; deutsch: universeller asynchroner Empfänger/ Sender) angeschlossen sein, der eine Schaltung zur Realisierung einer seriellen Kom-

munikation (in anderen Worten: einer Kommunikation über eine serielle Schnittstelle) ermöglicht.

**[0069]** Unten in Fig. 9 ist eine Zuhöreinheit 26 mit lediglich einem Versorgungskontakt 34 gezeigt. Diese Zuhöreinheit 26 ist über die Versorgungskontakte 34 und 30 mit elektrischer Energie versorgbar. Diese Zuhöreinheit 26 illustriert eine Zuhöreinheit einer gegenüber der oberen Zuhöreinheit 26 älteren Generation. Das Vakuumgerät mit dem Anschluss 14 kann vorteilhaft so ausgebildet sein, dass die untere Zuhöreinheit 26 auch ohne vollständige selbsttätige Erkennung (wobei beispielsweise nur erkannt wird, dass eine Zuhöreinheit 26 angeschlossen ist, aber die Art (oder der Typ oder das Modell) der Zuhöreinheit 26) betreibbar ist. Eine Kommunikationseinrichtung und/oder ein Kommunikationskontakt können an einer Zuhöreinheit aber beispielsweise auch nachrüstbar sein, beispielsweise über eine zwischen den Anschlüssen 22 der unteren Zuhöreinheit 26 und den Anschluss 14 des Vakuumgeräts geschaltete Erkennungseinheit 38. Die Erkennungseinheit 38 weist am Anschluss 14 einen Versorgungskontakt 30 zum Versorgen der Zuhöreinheit 26 auf. Am Anschluss 22 weist sie zusätzlich zum Versorgungskontakt 34 einen Kommunikationskontakt 36 auf. Hierüber kann die Erkennungseinheit 38 beispielsweise ein Signal ausgeben, welches die Art der angeschlossenen Zuhöreinheit 26 anzeigt. Das Signal bzw. die Art kann beispielsweise vorprogrammiert und/oder eingebbar sein.

**[0070]** Fig. 10 zeigt eine Steuereinheit 12 und eine Zuhöreinheit 26. Der (steuerungsseitige) Anschluss 14 an der Steuereinheit 12 kann mehrere Kontakte 40 enthalten. Beispielhaft ist in Fig. 10 der unterste Kontakt mit Bezugszeichen 40 versehen. Als Gegenstück zum Anschluss 14 der Steuereinheit 12 findet sich auf der Seite der Zuhöreinheit 26 der zueinanderseitige Anschluss 22. Der (zueinanderseitige) Anschluss 22 kann ebenfalls mehrere Kontakte 42 enthalten. Die Anzahl der Kontakte 40 des steuerungsseitigen Anschlusses 14 und die Anzahl der Kontakte 42 des zueinanderseitigen Anschlusses 22 können identisch sein. Die Steuereinheit 12 kann in dem Vakuumgerät 10 enthalten sein oder an dieses angeschlossen sein, wie oben beschrieben.

**[0071]** Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform des vakuumgerätsseitigen Anschlusses 14 und des zueinanderseitigen Anschlusses 22. Gemäß der Ausführungsform kann an einen vorgegebenen Kommunikationskontakt 44 (der beispielsweise als eine Rx-Leitung einer seriellen Schnittstelle dienen kann) der Kommunikationskontakte 40 ein Messwiderstand 48 angeschlossen sein. Der Messwiderstand 48 kann mit einem weiteren Knoten 50, der zum Beispiel eine Versorgungsspannung bereitstellt, verbunden sein. Die Versorgungsspannung kann beispielsweise auch der Zuhöreinheit 26 über einen der Kommunikationskontakte 40 bereitgestellt werden. Der Kommunikationskontakt 44 kann außerdem an einen Mikrocontroller 56 angeschlossen sein. Der Mikrocontroller 56 kann beispielsweise ein UART bereitstellen oder ein UART sein. Der Mikrocontroller 56 kann eingerichtet

sein, um über den vorgegebenen Kommunikationskontakt 44 entweder eine Kommunikation gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll (beispielsweise gemäß einer seriellen Schnittstelle), beispielsweise für die Erkennung von aktiven Zubehöreinheiten, bereitzustellen, oder den vorgegebenen Kommunikationskontakt 44 als Messleitung für einen analogen Wert, beispielsweise eine Spannung, die beispielsweise abhängig ist vom Messwiderstand 48 und einem in einer Zubehöreinheit verbauten Kennwiderstand, beispielsweise bei der Erkennung von passiven Zubehöreinheiten, zu verwenden.

**[0072]** Korrespondierend zum vorgegebenen Kommunikationskontakt 44 auf Seite der Steuereinheit 12 ist an einem Kommunikationskontakt 46 der Kommunikationskontakte 40 an der zubehöreseitigen Schnittstelle 22 ein Kennwiderstand 52 angeschlossen. Der Kennwiderstand 52 kann auf Masse 54 gelegt sein. Durch die in Fig. 11 gezeigte Anordnung kann beim Anschluss der Zubehöreinheit 26 mit dem Kennwiderstand 52 an das Vakuumgerät ein Spannungsabfall über dem Messwiderstand 48 ermittelt werden, und so erkannt werden, dass eine Zubehöreinheit 26 an das Vakuumgerät 10 angeschlossen ist. Über die Ermittlung der Höhe des Spannungsabfalls kann bei Kenntnis des Messwiderstand 48 die Größe des Kennwiderstands 52 ermittelt werden, und so die Zubehöreinheit 26 erkannt (in anderen Worten identifiziert) werden.

**[0073]** Fig. 12 zeigt ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Das Verfahren startet bei 1202. Alternativ kann das Verfahren auch vor Schritt 1226 starten. In 1204 wird auf digitale Ein- und Ausgabe umgeschaltet. In 1206 wird versucht, eine aktive Zubehöreinheit zu identifizieren, beispielsweise durch Empfangen einer Antwort (oder warten auf eine Antwort) auf eine Nachricht gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll. Dabei wird mit einer Liste 1208 (oder Datenbank) von aktiven Zubehöreinheiten verglichen, beispielsweise wird ermittelt, ob mithilfe einer empfangenen Nachricht eine aktive Zubehöreinheiten aus der Liste 1208 von aktiven Zubehöreinheiten identifiziert werden kann. In 1210 wird ermittelt, ob eine aktive Zubehöreinheit erkannt wurde.

**[0074]** Falls eine aktive Zubehöreinheit nicht erkannt wurde wird das Verfahren in Schritt 1226 fortgesetzt. Falls eine aktive Zubehöreinheit erkannt wurde, wird das Verfahren in Schritt 1212 fortgesetzt. In Schritt 1212 wird die erkannte Zubehöreinheit in eine Liste 1218 (oder Datenbank) von (mit dem Vakuumgerät) verbundenen Zubehöreinheiten eingetragen. Danach wird mit Schritt 1214 fortgefahren, in dem überprüft wird, ob die erkannte Zubehöreinheit noch verbunden ist. Falls in 1214 erkannt wird, dass die erkannte Zubehöreinheit noch verbunden ist, wird in 1216 die Verbindung zur Zubehöreinheit aufrechterhalten, und nach Ablauf eines vorgegebenen Timers die Überprüfung in Schritt 1214 erneut durchgeführt. In Schritt 1226 wird auf analoge Eingabe umgeschaltet. In 1228 wird versucht, eine passive Zubehö-

reinheit zu erkennen, zum Beispiel, durch ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand an den Anschluss der Steuereinheit angeschlossen ist. Dabei wird mit einer Liste 1230 (oder Datenbank) von passiven Zubehöreinheiten verglichen, beispielsweise wird ermittelt, ob mithilfe eines ermittelten Widerstands eine passive Zubehöreinheiten aus der Liste 1230 von passiven Zubehöreinheiten identifiziert werden kann. In 1220 wird ermittelt, ob eine passive Zubehöreinheit erkannt wurde. Falls eine passive Zubehöreinheit nicht erkannt wurde, wird das Verfahren in Schritt 1204 fortgesetzt. Falls eine passive Zubehöreinheit erkannt wurde, wird in Schritt 1222 die erkannte Zubehöreinheit in der Liste 1218 der verbundenen Zubehöreinheiten registriert. In 1224 wird der Ablauf eines vorgegebenen Timers überwacht. Danach wird in 1228 ermittelt, ob die zuvor erkannte passive Zubehöreinheit noch verbunden ist.

### Bezugszeichenliste

#### **[0075]**

10	Vakuumgerät
12	Steuereinheit
14	Anschluss
16	Unterteil
18	Oberteil
20	Elektronik
22	Anschluss
24	Leitung
26	Zubehöreinheit
27	Leitung
28	Adapter
30	Versorgungskontakt
32	Kommunikationskontakt
34	Versorgungskontakt
36	Kommunikationskontakt
38	Erkennungseinheit
40	Kontakte
42	Kontakte
44	Kommunikationskontakt
46	Kommunikationskontakt
48	Messwiderstand
50	Knoten
52	Kennwiderstand
54	Masse
56	Mikrocontroller
1202	Verfahrensschritt
1204	Verfahrensschritt
1206	Verfahrensschritt
1208	Liste aktiver Zubehöreinheiten
1210	Liste verbundener Zubehöreinheiten
1212	Verfahrensschritt
1214	Verfahrensschritt
1216	Verfahrensschritt
1218	Verfahrensschritt
1220	Verfahrensschritt
1222	Verfahrensschritt

- 1224 Verfahrensschritt  
 1226 Verfahrensschritt  
 1228 Verfahrensschritt  
 1230 Liste passiver Zubehöreinheiten

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Vakuumgeräts (10), insbesondere eines Vakuumpumpsystems, wobei das Vakuumgerät eine Steuereinheit (12) mit einem Anschluss (14) für eine Zubehöreinheit (26) aufweist, wobei das Verfahren zumindest folgende Schritte aufweist:
- Ausgeben einer Nachricht über den Anschluss (14) gemäß einem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll;
  - Ermitteln, ob über den Anschluss (14) eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird;
  - falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die Nachricht nicht empfangen wird, Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand (52) an den Anschluss (14) angeschlossen ist; und
  - falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand (52) an den Anschluss (14) angeschlossen ist, Erkennen und/oder Ansteuern der Zubehöreinheit (26) basierend auf dem angeschlossenen elektrischen Widerstand (52).
2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner aufweisend: falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand (52) an den Anschluss (14) nicht angeschlossen ist:
- Ausgeben einer weiteren Nachricht über den Anschluss (14) gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll;
  - Ermitteln, ob über den Anschluss (14) eine Antwort auf die weitere Nachricht empfangen wird;
  - falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die weitere Nachricht empfangen wird, Ansteuern der Zubehöreinheit (26) basierend auf der empfangenen Nachricht.
3. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 oder 2, ferner aufweisend:
- zyklisch Ausgeben einer Nachricht über den Anschluss (14) gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll und Ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand (52) an den Anschluss angeschlossen ist, solange, bis entweder eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird oder ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand (52) an dem Anschluss angeschlossen ist; und Ansteuern der Zubehöreinheit (26) basierend auf der empfangenen Antwort oder dem ange-
- geschlossenem elektrischen Widerstand (52).
4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ermittelt wird, ob innerhalb einer vorgegebenen Antwortzeit über den Anschluss eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die vorgegebene Antwortzeit im Bereich von 1  $\mu$ s bis 500 ms liegt.
6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner aufweisend: wobei, falls ermittelt wird, dass ein elektrischer Widerstand (52) an den Anschluss (14) angeschlossen ist, in einem vorgegebenen zeitlichen Abstand ermittelt wird, ob der elektrische Widerstand (52) noch immer an den Anschluss (14) angeschlossen ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der vorgegebene zeitliche Abstand im Bereich von 1 s bis 100 s liegt.
8. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 6 oder 7, ferner aufweisend: falls ermittelt wird, dass der elektrische Widerstand (52) nicht mehr an den Anschluss (14) angeschlossen ist:
- Ausgeben einer weiteren Nachricht über den Anschluss (14) gemäß dem vorgegebenen Kommunikationsprotokoll;
  - Ermitteln, ob über den Anschluss (14) eine Antwort auf die weitere Nachricht empfangen wird;
  - falls ermittelt wird, dass eine Antwort auf die Nachricht empfangen wird, Ansteuern der Zubehöreinheit (26) basierend auf der empfangenen Nachricht.
9. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Kommunikationsprotokoll ein serielles Protokoll ist.
10. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei ein Wert eines an den Anschluss (14) angeschlossenen elektrischen Widerstands (52) ermittelt wird; und wobei die Zubehöreinheit (26) angesteuert wird basierend auf dem ermittelten Wert des angeschlossenen elektrischen Widerstands (52).
11. Vakuumgerät (10), insbesondere Vakuumpumpsystem, mit einer Steuereinheit (12) zum Betreiben des Vakuumgeräts (10), wobei die Steuereinheit (12) dazu angepasst ist, das

Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche zumindest teilweise auszuführen.

- 12.** Vakuumgerät nach Anspruch 11, wobei der Anschluss (14) aufweist eine Spannungsversorgungsleitung und eine serielle Schnittstelle mit einer Empfangsleitung und einer Sendeleitung. 5
- 13.** Vakuumgerät nach Anspruch 12, wobei ein Messwiderstand (48) zwischen der Empfangsleitung und der Spannungsversorgungsleitung angeordnet ist; und wobei die Steuereinheit (12) dazu angepasst ist, zu ermitteln, ob ein elektrischer Widerstand (52) an den Anschluss (14) angeschlossen ist basierend auf einer Messung eines Stroms durch den Messwiderstand (48) oder einer Spannung an dem Messwiderstand (48). 10 15
- 14.** Vakuumgerät nach zumindest einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Steuereinheit (12) eine Platine als Vakuumdurchführung aufweist. 20
- 15.** Vakuumgerät nach zumindest einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei die Zubehöreinheit (26) aufweist mindestens ein Zubehör ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus: einem Sensor, einem Piezosensor, einem Piezo/ Piranisensor, einem Flutventil, einer Sperrgasdrossel, einem Sperrgasventil, einer Heizung, einer Wasserheizung, einer Luftheizung, einer Kühlung, einer Wasserkühlung, einer Luftkühlung, einem Relais und einer Vorpumpe. 25 30 35

40

45

50

55

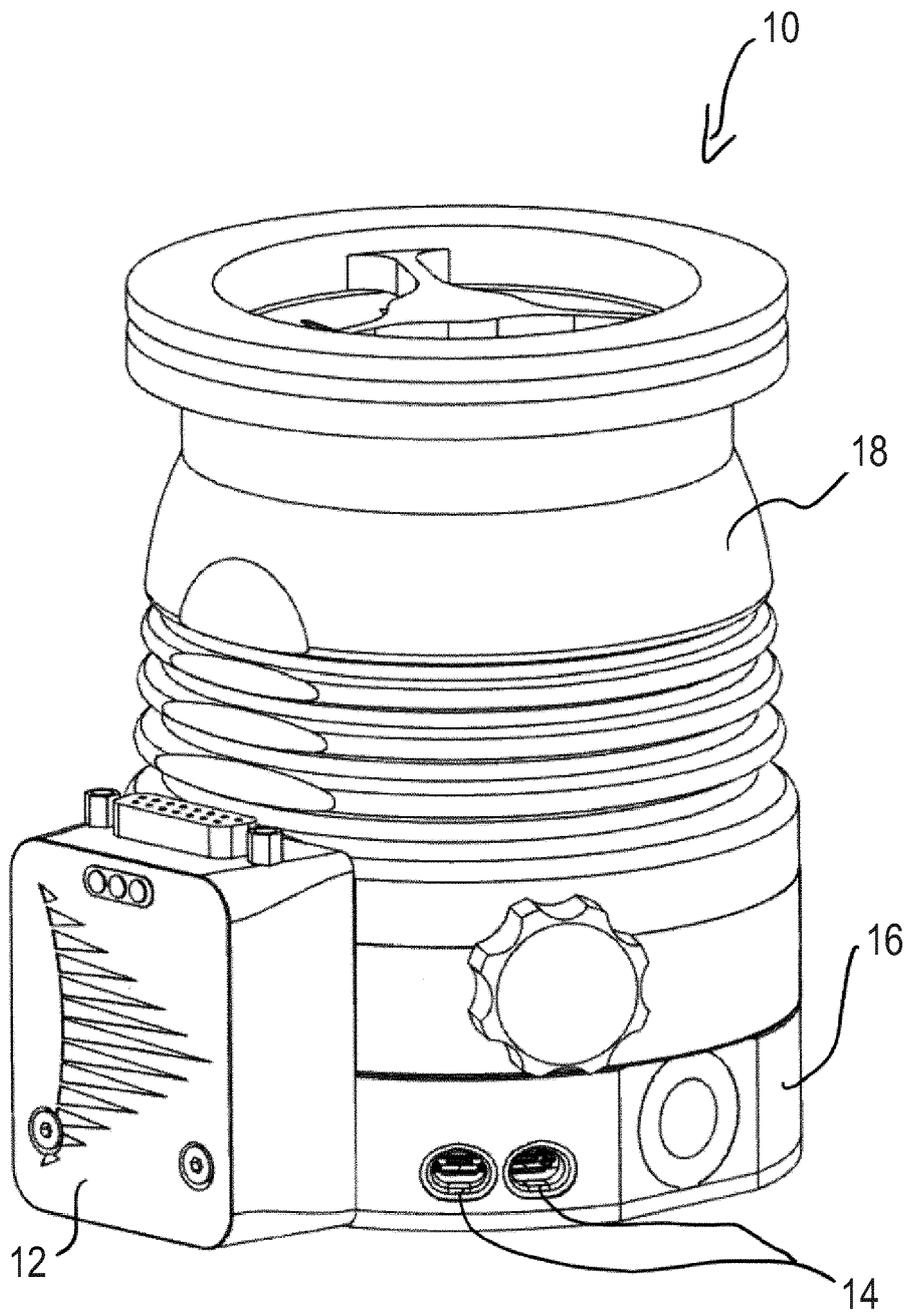


Fig. 1

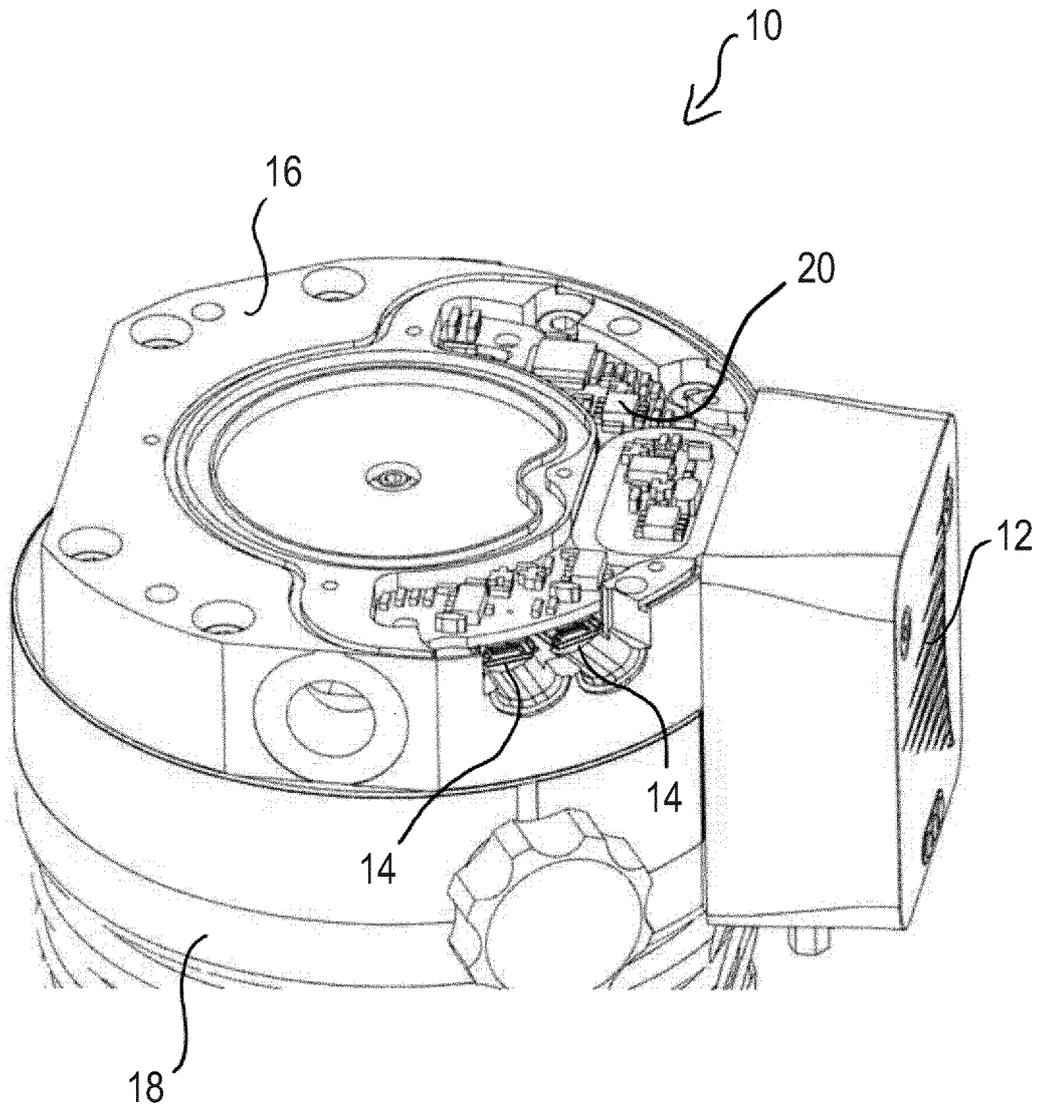


Fig. 2

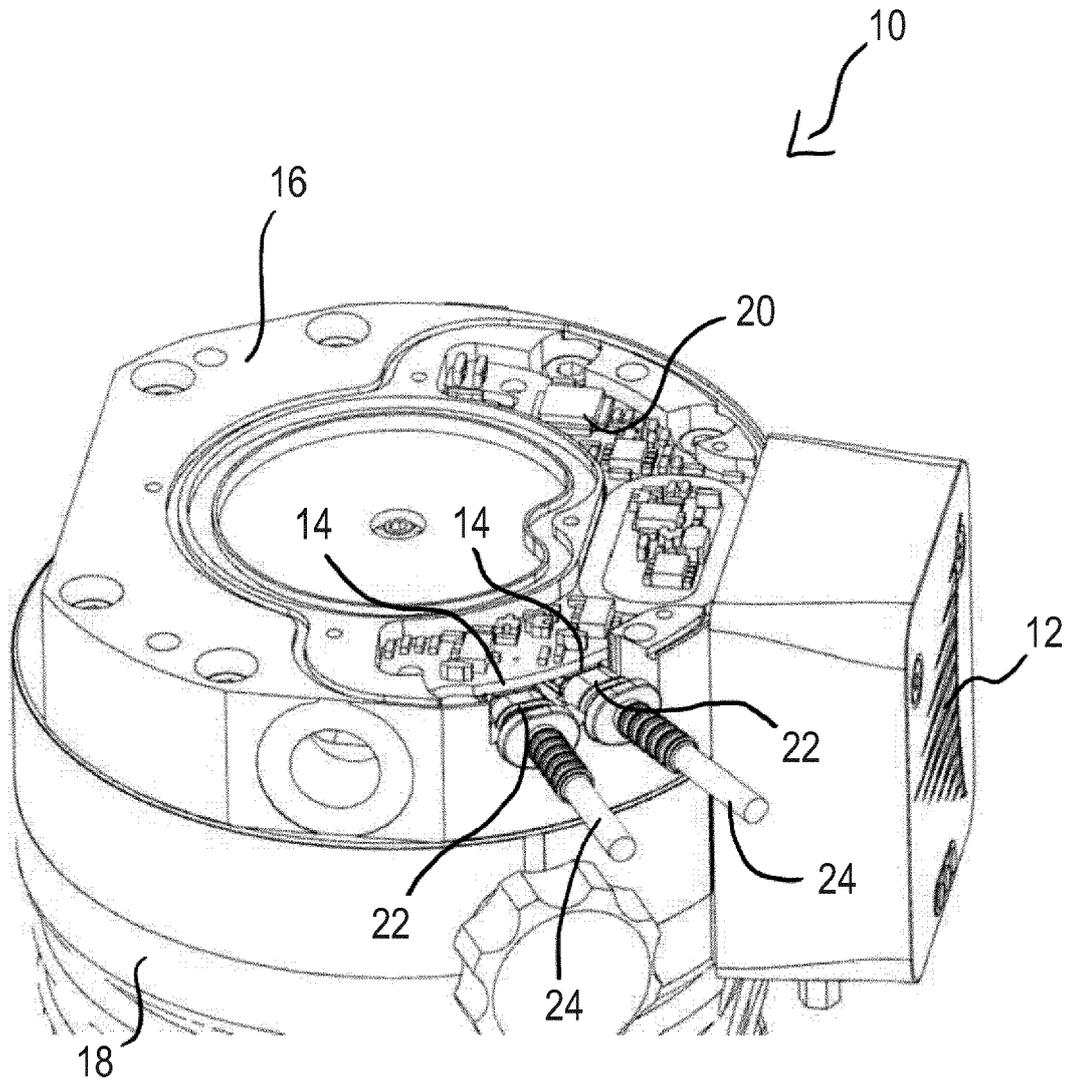


Fig. 3

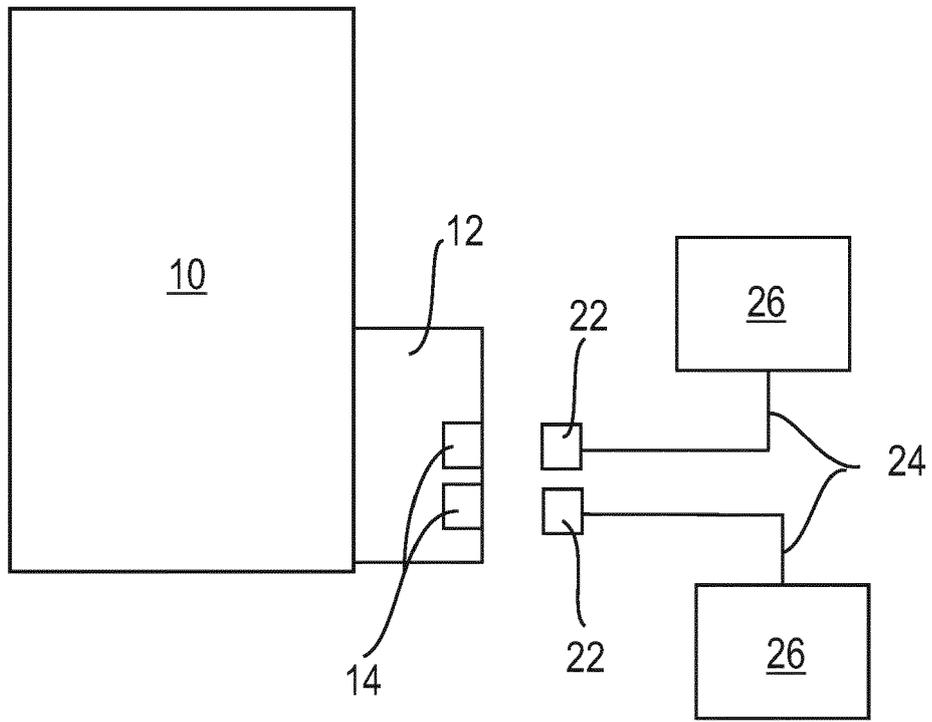


Fig. 4

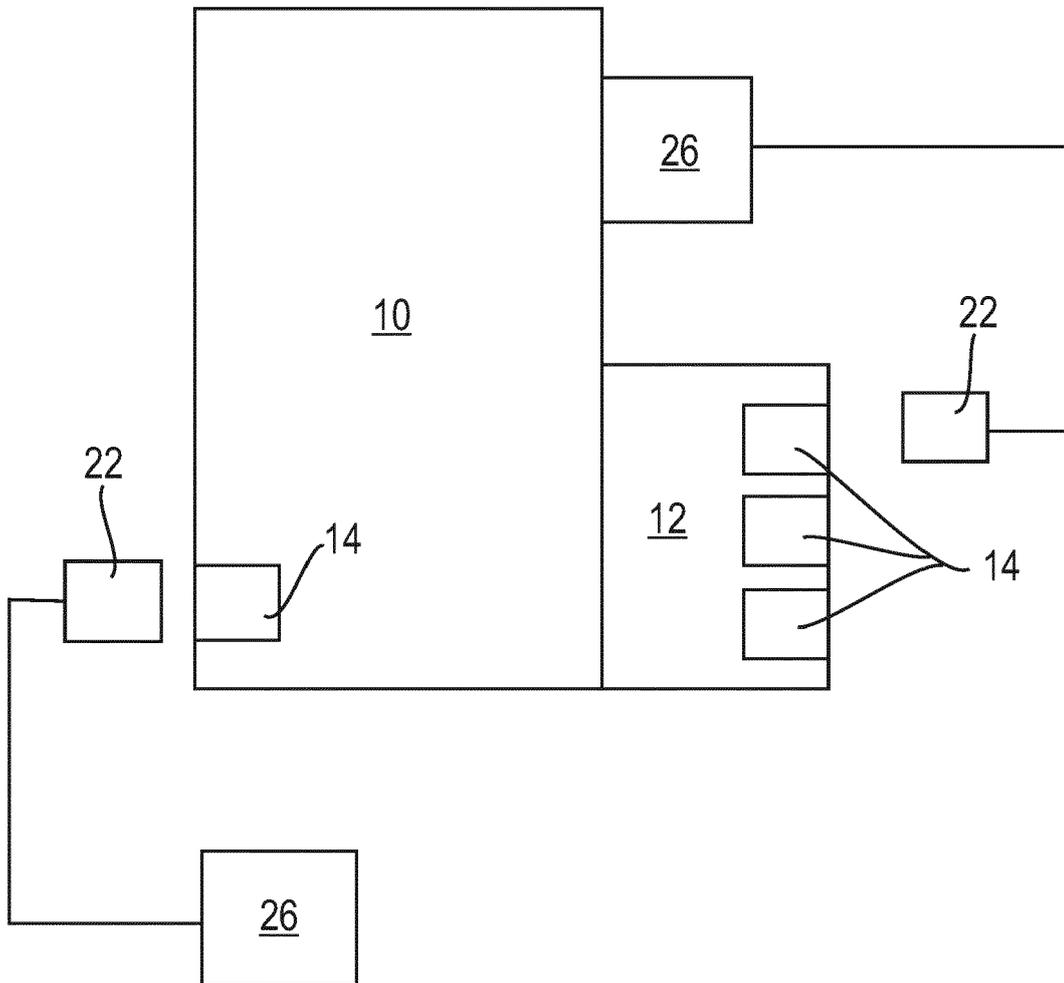


Fig. 5

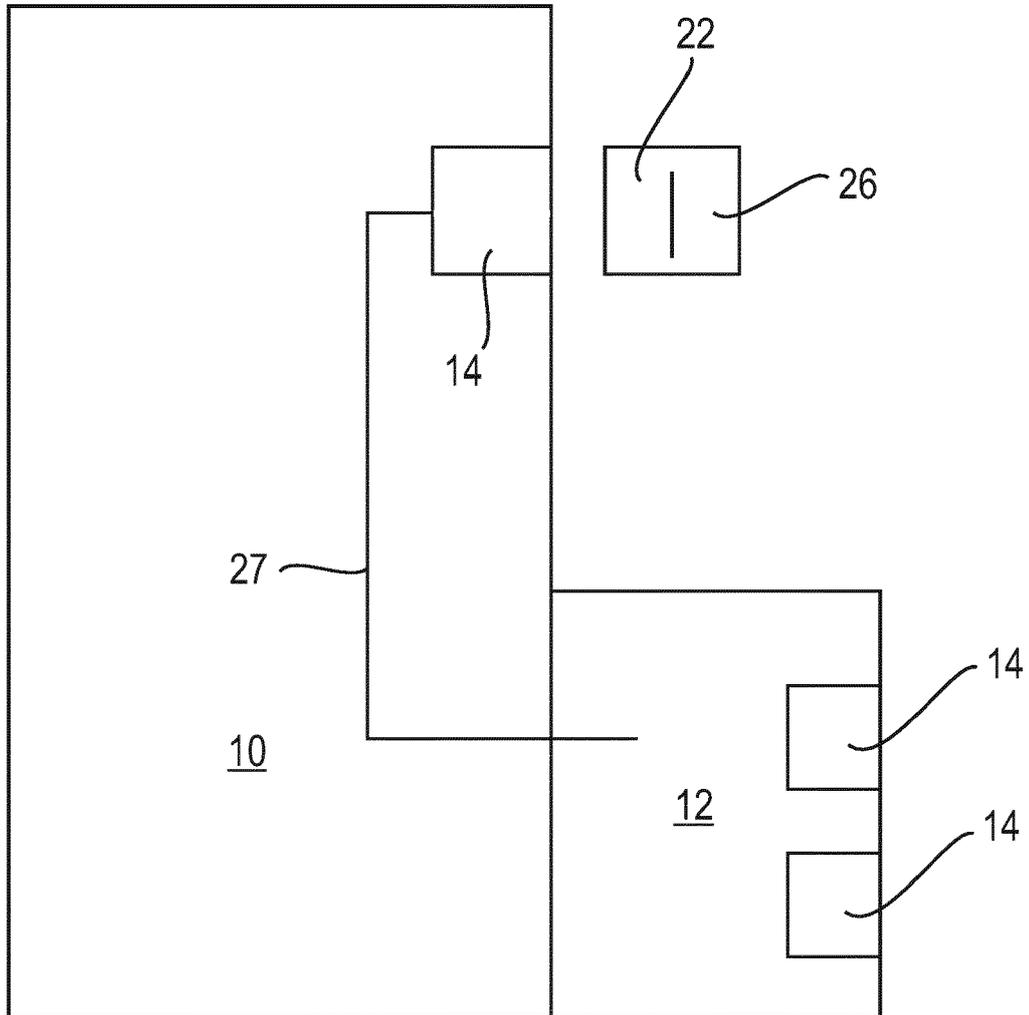


Fig. 6

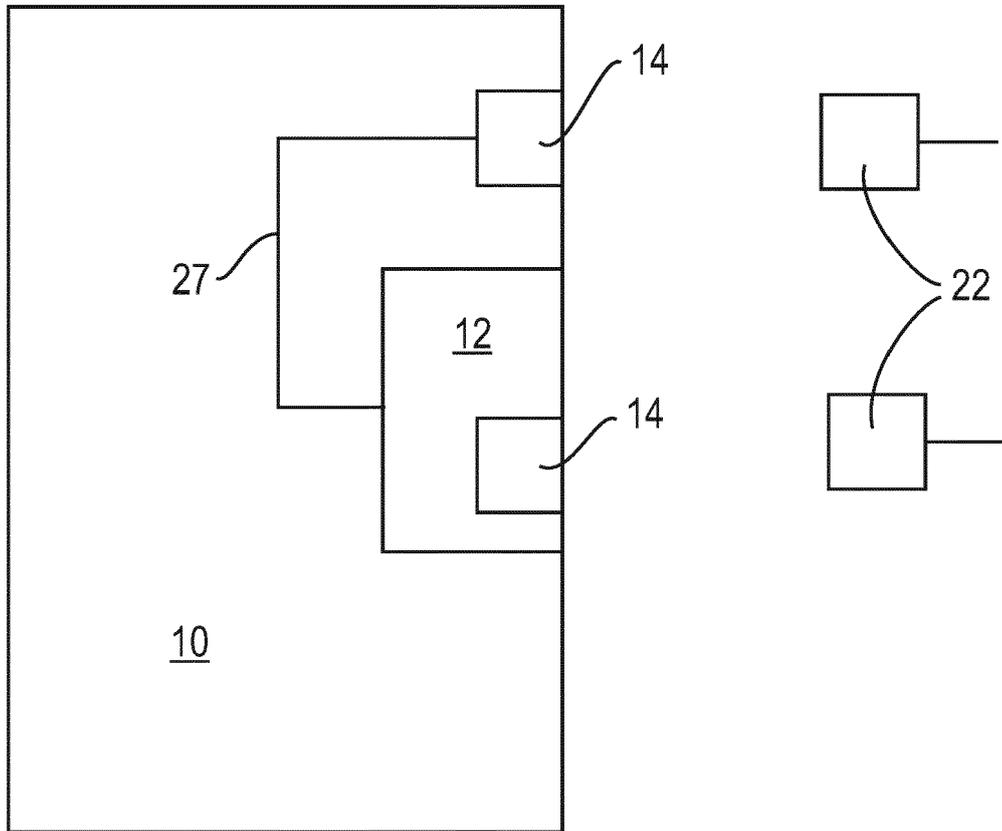


Fig. 7

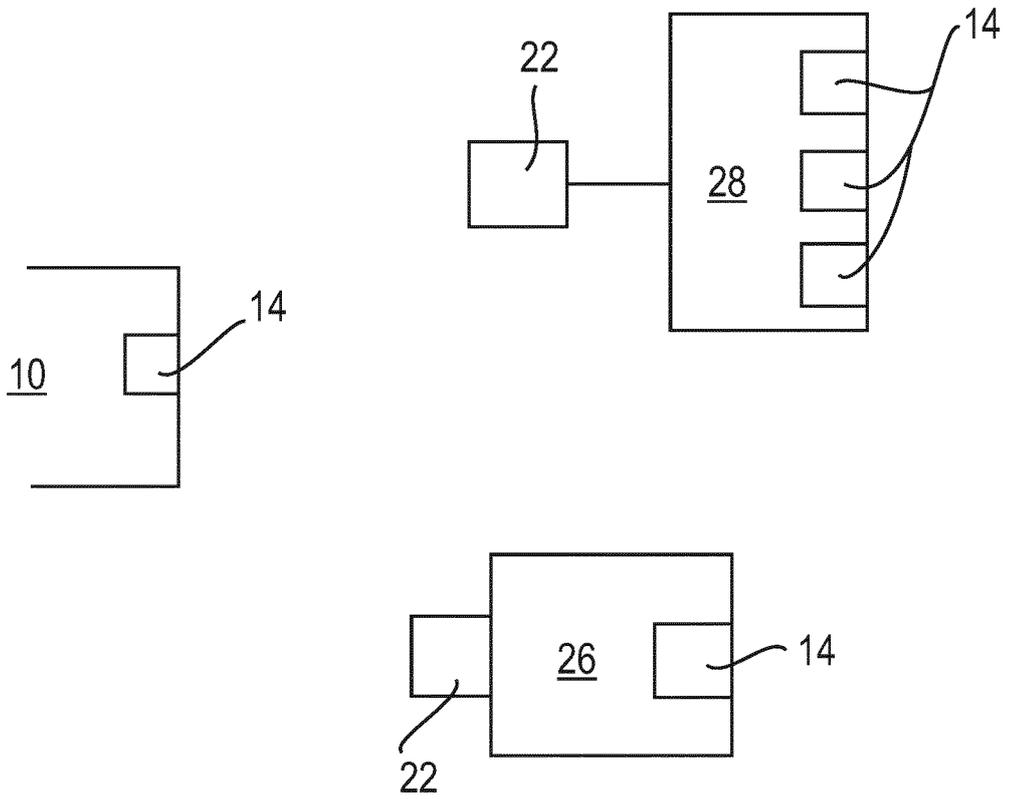


Fig. 8

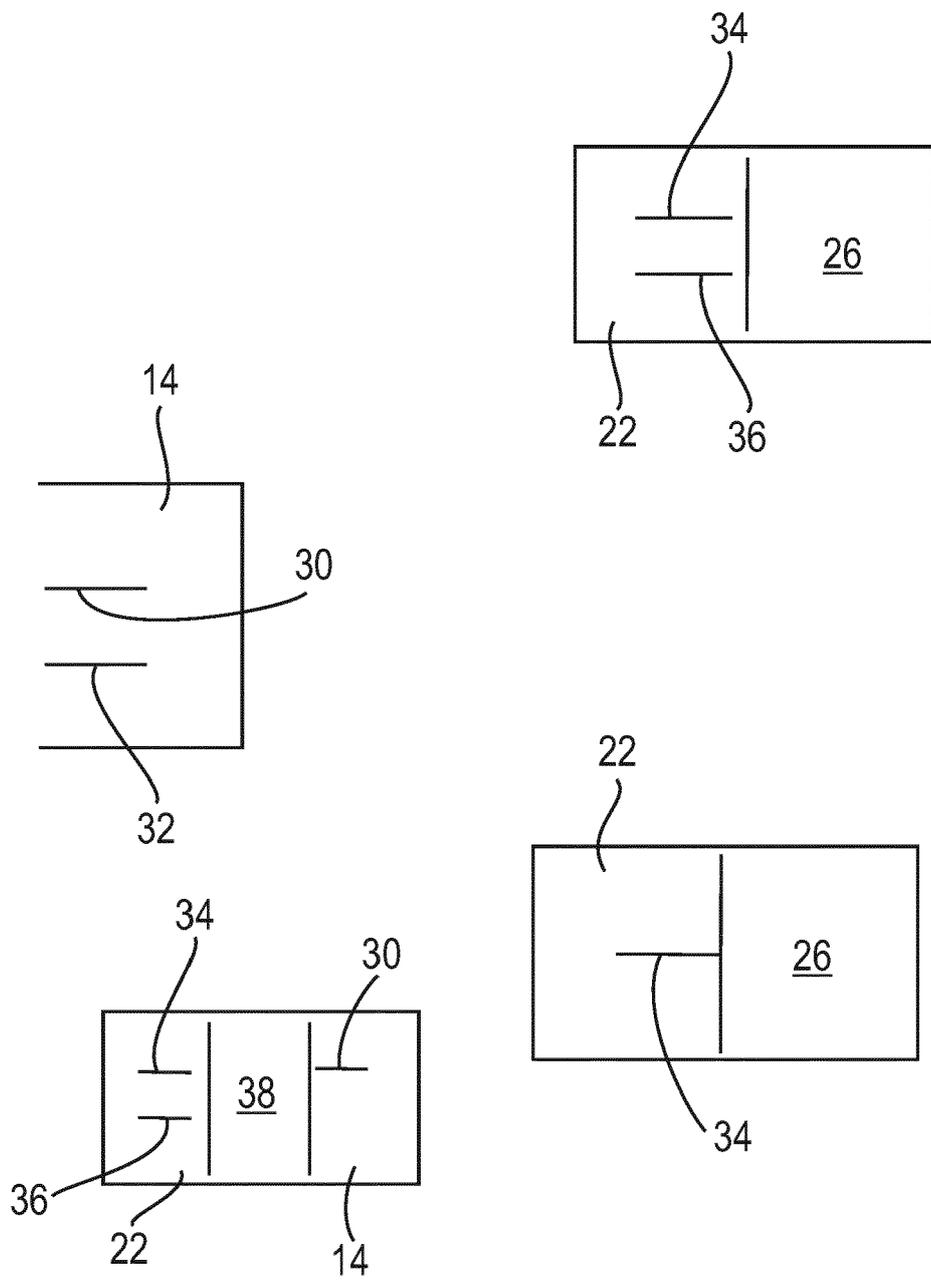


Fig. 9

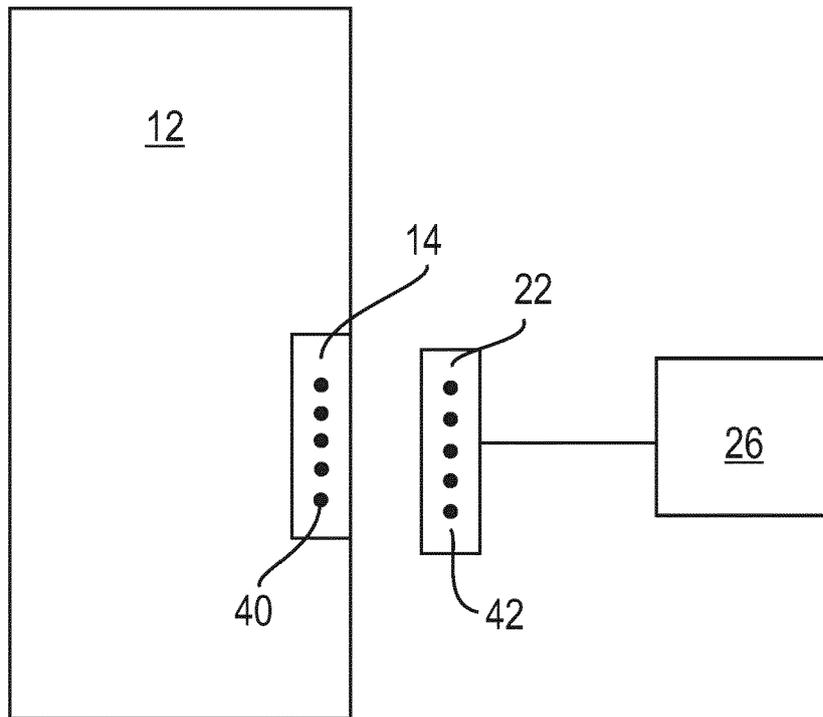


Fig. 10

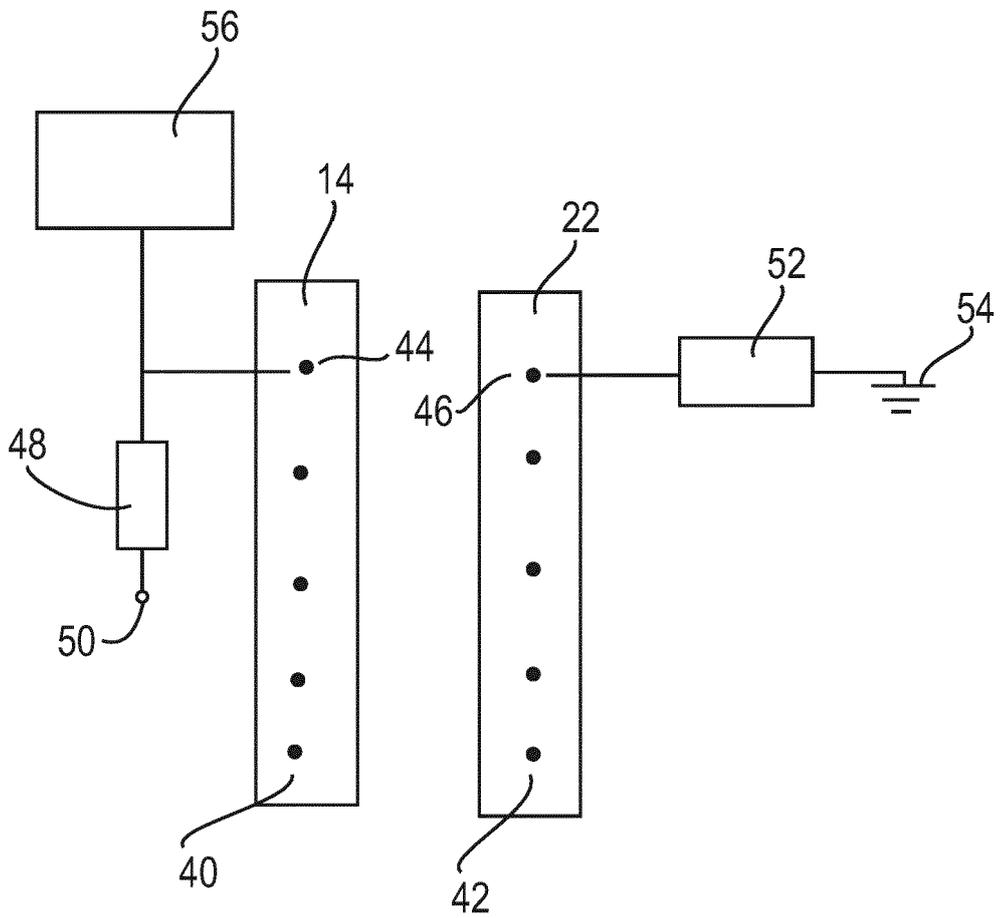


Fig. 11

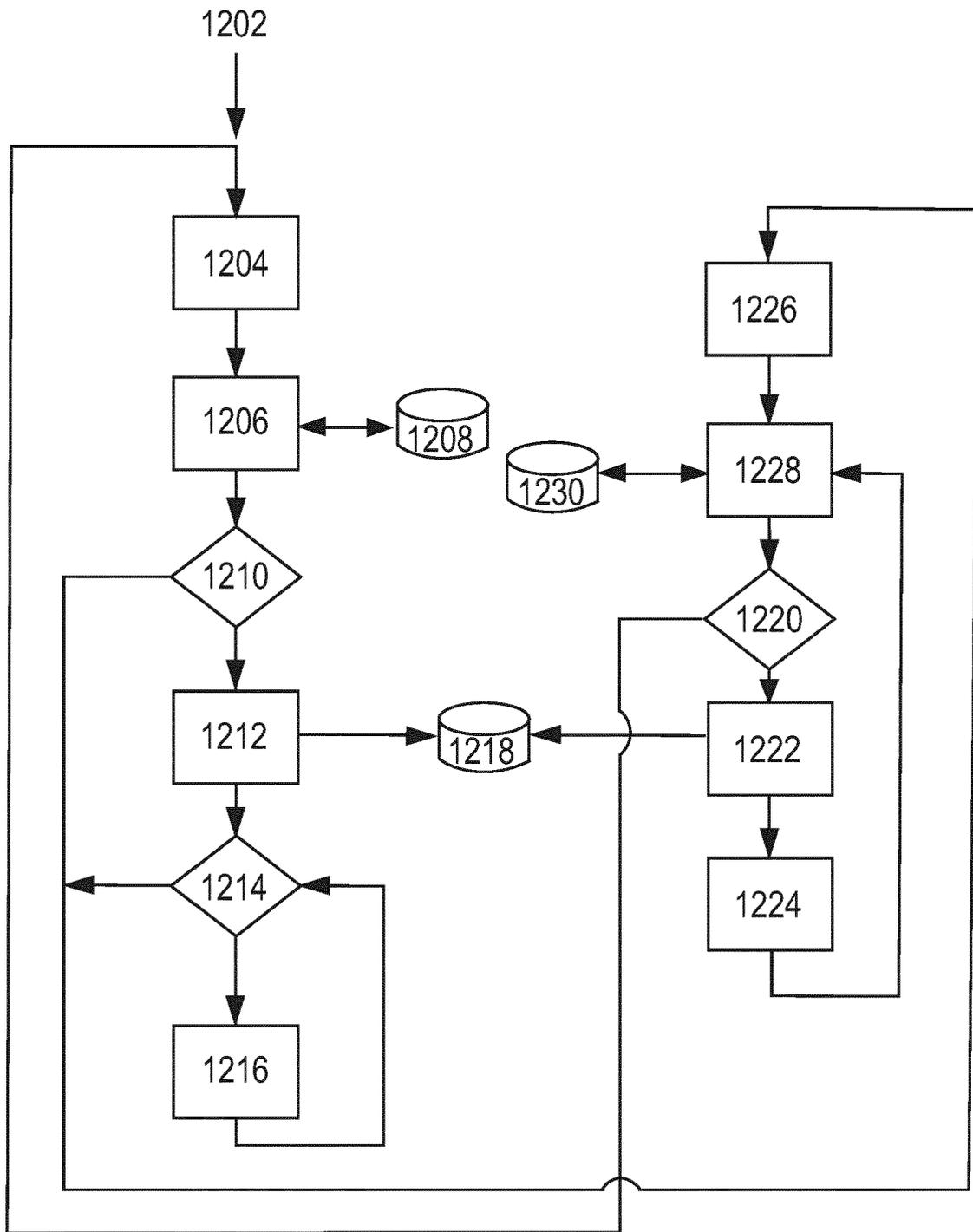


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 19 20 1918

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 6 606 536 B1 (ASO MITSUTO [JP]) 12. August 2003 (2003-08-12) * Spalte 6, Zeile 48 - Spalte 7, Zeile 5; Abbildungen 1,3 *	1,4,5, 9-15 2,3,6-8	INV. F04D19/04 F04D27/00 G06F9/4401 G06F11/30
X A	US 2018/032350 A1 (LEE WOO KWANG [KR] ET AL) 1. Februar 2018 (2018-02-01) * Absätze [0106], [0107], [0109], [0115], [0120], [0121]; Abbildungen 1, 4, 5 *	1,3-5, 9-13,15 2,14	
A	EP 3 096 021 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 23. November 2016 (2016-11-23) * Absatz [0038] *	1,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D G06F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 31. März 2020	Prüfer Brouillet, Bernard
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 20 1918

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-03-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 6606536	B1	12-08-2003	JP 3130890 B2 JP 2000240649 A KR 20000058206 A US 6606536 B1	31-01-2001 05-09-2000 25-09-2000 12-08-2003
20	US 2018032350	A1	01-02-2018	KR 20180014629 A US 2018032350 A1	09-02-2018 01-02-2018
25	EP 3096021	A1	23-11-2016	EP 3096021 A1 JP 2017002898 A	23-11-2016 05-01-2017
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82