



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2022 Patentblatt 2022/22

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 19/04 (2006.01) F04D 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21213446.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 19/04; F04D 27/00

(22) Anmeldetag: **09.12.2021**

(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

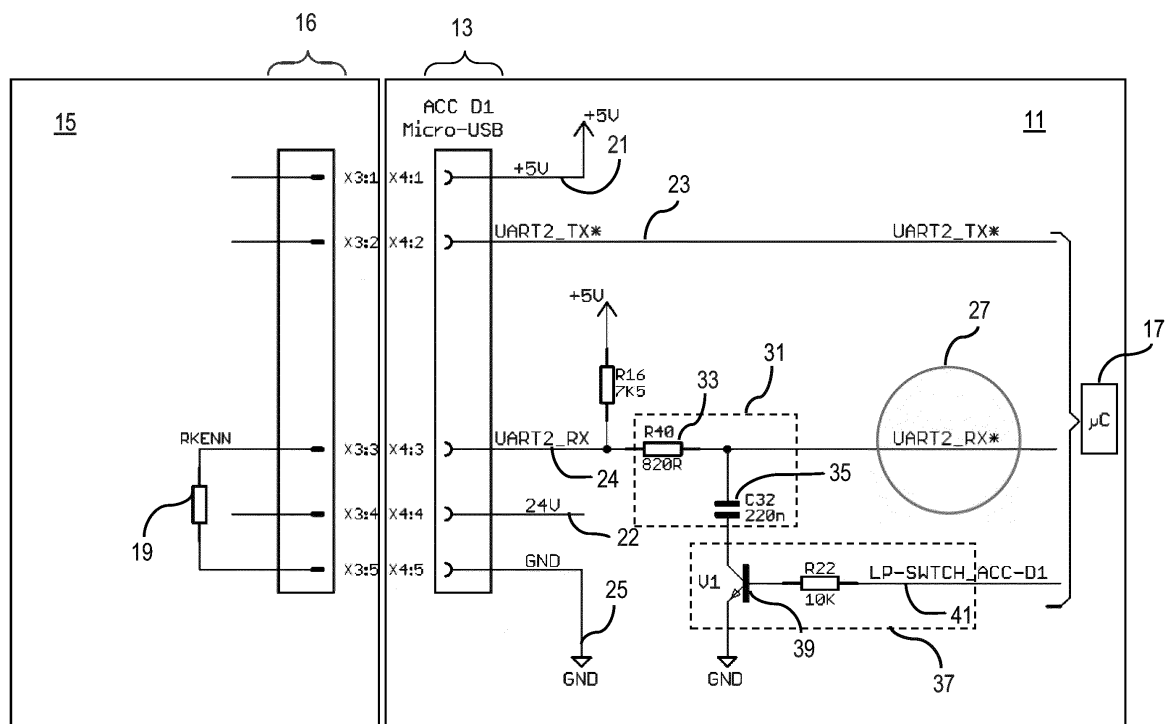
(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG**
35614 Asslar (DE)
(72) Erfinder: **Hopf, Dirk**
35641 Schöffengrund-Oberwetz (DE)
(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Eine Vakuumpumpe weist eine Schnittstelle zum Verbinden der Vakuumpumpe mit einer Zubehöreinrichtung, einen Controller, der mit der Schnittstelle in Verbindung steht, und eine Entstörungseinrichtung auf, die mit der Schnittstelle und dem Controller verbunden ist. Der Controller ist ausgebildet, um zumindest zwei unter-

schiedliche Typen eines Signals zu erkennen, das an der Schnittstelle der Vakuumpumpe anliegt, und um die Entstörungseinrichtung in Abhängigkeit von dem erkannten Typ des an der Schnittstelle anliegenden Signals zu aktivieren.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, bei der sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt und die mit einer Schnittstelle ausgestattet ist, um die Vakuumpumpe mit einer Zubehöreinrichtung zu verbinden.

[0002] Viele Vakuumpumpen können mit Zubehöreinrichtungen elektrisch verbunden werden, um beispielsweise Daten zu erfassen, die zur Steuerung der Vakuumpumpe oder einer Vakuumanlage verwendet werden, in der sich die Vakuumpumpe befindet, oder um die Vakuumpumpe zusammen mit der Zubehöreinrichtung zu steuern. Beispiele für solche Zubehöreinrichtungen sind Druckmesseinrichtungen, Flutventile und Lüfter.

[0003] Ferner sind viele Vakuumpumpen in der Lage, beim Anschließen einer Zubehöreinrichtung eine automatische Zubehörererkennung durchzuführen, bei welcher ein Controller der Vakuumpumpe automatisch ermittelt, welcher Typ der Zubehöreinrichtungen momentan an eine Schnittstelle der Vakuumpumpe angeschlossen ist. Nach der automatischen Zubehörererkennung können beispielsweise korrekte Kennlinien zur Steuerung der Zubehöreinrichtung ausgewählt werden.

[0004] Die automatische Zubehörererkennung kann mittels analoger Signale und Kennwiderständen erfolgen, die in der Zubehöreinrichtung vorhanden sind und über die Schnittstelle der Vakuumpumpe ausgelesen werden. Alternativ kann die Zubehörererkennung mittels digitaler Signale erfolgen, die über die Schnittstelle von der Vakuumpumpe angefordert werden und von der Zubehöreinrichtung in der Form von digitalen Datenpaketen an den Controller der Vakuumpumpe gesendet werden.

[0005] Bei der Verbindung der Vakuumpumpe mit der Zubehöreinrichtung ist es wünschenswert, als Schnittstelle eine standardisierte Steckverbindung zu verwenden, beispielsweise eine Mikro-USB-Steckverbindung, um dadurch die Herstellungskosten zu verringern und die Flexibilität bezüglich der anschließbaren Zubehöreinrichtungen zu erhöhen. Es ist jedoch ebenso wünschenswert, auch dann eine automatische Zubehörererkennung durchführen zu können, wenn dieselbe Schnittstelle für alle Typen der Zubehöreinrichtungen verwendet wird, d. h. unabhängig davon, ob die Zubehöreinrichtung einen Kennwiderstand aufweist oder als "intelligentes" Zubehörer digitale Datenpakete senden kann.

[0006] Aufgrund der begrenzten Anzahl von Anschlusspolen bzw. Datenleitungen in standardisierten Schnittstellen bzw. Steckverbindungen ist es jedoch häufig erforderlich, eine gemeinsame Leitung für die Zubehörererkennung zu verwenden, d. h. sowohl für die analoge Zubehörererkennung mittels Kennwiderständen als auch für die Zubehörererkennung mit digitalen Datenpaketen. Im Betrieb der Vakuumpumpe, d. h. bei eingeschaltetem Antriebsmotor, können allerdings Störungen auftreten, beispielsweise durch eine Endstufen-Pulsweitenmodulation bei Turbomolekularpumpen zur Ansteuerung des Antriebsmotors. Dies kann bei einer Zubehörererkennung

mittels Analogsignal dazu führen, dass eine automatische Zubehörererkennung aufgrund der Störungen nicht mehr möglich ist. Die Störungen können zwar mittels eines geeigneten, fest verbundenen Kondensators im Bereich der Schnittstelle der Vakuumpumpe verringert werden. Ein solcher fest installierter Kondensator bewirkt jedoch, dass digitale Signale an der Schnittstelle der Vakuumpumpe kurzgeschlossen werden und eine automatische Zubehörererkennung mittels der digitalen Datenpakete verhindert wird.

[0007] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vakuumpumpe zu schaffen, bei der eine automatische Zubehörererkennung im Betrieb der Vakuumpumpe auch dann zuverlässig durchführbar ist, wenn unterschiedliche Typen von Signalen, insbesondere analoge oder digitale Signale, an einer Schnittstelle der Vakuumpumpe verfügbar sind.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Die Vakuumpumpe, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt, weist eine Schnittstelle zum Verbinden der Vakuumpumpe mit einer Zubehöreinrichtung, einen Controller, der mit der Schnittstelle in Verbindung steht, und eine Entstörungseinrichtung auf, die mit der Schnittstelle und dem Controller verbunden ist. Der Controller ist ausgebildet, um zumindest zwei unterschiedliche Typen eines Signals zu erkennen, das an der Schnittstelle der Vakuumpumpe anliegt, und um die Entstörungseinrichtung in Abhängigkeit von dem erkannten Typ des an der Schnittstelle anliegenden Signals zu aktivieren.

[0010] Die jeweiligen Verbindungen zwischen der Schnittstelle, dem Controller und der Entstörungseinrichtung können elektrische oder elektronische Verbindungen sein. Ferner kann es sich bei der Schnittstelle um eine standardisierte Schnittstelle handeln, wie beispielsweise eine Mikro-USB-Steckverbindung. Durch die Verwendung einer solchen standardisierten Schnittstelle, beispielsweise mit einer gemeinsamen Datenleitung für analoge und digitale Signale, werden die Herstellungskosten für die Vakuumpumpe im Vergleich zu Vakuumpumpen mit speziell ausgestalteten Schnittstellen verringert.

[0011] Da der Controller zumindest zwei unterschiedliche Signaltypen an der Schnittstelle erkennen kann, lässt sich die Schnittstelle automatisch an diesen Signaltyp anpassen, indem die Entstörungseinrichtung entsprechend dem Signaltyp mittels des Controllers aktiviert oder deaktiviert wird. Beispielsweise kann eine Dämpfung digitaler Datenpakete beim Anschluss von "intelligenten" Zubehöreinrichtungen verhindert werden, während mögliche Störungen bei statischen, analogen Signalen mittels der Entstörungseinrichtung unterdrückt werden können. Aufgrund der Unterdrückung der Störungen ist es ferner beispielsweise bei der Verwendung von Analogsignalen und Kennwiderständen in der Zubehöreinrichtung möglich, eine größere Anzahl von Typen der Zubehöreinrichtung zu unterscheiden.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen angegeben.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform kann die Vakuumpumpe ferner eine Schalteinrichtung aufweisen, die mit der Entstörungseinrichtung und dem Controller verbunden ist. In diesem Fall kann der Controller ausgebildet sein, um die Entstörungseinrichtung mittels der Schalteinrichtung selektiv zu aktivieren. Die Entstörungseinrichtung kann somit über die Schalteinrichtung zuverlässig aktiviert oder deaktiviert werden.

[0014] Die Schalteinrichtung kann ferner einen Transistor umfassen. Es hat sich gezeigt, dass ein handelsüblicher Transistor als Schalteinrichtung besonders geeignet sein kann, da ein solcher innerhalb der Vakuumpumpe wenig Bauraum in Anspruch nimmt. Alternativ kann die Schalteinrichtung jedoch auch als Schalter oder Optokoppler ausgebildet sein.

[0015] Der Controller kann ferner ausgebildet sein, um anhand des an der Schnittstelle anliegenden Signals zu erkennen, ob die Zubehöreinrichtung einen Kennwiderstand aufweist. Falls das Vorhandensein eines Kennwiderstands erkannt wird, kann ein analoger Signaltyp an der Schnittstelle anliegen. Wenn umgekehrt erkannt wird, dass die Zubehöreinrichtung keinen Kennwiderstand aufweist, kann ein digitaler Signaltyp an der Schnittstelle anliegen. Somit kann der Controller bei dieser Ausführungsform anhand des Vorhandenseins des Kennwiderstands erkennen, welcher Signaltyp an der Schnittstelle anliegt, und die Entstörungseinrichtung entsprechend aktivieren oder deaktivieren. Konkret kann der Controller die Entstörungseinrichtung aktivieren, wenn die Zubehöreinrichtung den Kennwiderstand aufweist, und die Entstörungseinrichtung deaktivieren, wenn die Zubehöreinrichtung keinen Kennwiderstand aufweist. Das Vorhandensein des Kennwiderstands kann somit eine eindeutige und zuverlässige Bedingung für die Aktivierung der Entstörungseinrichtung darstellen.

[0016] Darüber hinaus kann der Controller den Kennwiderstand der Zubehöreinrichtung anhand einer Spannung identifizieren, die zwischen zwei Eingangsleitungen der Schnittstelle anliegt. Beispielsweise kann eine Spannung in einem vorgegebenen Bereich einem bestimmten Typ der Zubehöreinrichtungen zugeordnet sein. Der Controller ist bei dieser Ausführungsform folglich nicht nur in der Lage, mindestens zwei unterschiedliche Signaltypen, sondern auch unterschiedliche Typen von Zubehöreinrichtungen zu unterscheiden, die den gleichen Signaltyp an der Schnittstelle bereitstellen. Wenn an den zwei Eingangsleitungen der Schnittstelle jedoch keine Spannung gemessen werden kann, da die zwei Eingangsleitungen beispielsweise offen sind, kann der Controller ermitteln, dass kein Kennwiderstand in der Zubehöreinrichtung vorhanden ist und dass folglich ein digitaler Signaltyp an der Schnittstelle anliegt.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Entstörungseinrichtung einen Kondensator umfassen. Da an einen solchen Kondensator keine besondere

Anforderungen bestehen, kann die Entstörungseinrichtung folglich kostengünstig realisiert werden. Ferner kann die Entstörungseinrichtung als Tiefpass ausgebildet sein. Zusätzlich zu einem Kondensator kann die Entstörungseinrichtung somit einen Widerstand umfassen, an den wiederum keine besonderen Anforderungen bestehen. Die Größe des Widerstands und des Kondensators legt jedoch die Grenzfrequenz des Tiefpasses fest. Um Störungen zu unterdrücken, die durch einen Antriebsmotor einer Turbomolekularpumpe hervorgerufen werden, kann eine solche Dimensionierung des Widerstands und des Kondensators eines Tiefpasses als Entstörungseinrichtung zweckmäßig sein, dass der Tiefpass eine Grenzfrequenz von ungefähr 1 kHz aufweist.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfassen die zumindest zwei unterschiedlichen Typen des an der Schnittstelle anliegenden Signals ein analoges Signal und ein digitales Signal. Wenn der Controller das analoge Signal erkennt, kann die Entstörungseinrichtung aktiviert werden, und wenn der Controller das digitale Signal erkennt, kann die Entstörungseinrichtung deaktiviert werden. Unabhängig davon, ob ein analoges oder digitales Signal an der Schnittstelle anliegt, kann somit eine gemeinsame Datenleitung für diese Signale an der Schnittstelle verwendet bzw. beibehalten werden. Dadurch kann die Verwendung bzw. Beibehaltung einer standardisierten Schnittstelle erfolgen. Die Schnittstelle kann beispielsweise als Mikro-USB-Schnittstelle ausgebildet sein. Eine solche Schnittstelle verfügt beispielsweise über einen 5-poligen Anschluss, bei welchem ein Pol gemeinsam für analoge und digitale Eingangssignale verwendet werden kann.

[0019] Ferner betrifft die Erfindung ein System mit einer Vakuumpumpe, wie sie vorstehend beschrieben ist, und mit einer Zubehöreinrichtung. Die Vakuumpumpe und die Zubehöreinrichtung sind über die Schnittstelle miteinander verbunden, wobei es sich um eine elektrische oder elektronische Verbindung handeln kann. Wie vorstehend erläutert wurde, ist die Vakuumpumpe mittels des Controllers ausgebildet, um zumindest zwei unterschiedliche Typen eines an der Schnittstelle anliegenden Signals, beispielsweise ein analoges Signal oder ein digitales Signal, zu erkennen und die Entstörungseinrichtung entsprechend dem erkannten Typ des an der Schnittstelle anliegenden Signals zu aktivieren.

[0020] Neben der Unterscheidung zumindest zweier unterschiedlicher Signaltypen an der Schnittstelle kann die Vakuumpumpe ferner ausgebildet sein, um einen Typ der Zubehöreinrichtung anhand des an der Schnittstelle anliegenden Signals zu erkennen. Beispielsweise kann der Controller der Vakuumpumpe erkennen, ob die Zubehöreinrichtung einen Kennwiderstand aufweist, und den Typ der Zubehöreinrichtung anhand des Kennwiderstands identifizieren, oder sie kann ein digitales Signal anfordern und anschließend zum Identifizieren der Zubehöreinrichtung auslesen. Die Zubehöreinrichtung kann eine Druckmesseinrichtung umfassen, die beispielsweise ein digitales Signal an der Schnittstelle be-

reistellt. Alternativ kann die Zubehöreinrichtung ein Flutventil oder einen Lüfter umfassen, die beispielsweise ein analoges Signal an der Schnittstelle bereitstellen und einen Kennwiderstand aufweisen.

[0021] Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zum Betreiben einer Vakuumpumpe, insbesondere einer Turbomolekularpumpe, wobei

- eine Schnittstelle der Vakuumpumpe mit einer Zubehöreinrichtung verbunden wird,
- ein Controller mit der Schnittstelle in Verbindung steht,
- eine Entstörungseinrichtung mit der Schnittstelle und dem Controller verbunden ist, wobei
- der Controller zumindest zwei unterschiedliche Typen eines an der Schnittstelle anliegenden Signals erkennt und die Entstörungseinrichtung in Abhängigkeit von dem erkannten Typ des an der Schnittstelle anliegenden Signals selektiv aktiviert.

[0022] Für das erfindungsgemäße Verfahren gelten die zu der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe und zu dem erfindungsgemäßen System getroffenen Aussagen entsprechend. Dies gilt insbesondere hinsichtlich Vorteilen und Ausführungsformen.

[0023] Weiterhin versteht sich, dass sämtliche hierin genannten Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht explizit etwas anderes angegeben ist.

[0024] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch:

- | | |
|----------------|--|
| Fig. 1 | eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe, die über eine Schnittstelle mit einer Zubehöreinrichtung verbunden ist, |
| Fig. 2A und 2B | analoge Signale, die an der Schnittstelle gemessen werden, bei deaktivierter bzw. aktivierter Entstörungseinrichtung und |
| Fig. 3A und 3B | digitale Signale, die an der Schnittstelle gemessen werden, bei deaktivierter bzw. aktivierter Entstörungseinrichtung. |

[0025] Fig. 1 zeigt schematisch eine Vakuumpumpe 11, die über eine Schnittstelle 13 mit einer Zubehöreinrichtung 15 verbunden ist, welche zu diesem Zweck einen Stecker 16 aufweist. Die Vakuumpumpe 11 weist ferner einen Mikrocontroller 17 auf, der mit der Schnittstelle 13 in Verbindung steht. Die Vakuumpumpe 11 ist dafür vorgesehen, über die Schnittstelle 13 mit unterschiedlichen Typen der Zubehöreinrichtung 15 verbunden zu werden und den jeweiligen Typ der der Zubehö-

reinrichtung 15 mittels des Mikrocontrollers 17 automatisch zu erkennen.

[0026] Zum Erkennen der Zubehöreinrichtung 15 weisen bestimmte Typen der Zubehöreinrichtung 15 einen Kennwiderstand 19 auf. Solche Zubehöreinrichtungen 15 sind beispielsweise ein Flutventil oder ein Lüfter, die ein analoges Signal für den Mikrocontroller 17 an der Schnittstelle 13 bereitstellen, welches die Größe des Kennwiderstands 19 widerspiegelt. Anhand dieses analogen Signals erkennt der Mikrocontroller 17 die Größe des Kennwiderstands 19 und somit den Typ der Zubehöreinrichtung 15.

[0027] Andere Typen der Zubehöreinrichtung 15, die auch als "intelligente" Zubehöreinrichtung angesehen werden können und mit einer seriellen Schnittstelle ausgestattet sind, senden nach einer entsprechenden Anforderung digitale Datenpakete über die Schnittstelle 13 an den Mikrocontroller 17 der Vakuumpumpe 11. Anhand der digitalen Datenpakete identifiziert der Mikrocontroller 17 den Typ der Zubehöreinrichtung 15. Eine solche Zubehöreinrichtung 15 ist beispielsweise eine Druckmess-einrichtung oder Druckmessröhre.

[0028] Die Schnittstelle 13 ist als Mikro-USB-Steckverbindung ausgebildet und umfasst fünf Pole bzw. Anschlussverbindungen, die mit X4:1 bis X4:5 bezeichnet sind. Der Stecker 16 der Zubehöreinrichtung 15 weist entsprechende Anschlussverbindungen X3:1 bis X3:5 auf, die jedoch je nach Typ der Zubehöreinrichtung 15 unterschiedlich belegt sind bzw. verwendet werden. Die Anschlussverbindungen X4:1 und X4:4 sind für Versorgungsleitungen 21, 22 vorgesehen. Die Versorgungsleitung 21 dient zur Versorgung einer "intelligenten" bzw. "digitalen" Zubehöreinrichtung 15, beispielsweise einer Druckmessröhre, mit einer Spannung von +5V. Die Versorgungsleitung 22 ist hingegen zur Versorgung einer "analogen" Zubehöreinrichtung 15 mit +24V vorgesehen, wie dies etwa bei einem Flutventil oder einem Lüfter notwendig ist.

[0029] Ferner sind an der Schnittstelle 13 die Anschlussverbindungen X4:2 für eine Sendeleitung 23 und X4:3 für eine Empfangsleitung 24 vorgesehen, während die Anschlussverbindung X4:5 über eine Masseleitung 25 mit Masse (GND) verbunden ist. Die Sendeleitung 23 dient dazu, im Falle einer "digitalen" Zubehöreinrichtung 15 eine Anforderung an die Zubehöreinrichtung 15 zu senden, dass die Zubehöreinrichtung 15 digitale Datenpakete zur Zubehörererkennung über die Empfangsleitung 24 an den Mikrocontroller 17 ausgeben soll.

[0030] Da die unterschiedlichen Typen der Zubehöreinrichtung 15 entweder digitale oder analoge Signale zur Zubehörererkennung bereitstellen, müsste die Schnittstelle 13 eigentlich zwei verschiedene Anschlüsse X4:3 für unterschiedliche Empfangsleitungen 24 aufweisen, um sowohl digitale Datenpakete als auch analoge Signale entsprechen dem Kennwiderstand 19 zu erfassen. Mit den Anschlüssen X4:1 und X4:4 für die zwei Versorgungsleitungen 21, 22, dem Anschluss X4:2 für die Sendeleitung 23 und dem Anschluss X4:5 für die Masselei-

tung 25 müsste die Schnittstelle 13 somit sechs Anschlüsse aufweisen. Da die standardisierte Mikro-USB-Steckverbindung jedoch nur 5-polig ist, ist es notwendig, einen gemeinsamen Anschluss X4:3 und eine gemeinsame Empfangsleitung 24 sowohl für die digitalen als auch für die analogen Signale zu verwenden.

[0031] Die Empfangsleitung 24 dient somit einerseits zum Erfassen einer statischen, analogen Spannung für den Fall, dass die Zubehöreinrichtung 15 einen Kennwiderstand 19 aufweist, wie dies beispielhaft in Fig. 1 dargestellt ist. Die analoge Spannung über den Kennwiderstand 19, die zwischen der Eingangsleitung 23 und Masse (GND) gemessen wird, wird mittels des Mikrocontrollers 17 der Vakuumpumpe 11 ausgewertet, beispielsweise über einen Spannungsteiler. Die über die Eingangsleitung 24 erfasste analoge Spannung wird typischerweise sechs verschiedenen Werten zwischen 0,38 und 2,74 V zugeordnet, um dadurch den Kennwiderstand 19 und somit den Typ der Zubehöreinrichtung zu identifizieren, beispielsweise ein Flutventil oder einen Lüfter.

[0032] Nach dem Einschalten der Vakuumpumpe 11 wird deren Antriebsmotor (nicht gezeigt) mit einem Pulsweiten-modulierten Signal einer Endstufe angesteuert. Wenn die Zubehöreinrichtung 15 den Kennwiderstand 19 aufweist und somit ein analoges Signal an der Empfangsleitung 24 der Schnittstelle 13 anliegt, stört das Pulsweiten-modulierte Signal das Analogsignal an der Empfangsleitung 24 auf eine Weise, wie dies in Fig. 2A dargestellt ist. Fig. 2A zeigt das Signal an der Empfangsleitung 24 bezogen auf Masse (GND) über der Zeit nach Einschalten des Antriebsmotors der Vakuumpumpe 11.

[0033] Man erkennt, dass dieses Signal Störungen mit einer solchen Amplitude aufweist, dass eine eindeutige Auswertung des Spannungssignals an der Leitung 24 nicht mehr möglich ist. Konkret gestatten es die Störungen nicht, die an der Empfangsleitung 24 erfasste Spannung einem der sechs verschiedenen Spannungsbereiche innerhalb des Intervalls von 0,38 V bis 2,74 V zuzuordnen. Folglich kann bei dem in Fig. 2A dargestellten Fall der Typ der Zubehöreinrichtung 15 nicht anhand des an der Empfangsleitung 24 anliegenden Signals und anhand des entsprechenden Kennwiderstands 19 erkannt werden.

[0034] Um die Störungen des Analogsignals an der Empfangsleitung 24 zu beseitigen, weist die Vakuumpumpe 11 eine Entstörungseinrichtung in der Form eines Tiefpasses 31 auf (vgl. Fig. 1), der bezogen auf die Empfangsleitung 24 einen in Reihe geschalteten Widerstand 33 und einen parallel geschalteten Kondensator 35 umfasst. Zusätzlich weist die Vakuumpumpe 11 eine Schalteinrichtung 37 auf, die einen Transistor 39 und eine Steuerleitung 41 umfasst, die wiederum mit dem Mikrocontroller 17 verbunden ist.

[0035] Sobald der Transistor 39 mittels der Steuerleitung 41 leitend geschaltet ist, ist der Kondensator mit Masse (GND) verbunden, so dass der Tiefpass 31 als Entstörungseinrichtung aktiviert ist. Wenn der Transistor 39 hingegen gesperrt ist bzw. mittels der Steuerleitung

41 nichtleitend geschaltet ist, ist der Kondensator 35 und damit auch der Tiefpass 31 als Entstörungseinrichtung deaktiviert.

[0036] In Fig. 2B ist das Signal an der Empfangsleitung 24 als Spannungssignal 27 hinter dem Tiefpass 31 (vgl. Fig. 1) nach dessen Aktivierung dargestellt, wie es mittels des Mikrocontrollers 17 gemessen wird. Die Schwankungen bzw. Störungen des analogen Spannungssignals 27 sind nach Aktivierung des Tiefpasses 31 erheblich kleiner (vgl. Fig. 2B) als ohne Aktivierung des Tiefpasses 31 (vgl. Fig. 2A).

[0037] Wie bereits erwähnt wurde, sind der Mikrocontroller 17 und die Schnittstelle 13 der Vakuumpumpe 11 auch zum Identifizieren solcher Zubehöreinrichtungen 15 vorgesehen, die digitale Datenpakete senden, welche ebenfalls über die Empfangsleitung 24 mittels des Mikrocontrollers 17 erfasst werden. Über die Sendeleitung 23 sendet der Mikrocontroller 17 ein Signal an die Zubehöreinrichtung 15, um dadurch das Senden der digitalen Datenpakete über die Empfangsleitung 24 auszulösen. Das Erfassen der digitalen Datenpakete an der Empfangsleitung 24 gestattet eine eindeutige Identifikation der entsprechenden Zubehöreinrichtung 15 mittels des Controllers 17.

[0038] Wenn der Tiefpass 31 jedoch als Entstörungseinrichtung aktiviert ist, indem die Schalteinrichtung 37 eingeschaltet ist, d.h. wenn der Transistor 39 mittels der Steuerleitung 41 leitend geschaltet ist, werden die digitalen Signale an der Empfangsleitung 24 kurzgeschlossen, wie dies in Fig. 3B dargestellt ist. In Fig. 3A und 3B sind jeweils digitale Signale über der Zeit aufgetragen, d.h. das Spannungssignal 27 hinter dem Tiefpass 31 über der Zeit für den Fall, dass eine "digitale" Zubehöreinrichtung 15 wie beispielsweise eine Druckmessröhre über die Schnittstelle 13 mit der Vakuumpumpe 11 verbunden ist.

[0039] Da die digitalen Signale über den Kondensator 35 des Tiefpasses 31 kurzgeschlossen werden, wenn der Tiefpass 31 über den leitenden Transistor 39 aktiviert ist, ist keine Erkennung der Zubehöreinrichtung 15 anhand der digitalen Datenpakete möglich, die über die Empfangsleitung 24 erfasst werden. Um dies zu verhindern, wird der Tiefpass 31 deaktiviert, wenn digitale Datenpakete über die Empfangsleitung 24 erfasst werden sollen.

[0040] Dies erfolgt dadurch, dass der Transistor 39 mittels der Steuerleitung 41 gesperrt bzw. auf "nichtleitend" umgeschaltet wird. Dadurch wird der Kondensator 35 und somit der Tiefpass 31 deaktiviert, so dass die digitalen Datenpakete wie gewünscht durch den Mikrocontroller 17 erfasst werden können. Dies ist in Fig. 3A dargestellt, in welcher die digitalen Signale über der Zeit aufgetragen sind, während der Tiefpass 31 mittels des Transistors 39 über die Steuerleitung 41 deaktiviert ist. In Fig. 3A ist ebenfalls zu erkennen, dass die digitalen Signale nicht durch das Pulsweiten-modulierte Signal beeinträchtigt werden, mit dem der Antriebsmotor der Vakuumpumpe 11 angesteuert wird.

[0041] Um festzustellen, ob eine "analoge" oder "digitale" Zubehöreinrichtung 15 an der Schnittstelle 13 angeschlossen ist und ob entsprechend ein statisches, analoges Signal oder ein digitales Datenpaket über die Empfangsleitung 24 zu erfassen ist, ermittelt der Mikrocontroller 17, ob ein Kennwiderstand 19 in der Zubehöreinrichtung 15 vorhanden ist. Um dies festzustellen, überprüft der Mikrocontroller 17, ob zwischen der Empfangsleitung 24 und Masse (GND) eine messbare Spannung anliegt oder ob die Empfangsleitung 24 gegenüber Masse offen ist. Wenn eine Spannung zwischen der Empfangsleitung 24 und Masse messbar ist, weist die Zubehöreinrichtung 15 den Kennwiderstand 19 auf, so dass ein statisches, analoges Signal an der Empfangsleitung 24 zu erfassen ist. In diesem Fall aktiviert der Mikrocontroller 17 den Tiefpass 31 über die Steuerleitung 41, indem der Transistor 39 leitend geschaltet wird. Dies führt dazu, dass das statische Analogsignal mittels des Tiefpasses 31 entstört wird, wie dies in Fig. 2B dargestellt ist.

[0042] Wenn die Zubehöreinrichtung 15 jedoch keinen Kennwiderstand 19 aufweist, ist die Empfangsleitung 24 gegenüber Masse offen, und der Mikrocontroller 17 kann in diesem Fall keine Spannung ermitteln, die einem bestimmten Kennwiderstand 19 entspricht. Folglich sind in diesem Fall digitale Datenpakete an der Empfangsleitung 24 zu erfassen, so dass der Mikrocontroller 17 den Tiefpass 31 über die Steuerleitung 41 deaktiviert, indem der Transistor 39 auf "nichtleitend" umgeschaltet wird. Dadurch beeinträchtigt der Tiefpass 31 die digitalen Datenpakete nicht, die somit ungehindert erfasst werden können, wie dies in Fig. 3A dargestellt ist.

[0043] Insgesamt ermittelt der Mikrocontroller 17 somit anhand des Signals an der Empfangsleitung 24, ob die Zubehöreinrichtung 15 einen Kennwiderstand 19 aufweist oder nicht, und aktiviert oder deaktiviert den Tiefpass 31 entsprechend, um entweder ein ungestörtes Analogsignal (vgl. Fig. 2B) oder ein ungestörtes digitales Datenpaket (vgl. Fig. 3A) erfassen zu können. Durch die selektive Aktivierung oder Deaktivierung des Tiefpasses 31 ist somit eine korrekte automatische Zubehörererkennung sowohl mittels analoger Signale (vgl. Fig. 2B) durch Erfassen des Kennwiderstands 19 als auch mittels digitaler Datenpakete (vgl. Fig. 3A) möglich, selbst wenn der Antriebsmotor der Vakuumpumpe 11 mittels des Pulsweiten-modulierten Signals angesteuert wird.

[0044] Durch geeignete Dimensionierung des Widerstands 33 und des Kondensators 35 lässt sich die Grenzfrequenz des Tiefpasses 31 derart festlegen, dass die möglichen Störungen des analogen Signals (vgl. Fig. 2A) geeignet unterdrückt werden können. Im vorliegenden Beispiel wurde ein Widerstand mit 820 Ω und ein Kondensator mit 220 nF gewählt, so dass sich eine Grenzfrequenz von 882 Hz für den Tiefpass 31 ergibt. Es hat sich gezeigt, dass zum Unterdrücken der Störungen, die durch die Pulsweiten-modulierten Signale für den Antriebsmotor einer Turbomolekularpumpe hervorgerufen werden können, eine Grenzfrequenz von 1 kHz des Tiefpasses 31 ausreichend ist.

Bezugszeichenliste

[0045]

5	11	Vakuumpumpe
	13	Schnittstelle der Vakuumpumpe
	15	Zubehöreinrichtung
	16	Stecker der Zubehöreinrichtung
	17	Mikrocontroller
10	19	Kennwiderstand
	21	+5V-Versorgungsleitung
	22	+24V-Versorgungsleitung
	23	Sendeleitung
	24	Empfangsleitung
15	25	Masseleitung
	27	Spannungssignal nach Tiefpass
	31	Tiefpass
	33	Widerstand
	35	Kondensator
20	37	Schalteinrichtung
	39	Transistor
	41	Steuerleitung
	X4:1 bis X4:5	Anschlüsse an der Schnittstelle der Vakuumpumpe
25	X3:1 bis X3:5	Anschlüsse am Stecker der Zubehöreinrichtung

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (11), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit

einer Schnittstelle (13) zum Verbinden der Vakuumpumpe (11) mit einer Zubehöreinrichtung (15),
einem Controller (17), der mit der Schnittstelle (13) in Verbindung steht,
einer Entstörungseinrichtung (31), die mit der Schnittstelle (13) und dem Controller (17) verbunden ist,
wobei der Controller (17) ausgebildet ist, um:

zumindest zwei unterschiedliche Typen eines an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals zu erkennen und
die Entstörungseinrichtung (31) in Abhängigkeit von dem erkannten Typ des an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals selektiv zu aktivieren.

2. Vakuumpumpe (11) nach Anspruch 1,

die ferner eine Schalteinrichtung (37) aufweist, die mit der Entstörungseinrichtung (31) und dem Controller (17) verbunden ist,
wobei der Controller (17) ausgebildet ist, um die Entstörungseinrichtung (31) mittels der Schalt-

- einrichtung (37) selektiv zu aktivieren.
3. Vakuumpumpe (11) nach Anspruch 2,
wobei die Schalteinrichtung (37) einen Transistor (39) umfasst. 5
 4. Vakuumpumpe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei der Controller (17) ausgebildet ist, um anhand des an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals zu erkennen, ob die Zubeinrichtung (15) einen Kennwiderstand (19) aufweist. 10
 5. Vakuumpumpe (11) nach Anspruch 4,
wobei der Controller (17) die Entstörungseinrichtung (31) aktiviert, wenn die Zubeinrichtung (15) den Kennwiderstand (19) aufweist, und die Entstörungseinrichtung (31) deaktiviert, wenn die Zubeinrichtung (15) keinen Kennwiderstand (19) aufweist. 15
 6. Vakuumpumpe (11) nach Anspruch 4 oder 5,
wobei der Controller (17) den Kennwiderstand (19) der Zubeinrichtung (15) anhand einer Spannung (27) identifiziert, die zwischen zwei Eingangsleitungen (24, 25) der Schnittstelle (13) anliegt. 20
 7. Vakuumpumpe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Entstörungseinrichtung (31) einen Kondensator (35) umfasst. 25
 8. Vakuumpumpe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei die Entstörungseinrichtung (31) als Tiefpass ausgebildet ist. 30
 9. Vakuumpumpe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei die zumindest zwei unterschiedlichen Typen des an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals ein analoges Signal und ein digitales Signal umfassen. 35
 10. Vakuumpumpe (11) nach Anspruch 9,
wobei die Entstörungseinrichtung (31) aktiviert ist, wenn der Controller (17) das analoge Signal erkennt, und
wobei die Entstörungseinrichtung (31) deaktiviert ist, wenn der Controller (17) das digitale Signal erkennt. 40
 11. Vakuumpumpe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
wobei die Schnittstelle (13) als Mikro-USB-Schnittstelle ausgebildet ist. 45
 12. System mit einer Vakuumpumpe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und einer Zubeinrichtung (15),
wobei die Vakuumpumpe (11) und die Zubeinrichtung (15) über die Schnittstelle (13) miteinander verbunden sind. 50

13. System nach Anspruch 12,
wobei die Vakuumpumpe (11) ausgebildet ist, um einen Typ der Zubeinrichtung (15) anhand des an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals zu erkennen. 55
14. System nach Anspruch 12 oder 13,
wobei die Zubeinrichtung (15) eine Druckmessungseinrichtung, ein Flutventil oder einen Lüfter umfasst.
15. Verfahren zum Betreiben einer Vakuumpumpe (11), insbesondere einer Turbomolekularpumpe, wobei eine Schnittstelle (13) der Vakuumpumpe (11) mit einer Zubeinrichtung (15) verbunden wird,
ein Controller (17) mit der Schnittstelle (13) in Verbindung steht, eine Entstörungseinrichtung (31) mit der Schnittstelle (13) und dem Controller (17) verbunden ist,
wobei der Controller (17) zumindest zwei unterschiedliche Typen eines an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals erkennt und die Entstörungseinrichtung (31) in Abhängigkeit von dem erkannten Typ des an der Schnittstelle (13) anliegenden Signals selektiv aktiviert.

Fig. 1

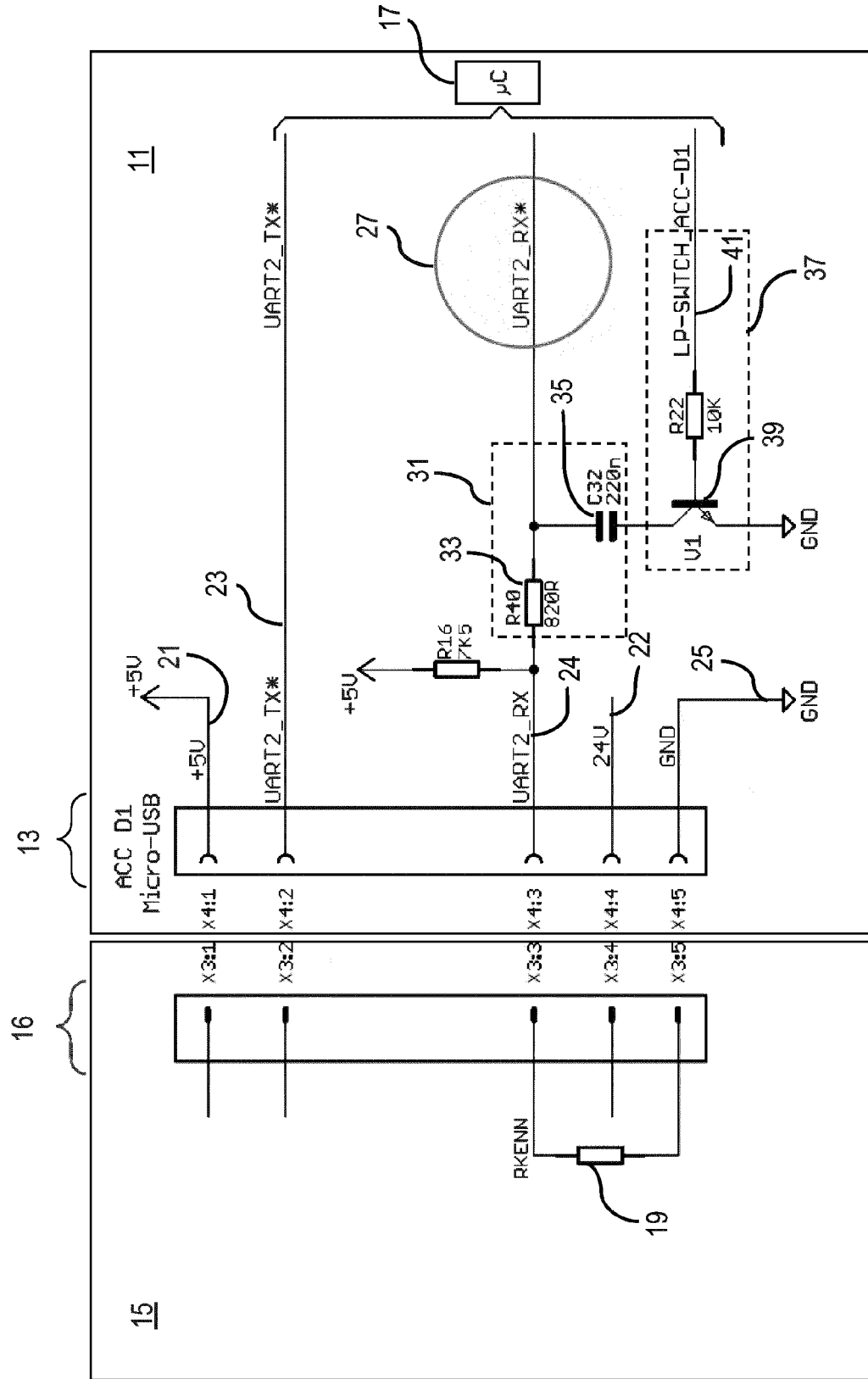


Fig. 2A

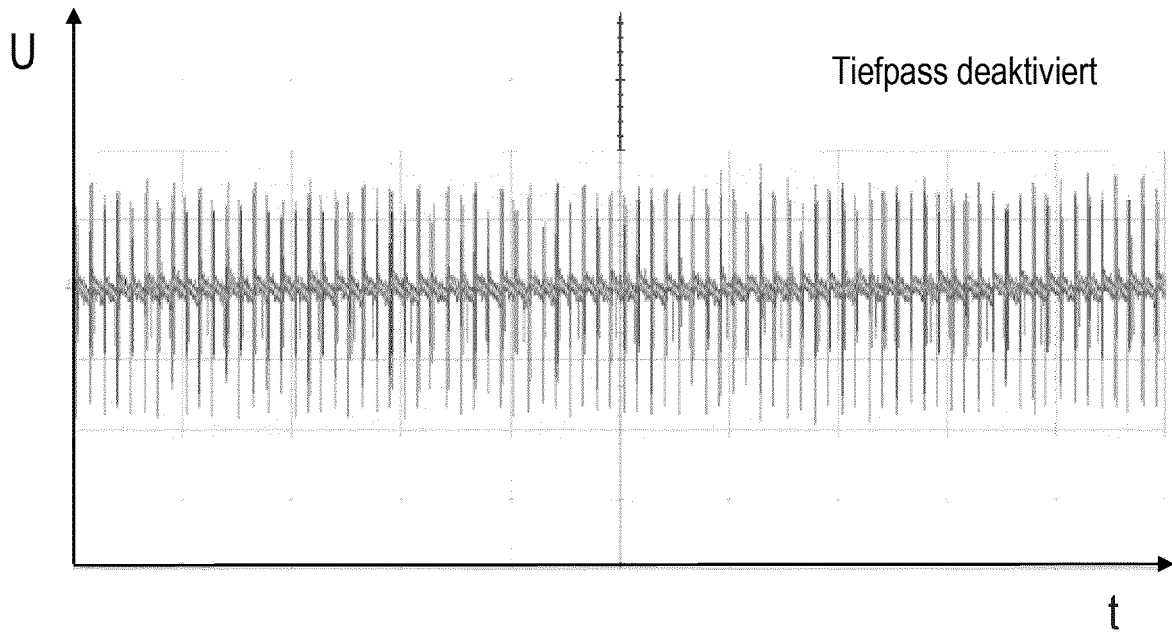


Fig. 2B

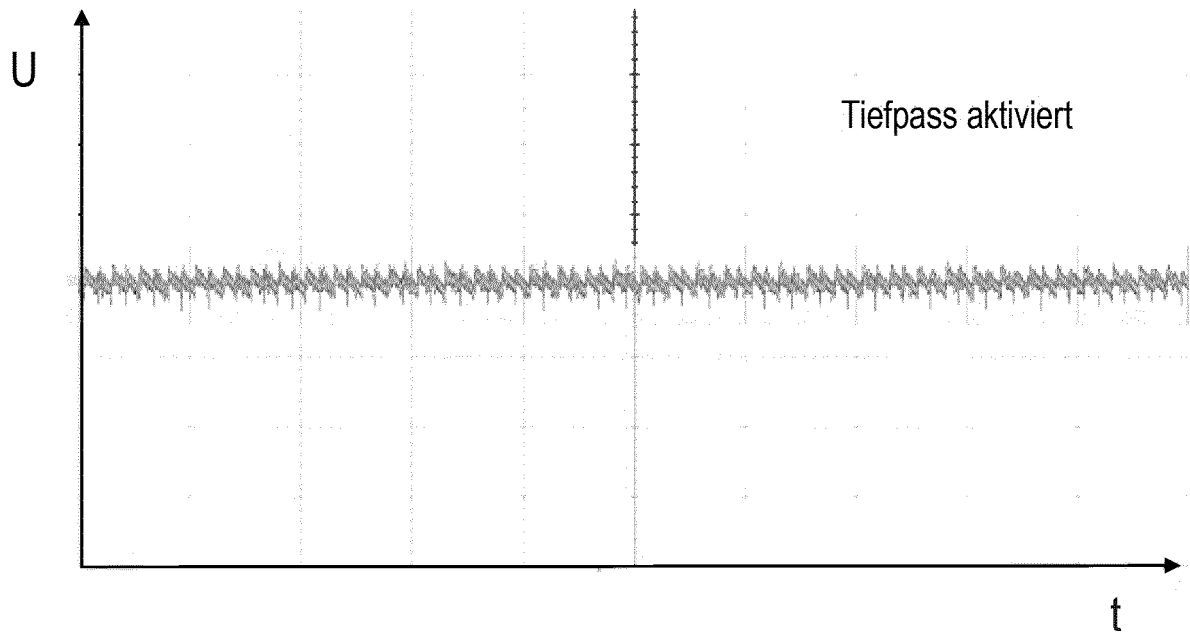


Fig. 3A

Tiefpass deaktiviert

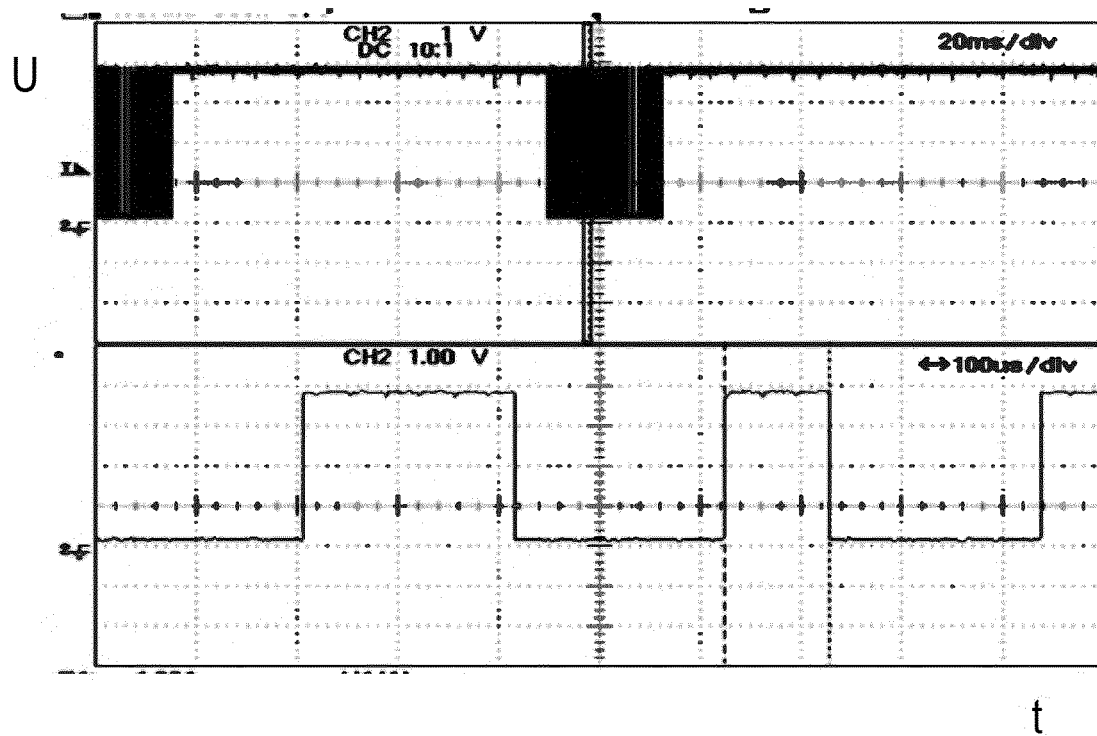
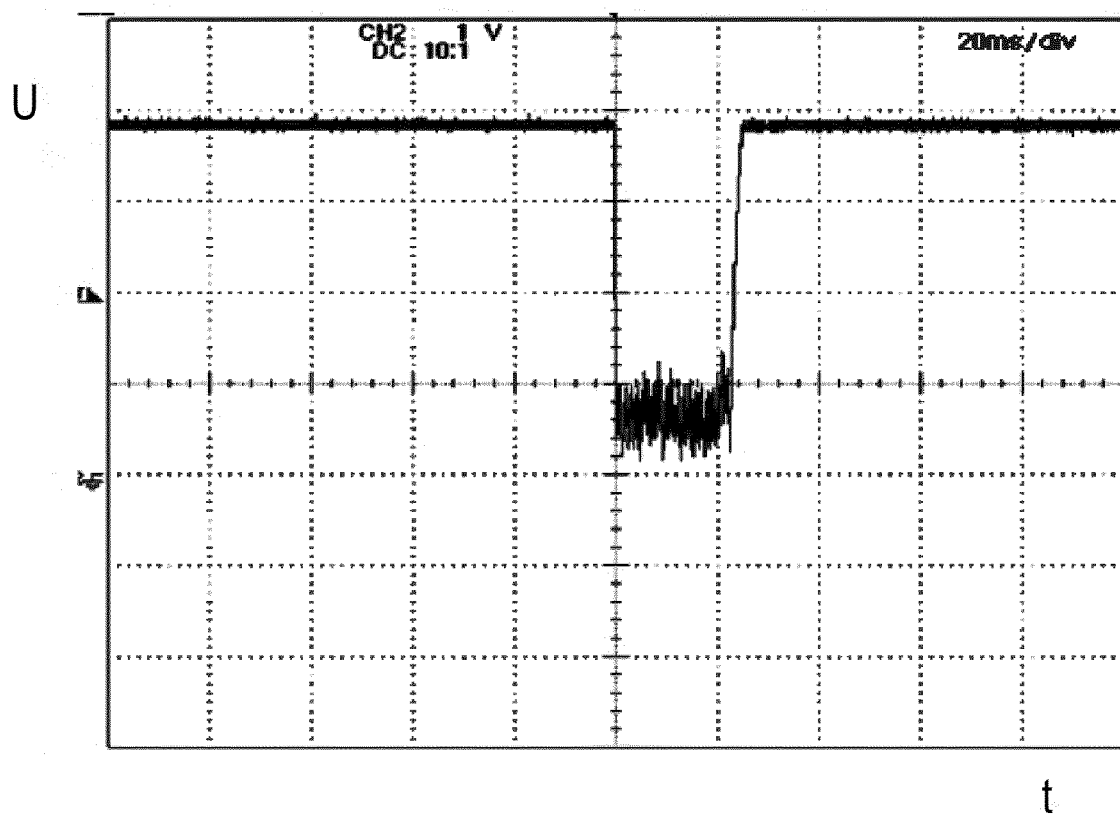


Fig. 3B

Tiefpass aktiviert





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 3446

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 3 647 600 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 6. Mai 2020 (2020-05-06) * Absatz [0045]; Anspruch 1 * * das ganze Dokument *	1-15	INV. F04D19/04 F04D27/00
A	GB 2 502 983 A (INCUS LAB LTD [GB]) 18. Dezember 2013 (2013-12-18) * Zusammenfassung *	1-15	
A	US 8 467 890 B2 (KONG HONGWEI [US]; DENG LIANG [US]; BROADCOM CORP [US]) 18. Juni 2013 (2013-06-18) * Zusammenfassung *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. April 2022	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	

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

EP 21 21 3446

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

20-04-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3647600 A1	06-05-2020	EP 3647600 A1	06-05-2020
		JP 7005715 B2	24-01-2022
		JP 2021060034 A	15-04-2021

GB 2502983 A	18-12-2013	KEINE	

US 8467890 B2	18-06-2013	KEINE	

EPO FORM P0461

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