

(19)



(11)

EP 2 872 224 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.09.2016 Patentblatt 2016/37

(51) Int Cl.:
A62B 17/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13734670.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/001989

(22) Anmeldetag: **05.07.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/008998 (16.01.2014 Gazette 2014/03)

(54) **BATTERIEBETRIEBENES GEBLÄSEFILTERSYSTEM FÜR DEN EINSATZ IN EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHEN**

BATTERY-OPERATED BLOWER FILTER SYSTEM FOR USE IN POTENTIALLY EXPLOSIVE AREAS

SYSTÈME DE FILTRE DE VENTILATEUR FONCTIONNEMENT SUR BATTERIE POUR UNE UTILISATION DANS DES ZONES À RISQUE D'EXPLOSION

(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

- **EHLER, Björn**
23564 Lübeck (DE)
- **DEHMKE, Mathias**
23552 Lübeck (DE)
- **SÜRIG, Andreas**
23628 Krummesse (DE)

(30) Priorität: **10.07.2012 DE 102012013656**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.05.2015 Patentblatt 2015/21

(74) Vertreter: **Heinemeyer, Karsten**
c/o Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53-55
23558 Lübeck (DE)

(73) Patentinhaber: **Dräger Safety AG & Co. KGaA**
23560 Lübeck (DE)

(72) Erfinder:
• **VOLMER, Achim**
23554 Lübeck (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 334 098 DE-A1- 2 808 963
DE-A1- 10 307 330

EP 2 872 224 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Atemschutzsystem und speziell ein Gebläsefiltersystem bzw. ein batteriebetriebenes Gebläsefiltersystem, das eine elektrisch betriebene Gebläseeinheit und einen damit koppelbaren Akkupack umfasst. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein batteriebetriebenes Gebläsefiltersystem für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen.

[0002] Bei Atemschutzsystemen wird grundsätzlich zwischen umluftunabhängigen und umluftabhängigen Atemschutzsystemen unterschieden. Befindet sich der Anwender in einer sauerstoffarmen Atmosphäre, so muss die benötigte Atemluft kontinuierlich über einen Druckluftschlauch von einer Druckluftflasche zugeführt werden. Ist hingegen in der umgebenden Atmosphäre ausreichend Sauerstoff vorhanden, kann ein leichtes, umluftabhängiges Atemschutzsystem verwendet werden, das mit einem speziellen Filter ausgestattet ist, der für die jeweiligen, sich in der Atmosphäre befindlichen Schadstoffe und deren Konzentrationen angepasst ist. Üblicherweise werden die Filter eines solchen Systems über ein Drehgewinde an einer Atemschutzmaske bzw. Gesichtsmaske angebracht, wobei diese Filter ausgestaltet sind, um schädliche Stäube, Gase oder Dämpfe, Aerosole, etc. aus der Umgebungsluft zu filtern. Alternativ können aber auch Filter verwendet werden, die separat von der Maske vorgesehen und über einen Atemschlauch mit der Maske verbunden sind. Diese separaten Filter können beispielsweise am Gürtel des Anwenders getragen werden. Die verwendeten Filter unterscheiden sich hinsichtlich ihres Einsatzspektrums, haben aber grundsätzlich die Eigenschaft, Gase und Dämpfe durch Anlagerung an Sorptionsmittel (z.B. imprägnierte Aktivkohle) bzw. Partikel und Aerosole beispielsweise durch einen Mikrofaser-Filter zu entfernen.

[0003] Umluftabhängige Atemschutzsysteme, die mit einem Filter versehen oder gekoppelt sind (auch bezeichnet als "Air-Purifying Respirator" = APR), sind üblicherweise klein, leicht und einfach einsetzbar. Ein Nachteil dieser Systeme besteht jedoch darin, dass durch den Filter der Atemwiderstand und somit die Atemarbeit des Anwenders erhöht wird, wodurch die Einsatzleistung des Anwenders in unerwünschter Weise beeinträchtigt wird. Um diesen Nachteil zu überwinden, wurden Filter-Atemschutzsysteme entwickelt, die mit einer Gebläseeinheit versehen sind, die auch als gebläseunterstützte Atemschutzsysteme oder Gebläsefiltersysteme bezeichnet werden (Powered Air-Purifying Respirator = PAPR) und mit Hilfe derer die Atemarbeit des Anwenders deutlich reduziert wird. Diese Systeme umfassen im Wesentlichen eine Atemschutzmaske (bzw. Gesichtsmaske oder Haube), die mit einem Atemschluss (zumeist ein Rundgewindeanschluss) zum Anschließen eines Atemschlauchs versehen ist, und eine Gebläseeinheit, die eine Gebläseeinrichtung, eine Energieversorgungseinheit und einen Filtereinsatz zum Ankoppeln ei-

nes geeigneten Filters enthält. Die Gebläseeinheit (oder Gebläsefiltergerät) wird vorzugsweise am Gürtel des Anwenders getragen. Bei einem solchen System wird kontaminierte Luft aus der Umgebung mittels der Gebläseeinheit angesaugt, mit Hilfe des angekoppelten Filters gefiltert, wodurch die kontaminierte Luft von schädlichen Stoffen befreit wird, und durch den Atemschlauch in die Gesichtsmaske geblasen.

[0004] Die vorstehend beschriebenen Gebläsefiltersysteme werden allgemein für den leichten und mittleren Atemschutz eingesetzt. Der Vorteil dieser Gebläsefiltersysteme besteht darin, dass sie den Anwender bei der Atmung unterstützen, indem sie den Atemwiderstand im Vergleich zu konventionellen Atemschutzmasken herabsetzen und so eine lange sowie ermüdungsfreie Anwendung möglich machen. Allerdings haben auch diese Gebläsefiltersysteme einige Nachteile. So muss der Anwender nicht nur die Atemschutzmaske sondern zusätzlich auch das am Gürtel befestigte Gebläsefiltergerät (Gebläseeinheit) tragen. Somit ist das Gesamtsystem relativ schwer und möglicherweise unhandlich, was einen Einfluss auf die Bewegungsfreiheit des Trägers haben kann. Dieser Nachteil kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn das System für lange Betriebszeiten ausgelegt ist, weshalb das am Gürtel befestigte Gebläsefiltergerät mit einer großen Anzahl von Akkumulatoren (Sekundärzellen) bestückt werden muss und daher groß, schwer und unhandlich wird.

[0005] Das Gebläsefiltergerät enthält unter anderem ein von einem Elektromotor angetriebenes Lüfterrad und ein an das Lüfterrad angepasstes Lüftergehäuse (z.B. ein Spiralgehäuse). Die Energie für diese Gebläseeinheit (d.h. für den Elektromotor und die zugehörige zentrale Steuereinheit) wird durch eine Energieversorgungseinheit bereitgestellt, die vorzugsweise wiederaufladbare Batterien (Akkumulatoren bzw. Sekundärzellen) aufweist. Mittels der zentralen Steuereinheit wird der Motor der Gebläseeinheit gesteuert. Die Steuereinheit ist ferner ausgestaltet, um beispielsweise Eingaben des Anwenders zu verarbeiten. Diese Eingaben umfassen zum Beispiel das Ein- und Ausschalten der Gebläseeinheit oder das Einstellen der Leistung der Gebläseeinheit. Außerdem kann die Steuereinheit ausgestaltet sein, um die Leistung des Motors (bzw. der Gebläseeinheit) an die Anforderungen des Anwenders anzupassen. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn der Anwender aufgrund erhöhter körperlicher Anstrengung mehr Atemluft benötigt oder wenn sich der Atemwiderstand durch den Filter nach längerer Betriebsdauer erhöht. Die Gebläseeinheit, die Steuereinheit und die Energieversorgungseinheit sind üblicherweise von einem Gehäuse umschlossen. An dieses Gehäuse kann zumindest ein Filter angeschlossen werden. Alternativ kann der Filter aber auch innerhalb des Gehäuses angeordnet sein. Außerdem kann der Atemschlauch mit einem Ende an dieses Gehäuse angeschlossen werden, wobei das andere Ende des Atemschlauchs mit der Atemschutzmaske gekoppelt ist. Bei Betrieb wird Luft mittels der Gebläseeinrichtung

durch den Filter in das Gehäuse der Gebläseeinheit gesaugt und dann durch den an die Gebläseeinheit angeschlossenen Atemschlauch zur Gesichtsmaske geleitet. Die Gesichtsmaske ist mit einem Ausatemventil zum Ausatmen der verbrauchten Atemluft versehen.

[0006] Wie eingangs erläutert, werden Gebläsefiltersysteme unter sehr unterschiedlichen Umgebungsbedingungen eingesetzt. Diese können Umgebungsbedingungen umfassen, bei denen die umgebende Atmosphäre potentiell explosionsfähige Gase oder Stäube enthält. Hierbei werden an die verwendeten Komponenten der Gebläsefiltersysteme besondere Ansprüche gestellt. Beim Explosionsschutz müssen zwei Gründe für eine potentielle Zündung ausgeschlossen werden: (1) es muss eine Funkenentzündung verhindert werden, die durch eine im Fehlerfall frei werdende Energie ausgelöst werden kann, und (2) es muss eine Selbstentzündung ausgeschlossen werden, die durch Überhitzung von Komponenten des Gebläsefiltersystems ausgelöst werden kann.

[0007] Gebläsefiltergeräte bzw. Gebläsefiltersysteme für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen sind bereits bekannt. Allerdings kommen bei diesen bekannten Geräten Akkupacks (= Energieversorgungseinheit) zum Einsatz, die Nickel-Metallhydrid- oder Nickel-Cadmium-Zellen enthalten. Um adäquate Laufzeiten der Gebläsefiltergeräte zu erreichen, muss eine große Anzahl von Zellen zusammengeschaltet werden, wodurch sich das Gewicht des vom Anwender zu tragenden Geräts deutlich erhöht. DE10307330 A1 offenbart ein Gebläsefiltersystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Gebläsefiltersystem und insbesondere ein batteriebetriebenes Gebläsefiltersystem zur Verfügung zu stellen, das speziell für den Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen eingerichtet ist. Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Gebläsefiltersystem zur Verfügung zu stellen, mit Hilfe dessen die vorstehend genannten Nachteile bekannter Atemschutzsysteme überwunden werden.

[0009] Zur Lösung dieser und weiterer Aufgaben dient ein Gebläsefiltersystem mit den Merkmalen von Patentanspruch 1. In den jeweils abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Gebläsefiltersystems angegeben. Es sei angemerkt, dass das Gebläsefiltersystem der vorliegenden Erfindung in dieser Beschreibung allgemein als ein mit einer Gebläseeinheit ausgestattetes Atemschutzsystem beschrieben wird, das speziell für den Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen geeignet ist. Allerdings kann der dem Gebläsefiltersystem zugrunde liegende Erfindungsgedanke auch bei anderen Atemschutz- oder Atemsystemen zur Anwendung kommen.

[0010] Zur Lösung der obigen Aufgaben wird ein Gebläsefiltersystem mit einer Gebläseeinheit zur Verfügung gestellt, deren Gebläsemotor (Elektromotor) durch eine Energieversorgungseinheit (Akkupack) gespeist wird, die Akkumulatoren bzw. Sekundärzellen mit deutlich hö-

herer Energiedichte im Vergleich zu den bisher verwendeten Nickel-Metallhydrid- oder Nickel-Cadmium-Zellen enthält. Hierdurch kann die Betriebsdauer des erfindungsgemäßen Gebläsefiltersystems merklich verlängert werden, indem mehr Zellen als bisher verwendet werden können, ohne dass das Gewicht und/oder die Größe des Gebläsefiltersystems erhöht wird. Alternativ kann unter Beibehaltung der bisherigen Betriebsdauer die Größe und/oder das Gewicht des Gebläsefiltersystems verringert werden. Als Sekundärzellen mit höherer Energiedichte kommen vorzugsweise Lithium-Ionen-Zellen (Li-Ion-Akkus) oder Lithium-Mangan-Zellen (LiMn-Akkus) zum Einsatz.

[0011] Klassische Nickel-Metallhydrid-Zellen (NiMH-Zellen) haben üblicherweise eine Energiedichte von 55 - 113 Wh/kg, wohingegen Lithium-Ionen-Zellen eine Energiedichte von 150 - 200 Wh/kg und Lithium-Mangan-Zellen eine Energiedichte von 200 - 270 Wh/kg haben.

[0012] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden Zellen auf Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Basis (LiNiCoAlO_2) mit Carbon als Stabilisator eingesetzt, die eine Energiedichte von bis zu 270 Wh/kg haben. Das bedeutet, dass die Energieversorgungseinheit der Gebläsefiltereinheit bei gleicher Betriebsdauer mit weniger als dem halben Gewicht und mit deutlich verringerter Größe implementiert werden kann.

[0013] Ein weiterer Vorteil der auf Lithium basierenden Zellen besteht darin, dass sie im Gegensatz zu NiMH- oder NiCd-Zellen keinen "Memory-Effekt" haben, was zur Folge hat, dass sich die nutzbare Kapazität der Lithium-Zellen auch nach einer großen Zahl von Ladezyklen nicht oder nur unwesentlich vermindert.

[0014] Wie vorstehend erläutert, ist das erfindungsgemäße Gebläsefiltersystem vorzugsweise für den Einsatz in explosionsgefährdeten bzw. explosionsfähigen Umgebungen geeignet. Zum Schutz vor einer möglichen Entzündung dieser explosionsfähigen Umgebung aufgrund von in der Atmosphäre enthaltenen Gasen oder Stäuben müssen daher die maximal auftretende Energie und/oder maximale Energiespitzen begrenzt werden, die insbesondere im Fehlerfall (d.h. Defekt einer oder mehrerer Zellen, Defekt der Steuereinheit oder Defekt des Gebläsemotors) auftreten können. Außerdem muss die Oberflächentemperatur der Sekundärzellen bzw. des Akkupacks unterhalb einer Entzündungstemperatur oder Grenztemperatur gehalten werden.

[0015] Um die Oberflächentemperatur des Akkupacks unterhalb einer bestimmten Grenztemperatur zu halten, sind die Zellen vorzugsweise in ein Material eingegossen, das gute wärmeleitende Eigenschaften hat. Auf diese Weise kann ein durch einen Fehler auftretender starker Temperaturanstieg einer einzelnen Zelle abgeführt und gleichmäßig verteilt werden. Vorzugsweise sind auch die anderen elektronischen Komponenten des Akkupacks bzw. der Energieversorgungseinheit in dem Vergussmaterial eingegossen, um elektrische Funken und Lichtbögen zu verhindern, und um erhöhte Temperaturen dieser Komponenten abzuleiten. Folglich muss

das Vergussmaterial auch gute elektrisch isolierende Eigenschaften haben.

[0016] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein möglicher Kurzschlussstrom des Akkupacks durch eine aktive redundante Strombegrenzung so begrenzt, dass die im Fehlerfall frei werdende Energie unterhalb einer bestimmten Grenze gehalten wird. Auf diese Weise kann das Entzünden explosionsfähiger Gase oder Stäube, die in der umgebenden Atmosphäre enthalten sind, wirksam verhindert werden.

[0017] Durch ihre hohe Energiedichte besitzen Li-Ion-Zellen ein hohes Potential zur Selbsterwärmung. Dieses Problem kann, wie vorstehend angemerkt, dadurch vermindert werden, dass die Zellen des Akkupacks in ein Material mit guten wärmeleitenden Eigenschaften eingegossen werden. Außerdem sind vorzugsweise Einrichtungen zur Ableitung überschüssiger Wärme vorgesehen, zum Beispiel in Form von Kühlblechen und/oder Kühlrippen. Es ist ebenfalls möglich, dass die überschüssige Wärme durch Einrichtungen zur Wärmeübertragung oder Wärmeableitung an das Gehäuse der Gebläseeinheit abgeführt wird. Hierzu können beispielsweise Wärmeleitbleche und/oder wärmeleitende Pasten verwendet werden. Die Gebläseeinheit und/oder das Gehäuse der Gebläseeinheit können ausgestaltet sein, um einen Luftstrom zu erzeugen, der dazu genutzt werden kann, um die Wärmeleitbleche, die Steuereinheit, den Motor und/oder die Akkumulatoren (Zellen) abzukühlen bzw. um Wärme von diesen Komponenten abzuleiten.

[0018] Erfindungsgemäß ist außerdem vorgesehen, dass die Schutzschaltungen zur Überwachung einzelner Zellen oder einer Gruppe von Zellen mit der obigen Überstrombegrenzung kombiniert werden, um die Sicherheit weiter zu erhöhen. Vorzugsweise sind die Schutzschaltungen zur Überwachung einzelner Zellen oder einer Gruppe von Zellen durch Thermosicherungen realisiert, wodurch Zellen, an denen eine übermäßige Temperatur auftritt, abgekoppelt bzw. elektrisch abgeschaltet werden. Erfindungsgemäß können einzelne Zellen oder Gruppen von Zellen durch jeweilige Reihenschaltungen einer Thermosicherung und einer Überstromsicherung geschützt werden. Dies hat den Vorteil, dass einzelne Zellen oder Gruppen von Zellen vollständig aus dem Stromversorgungskreis abgetrennt oder herausgelöst werden können, wenn an der betreffenden Zelle bzw. Zellen eine übermäßige Temperatur und/oder ein übermäßiger Strom auftritt. Eine Kombination von Thermosicherungen und Überstromsicherungen bewirkt bei einem möglichen Kurzschluss einzelner Zellen folglich eine elektrische Isolation der fehlerbehafteten Zelle(n), wobei aber der Kurzschluss einer oder mehrerer Zellen die übrigen Zellen unbeschadet lässt. Neben der separaten Absicherung einzelner Zellen kann zusätzlich oder alternativ eine Hauptsicherung gegen zu hohe Temperaturen und/oder zu hohe Ströme vorgesehen sein, so dass im Fehlerfall der gesamte Akkupack abgeschaltet wird.

[0019] Es ist ferner bevorzugt, dass die einzelnen Zellen einschließlich ihrer Schutzbeschaltung so in einem

Gehäuse verbaut und in eine geeignete Vergussmasse eingegossen sind, dass eine Funkenbildung in Schaltungsteilen zwischen beispielsweise einzelnen Zellen und den zugehörigen Überstromsicherungen wirksam verhindert wird. Ferner wird durch diese Vergussmasse eine Funkenbildung zwischen dem Akkupack und dessen Schutzbeschaltung und anderen Komponenten der Gebläseeinheit verhindert. Neben den elektrisch isolierenden Eigenschaften hat die Vergussmasse vorzugsweise gute wärmeleitende Eigenschaften, um überschüssige Wärme an die Umgebung und/oder an andere Komponenten der Gebläseeinheit ableiten zu können. Folglich sorgt der Verguss dafür, dass die im Fehlerfall freiwerdende Wärmemenge auf eine größere Wärmekapazität verteilt wird, wodurch die Oberflächentemperatur sicher unterhalb der Selbstentzündungstemperatur der umgebenden zündfähigen Gase und Stäube gehalten werden kann.

[0020] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben.

Figuren 1a und 1b zeigen zwei Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Gebläsefiltersystems, das am Körper des Anwenders getragen wird;

Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Schaltkreisdigramms des Gebläsefiltersystems der vorliegenden Erfindung, und

Figur 3 zeigt ein zweites, leicht abgewandeltes Ausführungsbeispiel des Diagramms aus Figur 2.

[0021] Unter Bezugnahme auf Figuren 1a und 1b wird nachfolgend ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Gebläsefiltersystems beschrieben. In Figur 1a ist zu sehen, dass der Anwender eine Atemschutzhaube 1 trägt, die sich über den gesamten Kopf des Anwenders erstreckt und im Bereich des Rückens und der Brust des Anwenders auf der Schutzkleidung des Anwenders aufliegt. Alternativ kann die Haube mit der Schutzkleidung integriert sein (CPS = Chemical Protection Suit). Die Schutzhaube 1 ist in Höhe des Gesichts bzw. der Augen des Anwenders mit einer Sichtscheibe 2 versehen. Vorzugsweise an der hinteren Seite der Schutzhaube 1 ist ein Anschluss 3 zum Anschließen eines Atemschlauchs 4 vorgesehen, der an seinem anderen Ende mit einem Gebläsefiltersystem 5 verbunden ist. Das Gebläsefiltersystem 5 wird vorzugsweise mit Hilfe eines speziellen Gürtels 6 am Rücken des Anwenders getragen, um dem Anwender möglichst große Bewegungsfreiheiten zu ermöglichen.

[0022] Wie in Figur 1b dargestellt, trägt der Anwender eine Atemschutzmaske 7 in der Form einer Gesichtsmaske. Die Gesichtsmaske weist eine Sichtscheibe und einen Anschluss (nicht gezeigt) zum Anschließen eines Atemschlauchs 4 auf. Dieser Atemschlauch ist mit dem Gebläsefiltersystem 5 verbunden, das ebenfalls mit Hilfe

eines Gürtels 6 am Rücken des Anwenders getragen wird.

[0023] Die in Figuren 1a und 1b gezeigten Gebläsefiltersysteme 5 haben eine unterschiedliche Form, enthalten aber im Wesentlichen die gleichen Komponenten, um zu bewirken, dass die kontaminierte Luft mittels einer Gebläseeinheit angesaugt und durch einen Filter geleitet wird, wodurch sie von schädlichen Stoffen befreit und anschließend über den Atemschlauch 4 zur Schutzhaube 1 bzw. zur Schutzmaske 7 geleitet. Beide Gebläsefiltersysteme 5 enthalten ein von einem Motor angetriebenes Lüfterrad, ein Spiralgehäuse sowie einen in Strömungsrichtung hinter (Ansaugseite) dem Lüfterrad vorgesehenen Filter, der vorzugsweise lösbar und austauschbar mit dem Gehäuse des Gebläsefiltersystems gekoppelt ist. Das Gehäuse des Gebläsefiltersystems umschließt zumindest den Motor, das Lüfterrad und elektrische Schaltungen. Der vorstehend beschriebene Akkupack kann ebenfalls in dem Gehäuse enthalten sein, ist aber vorzugsweise abnehmbar an der Außenseite des Gehäuses angebracht und elektrisch mit der Gebläseeinheit gekoppelt. Vorzugsweise ist der Akkupack an der Rückseite der Gebläseeinheit vorgesehen. Die Kopplung des Akkupacks erfolgt über herkömmliche Mechanismen. Wie eingangs erwähnt, sind die elektronischen Komponenten der Gebläseeinheit und die des Akkupacks im Wesentlichen vollständig von einer Vergussmasse umschlossen, so dass mögliche übermäßige Strom/Spannungsverhältnisse innerhalb dieser Elektronik keine Entzündung der explosionsfähigen Umgebung auslösen können. Durch die Vergussmasse wird also eine Funkenentzündung durch potentielle Strom/Spannungsverhältnisse außerhalb der Zündgrenzkurven wirksam vermieden. Die einzigen zugänglichen Leiter sind folglich im Kontaktbereich zwischen der Gebläseeinheit und dem Akkupack zu finden, wobei dieser Bereich hinsichtlich einer potentiellen Funkenentzündung kritisch bleibt. Die Lösung dieser Problematik wird nachstehend näher erläutert.

[0024] Zum Aufladen des Akkupacks wird dieses üblicherweise von der Gebläseeinheit abgenommen und über ein geeignetes Ladegerät aufgeladen. Alternativ kann das Ladegerät aber auch an das Akkupack angeschlossen werden, ohne dieses von der Gebläseeinheit trennen zu müssen.

[0025] Die Gebläseeinheit hat üblicherweise eine maximale Leistungsaufnahme von etwa 12 W. Die Gebläseeinheit übernimmt die zentralen Funktionen des Systems und umfasst neben der Gebläseeinrichtung (d.h. Motor und Lüfterrad) die notwendige Elektronik zur Steuerung und Überwachung des Systems.

[0026] Es ist allgemein bevorzugt, dass der Volumenstrom mittels einer integrierten Regelung konstant gehalten wird. Hierzu erfasst die Elektronik mittels geeigneter Sensoren die Drehzahl des Motors bzw. des Lüfterrads und die Stromaufnahme des Motors.

[0027] Obwohl in Figuren 1 a und 1 b nicht dargestellt, sind an einer Bedienoberfläche der Gebläseeinheit

Leuchtdioden vorgesehen, um dem Benutzer des Status des Systems anzuzeigen. Außerdem sind an der Bedienoberfläche Tasten oder Schieberegler vorgesehen, um beispielsweise den Volumenstrom einzustellen und um die Gebläseeinheit ein- und auszuschalten.

[0028] Ferner kann die Gebläseeinheit mit einer Bluetooth-Schnittstelle oder einer anderen geeigneten Schnittstelle versehen sein, um mit anderen Geräten zu kommunizieren. Schließlich kann die Gebläseeinheit Einrichtungen enthalten, um Alarme oder Warnmeldungen optisch, akustisch und/oder taktil (z.B. durch Vibrationen) anzugeben. Beispielsweise können hierfür ein Piezo-Buzzer oder ein Vibrationsmotor vorgesehen sein.

[0029] Die Sensoren, die Bedienelemente (Benutzerinterface), der Gebläsemotor und der Akkupack müssen ausgestaltet sein, um den Explosionsschutz zu gewährleisten. Hierzu sind beispielsweise die Sensoren resistiv strombegrenzt, und der Gebläsemotor ist vorzugsweise als ein elektrisch kommutierter Synchronmotor (Brushless DC Motor) ausgeführt, der in Dreieckschaltung geschaltet ist und bei dem die Induktivität der Motorspulen zwischen zwei Anschlüssen der Motorschaltung vorzugsweise maximal 700 μ H beträgt.

[0030] Figur 2 zeigt das Schaltkreisdigramm des erfindungsgemäßen Gebläsefiltersystems der vorliegenden Erfindung. Das Diagramm aus Figur 2 stellt ein erstes Konzept dar, das sich im Wesentlichen durch seine mechanische Robustheit auszeichnet. Beispielsweise sind redundante (d.h. doppelte) Kontakte für die Energieübertragung zwischen dem Akkupack und der Gebläseeinheit vorgesehen, wodurch die Unterbrechung der Kontakte beim Versagen eines Kontakts unterbunden wird. Tritt bei einem der doppelten Kontakte ein Fehler auf, wodurch möglicherweise ein Lichtbogen entstehen könnte, so wird dieser Lichtbogen durch den zweiten (intakten) Kontakt verhindert.

[0031] Um eine Glimmzündung leitfähiger Stäube zu unterbinden, ist die Leistung der Gebläseeinheit auf etwa 10 W begrenzt. Ferner müssen die Oberflächentemperaturen der Gebläseeinheit und des Akkupacks unterhalb der Glimmzündungstemperatur liegen. Hierzu kann bei der Ausgestaltung aus Figur 2 die Ansprechzeit der Überstromabschaltung relativ langsam ausgelegt werden (z.B. etwa 300 ms).

[0032] Wie in Figur 2 zu sehen, umfasst das Gebläsefiltersystem einen Akkupack 10 und eine Gebläseeinheit 11. Das Akkupack 10 weist eine Mehrzahl von Zellen 12 auf, deren Plus-Kontakte jeweils über Widerstände 13 mit einer Schutzschaltung 14 verbunden sind. Auf diese Weise können die Spannungen der einzelnen Zellen miteinander verglichen werden, um ein sogenanntes "Cell Balancing" zu bewirken. Durch Messung der Zellenspannungen kann mit Hilfe der Schutzschaltung 14 außerdem auf bekannte Weise ein Schutz gegen übermäßige Entladung und Tiefentladung realisiert werden. In der gezeigten Ausgestaltung sind sechs Zellen 12 vorgesehen, die als eine Parallelschaltung von zwei Strängen mit je drei Zellen realisiert sind. Es sind aber auch andere Aus-

gestaltungen möglich.

[0033] Ferner sind an den Minus-Kontakten der Zellen 12 Thermosicherungen 15 vorgesehen, die thermisch gut an die Zellen gekoppelt sind, und an den Plus-Kontakten der Zellen 12 sind Überstromsicherungen 16 vorgesehen, um ein sofortiges Abschalten bzw. Abkoppeln der Zellen im Fall einer Überhitzung oder bei Auftreten zu hoher Akkuströme zu bewirken. Die Sicherungen 15 und 16 sind vorzugsweise redundant (d.h. für jeden Strang jeweils eine Überstromsicherung und eine Thermosicherung) ausgeführt und können auch in einer anderen Konfiguration mit den Strängen geschaltet sein.

[0034] Zwischen den Überstromsicherungen 16 und den Plus-Kontakten 22 des Akkupacks sind Leistungsschalter 17 vorgesehen, deren Gates durch die Schutzschaltung 14 geschaltet werden können. Zwischen den Schaltern 17 ist eine Thermosicherung 18 geschaltet, die bei Überschreiten einer Grenztemperatur von einem der Schalter 17 anspricht. Die Schalter 17 sind in Serie angeordnet (und zwar als Charge- und Discharge-FET), um ein sicheres Abschalten zu gewährleisten. In Serie zu den Leistungsschaltern 17 sind weitere Leistungsschalter 19 vorgesehen, deren Gates durch Überstromabschaltungseinrichtungen 21 geschaltet werden, und zwischen denen eine Thermosicherung 20 vorgesehen ist. Die Leistungsschalter 19 sind ebenfalls doppelt ausgeführt, so dass die Schalter 19 auch bei Ausfall von einem der in Serie geschalteten Schalter (z.B. durch einen inneren Kurzschluss, durch den ein Abschalten verhindert wird) wirksam sind. Die Thermosicherung 20 hat die gleiche Funktion wie die Thermosicherung 18. Alternativ kann anstelle der Überstromabschaltungseinrichtung, die die obigen Komponenten 19, 20 und 21 aufweist, auch eine Schmelzsicherung eingesetzt werden, die jedoch im Fehlerfall irreversibel zerstört wird und das Akkupack unbrauchbar macht.

[0035] Die Anschlusskontakte 22, 23 zwischen dem Akkupack 10 und der Gebläseeinheit 11 sind aus vorstehend genannten Gründen als doppelte Kontakte ausgeführt. Außerdem ist es bevorzugt, dass die mechanische Verbindung zwischen dem Akkupack und der Gebläseeinheit mit einem Sicherheitsmechanismus versehen ist, um ein unbeabsichtigtes mechanisches Lösen des Akkupacks von der Gebläseeinheit zu verhindern. So wird die Entnahme des Akkupacks zu einer bewussten Handlung. Die mechanische Verbindung kann eine Dichtung 32 aufweisen, die in Figur 2 mit Bezugszeichen 32 bezeichnet ist und die zwischen dem Akkupack 10 und der Gebläseeinheit 11 so angeordnet ist, um die Kontakte 22, 23 gegenüber der umgebenden Atmosphäre zu isolieren. Durch diese Dichtung 32, die sowohl mit dem Gehäuse des Akkupacks als auch mit dem Gehäuse der Gebläseeinheit in Kontakt steht und die Anschlusskontakte 22, 23 (und vorzugsweise auch alle anderen Kontakte) umgibt, wird im Wesentlichen verhindert, dass beispielsweise leitfähige explosionsfähige Stäube in die Nähe dieser Kontakte vordringen können, da der die Kontakte umgebende Raum durch die Dichtung 32 im We-

sentlichen staubdicht abgeschlossen wird. Die mechanische Verbindung zwischen dem Akkupack 10 und Gebläseeinheit 11 ist vorzugsweise so ausgestaltet, dass die Dichtung 32 beim Verriegeln der mechanischen Verbindung komprimiert und somit fest zwischen den beiden Gehäusen eingepresst wird. Zum Beispiel können an einer Seite des Gehäuses des Akkupacks zwei Vorsprünge ausgebildet sein, die in jeweilige Öffnungen eingreifen, die im Gehäuse der Gebläseeinheit vorgesehen sind. Anschließend wird der Akkupack beispielsweise durch eine Schwenkbewegung eingerastet, wodurch gleichzeitig die Dichtung fest gegen das Gehäuse des Akkupacks und das der Gebläseeinheit gedrückt wird.

[0036] Die Gebläseeinheit 11 enthält einen Gebläsemotor 24, der durch eine Leistungsstufe 25 gesteuert wird. Zwischen der Leistungsstufe 25 und dem Plus-Kontakt 22 ist eine Thermosicherung 26 vorgesehen, die thermisch gut mit der Leistungsstufe 25 gekoppelt ist, um eine Überhitzung derselben im Fehlerfall zu unterbinden. Die Leistungsstufe 25 wird durch eine Steuereinheit 27 gesteuert, die über Kontakte 28, 29 mit der Schutzschaltung 14 verbunden ist. Die Steuereinheit 27 ist außerdem mit einer Mehrzahl von Sensoren (nicht gezeigt) verbunden, mittels derer beispielsweise die Drehzahl des Motors 24 und/oder die Stromaufnahme des Motors detektiert werden kann. Außerdem ist die Steuereinheit 27 mit einer Bedieneinheit 30 verbunden, über die beispielsweise der Motor 24 ein- und ausgeschaltet sowie die Drehzahl des Motors variiert werden kann. Außerdem kann die Bedieneinheit mehrere Leuchtdioden oder andere Anzeigemittel aufweisen, um beispielsweise den Status der Gebläseeinheit, den Ladezustand des Akkupacks und die Drehzahl des Motors oder die Luftströmungsrate anzuzeigen. Der Strom zur Bedieneinheit 30 wird durch einen oder mehrere parallele Widerstände zwischen der Bedieneinheit 30 und der Steuereinheit 27 so begrenzt, dass im Fehlerfall keine Funkenzündung möglich ist.

[0037] Die beiden unabhängigen (redundanten) Überstromabschaltungseinrichtungen 21 werten den Spannungsabfall über einem Shunt 31 aus und sind mit den Gates der Leistungsschalter 19 verbunden. Wie oben beschrieben, werden die Leistungsschalter 19 (P-FET) im Falle des Überschreitens eines maximalen Stroms, der durch den Shunt fließt, so angesteuert, um die Schalter zu öffnen. Im Falle eines Überschreitens des maximalen Ausgabestroms des Akkupacks kann daher jede der Einrichtungen 21 unabhängig das Sperren der zugehörigen Leistungsschalter 19 bewirken. Durch diese Redundanz wird erreicht, dass auch bei Ausfall von einem der Schalter 19 ein sicheres Abschalten des Akkupacks gewährleistet wird. Die Einrichtungen 21 sind bei dieser Ausgestaltung so ausgelegt, um nach einer Ansprechzeit von weniger als 300 ms ein Signal an die Gates der Schalter 19 zu liefern. Ist der maximale Ausgabestrom des Akkupacks für eine Mindestzeit τ unterschritten, erfolgt eine langsame automatische Wiedereinschaltung der Leistungsschalter 19. Im Fehlerfall können sich die Leis-

tungsschalter 19 stark erwärmen, weshalb zwischen den Schaltern 19 die Thermosicherung 20 vorgesehen ist. Statt der irreversiblen Thermosicherung 20 kann natürlich auch eine aktive Temperaturüberwachung vorgesehen sein (z.B. ein NTC, etc.). Eine ähnliche Temperaturüberwachung ist auch für die Leistungsschalter 17 vorgesehen, indem zwischen diesen Schaltern eine Thermosicherung 18 vorgesehen ist. Wie bereits erläutert, sind alle elektronischen Komponenten der Gebläseeinheit 11 einschließlich des Motors 24 in einer Vergussmasse eingegossen. Grundsätzlich besteht nur eine geringe Gefahr, dass explosionsfähige Stäube oder Gase bis in den Innenraum der Gebläseeinheit eindringen, da dieser Innenraum durch den Filter abgeschirmt ist. Dennoch wird durch die Vergussmasse ein Entzünden explosionsfähiger Stäube oder Gase, die trotz des Filters in die Gebläseeinheit eingedrungen sind, im Wesentlichen verhindert.

[0038] Figur 3 zeigt eine zweite Ausgestaltung des Schaltkreisdigramms des erfindungsgemäßen Gebläsefiltersystems der vorliegenden Erfindung. Das Diagramm aus Figur 3 ist dem Diagramm aus Figur 2 sehr ähnlich und stellt ein zweites Konzept dar, das sich im Wesentlichen durch seine schnelle Stromabschaltung (im Vergleich zur Ausgestaltung aus Figur 2) auszeichnet. Im Gegensatz zu Figur 2 ist beim zweiten Konzept nur jeweils ein Kontakt 22', 23' (Plus/Minus) für die Energieübertragung zwischen dem Akkupack 10' und der Gebläseeinheit 11' vorgesehen. Diese Konfiguration ist ausreichend, da die Schutzschaltungen ausgelegt sind, um eine sehr schnelle Abschaltung zu gewährleisten. Die Ansprechzeit der Strombegrenzung relativ schnell ausgelegt ist (z.B. etwa 30 μ s und vorzugsweise etwa 15 μ s). Um eine Glimmzündung leitfähiger Stäube zu unterbinden, ist die Leistung der Gebläseeinheit auf etwa 10 W begrenzt. Ferner müssen die Oberflächentemperaturen der Gebläseeinheit und des Akkupacks unterhalb der Glimmzündungstemperatur liegen.

[0039] Wie in Figur 3 zu sehen, umfasst das Gebläsefiltersystem einen Akkupack 10' und eine Gebläseeinheit 11'. Das Akkupack 10' weist eine Mehrzahl von Zellen 12' auf, deren Plus-Kontakte jeweils über Widerstände 13' mit einer Schutzschaltung 14' verbunden sind. Auf diese Weise können die Spannungen der einzelnen Zellen miteinander verglichen werden. Durch Messung der Zellenspannungen kann auf bekannte Weise ein Schutz gegen übermäßige Entladung und Tiefentladung realisiert werden, wie bereits erläutert wurde.

[0040] An den Minus-Kontakten der Zellen 12' sind Thermosicherungen 15' vorgesehen, die thermisch gut an die Zellen gekoppelt sind, und an den Plus-Kontakten der Zellen 12' sind Überstromsicherungen 16' vorgesehen, um ein sofortiges Abschalten bzw. Abkoppeln der Zellen im Fall einer Überhitzung oder bei Auftreten zu hoher Akkuströme zu bewirken.

[0041] Zwischen den Überstromsicherungen 16' und dem Plus-Anschluss des Akkupacks sind Leistungsschalter 17' vorgesehen, deren Gates durch die Schutz-

schaltung 14' geschaltet werden können. Zwischen den Schaltern 17' ist eine Thermosicherung 18' geschaltet. In Serie zu den Leistungsschaltern 17' sind weitere Leistungsschalter 19' vorgesehen, deren Gates durch Überstromabschaltungseinrichtungen 21' geschaltet werden, und zwischen denen eine Thermosicherung 20' vorgesehen ist. Die Thermosicherungen sind jeweils gut thermisch an die Leistungsschalter gekoppelt, um eine Überhitzung zu unterbinden.

[0042] Die Gebläseeinheit 11' enthält einen Elektromotor 24', der durch eine Leistungsstufe 25' gesteuert wird. Zwischen der Leistungsstufe 25' und dem Plus-Kontakt 22' ist eine Thermosicherung 26' vorgesehen, die bei Übertemperatur der Leistungsstufe eine Abschaltung bewirkt. Die Leistungsstufe 25' wird durch eine Steuereinheit 27' gesteuert, die über Kontakte 28', 29' mit der Schutzschaltung 14' verbunden ist. Die Steuereinheit 27' ist außerdem mit einer Mehrzahl von Sensoren (nicht gezeigt) verbunden, mittels derer beispielsweise die Drehzahl des Motors 24' und/oder die Stromaufnahme des Motors detektiert werden kann. Außerdem ist die Steuereinheit 27' mit einer Bedieneinheit 30' verbunden, der die gleiche Funktion wie die Bedieneinheit 27 aus Figur 2 hat.

[0043] Die beiden unabhängigen Überstromabschaltungseinrichtungen 21' werten den Spannungsabfall über einem Shunt 31' aus, wie unter Bezugnahme auf Figur 2 beschrieben wurde. Allerdings haben die Überstromabschaltungseinrichtungen 21' eine sehr geringe Ansprechzeit, und die Leistungsschalter 19' sind schnell schaltende Schalter, so dass bei Überschreiten des maximalen Ausgangsstroms des Akkupacks eine Abschaltung der Schalter 19' im weniger als etwa 30 μ s erreicht wird. Durch Realisierung einer schnellen Stromabschaltung und einer schnellen Schaltgeschwindigkeit von etwa 30 μ s und vorzugsweise etwa 15 μ s kann im Fall einer unzulässigen Lastsituation der Leistungseintrag in einen potentiellen Funken begrenzt werden.

[0044] Außerdem ist in der Gebläseeinheit 11' zwischen den Anschlüssen 22' und 23' eine Kompensationsschaltung 33' vorgesehen, um im Öffnungsfall (d.h. beim Entnehmen des Akkupacks 10' oder beim Versagen der Kontaktierung der Kontakte 22', 23') einen Potentialsprung an der Seite der Gebläseeinheit zu verhindern. Die Kompensationsschaltung 33' besteht aus zwei parallel verlaufenden Strängen, die jeweils einen Kondensator und eine dazu in Serie geschaltete Parallelschaltung aus einerseits einem Widerstand und andererseits einer Reihenschaltung aus zwei Freilaufdioden aufweisen. Durch die Kondensatoren in Reihe zu den Freilaufdioden wird bewirkt, dass im Öffnungsmoment die Spannung an den Kontakten 22', 23' etwa gleich der Ausgangsspannung des Akkupacks ist. Durch die Widerstände parallel zu den Dioden wird bei einer erneuten Kontaktierung ein langsames Aufladen der Kondensatoren erreicht. Wenn die Kontakte 22' und 23' wieder geöffnet werden (oder wenn ein Fehler an einem der Kontakte auftritt), wird durch die Induktivität der Spulen des

Motors 24' an den Kontakten 22', 23' eine Selbstinduktionsspannung erzeugt, die allerdings durch das Entladen der Kondensatoren der Kompensationsschaltung sofort abgebaut wird, so dass die Entstehung von Funken wirksam vermieden wird, durch die ansonsten eine Entzündung der explosionsfähigen Umgebung bewirkt werden könnte. Die Schaltung ist, wie in Figur 3 zu sehen, doppelt ausgeführt, wodurch die Kompensationsschaltung 33' auch bei Ausfall eines einzelnen Kondensators oder einer Freilaufdiode wirksam ist.

Bezugszeichenliste

[0045]

1	Atemschutzhaube
2	Sichtscheibe
3	Anschluss
4	Atemschlauch
5	Gebläsefiltersystem
6	Gürtel
7	Atemschutzmaske
10, 10'	Akkupack
11, 11'	Gebläseeinheit
12, 12'	Zellen
13, 13'	Widerstände
14, 14'	Schutzschaltung
15, 15'	Thermosicherung
16, 16'	Überstromsicherung
17, 17'	Leistungsschalter
18, 18'	Thermosicherung
19, 19'	Leistungsschalter
20, 20'	Thermosicherung
21, 21'	Überstromabschaltungseinrichtungen
22, 22'	Kontakt
23, 23'	Kontakt
24, 24'	Motor
25, 25'	Leistungsstufe
26, 26'	Thermosicherung
27, 27'	Steuereinheit
28, 28'	Kontakt
29, 29'	Kontakt
30, 30'	Bedieneinheit
31, 31'	Shunt
32	Dichtung
33'	Kompensationsschaltung

Patentansprüche

1. Gebläsefiltersystem mit

- einer Gebläseeinheit (11; 11'), die einen Elektromotor (24; 24') zum Antreiben eines Lüfterrads, eine Steuereinheit (27; 27') zum Steuern des Elektromotors und Kontakte (22; 22' 23; 23') zur Verbindung mit einem Akkupack aufweist,
- einem Akkupack (10; 10'), der eine Mehrzahl

von Sekundärzellen (12; 12') mit hoher Energiedichte und Kontakte (22; 22', 23; 23') zur Verbindung mit der Gebläseeinheit aufweist,

- wobei die Gebläseeinheit (11; 11') lösbar mit dem Akkupack (10; 10') koppelbar ist, wobei der Akkupack über die Kontakte (22; 22', 23; 23') elektrisch mit der Gebläseeinheit verbunden wird, und

- wobei der Akkupack (10; 10') und die Gebläseeinheit (11; 11') jeweils zumindest teilweise in eine Vergussmasse eingegossen sind,

- **dadurch gekennzeichnet, dass** der Akkupack einen Lithium-Ionen-Akku (Li-Ion-Akku) aufweist und dass der Akkupack (10; 10') mit Schutzschaltungen versehen ist, wobei die Schutzschaltungen elektronische Komponenten (15; 15', 16; 16', 17; 17', 18; 18', 19; 19', 20; 20', 21; 21', 31; 31') umfassen, die ausgestaltet sind, um bei Entstehung zu hoher Ströme und/oder bei Entstehung zu hoher Temperaturen mindestens eine der Mehrzahl von Sekundärzellen (12; 12') des Akkupacks elektrisch abzuschalten.

2. Gebläsefiltersystem nach Anspruch 1, wobei die Schutzschaltungen mindestens eine Temperatursicherung (15; 15', 18; 18', 20; 20') und/oder mindestens eine Überstromsicherungen (16; 16') enthalten, die geschaltet sind, um bei Überschreiten einer maximalen Temperatur und/oder bei Überschreiten eines maximalen Stroms mindestens einer der Mehrzahl von Sekundärzellen des Akkupacks elektrisch abzuschalten.

3. Gebläsefiltersystem nach Anspruch 2, wobei die mindestens eine Temperatursicherung (15; 15', 18; 18', 20; 20') und die mindestens eine Überstromsicherung (16; 16') in Serie geschaltet sind.

4. Gebläsefiltersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schutzschaltungen mindestens einen Leistungsschalter (19; 19') enthalten, der bei Überschreiten eines maximalen Ausgangsstroms des Akkupacks geöffnet wird.

5. Gebläsefiltersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schutzschaltungen mindestens einen Leistungsschalter (17; 17') enthalten, der bei Überschreiten eines maximalen Ausgangsstroms von mindestens einer der Mehrzahl von Sekundärzellen geöffnet wird.

6. Gebläsefiltersystem nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei mindestens zwei in Serie geschaltete Leistungsschalter (17; 17', 19; 19') vorgesehen sind.

7. Gebläsefiltersystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei eine Thermosicherung (18; 18', 20; 20')

in Serie zu dem mindestens einen Leistungsschalter (17; 17', 19; 19') geschaltet und angeordnet ist, um bei Überschreiten einer Grenztemperatur des mindestens einen Leistungsschalters geöffnet zu werden.

8. Gebläsefiltersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sekundärzellen Lithium-Ionen-Zellen (Li-Ion-Akkus) oder Lithium-Mangan-Zellen (LiMn-Akkus) oder Zellen auf Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Basis (LiNiCoAlO_2) mit Carbon als Stabilisator sind.
9. Gebläsefiltersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Vergussmaterial gute wärmeleitende Eigenschaften und elektrisch isolierende Eigenschaften hat.
10. Gebläsefiltersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sekundärzellen (12; 12') und die Schutzschaltungen in dem Vergussmaterial eingegossen sind.
11. Gebläsefiltersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der Gebläseeinheit (11') zwischen den Kontakten (22', 23') eine Kompensationsschaltung (33') vorgesehen ist, die ausgelegt ist, um einen Potentialsprung an den Kontakten (22', 23') zu verhindern.
12. Gebläsefiltersystem nach Anspruch 11, wobei die Kompensationsschaltung mindestens einen Kondensator und eine dazu in Serie geschaltete Parallelschaltung aus einem Widerstand und einer Reihenschaltung aus zwei Freilaufdioden aufweist.

Claims

1. A blower filter system having
 - a blower unit (11; 11') that has an electric motor (24; 24') to drive a fan wheel, a control unit (27; 27') to control the electric motor and contacts (22; 22', 23; 23') for connection to a battery pack,
 - a battery pack (10; 10') that has a plurality of secondary cells (12; 12') with high energy density and contacts (22; 22', 23; 23') for connection to the blower unit,
 - wherein the blower unit (11; 11') can be - detachably coupled to the battery pack (10; 10'), wherein the battery pack is electrically connected to the blower unit by way of the contacts (22; 22', 23; 23'), and
 - wherein the battery pack (10; 10') and the blower unit (11; 11') are cast in each case at least in part in a casting compound,
 - **characterised in that** the battery pack has a

lithium-ion battery (Li-ion-battery), and **in that** the battery pack (10; 10') is provided with protective circuit arrangements, wherein the protective circuit arrangements comprise electronic components (15; 15', 16; 16', 17; 17', 18; 18', 19; 19', 20; 20', 21; 21', 31; 31') that are configured to switch off electrically at least one of the plurality of secondary cells (12; 12') of the battery pack when excessively high currents develop and/or when excessively high temperatures develop.

2. A blower filter system according to claim 1, wherein the protective circuit arrangements contain at least one thermal cut-off (15; 15', 18; 18', 20; 20') and/or at least one excess-current cut-off (16; 16') that are connected to switch off electrically at least one of the plurality of secondary cells of the battery pack when a maximum temperature is exceeded and/or when a maximum current is exceeded.
3. A blower filter system according to claim 2, wherein the at least one thermal cut-off (15; 15', 18; 18', 20; 20') and the at least one excess-current cut-off (16; 16') are connected in series.
4. A blower filter system according to one of the preceding claims, wherein the protective circuit arrangements contain at least one power circuit breaker (19; 19') that is opened when a maximum output current of the battery pack is exceeded.
5. A blower filter system according to one of the preceding claims, wherein the protective circuit arrangements contain at least one power circuit breaker (17; 17') that is opened when a maximum output current of at least one of the plurality of secondary cells is exceeded.
6. A blower filter system according to one of claims 4 or 5, wherein at least two power circuit breakers (17; 17', 19; 19') are provided that are connected in series.
7. A blower filter system according to one of claims 4 to 6, wherein a thermal cut-off (18; 18', 20; 20') is connected and arranged in series with the at least one power circuit breaker (17; 17', 19; 19') in order to be opened when a limiting temperature of the at least one power circuit breaker is exceeded.
8. A blower filter system according to one of the preceding claims, wherein the secondary cells are lithium-ion cells (Li-ion-battery) or lithium-manganese cells (LiMn-battery) or cells based on lithium-nickel-cobalt-aluminium (LiNiCoAlO_2) with carbon as a stabilizer.

9. A blower filter system according to one of the preceding claims, wherein the casting material has good heat-conducting properties and electrically insulating properties.
10. A blower filter system according to one of the preceding claims, wherein the secondary cells (12; 12') and the protective circuit arrangements are cast in the casting material.
11. A blower filter system according to one of the preceding claims, wherein provided in the blower unit (11') between the contacts (22', 23') there is a compensating circuit arrangement (33') that is designed to prevent a jump in potential at the contacts (22', 23').
12. A blower filter system according to claim 11, wherein the compensating circuit arrangement has at least one capacitor and a parallel circuit arrangement connected in series therewith and consisting of a resistor and a series connection of two free-wheeling diodes.

Revendications

1. Système de filtre de ventilateur comprenant

- une unité de ventilation (11 ; 11') qui présente un moteur électrique (24 ; 24') pour entraîner une roue de ventilateur, une unité de commande (27 ; 27') pour commander le moteur électrique et des contacts (22 ; 22', 23 ; 23') pour la connexion à un bloc accumulateur,
- un bloc accumulateur (10 ; 10') qui présente une pluralité de cellules ou piles secondaires (12 ; 12') à haute densité énergétique et des contacts (22 ; 22', 23 ; 23') pour la connexion à l'unité de ventilation,
- l'unité de ventilation (11 ; 11') pouvant être couplée de manière amovible au bloc accumulateur (10 ; 10'), le bloc accumulateur étant relié électriquement à l'unité de ventilation par les contacts (22 ; 22', 23 ; 23'), et
- le bloc accumulateur (10 ; 10') et l'unité de ventilation (11 ; 11') étant chacun coulés au moins partiellement dans une masse de scellement,
- **caractérisé en ce que** le bloc accumulateur présente un accumulateur lithium-ion (accumulateur Li-ion) et que le bloc accumulateur (10 ; 10') est pourvu de circuits ou commutateurs de protection, lesquels circuits ou commutateurs de protection comprennent des composants électriques (15 ; 15', 16 ; 16', 17 ; 17', 18 ; 18', 19 ; 19', 20 ; 20', 21 ; 21', 31 ; 31') qui sont conçus pour déconnecter électriquement au moins une de la pluralité de cellules ou piles secondaires (12; 12') du bloc accumulateur en cas d'appari-

tion de courants trop élevés et/ou d'apparition de températures trop élevées.

2. Système de filtre de ventilateur selon la revendication 1, dans lequel les circuits de protection contiennent au moins un fusible thermique (15 ; 15', 18 ; 18', 20 ; 20') et/ou au moins une protection contre les surintensités (16 ; 16') qui sont couplés pour déconnecter électriquement au moins une de la pluralité de piles secondaires du bloc accumulateur en cas de dépassement d'une température maximale et/ou en cas de dépassement d'un courants maximal.
3. Système de filtre de ventilateur selon la revendication 2, dans lequel ledit au moins un fusible thermique (15; 15', 18 ; 18', 20 ; 20') et/ou ladite au moins une protection contre les surintensités (16 ; 16') sont connectés en série.
4. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les circuits de protection contiennent au moins un commutateur de puissance (19 ; 19') qui est ouvert en cas de dépassement d'un courant de sortie maximal du bloc accumulateur.
5. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les circuits de protection contiennent au moins un commutateur de puissance (17 ; 17') qui est ouvert en cas de dépassement d'un courant de sortie maximal d'au moins une de la pluralité de piles secondaires.
6. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel au moins deux commutateurs de puissance (17 ; 17', 19 ; 19') couplés en série sont prévus.
7. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel un fusible thermique (18 ; 18', 20 ; 20') est connecté en série avec ledit au moins un commutateur de puissance (17 ; 17', 19 ; 19') et disposé pour être ouvert en cas de dépassement d'une température limite dudit au moins un commutateur de puissance.
8. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les cellules ou piles secondaires sont des piles lithium-ion (accumulateurs Li-ion) ou des cellules ou piles lithium-manganèse (accumulateurs Li-Mn) ou des cellules ou piles à base de lithium-nickel-cobalt-aluminium (LiNiCoAlO₂) avec du carbone comme stabilisateur.
9. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la matière de scellement a de bonnes propriétés de conduction de

la chaleur et d'isolation électrique.

10. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les cellules ou piles secondaires (12 ; 12') et les commutateurs ou circuits de protection sont coulés dans la matière de scellement. 5
11. Système de filtre de ventilateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un circuit de compensation (33') est prévu dans l'unité de ventilation (11') entre les contacts (22', 23'), lequel est conçu pour empêcher un saut de potentiel aux contacts (22', 23'). 10
12. Système de filtre de ventilateur selon la revendication 11, dans lequel le circuit de compensation présente au moins un condensateur et un circuit parallèle, composé d'une résistance et d'un montage en série de deux diodes de roue libre, connecté en série avec celui-ci. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

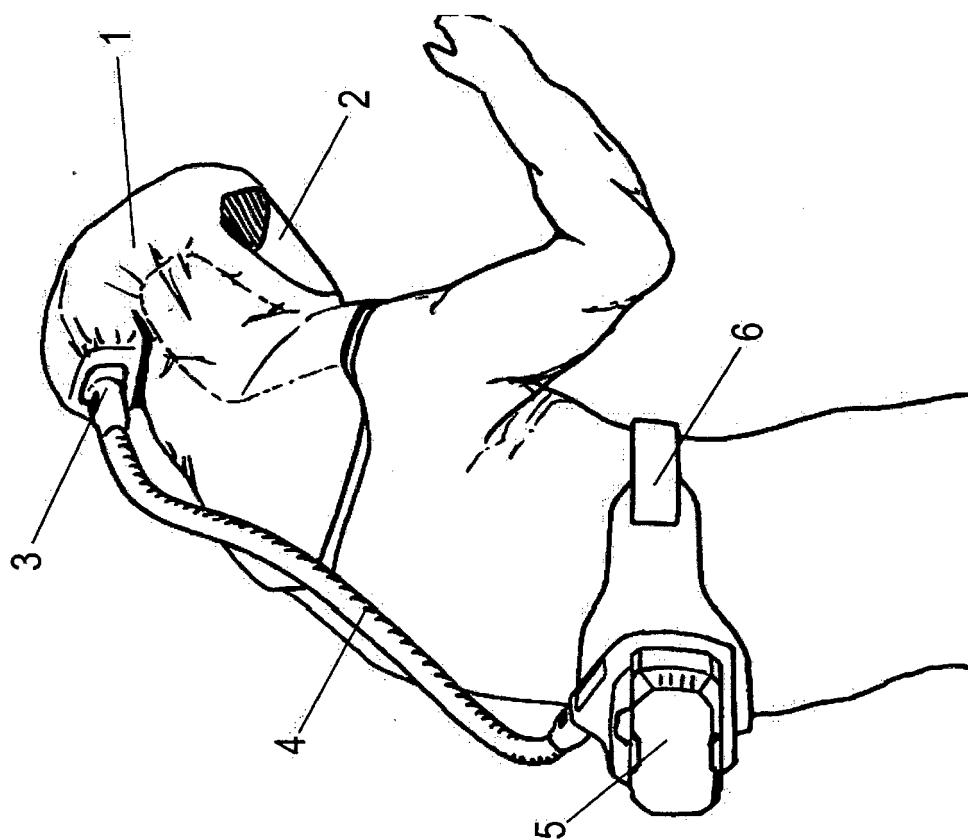


Fig. 1a

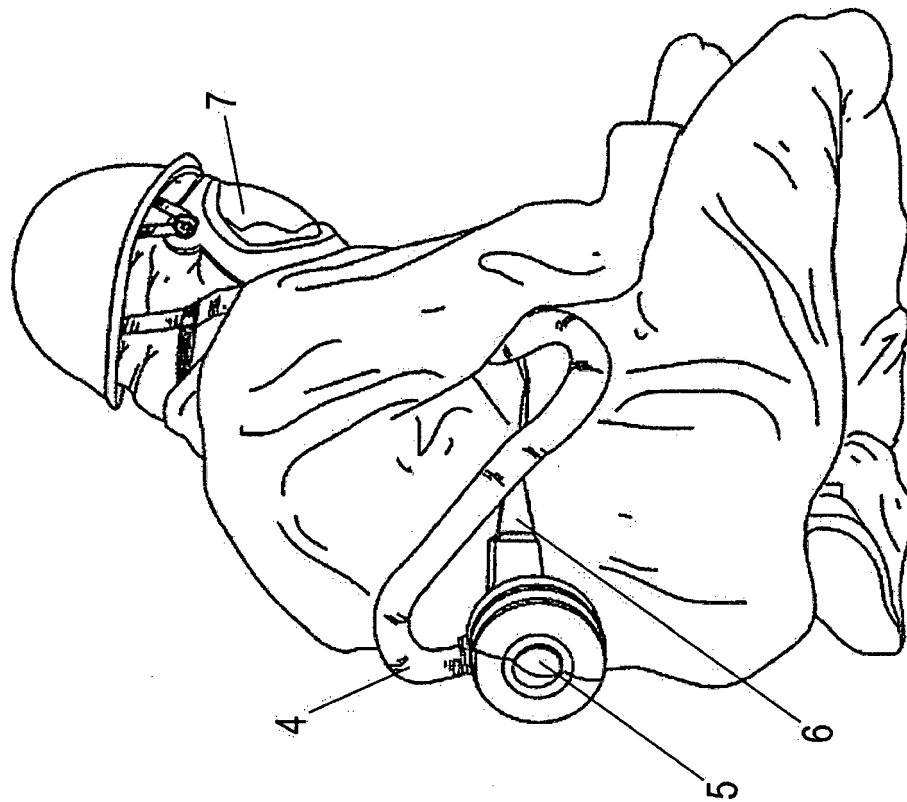


Fig. 1b

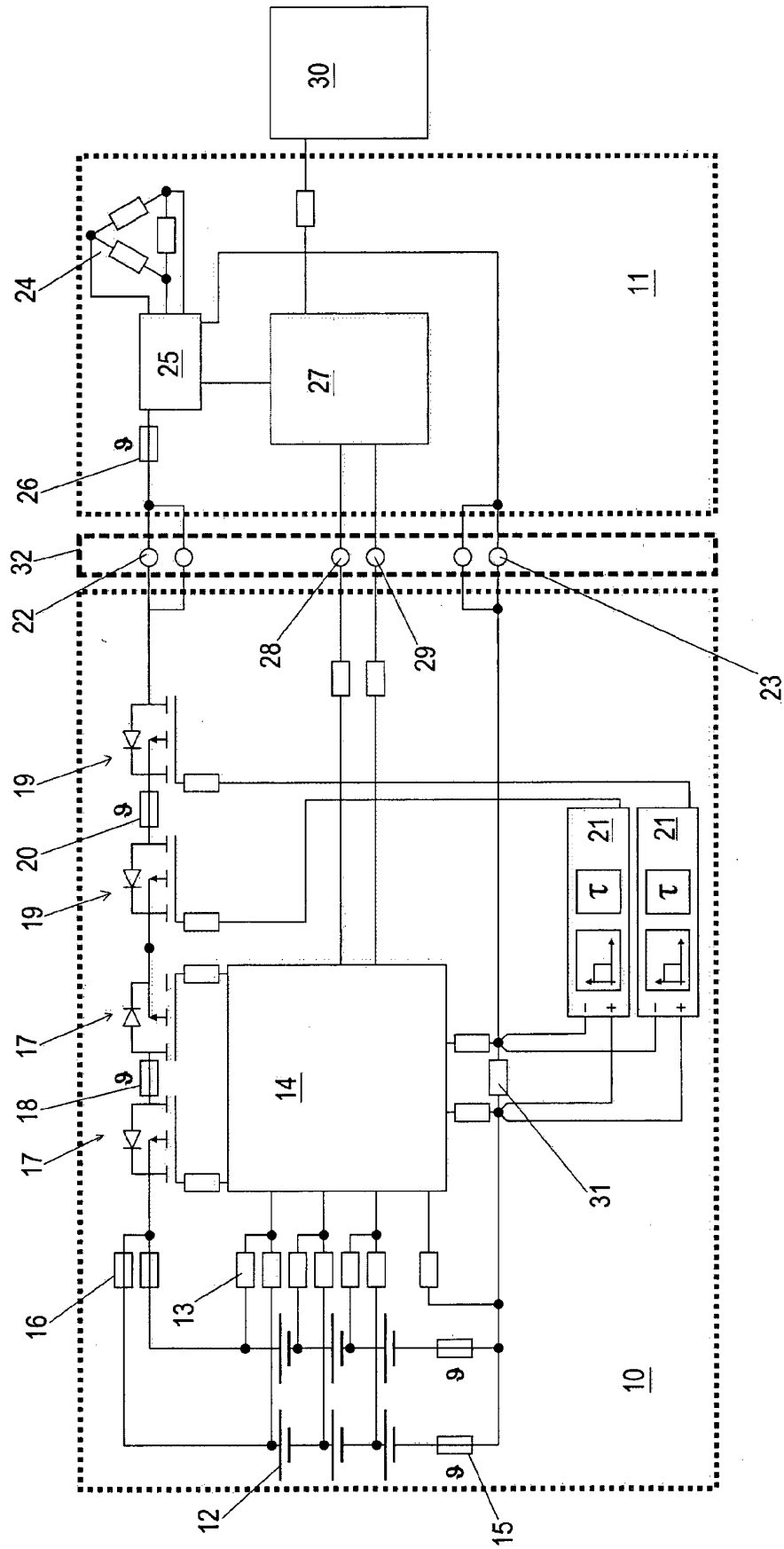


Fig. 2

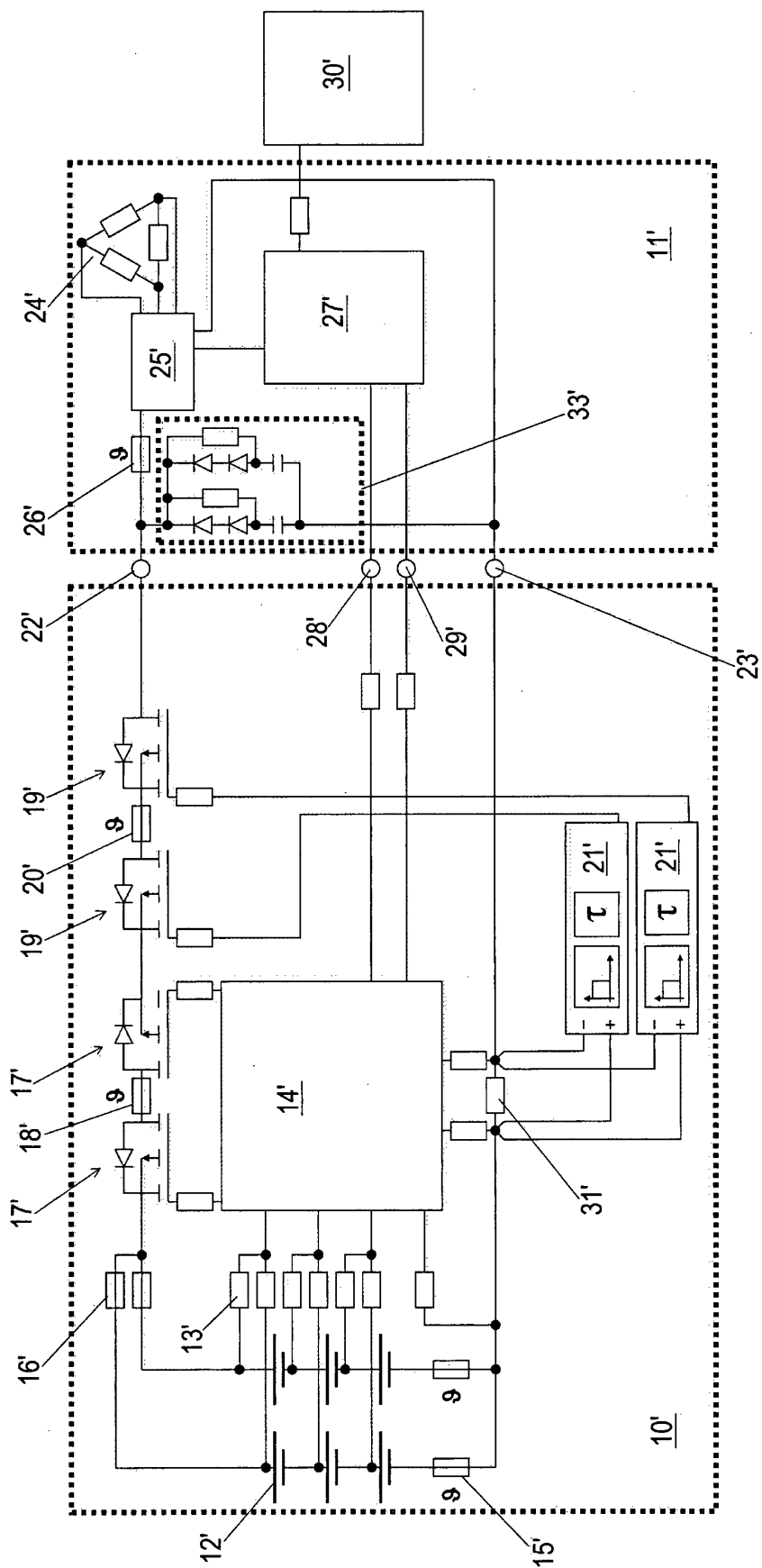


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10307330 A1 [0007]