

(19)



(11)

EP 3 569 290 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.02.2024 Patentblatt 2024/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
A62C 3/00 (2006.01) A62C 37/00 (2006.01)
A62C 99/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **18020204.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
A62C 99/0018; A62C 3/00

(22) Anmeldetag: **14.05.2018**

(54) **STEUERUNGS- UND REGELUNGSSYSTEM EINER SAUERSTOFFREDUZIERUNGSANLAGE**
CONTROL AND REGULATING SYSTEM FOR AN OXYGEN REDUCING INSTALLATION
SYSTÈME DE COMMANDE ET DE RÉGLAGE D'UNE INSTALLATION DE RÉDUCTION D'OXYGÈNE

(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

• **Henkel, Andreas**
31177 Harsum (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.11.2019 Patentblatt 2019/47

(74) Vertreter: **Meissner Bolte Partnerschaft mbB**
Patentanwälte Rechtsanwälte
Postfach 86 06 24
81633 München (DE)

(73) Patentinhaber: **Wagner Group GmbH**
30853 Langenhagen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 930 048 DE-T2- 69 010 822
US-A1- 2006 272 579 US-A1- 2007 151 454
US-A1- 2013 126 193 US-A1- 2018 001 124

(72) Erfinder:
• **Horst, Lewonig**
30655 Hannover (DE)

EP 3 569 290 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 Erfindung betrifft ein Steuerungs- und Regelungssystem einer Sauerstoffreduzierungsanlage. Ferner betrifft die Erfindung eine Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem solchen Steuerungs- und Regelungssystem sowie ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Sauerstoffreduzierungsanlage.

[0002] Zur Brandvorbeugung und -vermeidung werden in der Praxis oft Sauerstoffreduzierungsanlagen eingesetzt. Diese Anlagen ermöglichen es, den Sauerstoffgehalt innerhalb eines Schutzbereichs auf ein Niveau zu senken, das unterhalb der Entzündungsgrenze der Materialien liegt. Die Absenkung der Sauerstoffkonzentration erfolgt durch Zuführung von Inertgasen oder inertgasangereicherter Luft, insbesondere Stickstoff oder stickstoffangereicherter Luft, in den Schutzbereich. Damit wird das Verhältnis zwischen Inertgas oder inertgasangereicherter Luft und Sauerstoff so eingestellt, dass im Ergebnis der Sauerstoffgehalt der im Schutzbereich enthaltenen Luft reduziert wird. Dabei bleibt weiterhin ausreichend Sauerstoff vorhanden, sodass sich Personen in dem Schutzbereich aufhalten können.

[0003] Zur Steuerung einer solchen Sauerstoffreduzierungsanlage sind verschiedene Komponenten vorgesehen. Die Kernkomponente einer Sauerstoffreduzierungsanlage bildet eine Inertgasquelle, beispielsweise ein Inertgaserzeuger. Ein solcher Inertgaserzeuger wird nachfolgend in dieser Anmeldung als Stickstofferzeuger beschrieben, der üblicherweise komprimierte Umgebungsluft in einen stickstoffangereicherten Luftstrom und einen sauerstoffangereicherten Luftstrom zerlegt. Der stickstoffangereicherte Luftstrom kann beispielsweise einen Stickstoffanteil zwischen 90,0 und 99,9 % aufweisen und wird zur Absenkung des Sauerstoffgehalts in dem Schutzbereich verwendet. Die Funktionsweise solcher Stickstofferzeuger kann auf dem Prinzip der Membrangastrennung oder Druckwechseladsorption (z.B. PSA "Pressure Swing Adsorption" oder VPSA "Vacuum Pressure Swing Adsorption") basieren.. Ferner ist für die Steuerung einer Sauerstoffreduzierungsanlage wenigstens ein Sauerstoffkonzentrationssensor erforderlich, der den Sauerstoffgehalt in dem Schutzbereich ermittelt. Schließlich ist üblicherweise mindestens ein Aktor, beispielsweise ein Ventil oder ein Relais zum Ein-/Ausschalten eines dem Stickstofferzeuger zugeordneten Kompressors, zur gesteuerten Einleitung der erzeugten Stickstoffs bzw. der stickstoffangereicherten Luft in den Schutzbereich vorgesehen. Zusätzliche optionale Komponenten einer Sauerstoffreduzierungsanlage sind beispielsweise optische oder akustische Alarmmittel, die in einem Alarmfall, beispielsweise bei einer unter einen Schwellwert sinkenden Sauerstoffkonzentration im Schutzbereich, ggf. anwesende Personen warnen.

[0004] Um ein vorbestimmtes Sauerstoffniveau zu erreichen, ist es üblich, die einzelnen Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage zu regeln. Dazu ist üblicherweise eine Steuerzentrale vorgesehen, die einerseits mit den Stickstofferzeugern verbunden ist und die Erzeugung des Stickstoffs anforderungsgerecht regelt. Andererseits ist die Steuerzentrale mit den Sauerstoffkonzentrationssensoren verbunden, um die von diesen ermittelten Werte zu verarbeiten und entsprechende Stickstoffmengenanforderungen an die Stickstofferzeuger weiterzugeben. Die Steuerzentrale kann mehrere Schutzbereiche getrennt voneinander regeln, wobei jedem Schutzbereich ein oder mehrere Stickstofferzeuger zugeordnet sind und sich in jedem Schutzbereich ein oder mehrere Sauerstoffkonzentrationssensoren befinden. Außerdem ist die Steuerzentrale mit mehreren Aktoren gekoppelt, um eine Verteilung des erzeugten Stickstoffs in die Schutzräume zu steuern. Ein solches Steuerungs- und Regelungssystem einer Sauerstoffreduzierungsanlage ist aus US2018/001124 bekannt.

[0005] Mit zunehmender Komplexität von Sauerstoffreduzierungsanlagen, beispielsweise bei Gebäuden mit großen Schutzbereichen oder einer hohen Anzahl an Schutzbereichen wie z.B. in Fabriken, Lagern und Archiven, wird die sichere und zuverlässige Steuerung aller Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage zur Herausforderung. Die Steuerzentrale muss entsprechend der Vielzahl an angeschlossenen Stickstofferzeugern, Sauerstoffkonzentrationssensoren und Aktoren rechenstark und mit zahlreichen Schnittstellen ausgelegt werden, außerdem gestalten sich die Installation und Wartung sowie die Fehlersuche bei Störungen mit zunehmender Anlagengröße als sehr aufwendig. Allein das Verlegen der teils sehr langen Energieversorgungs- und Signalleitungen zwischen allen Komponenten und der Steuerzentrale ist arbeits- und kostenintensiv. Auch ist eine normgemäß geforderte Leitungsüberwachung aller Energieversorgungsleitungen auf schleichende Unterbrechung oder schleichenden Kurzschluss mit zunehmender Leitungsanzahl und höheren Leitungslängen schwieriger umzusetzen. Nachrüstungen und Erweiterungen der Sauerstoffreduzierungsanlage stellen ebenfalls eine komplexe Aufgabe hinsichtlich Verdrahtung und Neukonfiguration dar. Zudem bilden die Umsetzung eines effizienten Energiemanagements und der gemäß Brandschutzbestimmungen geforderten hohen Ausfallsicherheit eine Herausforderung bei der bisherigen Steuerung von Sauerstoffreduzierungsanlagen.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Steuerungs- und Regelungssystem einer Sauerstoffreduzierungsanlage anzugeben, das einen verringerten Herstellungs-, Installations- und Wartungsaufwand bietet, eine höhere Ausfallsicherheit und ein verbessertes Energiemanagement gewährleistet sowie flexibel anpassbar und erweiterbar ist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, eine Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem solchen Steuerungs- und Regelungssystem anzugeben, sowie ein Betriebsverfahren hierfür aufzuzeigen.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe im Hinblick auf das Steuerungs- und Regelungssystem durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Im Hinblick auf die Sauerstoffreduzierungsanlage und das Betriebsverfahren wird diese Aufgabe durch die Gegenstände der Patentansprüche 14 und 15 gelöst.

[0008] So beruht die Erfindung auf dem Gedanken, ein Steuerungs- und Regelungssystem einer Sauerstoffreduzierungsanlage zum Absenken und Halten eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in mindestens einem umschlossenen Schutzbereich anzugeben, das mindestens einen Inertgaserzeuger, mindestens einen Sauerstoffkonzentrationsensor und mindestens einen Aktor zur Freisetzung von Inertgas aufweist. Das Steuerungs- und Regelungssystem weist mehrere miteinander signalverbundene Reglermodule auf. Die Reglermodule sind vorzugsweise jeweils derart konfiguriert oder konfigurierbar, dass eine oder mehrere Regelungsfunktionen ausführbar sind. Dabei sind die Regelungsfunktionen auf wenigstens zwei miteinander signalverbundene Reglermodule dezentral verteilt.

[0009] Die Erfindung baut insoweit auf der Grundidee auf, standardisierte Reglermodule einzusetzen, wobei den Reglermodulen unterschiedliche Funktionen zugewiesen werden können. Auf diese Weise wird eine Modularität bereitgestellt, die es ermöglicht, das Steuerungs- und Regelungssystem einfach und schnell an unterschiedliche Anforderungen, insbesondere an unterschiedliche große oder mehrere Schutzbereiche, aber auch an unterschiedlich komplexe Sauerstoffreduzierungsanlagen anzupassen. Neben der dadurch gewonnenen Flexibilität und der einfacheren Zulassung von Anlagen mit standardisierten Komponenten ist der Aufbau und die Funktionsweise eines auf bestimmte Funktionen spezialisierten Reglermoduls vereinfacht gegenüber dem Aufbau und der Funktionsweise einer umfassenden Steuerzentrale. Dadurch können auch nachträgliche Anlagenerweiterungen, -modifikationen oder -reduzierungen mit wenig Aufwand umgesetzt werden. Die Reglermodule können als Standardbaugruppen einfacher produziert und programmiert werden, zudem haben sie an ihrem jeweiligen Einsatzort einen geringeren Platzbedarf. Die Reglermodule können einfacher gewartet und ausgetauscht werden, ohne die Gesamtfunktion der Sauerstoffreduzierungsanlage zu beeinträchtigen. Die Energieversorgungs- und Signalleitungen können strangweise zusammengefasst werden, was beispielsweise die Leitungsüberwachung vereinfacht. Die dezentrale Verteilung von Steuerungs- und Regelfunktionen erhöht zudem die Ausfallsicherheit, da beispielsweise eine Störung eines Reglermoduls geringere Auswirkungen auf die Gesamtfunktion der Sauerstoffreduzierungsanlage hat.

[0010] Die einzelnen Reglermodule können hardwareseitig weitgehend identisch ausgebildet sein. Insbesondere können jeweils identische Controller in jedem der Reglermodule vorhanden sein. Die Reglermodule können sich jedoch zumindest teilweise anhand ihrer Schnittstellen unterscheiden, um beispielsweise signaltechnisch optimal mit unterschiedlichen Aktorarten wie Ventilen und Alarmmitteln oder mit Sauerstoffkonzentrationsensoren des Schutzbereiches verbunden werden zu können. Diese unterschiedlichen Schnittstellen können zusätzlich zu einem allen Reglermodulen gemeinsamen, identischen Basissatz an Schnittstellen vorgesehen sein. Indem die Reglermodule jeweils unterschiedliche Regelungsfunktionen übernehmen können, sind die Reglermodule modular miteinander kombinierbar. Die Modularität ergibt sich insofern daraus, dass verschiedene Kombinationen aus Reglermodulen zusammengestellt werden können, um unterschiedliche Funktionen zum Betreiben der Sauerstoffreduzierungsanlage individuell auf diese Kombinationen zu verteilen.

[0011] Die auf den Reglermodulen ausführbaren Regelungsfunktionen können unterschiedlich sein. Insbesondere die Überwachung der Sauerstoffkonzentration in einem Schutzbereich, die Erzeugung einer entsprechenden Menge an Inertgas und das Freisetzen der erzeugten Menge an Inertgas in den Schutzbereich zur Regelung der dortigen Sauerstoffkonzentration sind Kernfunktionen, die jedenfalls im Steuerungs- und Regelungssystem vorgesehen und auf verschiedene Reglermodule verteilt sein können. Insbesondere bei einer Sauerstoffreduzierungsanlage, die mehrere Schutzbereiche aufweist, ermöglicht die dezentrale Verteilung von Regelungsfunktionen eine Redundanz und Erweiterbarkeit, die bei bisherigen zentralgesteuerten Anlagen nicht ohne weiteres realisierbar ist.

[0012] Klarstellend wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Reglermodule nicht nur Regelungsfunktionen, d.h. Funktionen mit einer durch Signalarückkopplung beeinflussten bzw. beeinflussbaren Stellgröße, sondern auch Steuerungsfunktionen ausführen können. Insofern sind die Begriffe "Reglermodul" und "Regelungsfunktion" im Rahmen der vorliegenden Anmeldung als Kurzformen für die Begriffe "Steuer- und Reglermodul" sowie "Steuerungs- und Regelungsfunktion" zu verstehen.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Reglermodule modular miteinander kombinierbar sind. Dabei können die Reglermodule jeweils durch geeignete Benutzereingaben über eine Eingabeschnittstelle unterschiedlich konfiguriert oder konfigurierbar sein. Als Eingabeschnittstelle kommen alle denkbaren Mensch-Maschine-Schnittstellen in Frage, beispielsweise ein in das Reglermodul integriertes Touchbedienfeld, eine USB-Schnittstelle zum Einspielen einer Konfigurationsdatei von einem Support-PC oder beispielsweise auch DIP- oder Drehschalter. Im Wesentlichen können also mehrere weitgehend gleichartige Reglermodule beliebig miteinander signalverbunden werden. Durch entsprechende Konfiguration kann den einzelnen Reglermodulen die jeweils erforderliche bzw. gewünschte Regelungsfunktion zugewiesen werden.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Reglermodule jeweils derart konfiguriert oder konfigurierbar sind, dass durch jeweils wenigstens ein Reglermodul wenigstens eine der folgenden Regelungsfunktionen ausführbar ist:

- a) eine Steuerung bzw. Regelung der Inertgaserzeugung, insbesondere durch

EP 3 569 290 B1

- Ein- und Ausschalten des mindestens einen Inertgaserzeugers und/oder
 - Auswertung von Sensorsignalen, insbesondere des mindestens einen Sauerstoffkonzentrationsensors und/oder von weiteren, dem mindestens einen Inertgaserzeuger zugeordneten Gas-, Temperatur-, Volumenstrom- und/oder Drucksensoren und/oder
 - Ansteuern von Aktoren des mindestens einen Inertgaserzeugers;
- b) eine Überwachung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in einem umschlossenen Überwachungsbereich und/oder eine Steuerung bzw. Regelung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in mindestens einen umschlossenen Schutzbereich, insbesondere durch
- Auswertung von Sensorsignalen, insbesondere des mindestens einen Sauerstoffkonzentrationsensors und/oder von weiteren Gas-, Temperatur-, Volumenstrom- und/oder Druck-Sensorsignalen von in dem mindestens einen umschlossenen Überwachungs- und/oder Schutzbereich angeordneten Sensoren und/oder Auswertung von Signalen von in dem Überwachungs- und/oder Schutzbereich angeordneten Türöffnungskontakten und/oder
 - Anforderung einer Inertgas-Menge von dem mindestens einen Inertgaserzeuger und/oder
 - Ansteuern von Aktoren in dem mindestens einen umschlossenen Überwachungs- und/oder Schutzbereich und/oder
 - Ansteuern von Anzeigen in oder an dem mindestens einen umschlossenen Überwachungs- und/oder Schutzbereich, insbesondere zur Anzeige von Sauerstoffkonzentrationsmesswerten und/oder
 - Ansteuerung von akustischen und/oder optischen Alarmmitteln im Alarmfall;
- c) eine Koordination der Kommunikation zwischen Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder eine Koordination der Kommunikation zu externen Stellen der Sauerstoffreduzierungsanlage, insbesondere durch
- Verteilung von Anforderungen an Inertgas-Mengen auf mehrere Inertgaserzeuger nach vordefinierten Kriterien und/oder
 - Verteilung erzeugten Inertgases auf mehrere umschlossene Schutzbereiche nach vordefinierten Kriterien und/oder
 - Sammeln und Auswerten wenigstens eines Status-, Störungs- und/oder Alarmsignals mindestens eines Reglermoduls und/oder
 - Erzeugung wenigstens einer Status-, Störungs- und/oder Alarmmeldung, insbesondere zur Anzeige auf einem Bedienteil und/oder zur Weiterleitung an eine externe, insbesondere ständig besetzte, Stelle und/oder
 - Ansteuern von Anzeigen, insbesondere zur Anzeige von Sensormesswerten und/oder
 - Bereitstellung eines Fernzugriffs auf die Sauerstoffreduzierungsanlage.

[0015] Weitere optionale Regelungsfunktionen sind beispielsweise die Verteilung des produzierten Inertgases in mehrere Schutzbereiche, die rein vorsorgliche Überwachung der Sauerstoffkonzentration in Nachbar-, Technik-, Maschinen- und Betriebsräumen ohne Regelung der Sauerstoffkonzentration durch Inertgaseinleitung, die Überwachung von Umgebungsbedingungen, z.B. von Wetterparametern außerhalb der Schutz- und Überwachungsbereiche, die Alarmierung bei gefährlichen Umgebungsbedingungen in Schutz- oder Überwachungsbereichen, die Steuerung der Anzeige und/oder die Meldung von Störungen der Sauerstoffreduzierungsanlage. Dabei können die einzelnen Regelungsfunktionen auf unterschiedliche Reglermodule dezentral verteilt sein. Insbesondere können einzelne Reglermodule mehrere der genannten Regelungsfunktionen ausführen, beispielsweise um eine Redundanz zu schaffen. Dadurch wird eine besonders hohe Betriebssicherheit gewährleistet.

[0016] Als Reglermodul kann generell ein Prozessregler zur Steuerung bzw. Regelung der Inertgaserzeugung, ein Bereichsregler zur Überwachung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in einem umschlossenen Überwachungsbe-

reich und/oder zur Steuerung bzw. Regelung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in mindestens einem umschlossenen Schutzbereich und/oder ein Masterregler zur Koordination der Kommunikation zwischen Reglermodulen und/oder anderen Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder zur Koordination der Kommunikation zu externen Stellen der Sauerstoffreduzierungsanlage vorgesehen sein. Die Zuordnung des Reglermoduls als Bereichsregler, Prozessregler oder Masterregler erfolgt vorzugsweise durch kundenspezifische Konfiguration. Mit anderen Worten können der Bereichsregler, der Prozessregler und der Masterregler im Wesentlichen denselben Aufbau aufweisen, wobei dem Reglermodul mittels Benutzereingabe Regelungsfunktionen zugewiesen werden, sodass das Reglermodul als Bereichsregler, als Prozessregler oder als Masterregler fungiert. Diese Zuordnung von Regelungsfunktionen kann bei Inbetriebnahme oder auch im laufenden Betrieb der Sauerstoffregelungsanlage vorgenommen werden.

[0017] So können in einem Steuerungs- und Regelungssystem beispielsweise zwei Reglermodule vorgesehen sein, wobei einem Reglermodul, welches in einem Schutzbereich angeordnet ist, die Funktion eines Bereichsreglers zugewiesen wird. Einem anderen Reglermodul, das am Inertgaserzeuger angeordnet ist, kann eine Prozessreglerfunktion zugewiesen werden. Diese Zuweisung kann nach Installation der Reglermodule erfolgen, sodass bei der Installation nicht darauf geachtet werden muss, welches Reglermodul an einem bestimmten Standort zu montieren ist. Das vereinfacht den Installationsvorgang und reduziert die Kosten. Außerdem ist ein Austausch der Reglermodule einfach und schnell möglich, wobei Lagerhaltungskosten reduziert werden. Schließlich ermöglicht diese Architektur auch eine einfache und effiziente Erweiterbarkeit des Steuerungs- und Regelungssystems. So kann beispielsweise später ein weiterer Schutzbereich hinzugefügt werden, wobei hierzu lediglich ein weiteres Reglermodul zu installieren ist, welches dann die Funktion eines weiteren Bereichsreglers übernimmt. Auch kann beispielsweise ein weiterer Stickstoffherzeuger hinzugefügt werden, der mit einem weiteren Reglermodul versehen wird, welches dann die Funktion eines weiteren Prozessreglers übernimmt. Auch unabhängig von einer Anlagenerweiterung können weitere Reglermodule hinzugefügt werden, z.B. um ein bereits vorhandenes Reglermodul im Sinne einer n+1-Redundanz zu ergänzen und dadurch die Ausfallsicherheit der Anlage weiter zu erhöhen. Jedes weitere Reglermodul kann mittels Benutzereingabe entsprechend konfiguriert werden. Eine (Neu-)Programmierung ist nicht erforderlich; vielmehr umfassen alle Reglermodule dieselbe Grundprogrammierung, sodass die Zuweisung von Regelungsfunktionen schnell und einfach bei der Installation erfolgen kann.

[0018] Bevorzugt ist bei der Erfindung vorgesehen, dass die einzelnen Reglermodule so miteinander signalverbunden sind, dass ein Datenaustausch erfolgt. Die einzelnen Reglermodule können sich also untereinander abstimmen, beispielsweise um die Erzeugung von Inertgas je nach Anforderung durch verschiedene Bereichsregler zu steuern.

[0019] Bei einer bevorzugten Gestaltung des erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystems sind mehrere Überwachungs- und/oder Schutzbereiche vorgesehen, wobei jedem Schutzbereich wenigstens ein Bereichsregler zur Steuerung bzw. Regelung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in dem Schutzbereich zugeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann jedem Überwachungsbereich wenigstens ein Bereichsregler zur Überwachung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in dem Überwachungsbereich zugeordnet sein.

[0020] Als Schutzbereich wird im Allgemeinen ein räumlich abgegrenzter bzw. umschlossener Bereich verstanden, in dem die Sauerstoffkonzentration zur Brandvermeidung abgesenkt und innerhalb eines vorbestimmten Wertebereichs geregelt wird. Ein Überwachungsbereich ist ein räumlich abgegrenzter bzw. umschlossener Bereich, in welchem eine Überwachung der Sauerstoffkonzentration erfolgt, obwohl keine Regelung der Inertgas-Einleitung vorgesehen ist. Die Überwachung dient lediglich dazu, beispielsweise Leckagen im Leitungssystem zu ermitteln und entsprechende Alarme zu erzeugen. Ein Betriebsraum, in welchem der Inertgaserzeuger angeordnet ist, aber auch ein keine Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage enthaltender Nebenraum oder Flur können beispielsweise als Überwachungsbereich festgelegt werden. Die Sauerstoffkonzentration in diesen Räumen soll nicht abgesenkt werden.

[0021] Insofern kann die Regelungsfunktion der Auswertung des Sauerstoffkonzentrationsniveaus sowohl zur Regelung der Sauerstoffkonzentration in einem Schutzbereich als auch zur Überwachung in einem Überwachungsbereich genutzt werden. Bei der Überwachung wird jedoch das Sauerstoffkonzentrationsniveausignal lediglich mit vorher festgelegten Grenzen verglichen und bei Über- oder Unterschreiten der Grenzen ein Störungs- oder Alarmsignal ausgegeben. Bei der Regelung wird ebenfalls ein Vergleich zwischen einem vorbestimmten Sollwert und dem Istwert der Sauerstoffkonzentration vorgenommen, jedoch gleichzeitig der Aktor zur Freisetzung von Inertgas so geregelt, dass der Sollwert möglichst konstant eingehalten wird. Beispielsweise wird ein Ventil geöffnet oder geschlossen bzw. ein Kompressor des Inertgaserzeugers ein- bzw. ausgeschaltet, um die Freisetzung von Inertgas zu starten oder zu stoppen.

[0022] Als Reglermodul kann außerdem ein Kombiregler vorgesehen sein, der Regelungsfunktionen von wenigstens zwei Reglermodulen umfasst. Jedes der wenigstens zwei Reglermodule kann als Masterregler, Prozessregler und/oder Bereichsregler konfiguriert bzw. konfigurierbar sein. Vorzugsweise übernimmt bzw. umfasst der Kombiregler Regelungsfunktionen von zwei voneinander verschieden konfigurierten Reglermodulen, bspw. einem Masterregler und einem Prozessregler. Diese Ausführung eines Kombireglers kann beispielsweise für kleine Anlagen mit einem Schutzbereich und/oder einem Inertgaserzeuger vorteilhaft sein, bei denen die verringerte Anlagenkomplexität eine teilweise Zusammenfassung dezentral verteilter Regelungsfunktionen erlaubt.

[0023] Im Allgemeinen kann vorgesehen sein, dass einem Schutzbereich mehrere Inertgaserzeuger zugeordnet sind.

Eine solche Zuordnung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Schutzbereich besonders groß ist. Insbesondere bei großen Hallen, die einen einzigen Schutzbereich bilden, kann es zweckmäßig sein, mehrere Inertgaserzeuger zuzuordnen, um eine ausreichende Menge an Inertgas konstant zur Verfügung stellen zu können.

[0024] Die Bereitstellung einer ausreichenden Menge an Inertgas kann auch erreicht werden, indem die Sauerstoffreduzierungsanlage ergänzend ein oder mehrere Inertgasbehälter aufweist, in welchen Inertgas, insbesondere Stickstoff, gelagert ist. Alternativ können diese Inertgasbehälter auch einer anderen Brandschutzanlage, beispielsweise einer Inertgas-Löschanlage zugeordnet sein. Eine solche Inertgas-Löschanlage dient einer besonders raschen und stärkeren Absenkung der Sauerstoffkonzentration im Schutzbereich, um einen bereits entstandenen Brand zu löschen. Im Gegensatz dazu dient die Sauerstoffreduzierungsanlage einer geringfügigen Langzeit-Absenkung der Sauerstoffkonzentration im Schutzbereich, um bereits die Entstehung eines Brandes zu verhindern.

[0025] Die Inertgasbehälter sind vorzugsweise wiederbefüllbar, insbesondere mittels aus dem Inertgaserzeuger bereitgestelltem Inertgas. Hierzu sind die Inertgasbehälter in einer bevorzugten Ausführungsform über ein Leitungssystem der Sauerstoffreduzierungsanlage strömungstechnisch mit zumindest einem Inertgaserzeuger verbunden oder verbindbar.

[0026] Insofern kann bevorzugt vorgesehen sein, dass das erfindungsgemäße Steuerungs- und Regelungssystem ein Reglermodul aufweist, das als Befüllregler konfiguriert ist. Der Befüllregler ist vorzugsweise mit Aktoren, insbesondere steuerbaren Ventilen, des Leitungssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage signalverbunden, um Inertgas von wenigstens einem Inertgaserzeuger gesteuert in den wenigstens einen Inertgasbehälter zu leiten.

[0027] Der Inertgasbehälter kann durch eine mit Stickstoff befüllte oder befüllbare Druckgasflasche gebildet sein. Insbesondere können mehrere Druckgasflaschen zu einer Flaschenbatterie zusammengefasst sein. Die Flaschenbatterie ist vorzugsweise mit dem Leitungssystem der Sauerstoffreduzierungsanlage verbunden und weist ein oder mehrere Steuerventile auf, die mit wenigstens einem Reglermodul, insbesondere dem Befüllregler, signalverbunden sind.

[0028] Ferner kann dem wenigstens einen Inertgasbehälter und/oder der Flaschenbatterie wenigstens ein Temperatursensor und/oder wenigstens ein Drucksensor zugeordnet sein. Der Temperatursensor und/oder der Drucksensor ist vorzugsweise mit einem Reglermodul, insbesondere dem Befüllregler, signalverbunden, um eine (Wieder-)Befüllung des Inertgasbehälters bzw. der Flaschenbatterie mit Inertgas zu überwachen und bevorzugt eine druck- und temperaturkompensierte Befüllung zu steuern bzw. regeln.

[0029] Der Befüllregler kann durch entsprechende Konfiguration eines standardisierten Reglermoduls bereitgestellt werden. Insofern ist die Ergänzung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem oder mehreren zusätzlichen Inertgasbehältern oder das Hinzufügen einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem Befüllregler als Ergänzung zu einer Inertgas-Löschanlage eine Option, die kundenspezifisch angeboten werden kann. Wegen der Modularität der Reglermodule lässt sich diese Option einfach bei der Installation der Sauerstoffreduzierungsanlage vor Ort beim Kunden realisieren. Jedenfalls das Steuerungs- und Regelungssystem ist durch einfache Benutzereingabe so konfigurierbar, dass einem der Reglermodule die Regelungsfunktionen eines Befüllreglers zugewiesen werden können.

[0030] Ein ggf. vorgesehener Masterregler dient dazu, die den Schutzbereichen und/oder den Überwachungsbereichen jeweils zugeordneten Reglermodule, insbesondere die Bereichsregler und/oder Prozessregler und/oder Kombiregler, zu koordinieren. Der Masterregler ist vorzugsweise über ein Ringbussystem mit den Bereichsreglern und den Prozessreglern verbunden, wobei der Masterregler eine kommunikative Abstimmung zwischen den weiteren Reglermodulen bewirkt. So kann der Masterregler Prioritäten zur Ansteuerung der einzelnen Inertgaserzeuger vergeben. Dazu kann der Masterregler beispielsweise eine Anforderung für Inertgas von einem Bereichsregler empfangen, der eine Erhöhung der Sauerstoffkonzentration in einem Schutzbereich ermittelt hat. Anhand der Auslastung der einzelnen Inertgaserzeuger kann der Masterregler dann denjenigen Prozessregler ansteuern, der dem Inertgaserzeuger mit der geringsten Betriebslaufzeit zugeordnet ist. Auf diese Weise ist eine Optimierung der Auslastung der der Inertgaserzeuger möglich.

[0031] Der Prozessregler kann mit dem Inertgaserzeuger signalverbunden sein, um eine Inertgas-Erzeugung zu regeln. Alternativ oder zusätzlich kann der Bereichsregler mit dem Sauerstoffkonzentrationssensor signalverbunden sein, um eine Sauerstoffkonzentration in einem Schutzbereich zu regeln. Der Masterregler kann mit dem Prozessregler und dem Bereichsregler signalverbunden sein, um eine übergeordnete Reglerkommunikation bereitzustellen und/oder zu überwachen. Die genannten Regelungsfunktionen sind also auf den Prozessregler, den Bereichsregler und den Masterregler verteilt. Diese Verteilung kann jedoch dynamisch im Betrieb des Steuerungs- und Regelungssystems variieren. So kann der Bereichsregler beispielsweise zum Prozessregler werden und/oder der Prozessregler zumindest teilweise Funktionen des Masterreglers übernehmen. Dies wird durch den dezentralen Aufbau und die modulare Zuweisung einzelner Regelungsfunktionen ermöglicht.

[0032] Der Masterregler bzw. das als Masterregler ausgebildete Reglermodul kann konfiguriert oder konfigurierbar sein, um Störungs- und/oder Alarmmeldungen der Bereichsregler und/oder der Prozessregler und/oder der Kombiregler zu empfangen und gesammelt an eine Benutzerschnittstelle bzw. Mensch-Maschine-Schnittstelle, beispielsweise an ein Bedienteil oder Bedienpanel, und/oder eine externe Störungs- und/oder Alarmmeldekomponekte weiterzuleiten. Auf diese Weise ist eine zentrale Überwachung der Störungs- und Alarmmeldungen beispielsweise durch Leitstellen oder

Wachgesellschaften möglich.

[0033] Die einzelnen Reglermodule sind vorzugsweise räumlich voneinander getrennt angeordnet. Dies dient der Ausfallsicherheit, da eine physische Einwirkung auf einzelne Reglermodule lediglich zu räumlich begrenzten Ausfällen führen kann. Diese Ausfälle können beispielsweise durch Übernahme von Regelungsfunktionen durch andere Reglermodule kompensiert werden. Zudem ermöglicht die räumliche Verteilung der Reglermodule eine bessere Zugänglichkeit derselben sowie kürzere Leitungswege zwischen den Reglermodulen und den Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage.

[0034] Eine weitere Erhöhung der Betriebssicherheit wird erreicht, da die Reglermodule dynamisch im laufenden Betrieb konfigurierbar sind. Dabei kann insbesondere ein erstes Reglermodul ein oder mehrere Regelungsfunktionen eines zweiten Reglermoduls übernehmen. Umgekehrt kann auch das zweite Reglermodul ein oder mehrere Regelungsfunktionen des ersten Reglermoduls übernehmen. So kann beispielsweise bei Ausfall des ersten Reglermoduls das zweite Reglermodul dessen Regelungsfunktion(en) übernehmen, sodass weiterhin die Funktionssicherheit des gesamten Steuerungs- und Regelungssystems gewährleistet ist. Die Übernahme der Regelungsfunktion kann dabei automatisiert und optional im Rahmen einer Standby-Redundanz, kalten Redundanz oder heißen Redundanz erfolgen, sodass die maximale Betriebssicherheit dauerhaft gewährleistet ist. Dabei ist es nicht zwingend erforderlich, dass die beiden Reglermodule, die die Regelungsinformationen untereinander austauschen bzw. gegenseitig übernehmen, ursprünglich als redundante Reglermodule ausgebildet sind. Vielmehr kann auch ein Reglermodul, welches initial ein oder mehrere andere Regelungsfunktionen ausführt, eine zusätzliche Regelungsfunktion eines weiteren Reglermoduls übernehmen, um dessen Ausfall zumindest teilweise zu kompensieren. Eine wichtige Voraussetzung für die dynamische Konfiguration und die Übernahme von Regelungsfunktionen anderer Reglermodule ist eine signaltechnische, ggf. auch energiever-sorgende Verbindung des übernehmenden Reglermoduls zu den Sensoren und Aktoren des abgebenden Reglermoduls. Diese Verbindung kann beispielsweise über die Verbindungswege des abgebenden Reglermoduls sowie zwischen dem übernehmenden und abgebenden Reglermodul bestehen oder als zusätzliche redundante Verbindung des übernehmenden Reglermoduls zu den Sensoren und Aktoren des abgebenden Reglermoduls ausgebildet sein.

[0035] So kann ein erstes Reglermodul beispielsweise initial die Regelungsfunktion der Auswertung eines Sauerstoffkonzentrationssignals ausführen. Ein zweites Reglermodul kann als Prozessregler die Steuerung bzw. Regelung des Inertgaserzeugers ausführen. Das erste und zweite Reglermodul wirken somit gegenseitig als Standby-Redundanz. Bei Ausfall des ersten Reglermoduls kann das zweite Reglermodul die ausgefallene Funktion, hier das Auswerten eines Sauerstoffkonzentrationssignals des Sauerstoffkonzentrationssensors, übernehmen, um die Betriebssicherheit des gesamten Steuerungs- und Regelungssystems weiterhin zu gewährleisten. Auch ist es denkbar, dass das zweite Reglermodul bei Ausfall des ersten Reglermoduls keine zusätzliche Funktion im eigentlichen Sinne übernimmt, sondern seine Funktionen auf den Schutzbereich des ersten Reglermoduls erweitert, also einen weiteren Schutzbereich in die Regelung aufnimmt. Ebenso kann beispielsweise ein Prozessregler seine Prozessregelungsfunktion auf einen weiteren Inertgaserzeuger ausdehnen. Durch die dynamische Konfigurierbarkeit der einzelnen Reglermodule wird so eine besonders hohe Betriebssicherheit bei geringem Installationsaufwand erreicht.

[0036] Die dynamische Konfiguration der Reglermodule im laufenden Betrieb kann nicht nur durch einen Ausfall eines Reglermoduls initiiert werden, sondern beispielsweise auch zur gleichmäßigeren Auslastung der Reglermodule beitragen. Indem beispielsweise ein Reglermodul mit aktuell geringer Auslastung in einen Ruhemodus mit geringem Energieverbrauch versetzt wird und ein anderes Reglermodul Regelungsfunktionen des im Ruhezustand befindlichen Reglermoduls übernimmt, können Energieressourcen eingespart werden.

[0037] Alternativ oder zusätzlich kann die Betriebssicherheit auch dadurch gewährleistet werden, dass zwei Reglermodule einen identischen Funktionsumfang aufweisen und so miteinander signalverbunden sind, dass eine in sich redundante Reglergruppe gebildet ist. Obwohl die Reglermodule dynamisch im laufenden Betrieb konfigurierbar sind und so jedes Reglermodul eine Regelungsfunktion eines anderen Reglermoduls übernehmen kann, die dem ersten Reglermodul initial nicht zugewiesen war, so kann dennoch mittels redundanter Reglergruppen eine zusätzliche Betriebssicherheit gewährleistet werden. So können beispielsweise zwei Reglermodule identisch ausgebildet sein bzw. identischen Funktionsumfang aufweisen. Insbesondere können zwei Reglermodule miteinander signalverbunden sein, welchen jeweils initial dieselben Regelungsfunktionen zugewiesen wurden. So können beispielsweise zwei Reglermodule zu einer redundanten Reglergruppe zusammengeschaltet sein, die jeweils als Bereichsregler ausgebildet sind und die Regelungsfunktionen des Ansteuerns des Aktors zur Freisetzung von Inertgas ausführen, indem das eine oder das andere Reglermodul die Ansteuerung des Aktors durchführt. Bei Ausfall eines der beiden Bereichsregler wird die Ansteuerung des Aktors zur Freisetzung von Inertgas dann von dem anderen Bereichsregler der redundanten Reglergruppe ausgeführt. Zur Verbesserung der Energieeffizienz kann ein Reglermodul der redundanten Reglergruppe in einen Ruhemodus versetzt werden, bis dieses ein Signal zur Übernahme von Regelungsfunktionen des anderen Reglermoduls erhält.

[0038] Konkret kann also in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass die Reglermodule, insbesondere die Reglermodule einer Reglergruppe, jeweils derart ausgebildet und miteinander signalverbunden sind, dass ein Reglermodul bei Ausfall und/oder bei Überlastung eines anderen Reglermoduls dessen Regelungsfunktion automatisiert

übernimmt. Die Übernahme einer Regelungsfunktion bei Ausfall eines Reglermoduls dient der Betriebssicherheit des Steuerungs- und Regelungssystems der Sauerstoffreduzierungsanlage. Alternativ oder zusätzlich kann das Steuerungs- und Regelungssystem jedoch auch so angepasst sein, dass die Reglermodule bei Überlastung anderer Reglermodule deren Regelungsfunktionen automatisiert übernehmen. So kann die Auslastung der einzelnen Reglermodule optimiert werden. Insgesamt ist so mit einer relativ geringen Anzahl von Reglermodulen eine besonders hohe Effizienz erreichbar. Dies verbessert unter anderem die Energieeffizienz der gesamten Sauerstoffreduzierungsanlage.

[0039] Um eine effiziente und schnelle Kommunikation zwischen den einzelnen Reglermodulen zu gewährleisten, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Reglermodule durch ein Bussystem miteinander signalverbunden sind. Das Bussystem ist vorzugsweise als Ringbussystem ausgebildet, sodass in sich eine Redundanz der Kommunikationswege ermöglicht ist. Durch das Ringbussystem wird eine besonders hohe Ausfallsicherheit erreicht, da eine Kommunikation über redundante Wege ermöglicht ist. So kann der Kommunikationsausfall zwischen zwei Reglermodulen dadurch kompensiert werden, dass die Kommunikation über die weiteren Reglermodule hergestellt wird. Um die Reglermodule an das Bussystem anschließen zu können, ist es bevorzugt, dass alle Reglermodule identische Busschnittstellen aufweisen.

[0040] Ein weiterer Vorteil, der mit dem Bussystem, insbesondere dem Ringbussystem, erreicht wird, ist eine gegenseitige Überwachung der einzelnen Reglermodule. Durch die standardisierte Kommunikationsschnittstelle zwischen den einzelnen Reglermodulen ist es möglich, dass die Reglermodule eine gegenseitige Statusüberwachung durchführen. So kann der Ausfall oder eine Fehlfunktion des Reglermoduls schnell erkannt werden. In der Folge kann ein weiteres Reglermodul die Funktion des ausgefallenen bzw. funktionsgestörten Reglermoduls übernehmen. Die Überwachung der einzelnen Reglermodule kann beispielsweise derart erfolgen, dass in vorbestimmten Zeitabständen Statussignale von den einzelnen Reglermodulen ausgesendet werden. Insofern können die einzelnen Reglermodule "Lebenszeichen" senden.

[0041] Das Bussystem kann beispielsweise über eine Ethernetverbindung mit Standardprotokollen wie TCP/IP, Modbus/TCP, UDP, EtherCAT oder Powerlink realisiert werden. Eine solche standardisierte Kommunikationsschnittstelle reduziert weiter die Kosten für die Herstellung und Installation des Steuerungs- und Regelungssystems.

[0042] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass einzelne oder alle Reglermodule mit dem wenigstens einen Sauerstoffkonzentrationsensor und/oder mit dem wenigstens einen Aktor zur Freisetzung von Inertgas und/oder mit dem wenigstens einen Inertgaserzeuger mittels eines weiteren Bussystems gekoppelt sind. Im Allgemeinen können einzelne oder alle Sensoren, Aktoren und/oder Inertgaserzeuger mit einem oder mehreren Reglermodulen über ein weiteres, speziell für die Feldebene geeignetes Bussystem gekoppelt sein. Insbesondere der wenigstens eine Sauerstoffkonzentrationsensor, aber auch Gas-, Temperatur- und/oder Druck Sensoren sowie Türöffnungskontakte können in das weitere Bussystem integriert sein. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass das weitere Bussystem ein Feldbussystem, vorzugsweise mit ringförmiger und/oder stichförmiger und/oder sternförmiger Topographie, ist. Beispielsweise kann das weitere Bussystem einen CAN-Bus oder RS485 mit CANopen-, Profibus- oder RTU-Modbus-Protokoll verwenden.

[0043] Die Reglermodule können ferner mit einer Datenspeicher- und Auswerteeinheit signalverbunden oder signalverbindbar sein, sodass eine Langzeitspeicherung und Auswertung von Systemdaten, insbesondere von Regelungsparametern, Sensordaten, Umweltdaten, Energieverbrauchsdaten und/oder Status-, Stör- und Alarmlmeldungen, durchführbar ist. Auf diese Weise kann eine Langzeitauswertung, beispielsweise für eine vorausschauende Wartung bzw. die Ermittlung von relevanten Wartungsintervallen erfolgen. Dazu können beispielsweise statistische Methoden eingesetzt werden, um die gespeicherten Regelungsparameter entsprechend auszuwerten. Die gespeicherten Regelungsparameter können außerdem zu verschiedenen Zeitpunkten miteinander verglichen werden, um beispielsweise frühzeitig auf Veränderungen in den Inertgaserzeugern aufmerksam gemacht zu werden. Schließlich ist es auch möglich, die gespeicherten Daten zur Drift-Kompensation einzusetzen, sodass das Steuerungs- und Regelungssystem an allmähliche Umgebungsveränderungen, beispielsweise Verschmutzungsgrad und/oder abweichende Reinheitsgrade der zugeführten Betriebsstoffe, angepasst werden können.

[0044] Vorteilhaft ist es außerdem, wenn die Reglermodule, insbesondere über eine Internetverbindung, fernwartbar und/oder fernkonfigurierbar sind. Im Allgemeinen kann das Steuerungs- und Regelungssystem mit einer Kommunikationskomponente zur externen Kommunikation, beispielsweise zur Ferndiagnose oder Fernkonfiguration, ausgestattet sein. Insbesondere bei einer Fernwartung über eine Internetverbindung ergeben sich reduzierte Wartungskosten.

[0045] Hinsichtlich der Reglermodule kann bevorzugt vorgesehen sein, dass diese jeweils eine Peripherieerkennungsfunktion aufweisen, sodass die Art und Funktionsweise von Sauerstoffkonzentrationsensoren und/oder Aktoren und/oder weiteren Sensoren, die an das jeweilige Reglermodul angeschlossen sind, automatisiert erkennbar sind. Mit anderen Worten ermöglichen die Reglermodule einen Plug-and-Play-Anschluss externer Sensoren oder Aktoren.

[0046] Dabei können die Reglermodule insbesondere selbstkonfigurierend ausgebildet sein, sodass anhand der jeweiligen Art und Funktionsweise der angeschlossenen Sauerstoffkonzentrationsensoren und/oder Aktoren und/oder weiteren Sensoren Regelungsfunktionen automatisiert aktiviert und/oder deaktiviert werden. Beispielsweise kann anhand von Volumenstrommessungen oder Druckmessungen und/oder der Anzahl oder Art der angeschlossenen Ventile erkannt werden, welcher Typ eines Inertgaserzeugers an das Reglermodul angeschlossen ist. Entsprechend können vorkonfi-

gurierte Einstellungen für diesen Typ von Inertgaserzeuger abgerufen werden. Alternativ oder zusätzlich wird die Selbstkonfiguration mithilfe einer Interface-Erkennung vorgenommen. Hierbei erkennt das Reglermodul nicht direkt den angeschlossenen Sensor oder Aktor, sondern dessen Input/Output-Schnittstelle. Da die Sensoren und Aktoren jeweils spezielle Typen und/oder eine bestimmte Anzahl von Schnittstellen für Input- und Outputdaten verwenden, können diese zuverlässig identifiziert werden. Durch die Selbstkonfiguration wird die Installation des Steuerungs- und Regelungssystems stark vereinfacht. Außerdem lässt sich das Steuerungs- und Regelungssystem so leicht warten, da ausgetauschte Komponenten selbstständig erkannt werden.

[0047] Um eine gute Auslastung der Sauerstoffreduzierungsanlage zu erreichen und gleichzeitig eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten, ist es bevorzugt, wenn das wenigstens eine Reglermodul, insbesondere der Prozessregler und/oder der Masterregler, derart konfiguriert ist, dass eine Verteilung des Inertgases nach vorbestimmten Kriterien erfolgt. Das wenigstens eine Reglermodul kann insbesondere so konfiguriert sein, dass eine Inertgas-Erzeugung in jedem der Inertgaserzeuger derart geregelt wird, dass die Inertgaserzeuger im Wesentlichen gleich lange Betriebslaufzeiten aufweisen. Hierzu wird bevorzugt bei Erhalt einer Inertgasanforderung der Inertgaserzeuger mit der kleinsten Betriebslaufzeit angesteuert. Die Angleichung der Betriebslaufzeiten erhöht die Ausfallsicherheit und sorgt für eine gute Auslastung des Steuerungs- und Regelungssystems. Außerdem können die Inertgaserzeuger zu gleichen Zeitpunkten gewartet bzw. ihre auslastungsabhängig degradierenden Komponenten wie Membranen oder Kohlenstoffmolekularsiebe gleichzeitig ausgetauscht werden, was den Wartungsaufwand der Sauerstoffreduzierungsanlage verringert.

[0048] Ein nebengeordneter Aspekt der Erfindung betrifft eine Sauerstoffreduzierungsanlage, insbesondere Brandschutzanlage, mit einem zuvor beschriebenen Steuerungs- und Regelungssystem.

[0049] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird außerdem ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer zuvor beschriebenen Sauerstoffreduzierungsanlage, angegeben, wobei ein oder mehrere Reglermodule konfiguriert werden, um wenigstens eine der folgenden Regelungsfunktionen auszuführen:

- eine Steuerung bzw. Regelung des Inertgaserzeugers,
- eine Auswertung eines Sauerstoffkonzentrationssignals des Sauerstoffkonzentrationssensors und
- eine Ansteuerung des Aktors zur Freisetzung von Inertgas.

[0050] Dabei werden den einzelnen Reglermodulen im laufenden Betrieb unterschiedliche Regelungsfunktionen zugewiesen, wobei bei Ausfall eines Reglermoduls dessen Regelungsfunktion automatisiert von einem anderen Reglermodul übernommen wird.

[0051] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigelegten, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1a eine schematische Darstellung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem Steuerungs- und Regelungssystem gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 1b eine auf die signaltechnischen Verbindungen reduzierte schematische Darstellung eines Steuerungs- und Regelungssystems einer Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2a eine schematische Darstellung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystem gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit zwei Reglermodulen;

Fig. 2b eine auf die signaltechnischen Verbindungen reduzierte schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystems einer Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit zwei Reglermodulen;

Fig. 3a eine schematische Darstellung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystem gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel mit vier Reglermodulen;

Fig. 3b eine auf die signaltechnischen Verbindungen reduzierte schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystems einer Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit vier Reglermodulen;

Fig. 4a eine schematische Darstellung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystem gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel mit sechs Reglermodulen;

Fig. 4b eine auf die signaltechnischen Verbindungen reduzierte schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystems einer Sauerstoffreduzierungsanlage gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit sechs Reglermodulen;

Fig. 5a eine schematische Darstellung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystem nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel mit sechs Reglermodulen und Feldstichleitungen; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Sauerstoffreduzierungsanlage mit einem erfindungsgemäßen Steue-

rungs- und Regelungssystem nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel mit erweiterter Kommunikation.

5 **[0052]** Die Figuren 1a, 2a, 3a, 4a, 5a und 6 zeigen grundsätzlich gleich aufgebaute Sauerstoffreduzierungsanlagen, die als präventive Brandschutzanlagen der Überwachung und Regelung der Sauerstoffkonzentration in Schutzbereichen 10 dienen. Die wichtigsten Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage sind Inertgaserzeuger 30a, 30b. Der Inertgaserzeuger 30a ist in den Figuren als Membranstickstoffreduzierer ausgeführt und umfasst im Wesentlichen

- 10 ▪ einen Kompressor 33 zum Verdichten von Umgebungsluft;
- einen Drucksensor 31b zum Erfassen des Drucks der verdichteten Umgebungsluft;
- eine Membran 36 zum Trennen der Umgebungsluft in sauerstoffangereicherte Luft, die über eine nicht gezeigte Leitung abgeführt wird, und stickstoffangereicherte Luft, die über eine Stickstoffleitung 37 in einen der Schutzbereiche 10 eingeleitet wird; und
- 15 ▪ einen Sauerstoffkonzentrationssensor 31a zum Messen des Restsauerstoffgehalts der stickstoffangereicherten Luft.

[0053] Optional kann anstelle des Sauerstoffkonzentrationssensors 31a oder zusätzlich ein Volumenstromsensor stromabwärts der Membran 36 vorgesehen sein.

20 **[0054]** Der Inertgaserzeuger 30b ist in den Figuren als Druckwechseladsorptions-Stickstoffreduzierer ausgeführt und umfasst im Wesentlichen

- 25 ▪ einen Kompressor 33 zum Verdichten von Umgebungsluft;
- einen Drucksensor 31b zum Erfassen des Drucks der verdichteten Umgebungsluft;
- Adsorbensbehälter 34, beispielsweise mit einem Kohlenstoffmolekularsieb, zum Trennen der Umgebungsluft in sauerstoffangereicherte Luft, die über eine nicht gezeigte Leitung abgeführt wird, und stickstoffangereicherte Luft, die über eine Stickstoffleitung 37 in einen der Schutzbereiche 10 eingeleitet wird;
- einen Pufferbehälter 35 zum Zwischenspeichern der stickstoffangereicherten Luft;
- Ventile 32 zum abwechselnden Zuführen der Umgebungsluft in die Adsorbensbehälter 34 bzw. der stickstoffangereicherten Luft von den Adsorbensbehältern 34 in den Pufferbehälter 35;
- 30 ▪ einen Drucksensor 31b zum Erfassen des Drucks der stickstoffangereicherten Luft; und
- einen Sauerstoffkonzentrationssensor 31a zum Messen des Restsauerstoffgehalts der stickstoffangereicherten Luft.

35 **[0055]** Optional kann anstelle des Sauerstoffkonzentrationssensors 31a oder zusätzlich ein Volumenstromsensor stromabwärts des Pufferbehälters 35 vorgesehen sein.

40 **[0056]** Die von den Inertgaserzeugern 30a, 30b generierte stickstoffangereicherte Luft wird über Bereichsventile 41 bedarfsweise in die Schutzzräume 10 eingeleitet, um dort den Sauerstoffanteil der in den Schutzzräumen 10 befindlichen Luft zu senken. Mit Sauerstoffkonzentrationssensoren 40 wird der Sauerstoffanteil in den Schutzzräumen 10 sowie beispielsweise auch in Überwachungsräumen 11, z.B. in einem benachbarten Flur, oder im Maschinenraum 12, in welchem sich die Inertgaserzeuger 30a, 30b befinden, überwacht. Bei kritischen Umgebungsbedingungen, beispielsweise einem unter einen Schwellwert sinkenden Sauerstoffgehalt, werden in dem betroffenen Bereich sowie eventuell auch in anderen Bereichen Alarmmittel 42 aktiviert, um ggf. anwesende Personen zu warnen. Selbstverständlich sind auch weitere Sensoren, beispielsweise Temperatur-, Feuchtigkeits- und Gassensoren, in den Schutzbereichen 10, Überwachungsbereichen 11 und Maschinenräumen 12 sowie an den Inertgaserzeugern 30a, 30b denkbar. Ebenso können weitere Aktorarten wie etwa Stellantriebe Teil der Sauerstoffreduzierungsanlage sein. Über ein Bedienpanel 43 als Mensch-Maschine-Schnittstelle können Steuerungs- und Regelungsfunktionen der Sauerstoffreduzierungsanlage überwacht und beeinflusst werden.

50 **[0057]** Die Figuren 1a bis 6 zeigen unterschiedliche Steuerungs- und Regelungssysteme, um den Betrieb der Sauerstoffreduzierungsanlage zu ermöglichen. Dabei zeigen die Figuren 1a, 2a, 3a, 4a und 5a die Steuerungs- und Regelungssysteme im Zusammenhang mit den weiteren Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage. Die Figuren 1b, 2b, 3b, 4b und 5b zeigen hingegen nur die signaltechnischen Verbindungen der Steuerungs- und Regelungssysteme mit Sensoren und Aktoren. Sie sollen damit der besseren Übersichtlichkeit über die Architektur des jeweiligen Steuerungs- und Regelungssystems dienen.

55 **[0058]** Die Figuren 1a und 1b zeigen ein Steuerungs- und Regelungssystem einer Sauerstoffreduzierungsanlage nach dem Stand der Technik. Bislang wurden derartige Systeme für Sauerstoffreduzierungsanlagen mit einer Steuerzentrale 20 realisiert, die mittels Feld-Stichleitungen 50 sternförmig mit den einzelnen Sensoren 31a, 31b, 40, Aktoren 32, 33, 41 und Alarmmitteln 42 verbunden ist. Wie man den Figuren 1a und 1b deutlich entnehmen kann, führen die einzelnen Verbindungen zwischen der Steuerzentrale 20 und den Sensoren 31a, 31b, 40, Aktoren 32, 33, 41 und Alarmmitteln 42

zu einer komplexen Leitungsarchitektur mit unter anderem einer großen Anzahl an Einzelleitungen, hohen Leitungslängen und einer dadurch bedingten erhöhten Störanfälligkeit. Die Steuerzentrale 20 selbst muss mit einer hohen Rechenleistung und zahlreichen Schnittstellen ausgelegt sein, um alle Steuerungs- und Regelungsfunktionen zuverlässig ausführen zu können. Nachträgliche Erweiterungen und Umkonfigurationen erweisen sich ebenso wie die Fehlersuche bei

Störungsmeldungen als aufwendig und somit zeit- und kostenintensiv.

[0059] In den Fig. 2a bis 6 sind Varianten des erfindungsgemäßen Steuerungs- und Regelungssystems gezeigt. Alle Ausführungsbeispiele der Erfindung umfassen mindestens zwei Reglermodule 21, 22, 23, 24, 25, auf die eine oder mehrere Regelungsfunktionen des Steuerungs- und Regelungssystems dezentral verteilt sind. Die Reglermodule 21, 22, 23, 24, 25 sind vorzugsweise standardisiert aufgebaut, weisen also im Wesentlichen identische Hardwarekomponenten auf. Insbesondere umfassen die Reglermodule 21, 22, 23, 24, 25 jeweils gleichartige oder gleichwertige Controller sowie zumindest teilweise gleichartige oder gleichwertige Kommunikationsschnittstellen. Die Reglermodule 21, 22, 23, 24, 25 sind untereinander signalverbunden und vorzugsweise unterschiedlich konfiguriert. Insbesondere können unterschiedliche Regelungsfunktionen auf die einzelnen Reglermodule 21, 22, 23, 24, 25 aufgeteilt sein.

[0060] Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2a, 2b zeigt beispielsweise ein Steuerungs- und Regelungssystem mit zwei Reglermodulen 22, 24. Dabei ist insbesondere ein Kombiregler 24 vorsehen, der die Regelungsfunktionen eines Bereichsreglers und eines Masterreglers kombiniert und somit einerseits die Überwachung der Sauerstoffkonzentrationsniveaus in den Schutzbereichen 10 und andererseits die Koordination der Kommunikation zwischen den Reglermodulen 22, 24 und den weiteren Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage vornimmt. Bei dem weiteren Reglermodul handelt es sich um ein als Prozessregler 22 konfiguriertes Reglermodul zur Steuerung bzw. Regelung der Inertgaserzeugung mittels der beiden Inertgaserzeuger 30a, 30b. Der Kombiregler 24 und der Prozessregler 22 sind räumlich voneinander getrennt. Der Prozessregler 22 befindet sich im Maschinenraum 12, in dem auch die beiden Inertgaserzeuger 30a, 30b angeordnet sind. Der Kombiregler 24 hingegen befindet sich in einem gesonderten Technikraum 13. Durch die räumliche Trennung der beiden Reglermodule 22, 24 werden die Ausfallsicherheit erhöht, Leitungslängen verkürzt und die Zugänglichkeit der Reglermodule 22, 24 verbessert.

[0061] Für seine Bereichsreglerfunktion ist der Kombiregler 24 mit Sauerstoffkonzentrationsensoren 40 und Alarmmitteln 42 in den Schutzbereichen 10 sowie dem Überwachungsbereich 11 verbunden. Mithilfe der Sauerstoffkonzentrationsensoren 40 ermittelt der Kombiregler 24 die Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre der Schutzbereiche 10 und des Überwachungsbereichs 11. Im Hinblick auf die Regelung der Sauerstoffkonzentration in den Schutzbereichen 10 übermitteln der Kombiregler 24 einen Stickstoffbedarf an den Prozessregler 22, der die Inertgaserzeugung an den übermittelten Stickstoffbedarf anpasst und die Einleitung der stickstoffangereicherten Luft beispielsweise über die Ansteuerung der Bereichsventile 41 koordiniert. Alternativ könnten die Bereichsventile von einem Bereichsregler aktiviert werden, sobald dieser eine Stickstoffanforderung erkennt. Der Prozessregler 22 ist wiederum mit Druck- und Sauerstoffkonzentrationsensoren 31a, 31b sowie Aktoren wie den Kompressoren 33 und Ventilen 32 der Inertgaserzeuger 30a, 30b signaltechnisch verbunden, um die Inertgaserzeugung zu steuern und zu regeln. Der Prozessregler 22 ist jedoch nicht auf die Funktion der Inertgaserzeugung beschränkt; in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel übernimmt er zudem eine Bereichsreglerfunktion für den Maschinenraum 12, indem er die Sauerstoffkonzentration des Maschinenraums 12 mit einem Sauerstoffkonzentrationsensor 40 überwacht und ggf. bei Unterschreiten eines Sauerstoffschwellewerts, das auf eine Leckage der Inertgaserzeuger 30a, 30b hindeuten kann, Alarmmittel 42 in dem Maschinenraum 12 ansteuert. Durch diese höchst individuelle, an unterschiedlichste Anforderungen anpassbare Konfiguration der Reglermodule 22, 24 können die Funktionen des Steuerungs- und Regelungssystem bedarfsgerecht und hinsichtlich der Leitungsarchitektur optimal verteilt werden.

[0062] Im Unterschied zum Stand der Technik sind die Verbindungswege zwischen den Reglermodulen 22, 24 und den zugehörigen Sensoren 31a, 31b, 40, Aktoren 32, 33, 41 und Alarmmitteln 42 als Feld-Ringleitungen 51 ausgeführt. Durch die ringförmige Ausgestaltung können Leitungswege eingespart werden, zudem erhöht sich die Ausfallsicherheit durch redundante Verbindungswege. Die Kommunikation über die Feld-Ringleitungen 51 kann beispielsweise über einen CAN-Bus oder RS485 mit CANopen-, Profibus- oder RTU-Modbus-Protokoll erfolgen. Der Kombiregler 24 und der Prozessregler 22 kommunizieren zudem über eine zusätzliche Regler-Ringleitung 52, die beispielsweise als Ethernet-Verbindung ausgeführt ist. Der Kombiregler 24 ist außerdem stichförmig mit dem Bedienpanel 43 verbunden, über das ein Benutzer die Steuerungs- und Regelungsfunktionen überwachen und beeinflussen kann.

[0063] Die Figuren 3a, 3b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei insgesamt vier Reglermodule 21, 25 vorgesehen sind. Zwei Reglermodule bilden jeweils einen Masterregler 21. Diese sind miteinander signalverbunden, insbesondere über eine Regler-Ringleitung 52. In der Regler-Ringleitung 52 befinden sich zudem zwei Kombiregler 25, die in diesem Ausführungsbeispiel die Funktionen eines Bereichs- und eines Prozessreglers kombinieren. Die Masterregler 21 und die Kombiregler 25 sind in diesem Fall als redundante Reglermodule 21, 25 ausgebildet, die jeweils für sich eine Reglergruppe bilden und durch die redundante Ausführung eine erhöhte Ausfallsicherheit bieten. Die Kombiregler 25 sind über Feld-Ringleitungen 51 mit den Sensoren 31a, 31b, 40, Aktoren 32, 33, 41 und Alarmmitteln 42 der Inertgaserzeuger 30a, 30b, der Schutzbereiche 10, des Überwachungsbereichs 11 und des Maschinenraums 12 signaltechnisch verbunden. Sie koordinieren somit die Inertgaserzeugung mittels der Inertgaserzeuger 30a, 30b sowie die

Überwachung und Regelung der Sauerstoffkonzentration in den einzelnen Bereichen 10, 11, 12. Die Masterregler 21 im Technikraum 13 sind hingegen für die Koordination der Kommunikation der Reglermodule 21, 25 sowie für die Anzeige von Störungs- und Alarmmeldungen bzw. den Empfang von Benutzereingaben mittels des Bedienpanels 43 zuständig. Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3a, 3b zeichnet sich insgesamt durch eine hohe Redundanz und somit Betriebsicherheit aus. Bei Ausfall eines der Reglermodule 21, 25 kann ein nicht nur gleich aufgebautes, sondern auch gleich konfiguriertes Reglermodul 21, 25 die Funktionen des anderen Reglermoduls 21, 25 in vollem Umfang übernehmen. Durch die jeweils zwei Ringleitungen, die beide redundante Reglermodule 21, 25 miteinander teilen, kann jedes Reglermodul 21, 25 ohne Umwege direkt auf die Sensoren 31a, 31b, 40, Aktoren 32, 33, 41 und Alarmmittel 42 des anderen Reglermoduls 21, 25 zugreifen.

[0064] Die Figuren 4a, 4b zeigen eine ähnliche Architektur eines Steuerungs- und Regelungssystems nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel. Konkret weist das Steuerungs- und Regelungssystem gemäß Fig. 4 ebenfalls zwei Masterregler 21 im Technikraum 13 auf, die miteinander signalverbunden sind und eine redundante Reglergruppe bilden. Die Masterregler 21 sind für die Koordination der Kommunikation der Reglermodule 21, 22, 23 sowie für die Anzeige von Störungs- und Alarmmeldungen bzw. den Empfang von Benutzereingaben mittels des Bedienpanels 43 zuständig. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3a, 3b ist kein Kombiregler vorgesehen. Stattdessen sind zwei gesonderte Bereichsregler 23 sowie zwei gesonderte Prozessregler 22 in dem Steuerungs- und Regelungssystem enthalten. Die Bereichsregler 23 dienen der Überwachung der Sauerstoffkonzentration in den Schutzbereichen 10 und im Überwachungsbereich 11. Die Bereichsregler 23 sind hierzu mit Sauerstoffkonzentrationssensoren 40 in den Bereichen 10, 11 signalverbunden und können ebenfalls in diesen Bereichen 10, 11 befindliche Alarmmittel 42 in einem Störungs- oder Alarmfall wie etwa einer gesundheitsschädlichen Sauerstoffkonzentration aktivieren. Die Prozessregler 22 dienen der Steuerung und Regelung der Inertgaserzeugung mittels der Inertgaserzeuger 30a, 30b und sind hierzu mit den Druck- und Sauerstoffkonzentrationssensoren 31a, 31b sowie mit den Ventilen 32, den Kompressoren 33 und den Bereichsventilen 41 signalverbunden. Außerdem erfüllen sie in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine zusätzliche Bereichsreglerfunktion im Hinblick auf den Maschinenraum 12. Die Bereichsregler 23 und die Prozessregler 22 kommunizieren nicht direkt miteinander, sind jedoch über zwei Regler-Ringleitungen 52 gemeinsam an die Masterregler 21 angebunden. Hierbei wird deutlich, dass die Masterregler 21 die Koordination der Kommunikation übernehmen, beispielsweise einen von den Bereichsreglern 23 ermittelten Stickstoffbedarf verarbeiten und an die Prozessregler 22 weiterleiten. Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 4a und 4b zeichnet sich nicht nur durch eine noch höhere Redundanz und Ausfallsicherheit gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Figuren 3a, 3b aus, sondern zeigt auch eine besondere Eignung für sehr große oder komplexe Sauerstoffreduzierungsanlagen mit einem hohen Steuerungs- und Regelungsbedarf auf den Ebenen der Inertgaserzeugung, Bereichsüberwachung und übergeordneter Kommunikation.

[0065] Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 5a, 5b unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 4a, 4b durch die Anbindung der Sensoren 40 und Aktoren 42 bzw. der Inertgaserzeuger 30a, 30b an die Bereichsregler 23 bzw. Prozessregler 22. Konkret sind in diesem Ausführungsbeispiel Feld-Stichleitungen 50 anstelle von Feld-Ringleitungen vorgesehen. Dies erspart die doppelte Anbindung der Sensoren und Aktoren und ist somit vergleichsweise kostengünstig. Außerdem werden in diesem Beispiel die Bereichsventile 41 von den Bereichsreglern 23 angesteuert.

[0066] Fig. 6 zeigt eine Erweiterung des Ausführungsbeispiels gemäß den Figuren 5a, 5b. Konkret ist das Steuerungs- und Regelungssystem analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 5a, 5b ausgebildet. Insgesamt sind zwei redundant ausgelegte Masterregler 21, zwei redundant ausgelegte Bereichsregler 23 und zwei redundant ausgelegte Prozessregler 22 vorgesehen. Die Bereichsregler 23 und Prozessregler 22 sind über Regler-Ringleitungen 52 mit den Masterreglern 21 signaltechnisch gekoppelt.

[0067] Ergänzend zeigt Fig. 6 weitere Kommunikationsschnittstellen, die an wenigstens einem der Masterregler 21 vorgesehen sein können. Beispielsweise kann der Masterregler 21 eine Eingangsschnittstelle für eine Wetterstation 67 aufweisen. So können aktuelle Umweltbedingungen der Umgebungsatmosphäre, beispielsweise Windgeschwindigkeiten, in die Regelung der Sauerstoffreduzierungsanlage einfließen. Ferner kann ein Signalausgang vorgesehen sein, der mit einer ständig besetzten Stelle 68 kommuniziert. Dadurch können Alarm- und Störungsmeldungen an geeignete Empfänger zur Ergreifung von Gegenmaßnahmen weitergeleitet werden.

[0068] Ferner können zusätzliche Kommunikationsfunktionen zur Fernwartung oder Fernkonfiguration vorgesehen sein. Beispielsweise steuert ein Kommunikationsumschaltgerät ("Switch") 60 die Kommunikation zu unterschiedlichen externen Geräten, etwa zu einem Ferndiagnosemodul 63, welches wiederum mit einem WLAN-Router 64 oder über das Internet 65 mit einem externen Remote Support-PC 66 verbunden sein kann, oder zu einem lokalen Support-PC 62. Eine ebenfalls lokal befindliche Datenspeicher- und Auswerteeinheit 61, z.B. ein Industrie-PC oder Server, kann zum Loggen aller Betriebsdaten und insbesondere zur Langzeitauswertung von Systemdaten wie etwa Regelungsparametern, Sensordaten, Umweltdaten, Energieverbrauchsdaten und/oder Status-, Stör- und Alarmmeldungen dienen. Dadurch ist beispielsweise eine vorausschauende Wartung oder die Ermittlung von relevanten Wartungsintervallen möglich.

[0069] Im Allgemeinen kann das Steuerungs- und Regelungssystem gemäß den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen nahezu beliebig erweitert werden. Insbesondere können mehrere Masterregler 21, mehrere Bereichsregler 23, mehrere Prozessregler 22 und/oder mehrere Kombiregler 24, 25 vorgesehen sein.

		Bezugszeichenliste			
5		10	Schutzbereich	36	Membran
		11	Überwachungsbereich	37	Stickstoffleitung
		12	Maschinenraum	40	Sauerstoffkonzentrationssensor
		13	Technikraum	41	Bereichsventil
10		20	Steuerzentrale	42	Alarmmittel
		21	Masterregler	43	Bedienpanel
		22	Prozessregler	50	Feld-Stichleitung
		23	Bereichsregler	51	Feld-Ringleitung
15		24	Kombiregler (Master-/Bereichsregler)	52	Regler-Ringleitung
		25	Kombiregler (Prozess-/Bereichsregler)	60	Switch
		30a	Membran-Stickstofferzeuger	61	Industrie-PC
		30b	Druckwechseladsorptions-Stickstofferzeuger	62	Support-PC
		31a	Sauerstoffkonzentrationssensor	63	Ferndiagnosemodul
20		31b	Druck-Sensor	64	WLAN-Router
		32	Ventil	65	Internet
		33	Kompressor	66	Remote Support-PC
		34	Adsorbensbehälter	67	Wetterstation
25		35	Pufferbehälter	68	Ständig besetzte Stelle

Patentansprüche

- 30 1. Steuerungs- und Regelungssystem einer Sauerstoffreduzierungsanlage zum Absenken und Halten eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in mindestens einem umschlossenen Schutzbereich, mit:
- mindestens einem Inertgaserzeuger (30a, 30b),
 - mindestens einem Sauerstoffkonzentrationssensor (31a, 40),
 - 35 - mindestens einem Aktor (32, 33, 41) zur Freisetzung von Inertgas,
- wobei das Steuerungs- und Regelungssystem mehrere miteinander signalverbundene Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) aufweist, die jeweils derart konfiguriert oder konfigurierbar sind, dass eine oder mehrere Regelungsfunktionen ausführbar sind, wobei die Regelungsfunktionen auf wenigstens zwei miteinander signalverbundene Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) dezentral verteilt sind,
- 40 wobei ein Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) als ein Masterregler (21) zur Koordination der Kommunikation zwischen Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder zur Koordination der Kommunikation zu externen Stellen der Sauerstoffreduzierungsanlage konfiguriert ist, ist,
- wobei ein Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) als ein Bereichsregler (23) zur Überwachung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in einem umschlossenen Überwachungsbereich (11) und/oder Regelung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in mindestens einem umschlossenen Schutzbereich (10) konfiguriert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 45 die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) dynamisch im laufenden Betrieb konfigurierbar sind, wobei insbesondere ein erstes Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) eine oder mehrere Regelungsfunktionen eines zweiten Reglermoduls (21, 22, 23, 24, 25) übernehmen kann und umgekehrt.
- 50
2. Steuerungs- und Regelungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) modular miteinander kombinierbar sind, wobei die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) jeweils durch geeignete Benutzereingaben über eine Eingabeschnittstelle unterschiedlich konfiguriert oder
- 55 konfiguriert sind.
3. Steuerungs- und Regelungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

EP 3 569 290 B1

die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) jeweils derart konfiguriert oder konfigurierbar sind, dass durch jeweils wenigstens ein Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) wenigstens eine der folgenden Regelungsfunktionen ausführbar ist:

a) eine Steuerung bzw. Regelung der Inertgaserzeugung, insbesondere durch

- Ein- und Ausschalten des mindestens einen Inertgas-Erzeugers (30a, 30b) und/oder
- Auswertung von Sensorsignalen, insbesondere des mindestens einen Sauerstoffkonzentrationssensors (31a, 40) und/oder von weiteren, dem mindestens einen Inertgas-Erzeuger (30a, 30b) zugeordneten Gas-, Temperatur-, Volumenstrom- und/oder Drucksensoren (31b) und/oder
- Ansteuern von Aktoren (32, 33, 41) des mindestens einen Inertgas-Erzeugers (30a, 30b);

b) eine Überwachung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in einem umschlossenen Überwachungsbereich (11) und/oder eine Steuerung bzw. Regelung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in dem mindestens einen umschlossenen Schutzbereich (10), insbesondere durch

- Auswertung von Sensorsignalen, insbesondere des mindestens einen Sauerstoffkonzentrationssensors (31a, 40) und/oder von weiteren Gas-, Temperatur-, Volumenstrom- und/oder Druck-Sensorsignalen von in dem mindestens einen umschlossenen Überwachungs- (11) und/oder Schutzbereich (10) angeordneten Sensoren und/oder Auswertung von Signalen von in dem Überwachungs- und/oder Schutzbereich (10) angeordneten Türöffnungskontakten und/oder
- Anforderung einer Inertgas-Menge von dem mindestens einen Inertgas-Erzeuger (30a, 30b) und/oder
- Ansteuern von Aktoren in dem mindestens einen umschlossenen Überwachungs- (11) und/oder Schutzbereich (10) und/oder
- Ansteuern von Anzeigen in oder an dem mindestens einen umschlossenen Überwachungs- und/oder Schutzbereich (10), insbesondere zur Anzeige von Sauerstoffkonzentrationsmesswerten und/oder
- Ansteuerung von akustischen und/oder optischen Alarmmitteln (42) im Alarmfall;

c) eine Koordination der Kommunikation zwischen Komponenten der Sauerstoffreduzierungsanlage und/oder eine Koordination der Kommunikation zu externen Stellen der Sauerstoffreduzierungsanlage, insbesondere durch

- Verteilung von Anforderungen an Inertgas-Mengen auf mehrere Inertgas-Erzeuger (30a, 30b) nach vordefinierten Kriterien und/oder
- Sammeln und Auswerten wenigstens eines Status-, Störungs- und/oder Alarmsignals mindestens eines Reglermoduls (21, 22, 23, 24, 25) und/oder
- Erzeugung wenigstens einer Status-, Störungs- und/oder Alarmmeldung, insbesondere zur Anzeige auf einem Bedienpanel (43) und/oder zur Weiterleitung an eine externe, insbesondere ständig besetzte, Stelle (68) und/oder
- Ansteuern von Anzeigen, insbesondere zur Anzeige von Sensormesswerten und/oder
- Bereitstellung eines Fernzugriffs auf die Sauerstoffreduzierungsanlage.

4. Steuerungs- und Regelungssystem nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

als Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) ein Prozessregler (22) zur Steuerung bzw. Regelung der Inertgaserzeugung vorgesehen ist.

5. Steuerungs- und Regelungssystem nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

mehrere Überwachungs- (11) und/oder Schutzbereiche (10) vorgesehen sind, wobei

- jedem Schutzbereich (10) wenigstens ein Bereichsregler (23) zur Steuerung bzw. Regelung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in dem Schutzbereich (10) und/oder
- jedem Überwachungsbereich (11) wenigstens ein Bereichsregler (23) zur Überwachung eines Sauerstoffkonzentrationsniveaus in dem Überwachungsbereich (11) zugeordnet ist.

6. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

als Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) ein Kombiregler (24, 25) vorgesehen ist, der Regelungsfunktionen von wenigstens zwei Reglermodulen (21, 22, 23, 24, 25) umfasst, die als Masterregler (21), als Bereichsregler (23) oder als Prozessregler (22) ausgebildet bzw. konfiguriert oder konfigurierbar sind.

- 5 7. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens zwei Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) einen identischen Funktionsumfang aufweisen und so miteinander
signalverbunden sind, dass eine in sich redundante Reglergruppe gebildet ist.
- 10 8. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25), insbesondere die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) einer Reglergruppe,
jeweils derart ausgebildet und miteinander signalverbunden sind, dass ein Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) bei
Ausfall und/oder bei Überlastung eines anderen Reglermoduls (21, 22, 23, 24, 25) dessen Regelungsfunktion oder
15 Regelungsfunktionen automatisiert übernimmt.
9. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
einzelne Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) und/oder Reglergruppen räumlich voneinander getrennt angeordnet sind.
20
10. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) mit einer Datenspeicher- und Auswerteeinheit (61) signalverbunden oder
signalverbindbar sind derart, dass eine Langzeitspeicherung und -auswertung von Systemdaten, insbesondere
25 von Regelungsparametern, Sensordaten, Umweltdaten, Energieverbrauchsdaten und/oder Status-, Stör- und
Alarmmeldungen, durchführbar ist.
11. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) jeweils eine Peripherieerkennungsfunktion aufweisen derart, dass die Art und
Funktionsweise an das jeweilige Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) angeschlossener Sauerstoffkonzentrationssensoren
(31a, 40) und/oder Aktoren (32, 33, 41) und/oder weiterer Sensoren (31b) automatisiert erkennbar ist.
12. Steuerungs- und Regelungssystem nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
35 die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) selbstkonfigurierend ausgebildet sind derart, dass anhand der jeweiligen Art
und Funktionsweise der angeschlossenen Sauerstoffkonzentrationssensoren (31a, 40) und/oder Aktoren (32, 33,
41) und/oder weiterer Sensoren (31b) oder anhand ihrer Input/Output-Schnittstellen Regelungsfunktionen automa-
tisiert aktiviert und/oder deaktiviert werden.
40
13. Steuerungs- und Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach einem der
Ansprüche 3 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
45 das wenigstens eine Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25), insbesondere der Prozessregler (22) und/oder der Master-
regler (21), derart konfiguriert ist, dass eine Verteilung des Inertgases nach vorbestimmten Kriterien derart erfolgt,
dass mehrere Inertgas-Erzeuger (30a, 30b) im Wesentlichen gleich lange Betriebslaufzeiten aufweisen.
14. Sauerstoffreduzierungsanlage, insbesondere Brandschutzanlage, mit einem Steuerungs- und Regelungssystem
nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
50
15. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Sauerstoffreduzierungsanlage nach Anspruch 14, wobei ein oder
mehrere Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) konfiguriert werden, um wenigstens eine der folgenden Regelungsfunk-
tionen auszuführen:
55
- eine Steuerung bzw. Regelung des Inertgas-Erzeugers (30a, 30b),
 - eine Auswertung eines Sauerstoffkonzentrationssignals des Sauerstoffkonzentrationssensors (31a, 40) und
 - eine Ansteuerung des Aktors (32, 33, 41) zur Freisetzung von Inertgas;

wobei den einzelnen Reglermodulen (21, 22, 23, 24, 25) im laufenden Betrieb unterschiedliche Regelungsfunktionen zugewiesen werden, und wobei die Reglermodule (21, 22, 23, 24, 25) jeweils derart ausgebildet und miteinander signalverbunden sind, dass bei Ausfall eines Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) dessen Regelungsfunktionen automatisiert von einem anderen Reglermodul (21, 22, 23, 24, 25) übernommen werden.

5

Claims

1. A control and regulating system of an oxygen-reducing system for lowering and maintaining an oxygen concentration level in at least one enclosed protected area, comprising:

10

- at least one inert gas generator (30a, 30b),
- at least one oxygen concentration sensor (31a, 40),
- at least one actuator (32, 33, 41) for releasing inert gas,

15

wherein the control and regulating system comprises a plurality of signal-connected controller modules (21, 22, 23, 24, 25), each configured or configurable so as to enable the execution of one or more regulating functions, wherein the regulating functions are decentrally distributed to at least two signal-connected controller modules (21, 22, 23, 24, 25), wherein one controller module (21, 22, 23, 24, 25) is configured as a master controller (21) for coordinating the communication between components of the oxygen-reducing system and/or for coordinating communication to points external the oxygen-reducing system, wherein one controller module (21, 22, 23, 24, 25) is configured as an area controller (23) for monitoring an oxygen concentration level in an enclosed monitored area (11) and/or regulating an oxygen concentration level in at least one enclosed protected area (10),

20

characterized in that

25

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are dynamically configurable during operation, wherein particularly a first controller module (21, 22, 23, 24, 25) can assume one or more regulating functions of a second controller module (21, 22, 23, 24, 25) and vice versa.

2. The control and regulating system according to claim 1,

30

characterized in that

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are modularly combinable with one another, wherein the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are each differently configured or configurable by appropriate user inputs via an input interface.

3. The control and regulating system according to claim 1 or 2,

35

characterized in that

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are each configured or configurable such that at least one of the following regulating functions can be performed by at least one respective controller module (21, 22, 23, 24, 25):

a) control or regulation of the inert gas generation, particularly by

40

- switching on and off the at least one inert gas generator (30a, 30b) and/or
- evaluating sensor signals, in particular the at least one oxygen concentration sensor (31a, 40) and/or further gas, temperature, volumetric flow and/or pressure sensors (31b) assigned to the at least one inert gas generator (30a, 30b) and/or
- activating actuators (32, 33, 41) of the at least one inert gas generator (30a, 30b);

45

b) monitoring of an oxygen concentration level in an enclosed monitored area (11) and/or control/regulation of an oxygen concentration level in the at least one enclosed protected area (10), particularly by

50

- evaluating sensor signals, in particular of the at least one oxygen concentration sensor (31a, 40) and/or further gas, temperature, volumetric flow and/or pressure sensor signals, from the sensors arranged in the at least one enclosed monitored area (11) and/or protected area (10), and/or evaluating signals from door contacts arranged in the monitored and/or protected area (10) and/or
- requisitioning an amount of inert gas from the at least one inert gas generator (30a, 30b) and/or
- activating actuators in the at least one enclosed monitored area (11) and/or protected area (10) and/or
- activating displays in or on the at least one enclosed monitored and/or protected area (10), particularly to display oxygen concentration measurement values and/or
- activating acoustic and/or visual alarm means (42) in case of alarm;

55

c) coordination of the communication between components of the oxygen-reducing system and/or coordination of the communication to points external of the oxygen-reducing system, particularly by

- allocating demands for inert gas quantities to a plurality of inert gas generators (30a, 30b) according to predefined criteria and/or
- collecting and evaluating at least one status, failure and/or alarm signal of at least one controller module (21, 22, 23, 24, 25) and/or
- generating at least one status, failure and/or alarm message, particularly for display on a control panel (43) and/or for forwarding to an external, in particular continually manned, location (68) and/or
- activating displays, particularly to display sensor measurement values and/or
- providing remote access to the oxygen-reducing system.

4. The control and regulating system according to claim 3,
characterized in that

a process controller (22) for the controlling/regulating of the inert gas generation is provided as a controller module (21, 22, 23, 24, 25).

5. The control and regulating system according to claim 4,
characterized in that

a plurality of monitored areas (11) and/or protected areas (10) are provided, wherein

- at least one area controller (23) is assigned to each protected area (10) for controlling/regulating an oxygen concentration level in the protected area (10) and/or
- at least one area controller (23) is assigned to each monitored area (11) for monitoring an oxygen concentration level in the monitored area (11).

6. The control and regulating system according to one of claims 3 to 5,
characterized in that

a combination controller (24, 25) incorporating the regulating functions of at least two controller modules (21, 22, 23, 24, 25) is provided as a controller module (21, 22, 23, 24, 25) which is designed or respectively configured or configurable as a master controller (21), an area controller (23) or a process controller (22).

7. The control and regulating system according to one of the preceding claims,
characterized in that

at least two controller modules (21, 22, 23, 24, 25) have an identical range of functions and are signal-connected to one another so as to form an inherently redundant controller group

8. The control and regulating system according to one of the preceding claims,
characterized in that

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25), in particular the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) of a controller group, are each configured and signal-connected to one another such that one controller module (21, 22, 23, 24, 25) automatically assumes the regulating function or functions of another controller module (21, 22, 23, 24, 25) should same experience failure and/or overload.

9. The control and regulating system according to one of the preceding claims,
characterized in that

individual controller modules (21, 22, 23, 24, 25) and/or controller groups are arranged at a spatial separation from one another.

10. The control and regulating system according to one of the preceding claims,
characterized in that

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are signal-connected or signal-connectable to a data storage and evaluation unit (61) so as to make feasible long-term storage and evaluation of system data, in particular control parameters, sensor data, environmental data, energy consumption data and/or status, failure and alarm messages.

11. The control and regulating system according to one of the preceding claims, **characterized in that**

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) each have a peripheral recognition function so that the type and mode of operation of oxygen concentration sensors (31a, 40) and/or actuators (32, 33, 41) and/or other sensors (31b)

connected to the respective controller module (21, 22, 23, 24, 25) can be automatically recognized.

12. The control and regulating system according to claim 10,

characterized in that

the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are of self-configuring design so that regulating functions are automatically activated and/or deactivated based on the respective type and mode of operation of the connected oxygen concentration sensors (31a, 40) and/or actuators (32, 33, 41) and/or further sensors (31b) or based on their input/output interfaces.

13. The control and regulating system according to one of the preceding claims, particularly one of claims 3 to 11,

characterized in that

the at least one controller module (21, 22, 23, 24, 25), in particular the process controller (22) and/or master controller (21), is configured so that the inert gas is allocated according to predetermined criteria such that multiple inert gas generators (30a, 30b) run for essentially the same length of time.

14. An oxygen-reducing system, in particular a fire protection system, having a control and regulating system according to one of the preceding claims.

15. A method for controlling and/or regulating an oxygen-reducing system according to claim 14, wherein one or more controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are configured to perform at least one of the following regulating functions:

- control/regulation of the inert gas generator (30a, 30b),
- evaluation of an oxygen concentration signal of the oxygen concentration signal sensor (31a, 40), and
- activation of the actuator (32, 33, 41) to release inert gas;

wherein different regulating functions are assigned to the individual controller modules (21, 22, 23, 24, 25) during operation, and wherein the controller modules (21, 22, 23, 24, 25) are each configured and signal-connected to one another such that should one controller module (21, 22, 23, 24, 25) fail, another controller module (21, 22, 23, 24, 25) automatically assumes its regulating functions.

Revendications

1. Système de commande et de régulation d'une installation de réduction d'oxygène pour abaisser et maintenir un niveau de concentration en oxygène dans au moins une zone de protection fermée, comprenant :

- au moins un générateur de gaz inerte (30a, 30b),
- au moins un capteur de concentration en oxygène (31a, 40),
- au moins un actionneur (32, 33, 41) pour libérer du gaz inerte,

dans lequel

le système de commande et de régulation comprend plusieurs modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) reliés entre eux par voie de signalisation, qui sont chacun configurés ou configurables de manière à pouvoir exécuter une ou plusieurs fonctions de régulation, les fonctions de régulation étant réparties de manière décentralisée sur au moins deux modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) reliés entre eux par voie de signalisation, un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25) est configuré comme régulateur maître (21) pour la coordination de la communication entre les composants de l'installation de réduction d'oxygène et/ou pour la coordination de la communication vers des postes externes de l'installation de réduction d'oxygène, un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25) est configuré comme régulateur de zone (23) pour surveiller un niveau de concentration en oxygène dans une zone de surveillance fermée (11) et/ou pour réguler un niveau de concentration en oxygène dans au moins une zone de protection fermée (10),

caractérisé en ce que

les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) sont configurables dynamiquement en cours de fonctionnement, en particulier, un premier module régulateur (21, 22, 23, 24, 25) pouvant prendre en charge une ou plusieurs fonctions de régulation d'un deuxième module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), et inversement.

2. Système de commande et de régulation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

EP 3 569 290 B1

les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) peuvent être combinés entre eux de manière modulaire, les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) étant chacun configurés ou configurables différemment par des entrées d'utilisateur appropriées via une interface d'entrée.

5 3. Système de commande et de régulation selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) sont chacun configurés ou configurables de telle sorte qu'au moins un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25) respectif permet d'exécuter au moins une des fonctions de régulation suivantes :

10 a) une commande ou une régulation de la génération de gaz inerte, en particulier par

- la mise en marche et l'arrêt dudit au moins un générateur de gaz inerte (30a, 30b), et/ou
- l'évaluation de signaux de capteur, en particulier dudit au moins un capteur de concentration en oxygène (31a, 40) et/ou d'autres capteurs de gaz, de température, de débit volumique et/ou de pression (31b)
- 15 associés audit au moins un générateur de gaz inerte (30a, 30b), et/ou
- le pilotage d'actionneurs (32, 33, 41) dudit au moins un générateur de gaz inerte (30a, 30b) ;

20 b) une surveillance d'un niveau de concentration en oxygène dans une zone de surveillance fermée (11) et/ou une commande ou une régulation d'un niveau de concentration en oxygène dans ladite au moins une zone de protection fermée (10), en particulier par

- l'évaluation de signaux de capteurs, en particulier dudit au moins un capteur de concentration en oxygène (31a, 40) et/ou d'autres signaux de capteurs de gaz, de température, de débit volumique et/ou de pression de capteurs disposés dans ladite au moins une zone de surveillance (11) et/ou de protection (10) fermée,
- 25 et/ou par
- l'évaluation de signaux de contacts d'ouverture de porte disposés dans la zone de surveillance et/ou de protection (10), et/ou
- la demande d'une quantité de gaz inerte provenant dudit au moins un générateur de gaz inerte (30a, 30b), et/ou
- 30 - le pilotage d'actionneurs dans ladite au moins une zone de surveillance (11) et/ou de protection (10) fermée, et/ou
- le pilotage d'affichages dans ou sur ladite au moins une zone de surveillance et/ou de protection (10) fermée, en particulier pour afficher des valeurs de mesure de la concentration en oxygène, et/ou
- le pilotage de moyens d'alarme acoustiques et/ou optiques (42) en cas d'alarme ;

35 c) une coordination de la communication entre les composants de l'installation de réduction d'oxygène et/ou une coordination de la communication vers des postes externes de l'installation de réduction d'oxygène, en particulier par

- la répartition des demandes de quantités de gaz inerte sur plusieurs générateurs de gaz inerte (30a, 30b) selon des critères prédéfinis, et/ou
- la collecte et l'évaluation d'au moins un signal d'état, de dysfonctionnement et/ou d'alarme d'au moins un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), et/ou
- 45 - la génération d'au moins un message d'état, de dysfonctionnement et/ou d'alarme, en particulier pour l'affichage sur un panneau de commande (43) et/ou pour la transmission à un poste externe (68), en particulier occupé en permanence, et/ou
- le pilotage d'affichages, en particulier pour afficher des valeurs de mesure de capteurs, et/ou
- la fourniture d'un accès à distance au système de réduction d'oxygène.

50 4. Système de commande et de régulation selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** il est prévu, en tant que module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), un régulateur de processus (22) pour commander ou réguler la génération de gaz inerte.

55 5. Système de commande et de régulation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** il est prévu plusieurs zones de surveillance (11) et/ou de protection (10), et

- au moins un régulateur de zone (23) pour commander ou réguler un niveau de concentration en oxygène dans la zone de protection (10) est associé à chaque zone de protection (10), et/ou

EP 3 569 290 B1

- au moins un régulateur de zone (23) pour surveiller un niveau de concentration en oxygène dans la zone de surveillance (11) est associé à chaque zone de surveillance (11).

- 5
6. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications 3 à 5,
caractérisé en ce que
il est prévu, en tant que module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), un régulateur combiné (24, 25) qui comprend des fonctions de régulation d'au moins deux modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) qui sont réalisés ou configurés ou configurables comme régulateur maître (21), comme régulateur de zone (23) ou comme régulateur de processus (22).
10
7. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
au moins deux modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) présentent une gamme de fonctions identique et sont reliés entre eux par voie de signalisation de manière à former un groupe de régulateurs redondant en soi.
15
8. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25), en particulier les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) d'un groupe de régulateurs, sont chacun réalisés et reliés entre eux par voie de signalisation de telle sorte qu'un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), en cas de défaillance et/ou de surcharge d'un autre module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), prend en charge de manière automatisée sa fonction de régulation ou ses fonctions de régulation.
20
9. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) et/ou groupes de régulateurs individuels sont disposés séparément les uns des autres dans l'espace.
25
10. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) sont reliés par voie de signalisation ou peuvent être reliés par voie de signalisation à une unité de mémorisation et d'évaluation de données (61), de manière à permettre de réaliser une mémorisation et une évaluation à long terme de données du système, en particulier de paramètres de régulation, de données de capteurs, de données environnementales, de données de consommation d'énergie et/ou de messages d'état, de dysfonctionnement et d'alarme.
30
35
11. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) présentent chacun une fonction de reconnaissance de périphériques de telle sorte que le type et le mode de fonctionnement de capteurs de concentration en oxygène (31a, 40) et/ou d'actionneurs (32, 33, 41) et/ou d'autres capteurs (31b), raccordés au module régulateur respectif (21, 22, 23, 24, 25), peuvent être reconnus de manière automatisée.
40
12. Système de commande et de régulation selon la revendication 10,
caractérisé en ce que
les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) sont conçus de manière auto-configurable de telle sorte que des fonctions de régulation sont activées et/ou désactivées de manière automatisée à l'aide du type et du mode de fonctionnement respectifs des capteurs de concentration en oxygène (31a, 40) et/ou des actionneurs (32, 33, 41) et/ou d'autres capteurs (31b), raccordés, ou à l'aide de leurs interfaces d'entrée/sortie.
45
13. Système de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes, en particulier selon l'une des revendications 3 à 11,
caractérisé en ce que
ledit au moins un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), en particulier le régulateur de processus (22) et/ou le régulateur maître (21), est configuré de telle sorte qu'une répartition du gaz inerte selon des critères prédéterminés est effectuée de telle sorte que plusieurs générateurs de gaz inerte (30a, 30b) présentent des durées de fonctionnement sensiblement identiques.
50
55
14. Installation de réduction d'oxygène, en particulier installation de protection contre l'incendie, comportant un système

de commande et de régulation selon l'une des revendications précédentes.

- 5 15. Procédé de commande et/ou de régulation d'une installation de réduction d'oxygène selon la revendication 14, dans lequel un ou plusieurs modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) sont configurés pour exécuter au moins une des fonctions de régulation suivantes :

- une commande ou une régulation du générateur de gaz inerte (30a, 30b),
- une évaluation d'un signal de concentration en oxygène du capteur de concentration en oxygène (31a, 40), et
- un pilotage de l'actionneur (32, 33, 41) pour libérer du gaz inerte ;

10 dans lequel des fonctions de régulation différentes sont attribuées aux modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) individuels en cours de fonctionnement, et les modules régulateurs (21, 22, 23, 24, 25) sont chacun conçus et reliés entre eux par voie de signalisation de telle sorte qu'en cas de défaillance d'un module régulateur (21, 22, 23, 24, 25), ses fonctions de régulation sont prises en charge de manière automatisée par un autre module régulateur (21, 15 22, 23, 24, 25).

20

25

30

35

40

45

50

55

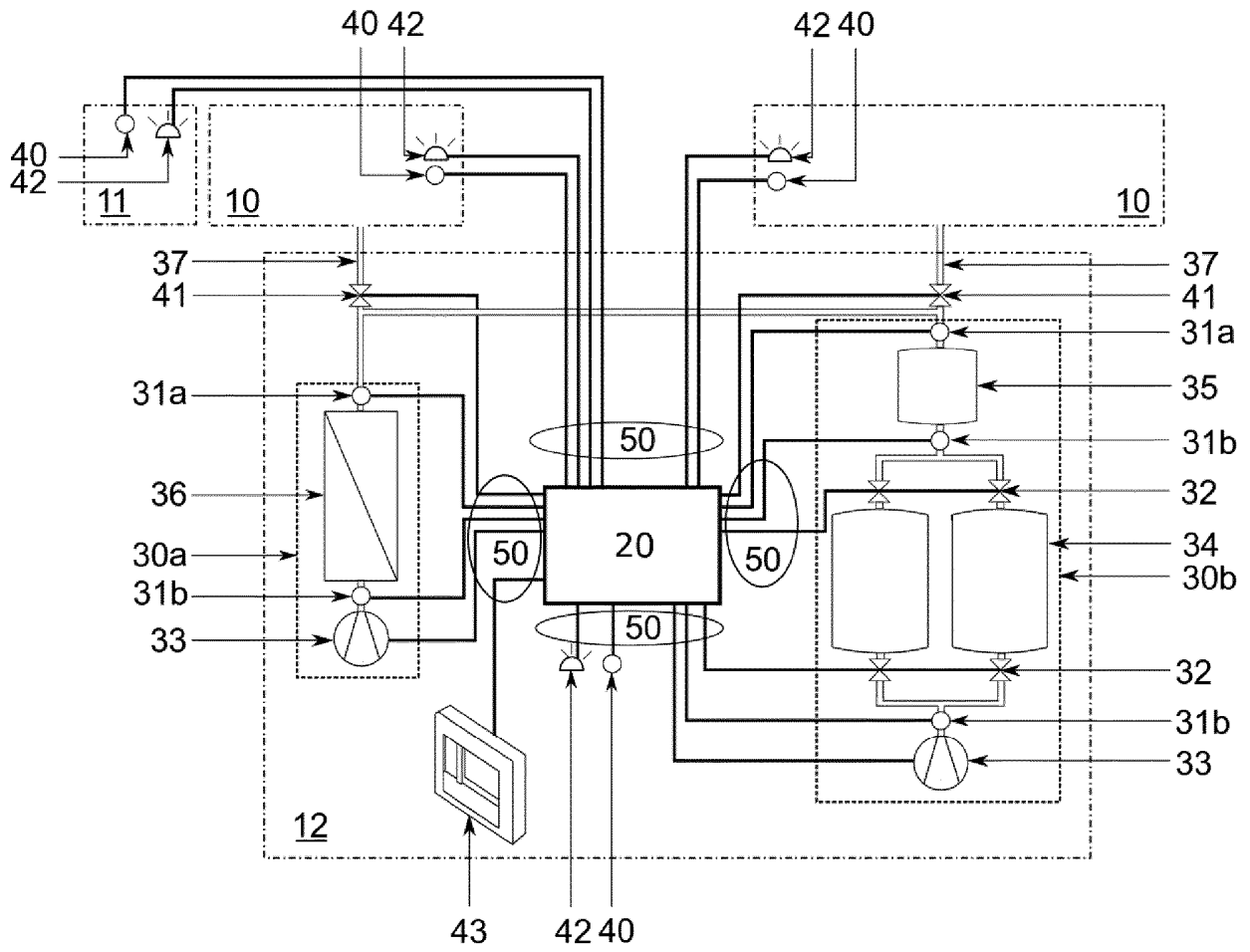


Fig. 1a (Stand der Technik)

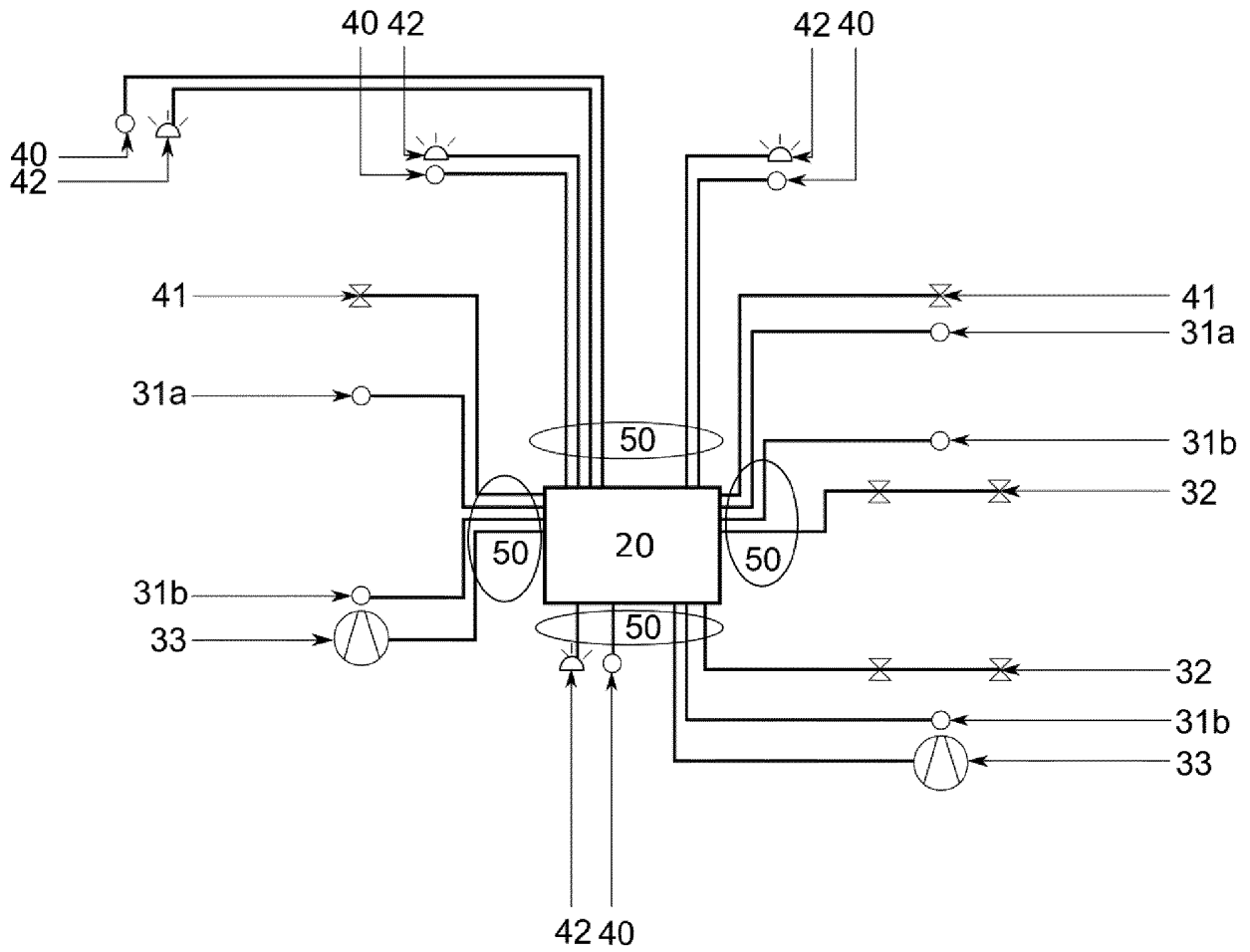


Fig. 1b (Stand der Technik)

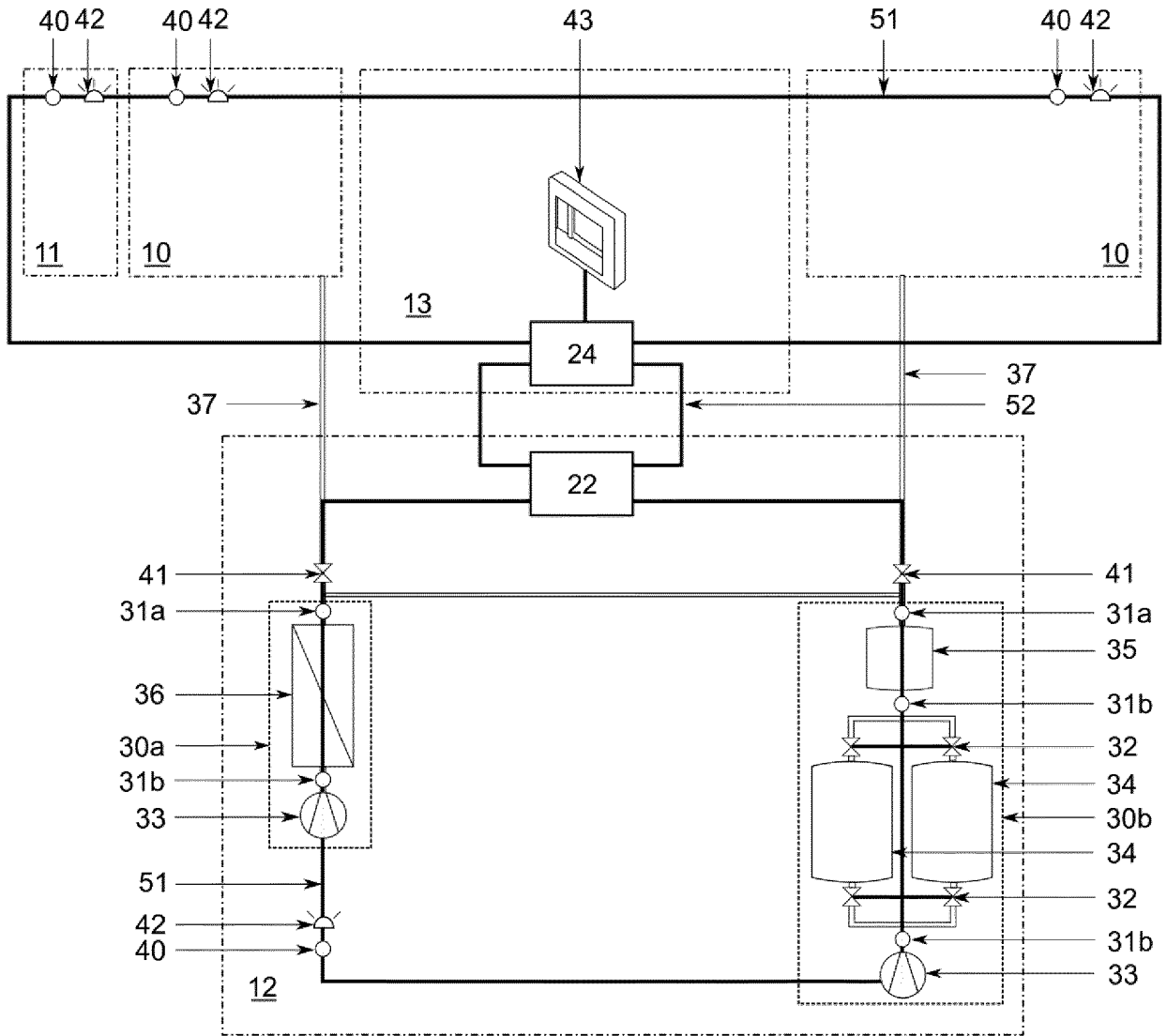


Fig. 2a

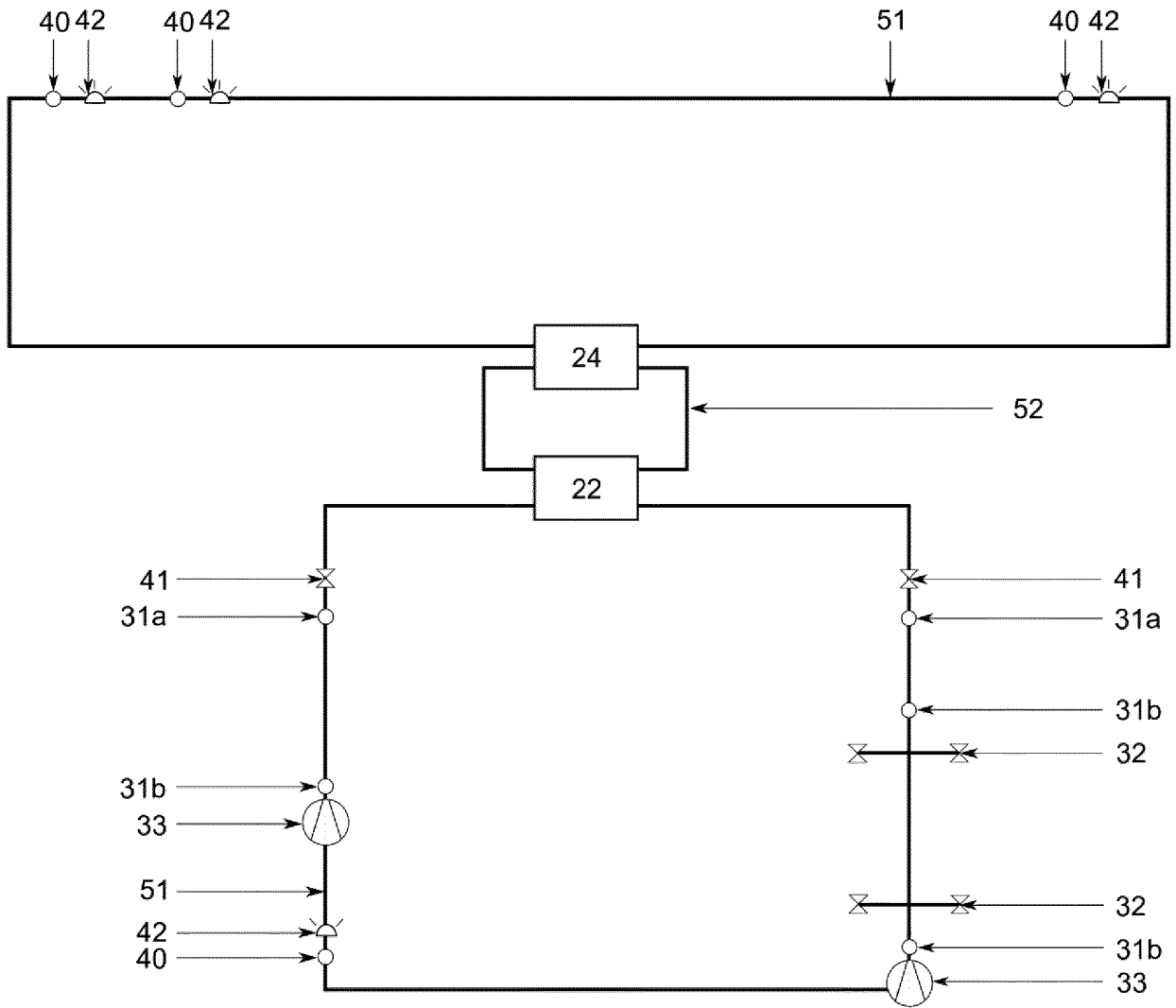


Fig. 2b

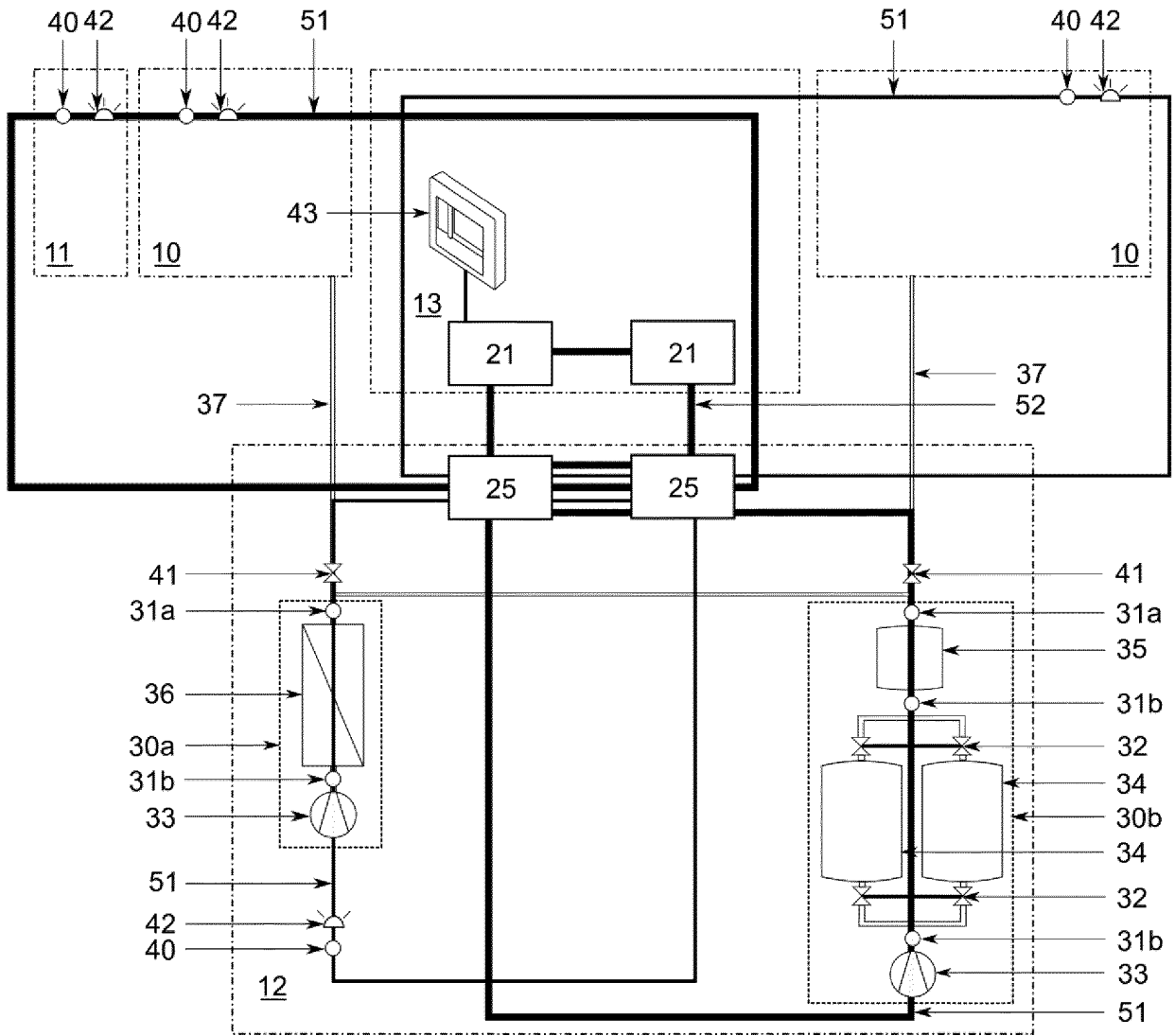


Fig. 3a

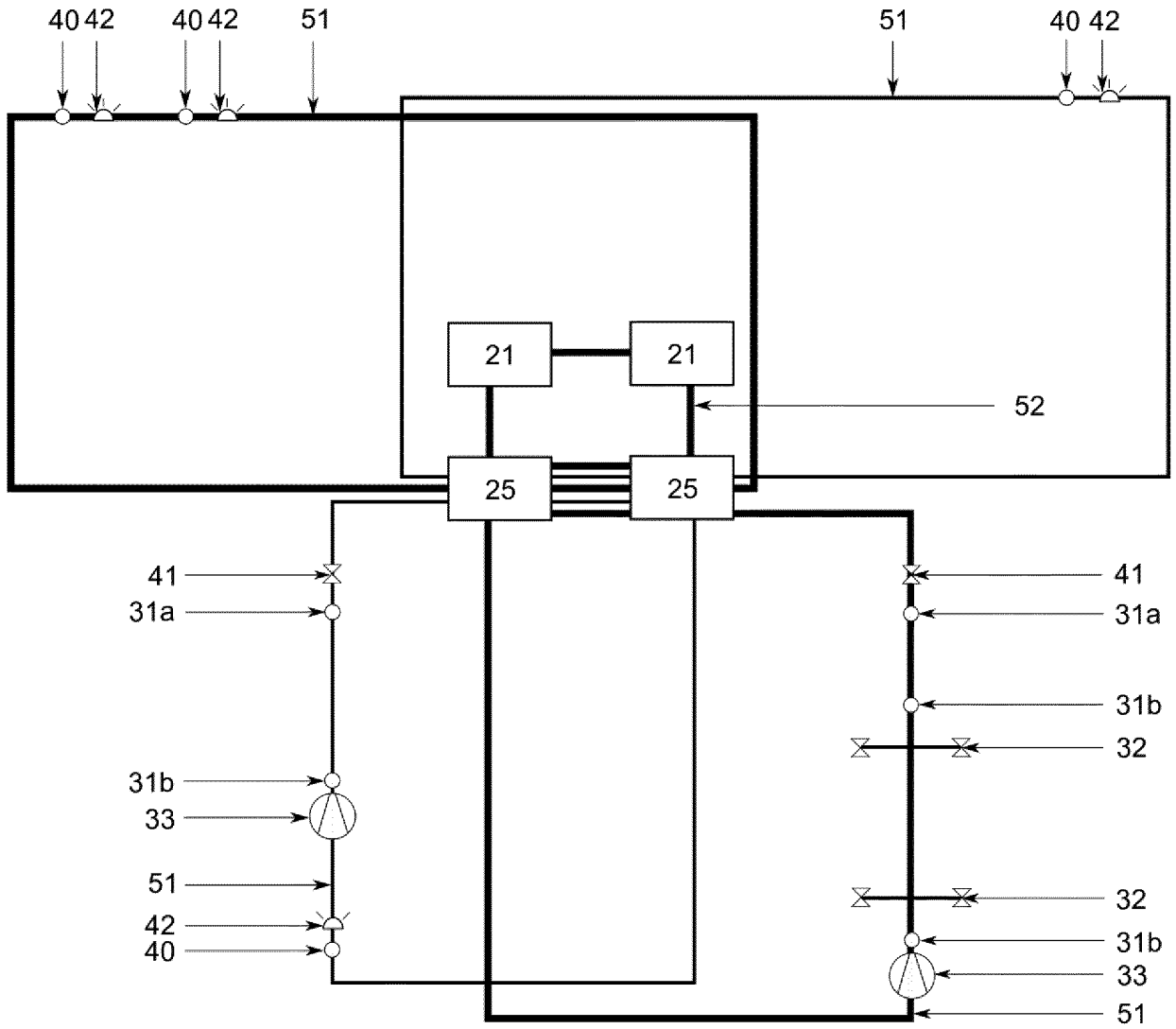


Fig. 3b

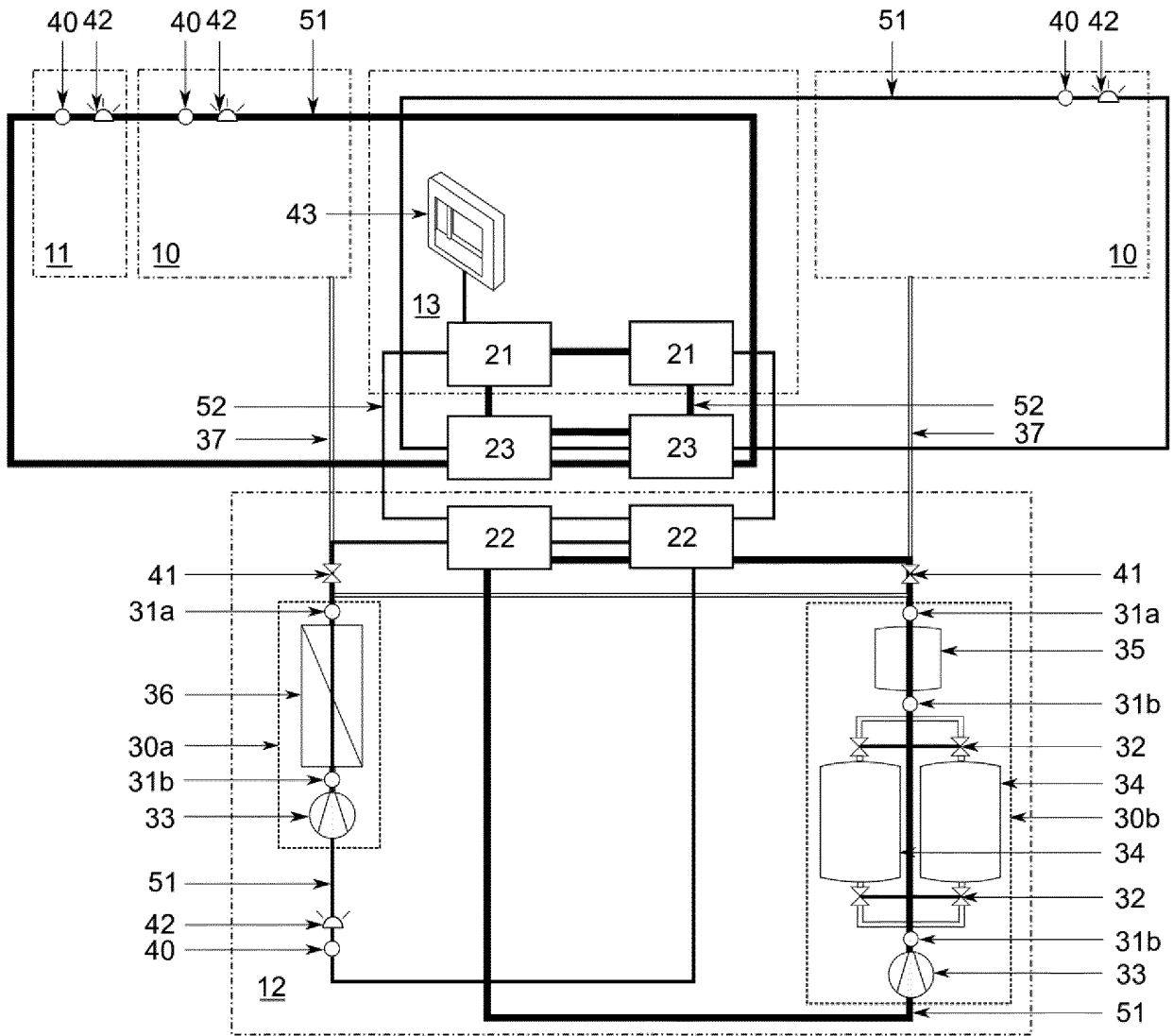


Fig. 4a

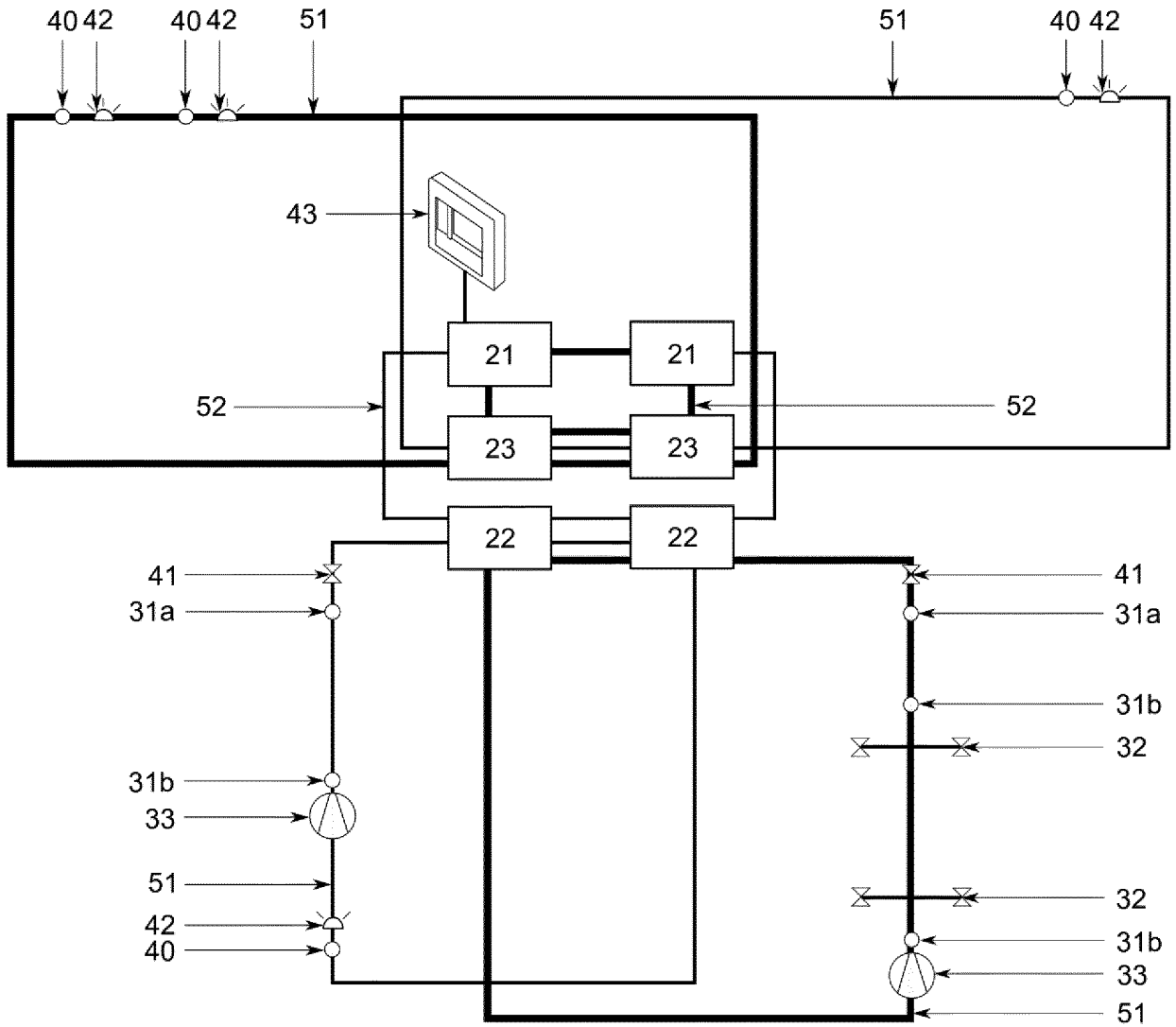


Fig. 4b

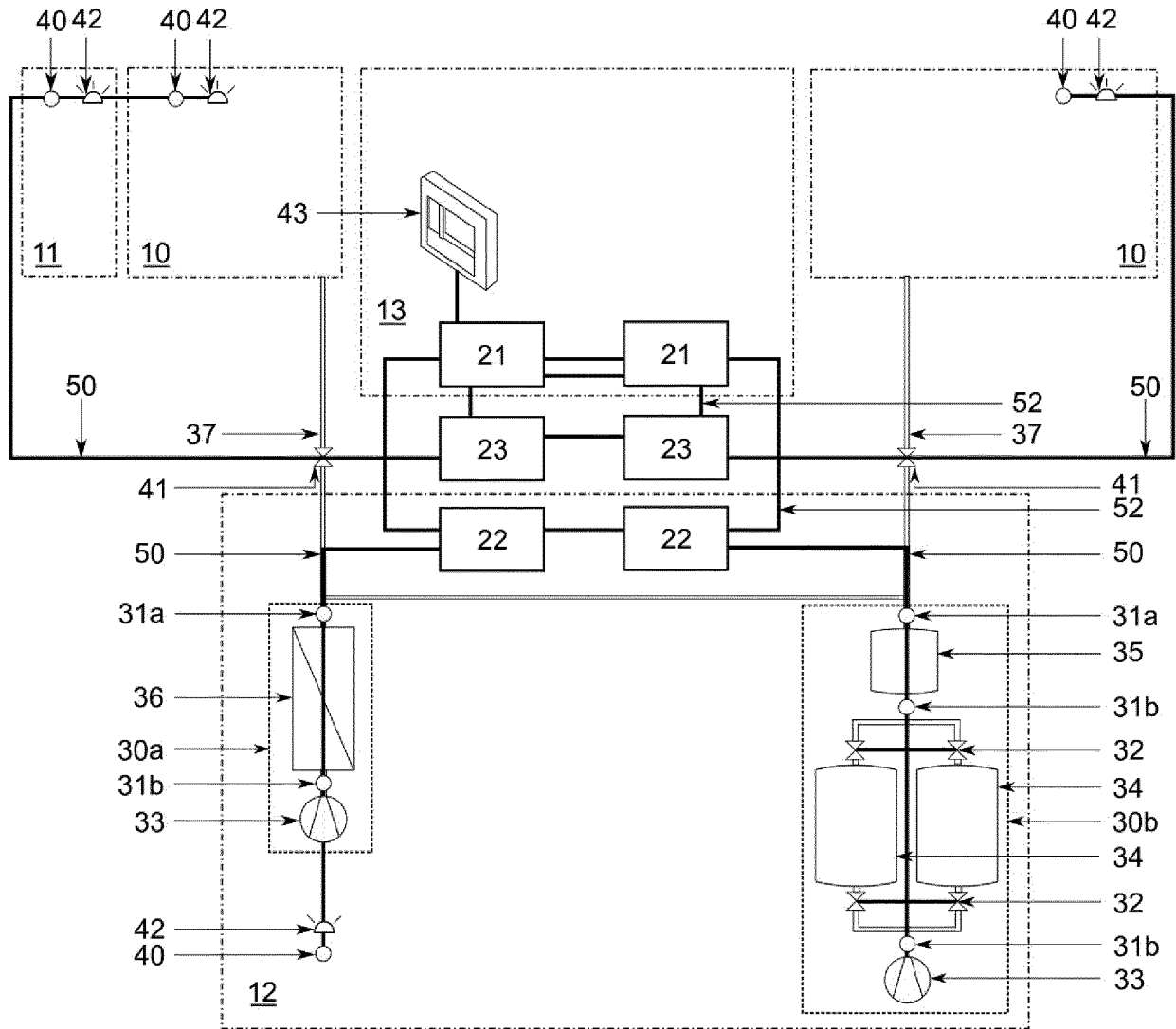


Fig. 5a

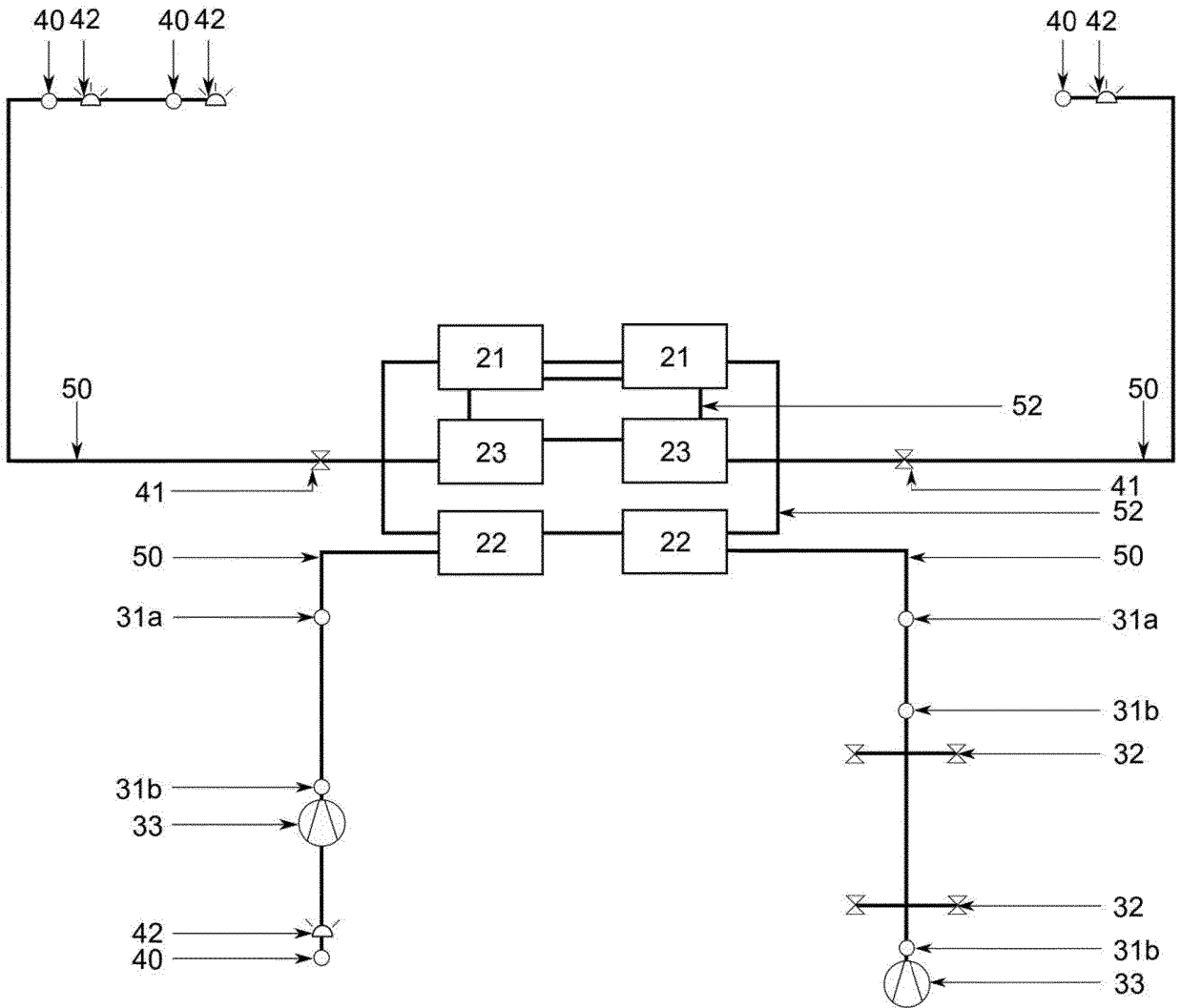


Fig. 5b

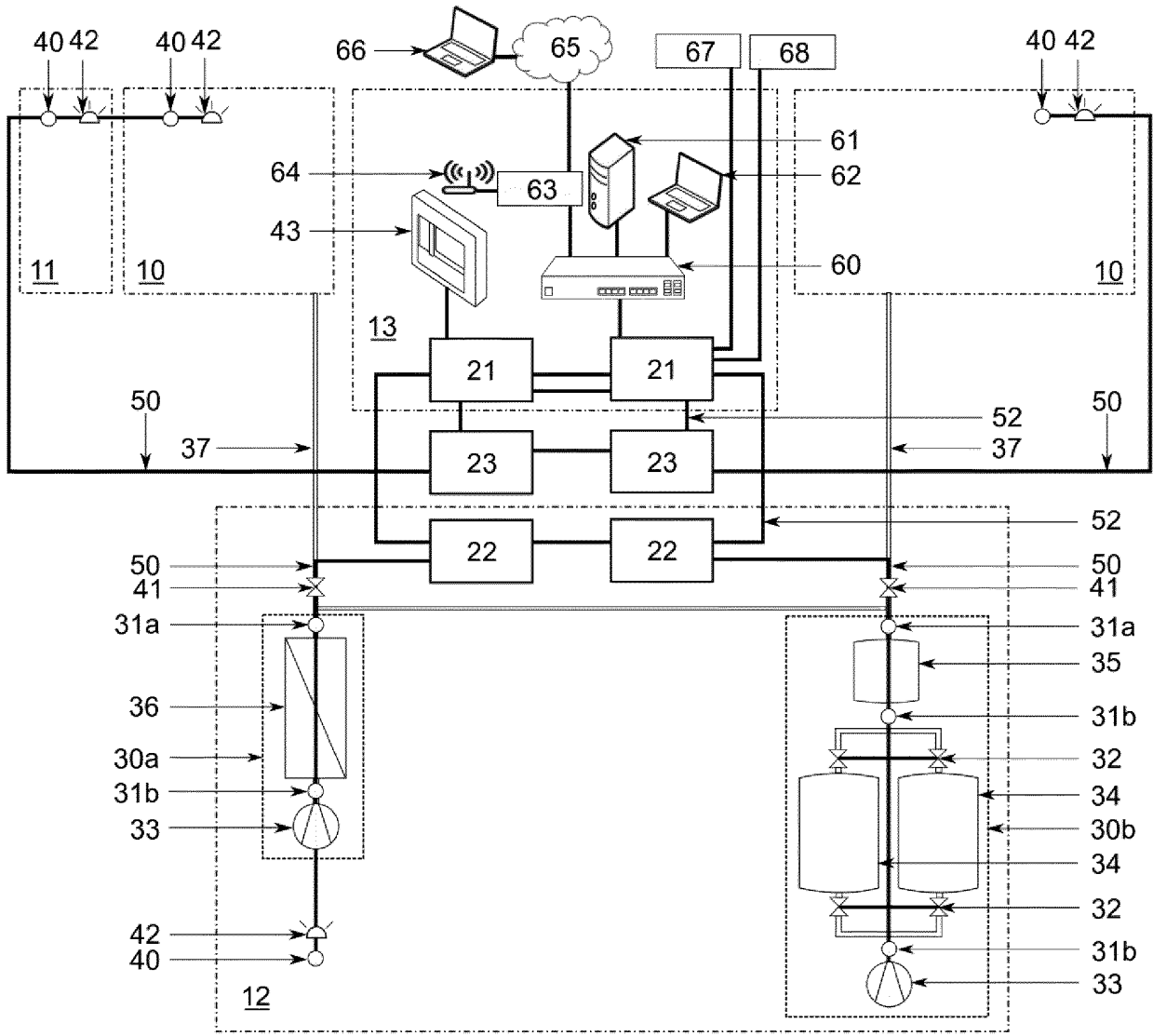


Fig. 6

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

- US 2018001124 A [0004]