

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50353/2024
(22) Anmeldetag: 25.04.2024
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2024

(51) Int. Cl.: **B66F 9/075** (2006.01)
B66F 9/06 (2006.01)

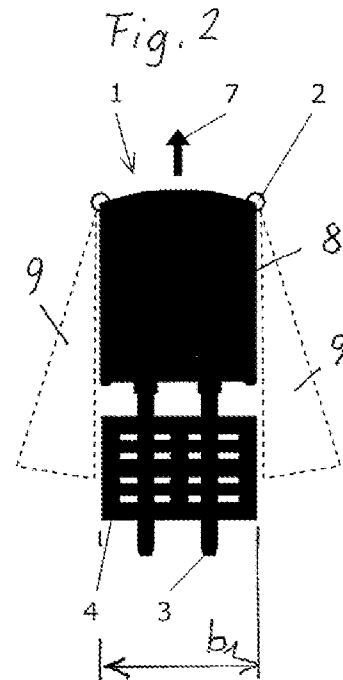
(30) **Priorität:**
25.04.2023 AT A 60073/2023 beansprucht.

(71) **Patentanmelder:**
AGILOX Systems GmbH
4671 Neukirchen bei Lambach (AT)

(74) **Vertreter:**
Babeluk Michael Dipl.-Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES AUTONOM GEFÜHRTEN FLURFÖRDERFAHRZEUGS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines autonom geführten Flurförderfahrzeugs (1; 1a, 1b, 1c, 1d), das Ladegut transportiert, bei dem ein Sicherheitsfeld (5, 6) definiert wird und über mindestens einen Sensor (2, 2a) das Sicherheitsfeld (5, 6) überwacht wird, um allfällige Hindernisse zu erfassen. Eine verbesserte Navigation kann dadurch erreicht werden, dass Sensoren (2) dazu verwendet werden, die Abmessungen des Ladeguts zu bestimmen und dass in Abhängigkeit der bestimmten Abmessungen das Sicherheitsfeld (5, 6) festgelegt wird.



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines autonom geführten Flurförderfahrzeugs (1; 1a, 1b, 1c, 1d), das Ladegut transportiert, bei dem ein Sicherheitsfeld (5, 6) definiert wird und über mindestens einen Sensor (2, 2a) das Sicherheitsfeld (5, 6) überwacht wird, um allfällige Hindernisse zu erfassen. Eine verbesserte Navigation kann dadurch erreicht werden, dass Sensoren (2) dazu verwendet werden, die Abmessungen des Ladeguts zu bestimmen und dass in Abhängigkeit der bestimmten Abmessungen das Sicherheitsfeld (5, 6) festgelegt wird.

Fig. 2

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines autonom geführten Flurförderfahrzeugs, das Ladegut transportiert, bei dem ein Sicherheitsfeld definiert wird und über Sensoren das Sicherheitsfeld überwacht wird, um allfällige Hindernisse zu erfassen. Auf diese Weise wird auch eine effiziente Navigation und Routenplanung des Fahrzeuges ermöglicht.

Autonom navigierende Fahrzeuge benötigen stets Sensoren, um Kollisionen mit Hindernissen, d.h. Gegenständen, anderen Fahrzeugen oder Personen zu vermeiden. Als Sicherheitsfeld wird dabei der in Fahrtrichtung projizierte Umriss des Fahrzeugs bezeichnet, d.h. der Bereich, der frei von Hindernissen sein muss, um eine kollisionsfreie Fahrt zu ermöglichen.

Das Sicherheitsfeld wird dabei einerseits während der Fahrt selbst laufend überwacht, um plötzlich auftretende Hindernisse zu erfassen und durch Bremsen oder Ausweichen eine Kollision zu vermeiden, es wird andererseits aber auch bei der Planung einer Route berücksichtigt, um Wege zu vermeiden, die aufgrund dort vorhandener fixer Hindernisse zu eng für eine sichere Durchfahrt sind. Im Eisenbahnwesen wird ein solches Sicherheitsfeld allgemein auch Lichtraumprofil genannt.

Bei Flurförderfahrzeugen, die beispielsweise in Lagern verwendet werden, wie etwa bei Gabelstaplern o.dgl., wird das erforderliche Sicherheitsfeld zumeist durch das Ladegut bzw. dessen geometrische Form/Ausdehnung definiert, da dieses über den Umriss des Fahrzeugs selbst hinausragt und somit den begrenzenden Faktor bei der Routenplanung darstellt. Typischerweise ist das Ladegut dabei auf einem Ladungsträger, wie beispielsweise einer Palette gelagert. In einem Lager werden im Allgemeinen Ladungsträger mit unterschiedlichen Abmessungen verwendet, um unterschiedlich großes Ladegut in wirtschaftlicher Weise lagern und transportieren zu können.

Herkömmliche autonom navigierende Flurförderfahrzeuge können nicht erfassen, welche Größe und Form das im Moment transportierte Ladegut aufweist, so dass bei der Festlegung des Sicherheitsfelds stets der größtmögliche Ladungsträger mit maximal zulässiger Beladung als Maßstab herangezogen werden muss. Dies bedeutet aber, dass bei der Routenplanung eventuell unnötig lange Wege benutzt werden, um vermeintliche Engstellen zu vermeiden, die aber beim Transport eines kleineren Ladeguts sehr wohl passierbar wären, und dass es während der Fahrt zu nicht erforderlichen Brems- und Ausweichmanövern

kommt, die der mangelnden Kenntnis des tatsächlich erforderlichen Sicherheitsfelds geschuldet sind.

Es gibt Flurförderfahrzeuge, die zwischen zwei unterschiedlich großen Sicherheitsfeldern umschalten können, wobei diese Umschaltung aber durch externe Befehle erfolgt, die auf der Basis von Daten über das Ladegut erstellt werden. Diese Systeme sind störanfällig, so dass es bei falschen Benutzereingaben und/oder bei Fehlern in der Lagerbuchhaltung zu Kollisionen und schweren Unfällen kommen kann.

Ladungsträger werden in der Logistik in unterschiedlichsten Größen, Formen und Ausprägungen eingesetzt. Auszugsweise seien an dieser Stelle übliche Ladungsträger angeführt: Paletten, Langpaletten, Mehrwegbehälter, Container, Boxen, Gitterboxen, Big-Bag-Systeme, IBC, GLT. Generell sei angemerkt, dass Flurförderfahrzeuge bzw. FTS (Fahrerlose Transportsysteme) bzw. AMR (Autonome mobile Roboter) zum Befördern von Ladungsträgern mit zwei Hubgabeln oder alternativ mit einer Einzelgabel, alternativ auch mit einem Hubtisch oder einer modularen Hubplattform ausgeführt sein können. Die Hubgabeln und Einzelgabeln können dabei in ihrer Form, Breite und Länge in unterschiedlichsten Ausprägungen ausgeführt sein. Zudem werden auch Flurförderfahrzeuge bzw. FTS bzw. AMR ohne jegliche Hubgabeln eingesetzt. In diesem Fall erfolgt die Hubbewegung eines Ladungsträgers beispielsweise durch Anheben einer Tragplatte, eines Hubtisches oder durch Anheben des gesamten Fahrzeuges, das direkt unter den Ladungsträger einfährt.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile und Sicherheitsrisiken zu vermeiden und ein Verfahren anzugeben, das einen sicheren Betrieb ermöglicht, aber den zur Verfügung stehenden Raum optimal zur Navigation ausnutzen kann. Eine weitere Aufgabe ist es ein Flurförderfahrzeug bereitzustellen, das flexibel, sicher und mit bestmöglicher Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raums betreibbar ist.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass Sensoren dazu verwendet werden, die Abmessungen des Ladeguts zu bestimmen und dass in Abhängigkeit der bestimmten Abmessungen das Sicherheitsfeld festgelegt wird. Auf diese Weise kann sowohl die autonome Fahrt selbst, d.h. das Ausweichen bei Hindernissen als auch die Routenplanung optimal gestaltet werden.

Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das Flurförderfahrzeug den eigenen Platzbedarf selbst erfassen kann und die eigene Navigation in Anhängigkeit davon durchführt.

Im einfachsten Fall gibt es zwei verschiedene Größen der Ladungsträger und mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird erfasst, ob gerade ein kleiner oder ein großer Ladungsträger samt Ladegut zu transportieren ist.

Ein besonders einfaches Verfahren kann dadurch realisiert werden, dass die weiteren Sensoren die Abmessungen des Ladeguts auf der Basis der Abmessungen eines Ladungsträgers bestimmen, auf dem das Ladegut gelagert ist. Die Idee dahinter ist, dass es in der Regel vorgeschrieben ist, dass das Ladegut im Grundriss nicht über den Ladungsträger hinausragen darf. Wenn man die Einhaltung dieser Regel voraussetzen darf, dann genügt es, die Größe des Ladungsträgers zu bestimmen, um zumindest die seitlichen Maximalabmessungen des Ladeguts zu kennen. In Verbindung mit einer bekannten Maximalhöhe kann damit das Sicherheitsfeld einfach festgelegt werden.

Eine besonders begünstigte Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass vor dem Transport des Ladeguts folgende Schritte nacheinander durchgeführt werden:

- Erfassen der Breite des Ladungsträgers;
- Einführen einer Hubgabel in einen Ladungsträger, auf dem das Ladegut gelagert ist;
- Anheben des Ladungsträgers;
- Erfassen des Freiraums unterhalb des Ladungsträgers.

Die beiden ersten Schritte können in der oben angegebenen Reihenfolge, oder aber auch in der umgekehrten Reihenfolge ausgeführt werden, d.h., dass dann die Erfassung der Breite des Ladungsträgers erst dann erfolgt, wenn die Hubgabel in den Ladungsträger eingeführt ist.

Jedenfalls erfolgt die Erfassung und Bestimmung des Sicherheitsfelds vorzugsweise unmittelbar nach Aufnahme des Ladeguts. Gleichzeitig wird nach dem Anheben des Ladungsträgers eine Überprüfung durchgeführt, ob die Erfassung korrekt ist, da beispielsweise ein unmittelbar neben dem Ladungsträger abgestellter Gegenstand bei der ersten Erfassung fälschlicherweise als Teil des Ladungsträgers interpretiert worden sein könnte. Da dieser Gegenstand bei der zweiten Erfassung im Gegensatz zum angehobenen Ladungsträger selbst auch dann noch erfasst wird, wenn der Ladungsträger bereits angehoben ist, kann die fehlerhafte Erfassung erkannt und beispielsweise durch Wiederholung der Messung korrigiert werden.

Es ist vorteilhaft, wenn als Sicherheitsfeld ein Querschnitt senkrecht zur Fahrtrichtung festgelegt wird, dessen Breite der von den weiteren Sensoren erfassten Breite des Ladeguts zuzüglich festgelegter Sicherheitsabstände entspricht. Damit kann in einfacher Weise das Mindestanforderung für eine kollisionsfreie Fahrt bestimmt werden.

An sich ist es möglich, dass die Sensoren zur Überwachung des Sicherheitsfelds unterschiedlich zu den Sensoren zur Bestimmung der Breite des Ladeguts sind. Eine besonders effiziente Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht jedoch vor, dass die Bestimmung der Breite des Ladeguts mit denselben Sensoren erfolgt, wie die Überwachung des Sicherheitsfelds. Dies bedeutet, dass die Sensoren für die unterschiedlichen Aufgaben identisch sind.

Vorzugsweise sind mehrere Sensoren zur Überwachung des Sicherheitsfelds vorgesehen. Diese sind beispielsweise in den in Fahrtrichtung vorderen Ecken des Flurförderfahrzeugs angebracht. Die typische Fahrtrichtung des Flurförderfahrzeugs ist dabei die, bei der das Ladegut in Fahrtrichtung hinten aufgenommen ist, also umgekehrt wie etwa bei einem herkömmlichen Gabelstapler.

Die Erfindung umfasst auch ein Flurförderfahrzeug zum autonomen Transport von Ladegut, mit mindestens einem Sensor zur Überwachung eines Sicherheitsfelds. Das Flurförderfahrzeug ist dabei beispielsweise wie ein Gabelstapler ausgebildet.

Erfindungsgemäß ist das Flurförderfahrzeug dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor dazu ausgebildet ist, die Abmessungen des Ladeguts zu bestimmen, um in Abhängigkeit davon das Sicherheitsfeld festzulegen.

Der Sensor kann dabei als LIDAR-Sensor ausgeführt sein.

Mittels LIDAR (Light Detection and Ranging) kann eine präzise, optische Messung/Abtastung der Umgebung mittels rotierender Laser stattfinden. Dies ist eine Form des dreidimensionalen oder auch zweidimensionalen Laserscannings. Statt der Radiowellen wie beim Radar werden Laserstrahlen eingesetzt. Das Resultat stellt eine Punktwolke mit hochgenauen X-, Y- und Z-Koordinaten der jeweiligen Messpunkte dar.

Vorzugsweise ist dabei der Sensor zur Überwachung eines Sicherheitsfelds so ausgebildet, dass er im Betrieb im Wesentlichen horizontale Scanebenen abtastet.

Es sind vielfältige Arten von Sensoren bzw. Detektionssystemen für diese Anwendung einsetzbar (LIDAR, Ultraschall, Radar, 3D-Kamera, TOF Time Of Flight Mono/Stereo-Kamera etc.), die Daten zur Hindernis-/Objekterkennung liefern können. Bei bildgebenden Systemen kann in weiterer Folge ein Softwaremodul diese Daten auswerten und entsprechende Hindernisse/Objekte erkennen bzw. auch deren Lage und Position erfassen. Die Analyse der bildgebenden Daten/Sensordaten und Aufbereitung der Detektionen kann dabei softwarebasiert mit konventionellen Algorithmen oder mit KI-Methoden (z.B. neuronale Netze) erfolgen.

In der Folge wird die vorliegende Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- Fig. 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Flurförderfahrzeug einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ohne Ladungsträger;
- Fig. 2 das Flurförderfahrzeug von Fig. 1 mit einem kleinen Ladungsträger;
- Fig. 3 das Flurförderfahrzeug von Fig. 1 mit einem großen Ladungsträger;
- Fig. 4 schematisch ein erfindungsgemäßes Flurförderfahrzeug einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ohne Ladungsträger;
- Fig. 5 das Flurförderfahrzeug von Fig. 4 mit einem kleinen Ladungsträger;
- Fig. 6 das Flurförderfahrzeug von Fig. 5 mit einem großen Ladungsträger;
- Fig. 7 das Flurförderfahrzeug von Fig. 2 mit dargestelltem Sicherheitsfeld;
- Fig. 8 das Flurförderfahrzeug von Fig. 3 mit dargestelltem Sicherheitsfeld;
- Fig. 9 beispielhafte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Flurförderfahrzeugs in Seitenansicht.

In den Fig. 1 bis 3 ist ein erfindungsgemäßes Flurförderfahrzeug 1 einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung dargestellt. In den Fig. 2 und 3 ist die Erkennung der Breite b_1 , b_2 eines Ladungsträgers 4 dargestellt. An dem als Gabelstapler ausgebildeten Flurförderfahrzeug 1 mit einem Chassis 8 und Hubgabeln 3, die zur Aufnahme von Ladegut dienen, sind an den beiden

vorderen Ecken Sensoren 2 angeordnet. Als vorne wird bei diesem Flurförderfahrzeug 1 die den Hubgabeln 3 gegenüberliegende Seite bezeichnet, da im normalen Fahrbetrieb die Fahrtrichtung durch den Pfeil 7 gegeben ist. Dies bedeutet, dass die beiden Hubgabeln 3 hinten sind, wobei anzumerken ist, dass solche Flurförderfahrzeuge 1 zum Rangieren typischerweise omnidirektional beweglich sind.

Im Fall eines kleinen Ladungsträgers (Fig. 2) kann es sein, dass die Breite b des Flurförderfahrzeugs 1 die Breite b_1 des Ladungsträgers 4 übersteigt, so dass die Sensoren 2 den Ladungsträger 4 nicht erfassen. Die dadurch gewonnene Information ist, dass die Breite b_1 des Ladungsträgers 4 und damit des Ladeguts kleiner ist als die Breite b des Flurförderfahrzeugs 1, die somit den begrenzenden Faktor bei der Berücksichtigung allfälliger Hindernisse darstellt.

Im Fall eines großen Ladungsträgers 4 (Fig. 3) kann im einfachsten Fall nur erfasst werden, dass ein großer Ladungsträger 4 vorliegt, so dass dann die bekannten Abmessungen eines solchen Ladungsträgers 4 als Referenz genommen werden. Bevorzugt wird jedoch die Breite b_2 genau gemessen, so dass die erforderlichen Durchfahrtsbreiten genau bestimmt werden können.

In den Fig. 2 und 3 sind auch die Scanbereiche 9 der Sensoren 2 zur Erfassung der Abmessungen des Ladungsträgers 4 dargestellt. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass bei einem kleinen Ladungsträger 4, dessen Breite b_1 kleiner als die Breite b des Flurförderfahrzeugs 1 oder maximal gleich groß ist, keine direkte Erfassung erfolgt.

Die Fig. 4 bis 6 entsprechen weitgehend den Fig. 1 bis 3, mit dem Unterschied, dass die Sensoren 2 an den hinteren Ecken des Flurförderfahrzeugs 1 angeordnet sind und dass weitere Sensoren 2a vorgesehen sind, die nach vorne orientiert sind.

Die Fig. 7 und 8 zeigen die Flurförderfahrzeuge 1 samt den von den Sensoren 2 überwachten Sicherheitsfeldern, deren Breiten b_3 bzw. b_4 den Breiten b_1 bzw. b_2 der Ladungsträger 4 zuzüglich eines angemessenen Sicherheitsabstands s auf jeder Seite entspricht.

In Fig. 9 werden beispielhaft mögliche Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Flurförderfahrzeugen 1 in Seitenansicht dargestellt. Von links beginnend wird dabei ein Fahrzeug 1a mit einer einzelnen kurzen Hubgabel-/Hubplattform dargestellt. Es folgt an zweiter Stelle von links ein Fahrzeug 1b mit üblichen Hubgabeln 3 für klassische Paletten, an dritter Stelle ein Hubfahrzeug 1c mit angehobenen Hubgabeln 3 und darunterliegendem Hubmechanismus in Scherenform, an vierter und letzter Stelle ein Fahrzeug 1d

mit höherer Hublast und Hubgabeln, als Freihub-Fahrzeug ausgeführt. Als Freihub wird jene Bauart bezeichnet, die unterhalb der Hubgabeln keinen Hubmechanismus benötigt, auf diese Weise ist ein Einführen der Hubgabeln auch in allseitig geschlossene Ladungsträger möglich.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betrieb eines autonom geführten Flurförderfahrzeugs (1; 1a, 1b, 1c, 1d), das Ladegut transportiert, bei dem ein Sicherheitsfeld (5, 6) definiert wird und über mindestens einen Sensor (2, 2a) das Sicherheitsfeld (5, 6) überwacht wird, um allfällige Hindernisse zu erfassen, **dadurch gekennzeichnet**, dass Sensoren (2) dazu verwendet werden, die Abmessungen des Ladeguts zu bestimmen und dass in Abhängigkeit der bestimmten Abmessungen das Sicherheitsfeld (5, 6) festgelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren (2) die Abmessungen des Ladeguts auf der Basis der Abmessungen eines Ladungsträgers (4) bestimmen, auf dem das Ladegut gelagert ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Transport des Ladeguts folgende Schritte nacheinander durchgeführt werden:
 - Erfassen der Breite des Ladungsträgers (4);
 - Einführen einer Hubgabel (3) in einen Ladungsträger (4), auf dem das Ladegut gelagert ist;
 - Anheben des Ladungsträgers (4);
 - Erfassen des Freiraums unterhalb des Ladungsträgers (4).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Sicherheitsfeld (5, 6) ein Querschnitt senkrecht zur Fahrtrichtung (7) festgelegt wird, dessen Breite (b_3, b_4) der von den Sensoren (2) erfassten Breite (b_1, b_2) des Ladungsträgers (4), beziehungsweise des Ladeguts zuzüglich festgelegter Sicherheitsabstände (s), entspricht.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestimmung der Breite (b_1, b_2) des Ladeguts mit denselben Sensoren (2) erfolgt, wie die Überwachung des Sicherheitsfelds (5, 6).
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Sensoren (2, 2a) zur Überwachung des Sicherheitsfelds (5, 6) vorgesehen sind.
7. Flurförderfahrzeug (1; 1a, 1b, 1c, 1d) zum autonomen Transport von Ladegut, mit mindestens einem Sensor (2, 2a) zur Überwachung eines Sicherheitsfelds (5, 6), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (2)

dazu ausgebildet ist, die Abmessungen des Ladeguts zu bestimmen, um in Abhängigkeit davon das Sicherheitsfeld (5, 6) festzulegen.

8. Flurförderfahrzeug (1; 1a, 1b, 1c, 1d) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (2, 2a) als LIDAR-Sensor ausgeführt ist.
9. Flurförderfahrzeug (1; 1a, 1b, 1c, 1d) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (2, 2a) zur Überwachung eines Sicherheitsfelds (5, 6) im Wesentlichen horizontale Scanebenen abtastet.

2024 04 25

Ba/Ec/iv

Fig. 1

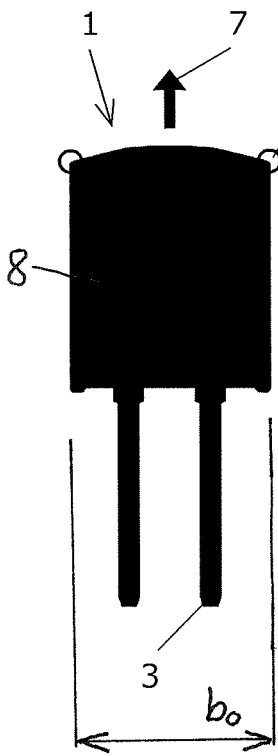


Fig. 2

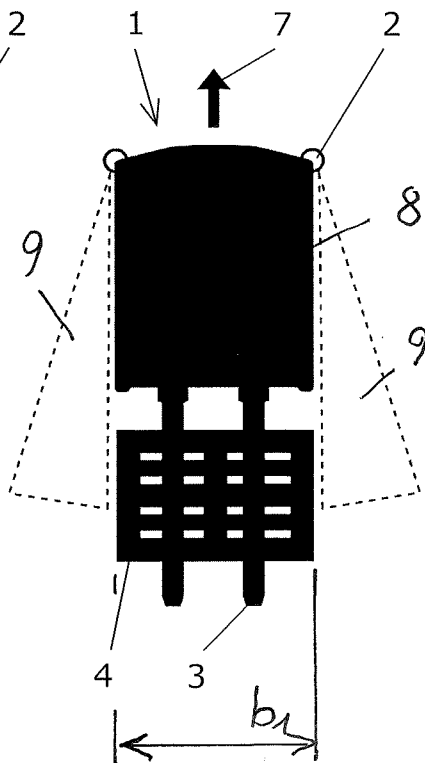


Fig. 3

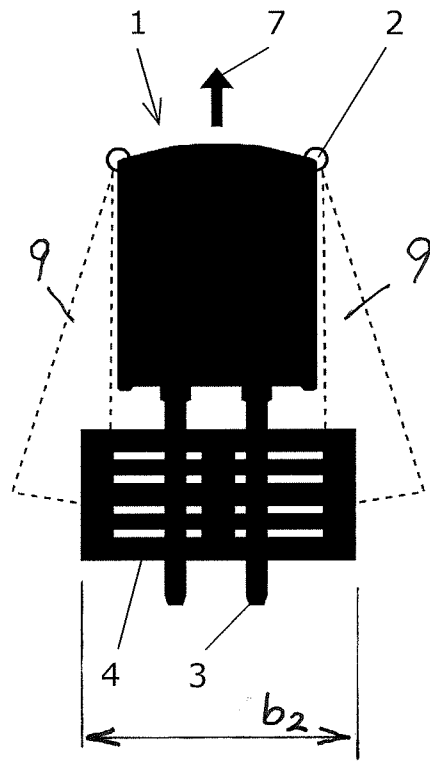


Fig. 4

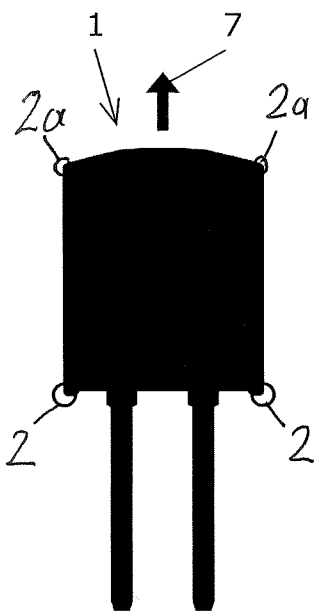


Fig. 5

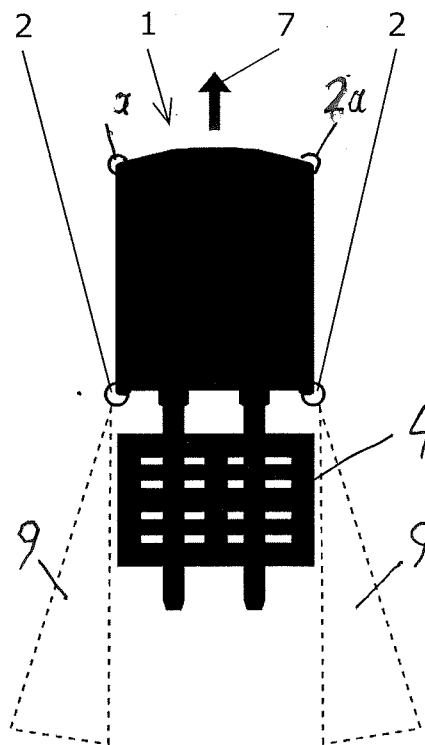


Fig. 6

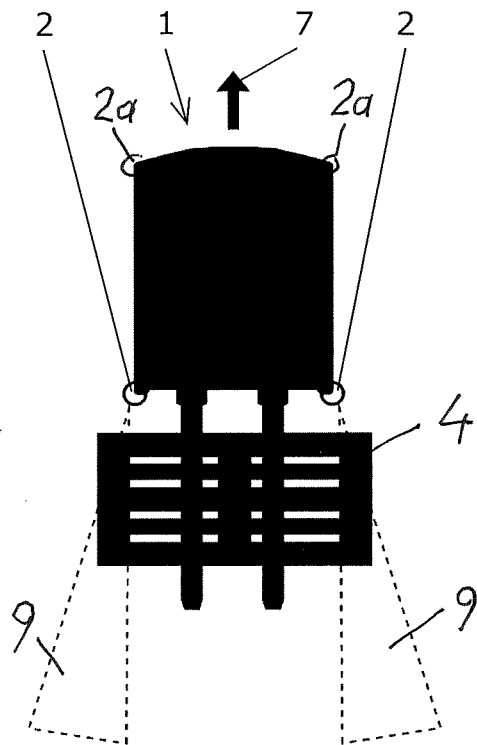


Fig. 7

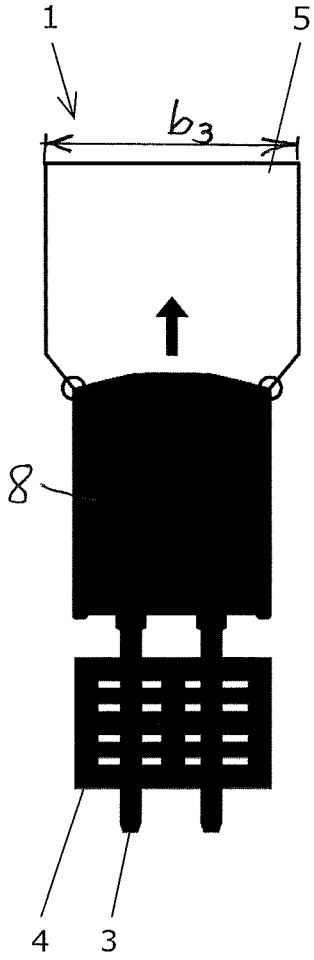


Fig. 8

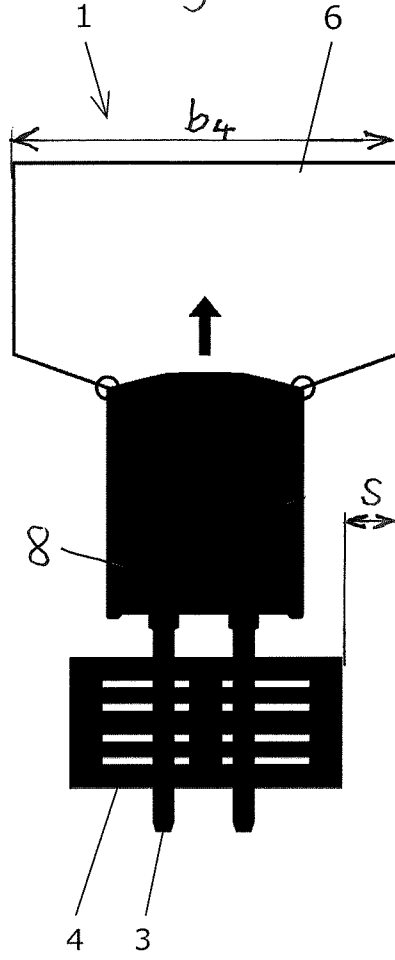


Fig. 9

