



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 61 392 B4** 2009.07.30

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 61 392.7**  
 (22) Anmeldetag: **29.12.2003**  
 (43) Offenlegungstag: **28.07.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **30.07.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B64D 13/08** (2006.01)  
**F24F 7/00** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg, DE**

(74) Vertreter:  
**Maiwald Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80335 München**

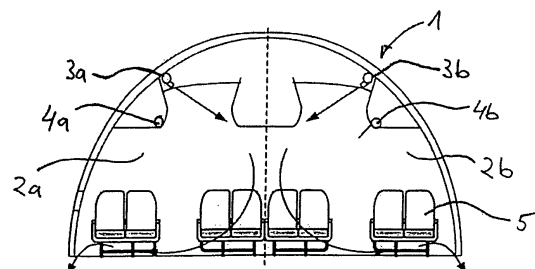
(72) Erfinder:  
**Markwart, Michael, 25469 Halstenbek, DE; Arnold, Klaus, 22587 Hamburg, DE; Bracker, Frank, 22765 Hamburg, DE; Lohmar, Jens, 22587 Hamburg, DE; Scherer, Thomas, Dr., 22559 Hamburg, DE; Schwan, Torsten, 25421 Pinneberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>101 21 906</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2003/01 41 413</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>30 67 316</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>43 35 152</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>195 09 773</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>44 25 871</b>	<b>C2</b>

(54) Bezeichnung: **Luftverteilungssystem**

(57) Hauptanspruch: Luftverteilungssystem zur Homogenisierung einer Wärmelastverteilung innerhalb einer in eine Mehrzahl an Temperaturzonen unterteilten Kabine eines Flugzeugs mit  
 einer Hauptversorgungsleitung (6);  
 einer Mehrzahl von Luftauslässen (3) in jeder Temperaturzone (2), die über jeweilige Luftausblasstrecken an die Hauptversorgungsleitung (6) angeschlossen sind;  
 mindestens einem Heizelement (8), welches mindestens einem in einer Wärmesenke angeordneten Luftauslass (3) zugeordnet ist und die Luft in der Ausblasstrecke dieses Luftauslasses (3) temperieren kann; und  
 mindestens einem Temperatursensor (4a, 4b), der an einer Stelle positioniert ist, die der mittleren Temperatur der Temperaturzone entspricht;  
 wobei jeder der Mehrzahl von Luftauslässen (3) einem bestimmten Temperaturbereich (2) zugeordnet ist, so dass ein Temperaturunterschied zwischen den Temperaturbereichen innerhalb der jeweiligen Temperaturzone (2) durch Regeln der Heizleistung des Heizelements (8) ausgleichbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Luftverteilungssystem zur Homogenisierung einer Wärmelastverteilung innerhalb eines Raums, insbesondere der Wärmelastverteilung innerhalb einer Kabine eines Flugzeugs.

**[0002]** Um die Kabinentemperatur eines Flugzeugs zu regeln, ist die Kabine üblicherweise in eine bestimmte Anzahl von Temperaturzonen unterteilt. Es ist jedoch möglich, dass die Verteilung der Wärmequellen und -senken in der Zone inhomogen ist. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die Sitzdichte innerhalb der Zone variiert. Eine hohe Dichte an Passagieren bildet eine Wärmequelle, während ein leerer Türbereich eine Wärmesenke darstellt. Die Folge ist, dass in Bereichen mit einer Wärmequelle sich eine wärmere Temperatur und umgekehrt in einem Bereich mit Wärmesenken eine kältere Temperatur einstellt. Eine inhomogenen Temperaturverteilung innerhalb der Zone bedeutet jedoch eine Einschränkung des thermischen Komforts.

**[0003]** Ob es im einzelnen eine inhomogene Verteilung der Wärmequellen und -senken gibt hängt also von der individuellen Gestaltung des Sitzlayouts ab. Dieses kann für jeden Flugzeugkunden unterschiedlich aussehen.

**[0004]** Um der Inhomogenität der Wärmelastverteilung innerhalb einer Temperaturzone entgegenzuwirken, wird üblicherweise die Einblasmenge durch Luftauslässe an den Stellen mit zu kalter Zuluft-Temperatur reduziert, wodurch das Temperaturniveau des entsprechenden Kabinenteils angehoben wird. Ein Nachteil der Reduzierung der Luftmenge liegt jedoch darin, dass das Luftverteilungssystem neu kalibriert werden muss, was mit einem großen zeitlichen Aufwand verbunden ist.

**[0005]** Die US 2003/0141413 A1 zeigt eine Temperaturregelung für eine Flugzeug-Klimaanlage, bei der Zuluftleitungen zu einigen separierten Kabinenbereichen mit Heizelementen ausgestattet sind.

**[0006]** Die DE 101 21 906 A1 zeigt eine Belüftungsvorrichtung für Fahrzeuge, bei der eine oder mehrere dezentrale Heizvorrichtungen in einem Luftströmungskanal angeordnet sind.

**[0007]** Die DE 43 35 152 C1 offenbart ein Kabinenumluftsystem zur Klimatisierung von Rumpfeinheiten eines Passagierflugzeuges. Dieses Kabinenumluftsystem regelt den Frischluftmengenstrom inklusive die Temperaturüberwachung für den Druckrumpf eines Passagierflugzeuges und gewährt einen hohen Reinheitsgrad der klimatisierten Luft. Die Temperaturregelung erfolgt durch separate Wärmetauscher in der Zirkulationsluft.

**[0008]** Die DE 195 09 773 C1 offenbart ein Belüftungssystem zur Verminderung der Konzentration von Verunreinigungen im Passagierbereich, insbesondere in den Raucherzonen.

**[0009]** Die DE 44 25 871 C2 offenbart ein Verfahren zum Klimatisieren von zwei Passagierdecks eines Flugzeugs. Zur Temperatureinstellung werden jeweils Klimaaggregate für einen Oberdeckkreislauf und einen Hauptdeckkreislauf verwendet. In jeweiligen Klimaaggregaten wird die von den Triebwerken entnommene Zapfluft gekühlt. Die Klimaaggregate sind ferner an eine Außenluftleitung angeschlossen, um während des Betriebs die heiße Zapfluft vom Triebwerk mit Außenluft zu kühlen.

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Luftverteilungssystems, mit dem eine homogene Temperaturverteilung in einer Zone erzielt wird.

**[0011]** Die Lösung der gestellten Aufgabe ist dem Patentanspruch 1 zu entnehmen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0012]** Ein erfindungsgemäßes Luftverteilungssystem weist mindestens eine Hauptversorgungsleitung auf, durch welche Luft über jeweilige Ausblasstrecken mit einem vorbestimmten Druck an Luftauslässe verteilt und in jeweilige Temperaturzonenbereiche ausgeblasen wird. Das erfindungsgemäße Luftverteilungssystem weist ferner mindestens ein Heizelement auf, welches mindestens einem der Luftauslässe zugeordnet ist und Luft, die in einer entsprechenden Ausblasstrecke dieses Luftauslasses strömt auf eine vorbestimmte Temperatur temperieren und die erwärmte Luft in einen entsprechenden Bereich ausblasen kann.

**[0013]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weist das Luftverteilungssystem ferner Nebenversorgungsleitungen auf, die von der Hauptversorgungsleitung abzweigen, wobei die einzelnen Luftauslässe einzeln über eine Nebenversorgungsleitung mit Luft versorgt werden. Dabei kann beispielsweise das Heizelement im Bereich der Nebenversorgungsleitung angebracht sein, um die hindurch strömende Luft zu erwärmen, bevor sie über den Luftauslass in den jeweiligen Bereich austritt.

**[0014]** Da vorteilhafterweise jede Temperaturzone von einem Luftauslass (oder einer Gruppe von Luftauslässen) versorgt wird, ist bei einer Störung oder einem Ausfall einer Nebenversorgungsleitung nur der entsprechende Luftauslass (oder die Gruppe von Luftauslässen) betroffen, und die Funktionsweise der restlichen Luftauslässe, die nicht über diese Nebenversorgungsleitung versorgt werden, bleibt im wesentlichen aufrechterhalten.

[0015] Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung erfolgt die Luftversorgung von Luftauslass zu Luftauslass, was den Vorteil hat, dass das Luftverteilungssystem einen einfacheren Aufbau aufweist.

[0016] Gemäß einer noch anderen Weiterbildung der Erfindung ist das Heizelement beispielsweise an der Luftaustrittsseite und/oder der Lufteintrittsseite eines Luftauslasses angebracht, um die dort strömende Luft zu beheizen, bevor sie in einen entsprechenden Bereich ausgeblasen wird.

[0017] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) einen Querschnitt durch eine Flugzeugkabine;

[0019] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht der Luftverteilung in der in [Fig. 1](#) gezeigten Flugzeugkabine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

[0020] [Fig. 3](#) eine schematische Ansicht der Luftverteilung in der in [Fig. 1](#) gezeigten Flugzeugkabine gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

[0021] [Fig. 4](#) einen Einbauort für die Beheizung bei der in [Fig. 3](#) gezeigten Luftverteilung; und

[0022] [Fig. 5](#) eine Seitenansicht des in [Fig. 4](#) gezeigten Luftauslasses von rechts.

[0023] In den Figuren werden gleiche oder ähnliche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0024] [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch eine Flugzeugkabine **1**, die in eine bestimmte Anzahl von Temperaturzonen **2** unterteilt ist. In [Fig. 1](#) sind beispielsweise in der linken Hälfte eine erste Temperaturzone **2a** und in der rechten Hälfte eine zweite Temperaturzone **2b** gezeigt.

[0025] Über Luftauslässe **3** werden die Temperaturzonen **2** mit Luft versorgt. Speziell wird beispielsweise über den Luftauslass **3a** Luft in die Temperaturzone **2a** eingeblasen, und über den Luftauslass **3b** wird Luft in die Temperaturzone **2b** eingeblasen.

[0026] Die in [Fig. 1](#) gezeigten Luftauslässe **3a**, **3b** sind im oberen Bereich (Deckenbereich) der Flugzeugkabine angeordnet, können jedoch an irgendeiner anderen gewünschten Stelle innerhalb der Kabine gebildet sein.

[0027] [Fig. 1](#) zeigt ferner Sensoren **4**, beispielsweise Temperatursensoren **4a**, **4b**, die jeweils in jeder Temperaturzone **2a**, **2b** im oberen Bereich (Deckenbereich) der Kabine angeordnet sind. Die Temperatursensoren können alternativ fast an beliebigen Stellen

innerhalb der Temperaturzone angeordnet werden. Vorteilhaft wird der Sensor innerhalb der Temperaturzone **2** an einer Stelle positioniert, die der mittleren Temperatur der Temperaturzone (nicht Wärmelast) entspricht. Diese Temperatur resultiert natürlich aus den Wärmelasten innerhalb der Temperaturzone. Mit diesen Temperatursensoren **4a**, **4b** wird innerhalb einer Temperaturzone **2** die Temperatur üblicherweise an der Stelle gemessen, die der mittleren Temperatur in der Zone entspricht. Die sich einstellenden lokalen Temperaturen werden dabei durch die auftretenden Wärmelasten (Quellen und Senken) beeinflusst.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt ferner Sitze **5**, beispielsweise zur Aufnahme von Passagieren. In einem Bereich der Flugzeugkabine, in dem sich viele mit Passagieren belegte Sitze **5** befinden, ist im allgemeinen die Temperatur dieser Temperaturzone **2** größer als die Temperatur in einem Bereich der Kabine, in dem sich wenige oder keine belegten Sitzplätze **5** (eine geringe Sitzplatzdichte) befinden, beispielsweise im Bereich der Tür. Der Bereich mit vielen Sitzen stellt dann beispielsweise eine Wärmequelle dar und der Bereich an der Tür eine Wärmesenke.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Ansicht des Luftverteilungssystems in der in [Fig. 1](#) gezeigten Flugzeugkabine **1** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Dieses Luftverteilungssystem weist eine Hauptversorgungsleitung **6** auf, über die mehrere Luftauslässe **3** mit Luft versorgt werden. In der Figur ist zur Vereinfachung der Luftauslass **3a** gemäß [Fig. 1](#) dargestellt. Jeder Luftauslass **3** ist einer bestimmten Temperaturzone **2** zugeordnet. Der Luftauslass **3a** versorgt also die Temperaturzone **2a** mit Luft.

[0030] Von der Hauptversorgungsleitung **6** zweigen eine Mehrzahl von Nebenversorgungsleitungen **7** ab, um die einzelnen Luftauslässe **3** jeweils mit Luft zu versorgen. Dabei ist die Luftausblasstrecke eines Luftauslasses **3** durch eine entsprechende ihn mit Luft versorgende Nebenversorgungsleitung **7** und durch eine Luftstrecke innerhalb des Luftauslasses bis zur Austrittsseite der Luft aus dem Luftauslass definiert.

[0031] Alternativ kann auch nur eine Gruppe von Luftauslässen **3** über eine einzige Nebenversorgungsleitung **7** mit der Hauptversorgungsleitung **6** in Verbindung stehen, so dass Luft über die Hauptversorgungsleitung **6** und die einzelne Nebenversorgungsleitung **7** an die Gruppe von Luftauslässen geliefert wird.

[0032] [Fig. 2](#) zeigt ferner ein Heizelement **8**, welches an der Nebenversorgungsleitung **7a** ausgebildet ist, die den Luftauslass **3a** mit Luft versorgt, die in die Temperaturzone **2a** erwärmt eingeblasen wird,

wenn das Heizelement **8** in Betrieb ist.

**[0033]** Das Heizelement **8** kann beispielsweise eine Heizwendel, eine elektrische Heizung oder dergleichen sein. Das Heizelement kann sich innerhalb der Nebenversorgungsleitung **7a** befinden, so dass ein durch die Nebenversorgungsleitung **7a** strömender Luftstrom mit dem Heizelement **8** in Kontakt kommt und dadurch in effektiver Weise erwärmt wird.

**[0034]** Alternativ ist es möglich, das Heizelement **8** außen auf der Nebenversorgungsleitung **7a** anzubringen, so dass kein direkter Kontakt mit der in der Nebenversorgungsleitung **7a** strömenden Luft zustande kommt. Dies hat den Vorteil, dass das Heizelement **8** leicht nachträglich eingebaut werden kann, ohne in das Rohrleitungssystem eingreifen zu müssen.

**[0035]** Die von dem Heizelement **8** erwärmte Luft wird an den Luftauslass **3a** geliefert und über Luftdüsen **9a** in die Temperaturzone **2a** auszublasiert.

**[0036]** **Fig. 3** zeigt eine schematische Ansicht eines Luftverteilungssystems in der in **Fig. 1** gezeigten Flugzeugkabine, gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

**[0037]** Bei diesem Luftverteilungssystem zweigt sich eine Hauptversorgungsleitung **6** in eine linke Versorgungsleitung **6a** und in eine rechte Versorgungsleitung **6b**. Über die linke Versorgungsleitung **6a** wird eine Gruppe von Luftauslässen mit Luft versorgt (in der Figur ist zur Vereinfachung lediglich ein Luftauslass **3a** dargestellt), wobei die Luftauslässe untereinander direkt in Verbindung stehen, so dass eine Luftversorgung von Luftauslass zu Luftauslass sicher gestellt ist. Jeder Luftauslass **3** weist Luftdüsen **9** auf, über die Luft in eine Temperaturzone **2** ausgeblasen wird.

**[0038]** Im Gegensatz zu dem ersten Ausführungsbeispiel befindet sich ein Heizelement **8** unmittelbar an einem Luftauslass **3a**, um über Luftdüsen **9a** erwärmte Luft auszublasiert. Das Heizelement **8** kann beispielsweise auf der Lufteintrittsseite und/oder Luftaustrittsseite des Luftauslasses **3a** mit diesem integriert ausgebildet sein, um Luft erst am Ende einer Ausblasstrecke des Luftauslasses **3a** zu erwärmen. Dadurch kann ein Heizelement mit weniger Heizleistung verwendet werden, verglichen mit dem ersten Ausführungsbeispiel, bei dem Luft bereits relativ am Anfang einer Ausblasstrecke erwärmt wird.

**[0039]** Das Heizelement **8** kann auch separat gebildet sein und beispielsweise in die Luftdüsen **9a** des Luftauslasses **3a** eingesteckt werden, wodurch ein Austausch und ein nachträgliches Einbauen des Heizelements **8** sehr einfach wird.

**[0040]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist nur der Luftauslass **3a** mit einem Heizelement **8** versehen, so dass nur die von diesem Luftauslass ausgeblasene Luft erwärmt ist, und in Bezug auf den Versorgungsluftstrom stromaufwärts und stromabwärts liegende Luftauslässe **3** nicht beeinflusst werden, also eine durch diese Luftauslässe ausgeblasene Luft nicht erwärmt ist.

**[0041]** In dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** und in dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** ist jeweils beispielhaft nur ein Heizelement **8** gezeigt. Je nach Bedarf können jedoch auch mehrere Luftauslässe **3** jeweils einem Heizelement **8** oder mehreren Heizelementen **8** zugeordnet sein. Das Heizelement **8** ist vorzugsweise dann einem Luftauslass **3** zuzuordnen, um Luft in dessen Ausblasstrecke zu erwärmen, wenn dieser Luftauslass **3** in einer sogenannten Wärmesenke liegt. Eine derartige Wärmesenke kann beispielsweise durch einen Türbereich gebildet werden.

**[0042]** Alternativ kann das Heizelement auch standardmäßig für sämtliche Luftauslässe **3** verwendet werden, um die aus den Luftauslässen ausgeblasene Luft auf eine vorbestimmte Temperatur entsprechend zu temperieren, wobei die Heizleistung der Heizelemente unterschiedlich ausgelegt sein kann. Vorzugsweise ist die Heizleistung eines Heizelements, welches sich im Bereich einer Wärmesenke befindet, größer als die eines Heizelements, welches sich im Bereich einer Wärmequelle befindet. Eine Wärmequelle wird beispielsweise durch eine hohe Dichte an Passagieren gebildet.

**[0043]** Ähnlich wie gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann ein Heizelement **8** beispielsweise eine Heizwendel, eine elektrische Heizung oder dergleichen sein.

**[0044]** Sowohl in dem ersten Ausführungsbeispiel als auch in dem zweiten Ausführungsbeispiel ist die Heizleistung des Heizelements **8** beispielsweise konstant oder einstellbar.

**[0045]** Vorzugsweise wird die Heizleistung mit Hilfe des in **Fig. 1** gezeigten Temperatursensors **4** (Sensoren **4a** und/oder **4b**) derart geregelt, dass die Ausblasstrecke eines Luftauslasses beheizt wird, um zu kalte Bereiche an das Temperaturniveau des Sensorpunktes anzuheben.

**[0046]** **Fig. 4** zeigt einen möglichen Einbauort für das Heizelement **8**.

**[0047]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist das Heizelement **8** an der Luftaustrittsseite des Luftauslasses **3** ausgebildet, so dass die durch die Luftdüse **9** ausgeblasene Luft erwärmt ist. Es kann jedoch auch an einer Lufteintrittsseite des Luftauslasses **3** ausgebildet werden.

**[0048]** Wenn der Luftauslass **3** mehrere Luftdüsen **9** aufweist, ist es möglich, dass sich das Heizelement **8** nur über einen Teil der Luftdüsen **9** erstreckt.

**[0049]** **Fig. 5** zeigt eine Seitenansicht des in **Fig. 4** gezeigten Auslasses von rechts. Wie in **Fig. 5** gezeigt, wird der Luftauslass **3** von rechts mit Luft beliefert, die zum Teil über die Luftdüsen **9** nach unten austritt und zum Teil nach links weiterströmt, um beispielsweise die in **Fig. 3** gezeigten stromabwärts liegenden Luftauslässe zu versorgen. Der von dem Versorgungsluftstrom nach unten abzweigende Luftausblasstrom (also die Luftausblasstrecke) wird durch das unmittelbar am Luftauslass **3** ausgebildete Heizelement **8** erwärmt, so dass erwärmte Luft in eine entsprechende Temperaturzone **2**, die diesem Luftauslass **3** zugeordnet ist, ausgeblasen wird.

**[0050]** Die Ausblasstrecke des Luftauslasses **3** wird also durch das Heizelement **8** beheizt, so dass erwärmte Luft in eine Temperaturzone **2** geblasen wird.

4. Luftverteilungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Luftauslässe (**3**) untereinander direkt in Verbindung stehen.

5. Luftverteilungssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das mindestens eine Heizelement (**8**) unmittelbar an einer Lufteintrittsseite und/oder Luftaustrittsseite mindestens eines Luftauslasses (**3**) ausgebildet ist.

6. Luftverteilungssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Heizelement (**8**) eine konstante Heizleistung aufweist.

7. Luftverteilungssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem die in dem Luftverteilungssystem fließende Luftmenge konstant bleibt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

### Patentansprüche

1. Luftverteilungssystem zur Homogenisierung einer Wärmelastverteilung innerhalb einer in eine Mehrzahl an Temperaturzonen unterteilten Kabine eines Flugzeugs mit  
einer Hauptversorgungsleitung (**6**);  
einer Mehrzahl von Luftauslässen (**3**) in jeder Temperaturzone (**2**), die über jeweilige Luftausblasstrecken an die Hauptversorgungsleitung (**6**) angeschlossen sind;  
mindestens einem Heizelement (**8**), welches mindestens einem in einer Wärmesenke angeordneten Luftauslass (**3**) zugeordnet ist und die Luft in der Ausblasstrecke dieses Luftauslasses (**3**) temperieren kann; und  
mindestens einem Temperatursensor (**4a**, **4b**), der an einer Stelle positioniert ist, die der mittleren Temperatur der Temperaturzone entspricht;  
wobei jeder der Mehrzahl von Luftauslässen (**3**) einem bestimmten Temperaturbereich (**2**) zugeordnet ist,  
so dass ein Temperaturunterschied zwischen den Temperaturbereichen innerhalb der jeweiligen Temperaturzone (**2**) durch Regeln der Heizleistung des Heizelements (**8**) ausgleichbar ist.

2. Luftverteilungssystem nach Anspruch 1, bei dem die jeweiligen Luftausblasstrecken von der Hauptversorgungsleitung (**6**) abzweigende Nebenversorgungsleitungen (**7**) sind, über die die Mehrzahl der Luftauslässe (**3**) einzeln mit Luft versorgt wird.

3. Luftverteilungssystem nach Anspruch 2, bei dem das Heizelement (**8**) an mindestens einer der Nebenversorgungsleitungen (**7**) angebracht ist, um Luft in der Nebenversorgungsleitung erwärmen zu können.

Anhängende Zeichnungen

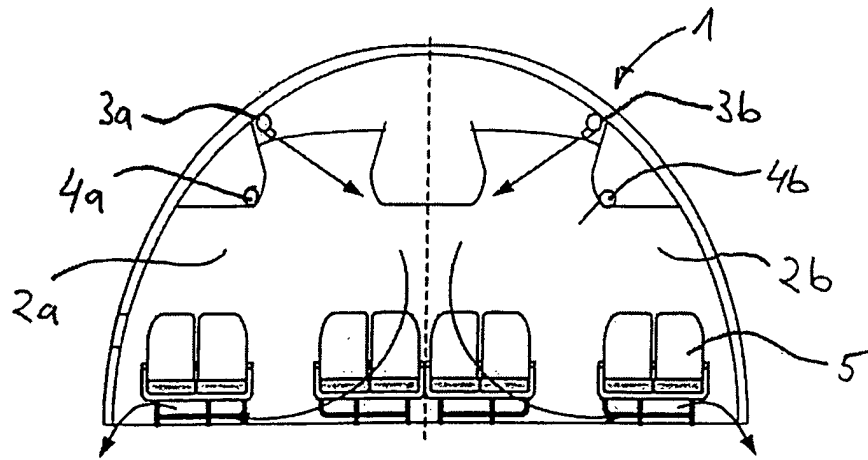


Fig. 1

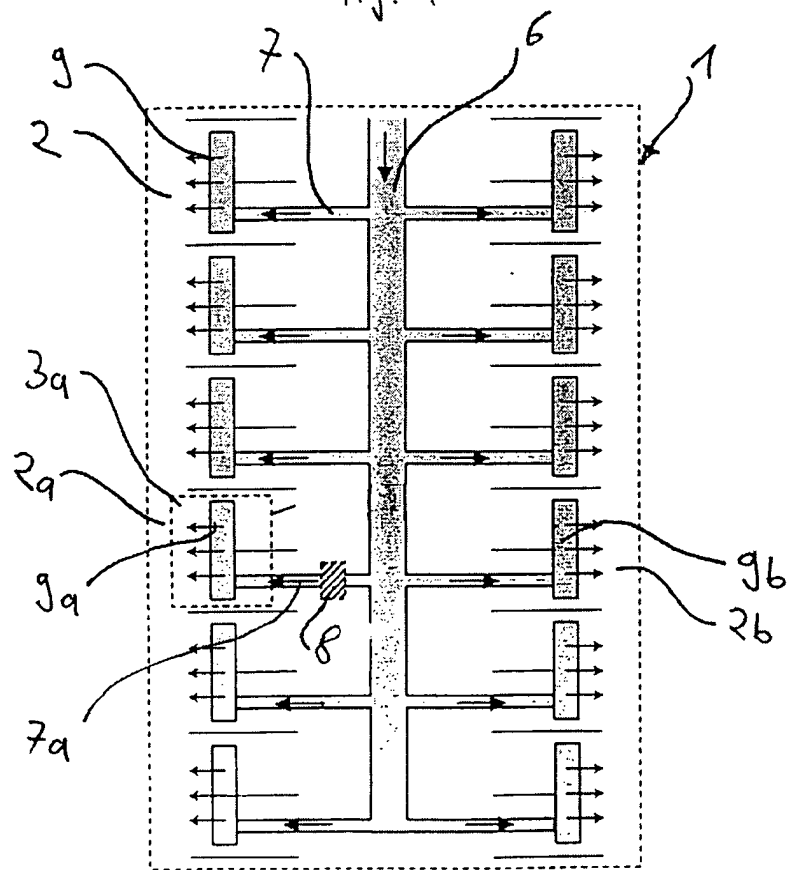


Fig. 2

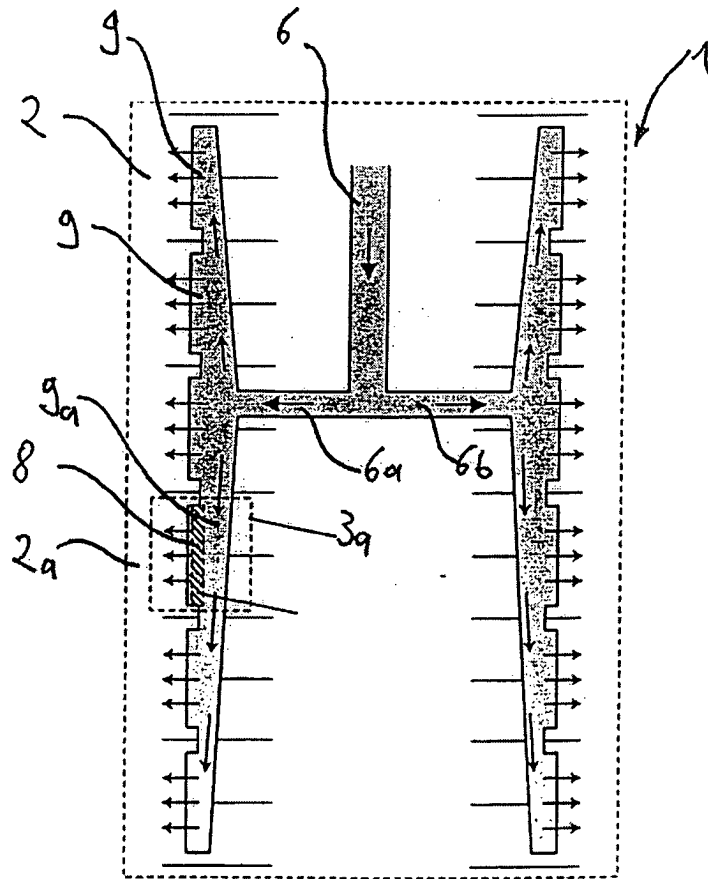


Fig. 3

