



(10) **DE 10 2018 208 631 A1** 2019.12.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 208 631.1**

(22) Anmeldetag: **30.05.2018**

(43) Offenlegungstag: **05.12.2019**

(51) Int Cl.: **B60T 17/00 (2006.01)**

**B60T 1/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

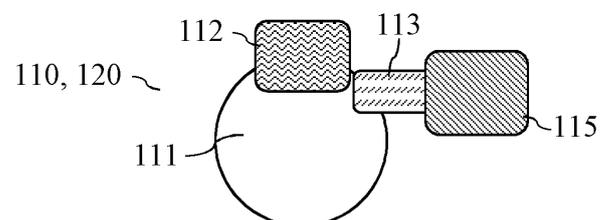
**Eichner, Georg, 85737 Ismaning, DE; Lammel,  
Katharina, 80939 München, DE; Leicht, Rasmus,  
85386 Eching, DE; Westerteicher, Diana, 80802  
München, DE; Kohl, Bernhard, 81677 München,  
DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Reibbremse zur Reduzierung der Menge an Feinstaub**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Reibbremse (110) beschrieben. Die Reibbremse (110) umfasst eine Bremsschleibe (111) und einen, die Bremsscheibe (111) zumindest teilweise umschließenden, Bremssattel (112) mit einem Bremsbelag. Die Bremsscheibe (111) und der Bremsbelag sind derart ausgebildet, dass bei einer Reibung zwischen Bremsscheibe (111) und Bremsbelag im Wesentlichen keine lungengängigen Bremspartikel (212) und/oder im Wesentlichen nur nicht-lungengängige Bremspartikel (212) von der Bremsscheibe (111) und/oder dem Bremsbelag emittiert werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reduzierung der von einer Reibbremse eines Fahrzeugs emittierten Menge an Feinstaub. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Reibbremse mit reduzierter Feinstaubemission.

**[0002]** Ein Fahrzeug, insbesondere ein Straßenkraftfahrzeug, umfasst typischerweise ein oder mehrere Reibbremsen, mit denen das Fahrzeug verzögert werden kann. Eine Reibbremse weist dabei einen Bremssattel auf, der eingerichtet ist, Bremsbeläge auf eine Bremsscheibe zu drücken, so dass durch die Reibung zwischen den Bremsbelägen und der Bremsscheibe eine Verzögerung des Fahrzeugs bewirkt wird.

**[0003]** Bei der Reibung zwischen Bremsbelägen und Bremsscheibe entstehen typischerweise Bremspartikel, die in die Umgebungsluft einer Reibbremse gelangen können und so, je nach Partikelgröße, zur Feinstaubemission eines Fahrzeugs beitragen können.

**[0004]** Das vorliegende Dokument befasst sich mit der technischen Aufgabe, die durch die Reibbremsen eines Fahrzeugs bewirkte Feinstaubemission in effizienter und zuverlässiger Weise zu reduzieren.

**[0005]** Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen werden u.a. in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass zusätzliche Merkmale eines von einem unabhängigen Patentanspruch abhängigen Patentanspruchs ohne die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs oder nur in Kombination mit einer Teilmenge der Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs eine eigene und von der Kombination sämtlicher Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs unabhängige Erfindung bilden können, die zum Gegenstand eines unabhängigen Anspruchs, einer Teilungsanmeldung oder einer Nachanmeldung gemacht werden kann. Dies gilt in gleicher Weise für in der Beschreibung beschriebene technische Lehren, die eine von den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche unabhängige Erfindung bilden können.

**[0006]** Gemäß einem Aspekt wird eine Vorrichtung, insbesondere eine Filtervorrichtung, für eine Reibbremse beschrieben. Die Vorrichtung umfasst einen Sammelbehälter (z.B. eine Filterkammer oder einen einem Filter nachgelagerten Sammelbehälter). Der Sammelbehälter ist eingerichtet, Bremspartikel aufzunehmen und/oder zu sammeln, die bei dem Betrieb der Reibbremse entstehen.

**[0007]** Die Vorrichtung ist eingerichtet, Bremspartikel aus einem von der Reibbremse kommenden Luft-

strom zu filtern und in dem Sammelbehälter zu sammeln. Mit anderen Worten, bei einer Bremsung entstehende Bremspartikel können in dem Sammelbehälter gesammelt werden. Dabei können insbesondere lungengängige Bremspartikel in dem Sammelbehälter gesammelt werden.

**[0008]** Die Vorrichtung ist eingerichtet, in dem Sammelbehälter gesammelte Bremspartikel derart zu verarbeiten, dass die Menge bzw. der Anteil von lungengängigen Bremspartikeln aus den gesammelten Bremspartikeln reduziert wird. Es kann insbesondere eine Nachverarbeitung von gesammelten Bremspartikeln erfolgen, um lungengängige Bremspartikel nicht-lungengängig zu machen. So kann in zuverlässiger Weise die Feinstaubemission einer Reibbremse reduziert werden.

**[0009]** Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, die gesammelten Bremspartikel mit einer Flüssigkeit und/oder mit einem Bindemittel zu vermischen, um die Menge von lungengängigen Bremspartikeln zu reduzieren und/oder um lungengängige Bremspartikel nicht-lungengängig zu machen.

**[0010]** Alternativ oder ergänzend kann die Vorrichtung eingerichtet sein, die gesammelten Bremspartikel einem Druck auszusetzen bzw. zu pressen, um die Menge von lungengängigen Bremspartikeln zu reduzieren und/oder um lungengängige Bremspartikel nicht-lungengängig zu machen. Insbesondere können die gesammelten Bremspartikel zumindest teilweise zu einem Klumpen bzw. Brikett zusammengepresst werden. So kann in besonders effizienter und zuverlässiger Weise die Feinstaubemission einer Reibbremse reduziert werden.

**[0011]** Des Weiteren wird eine Reibbremse beschrieben, die die in diesem Dokument beschriebene Vorrichtung zur Reduzierung von Feinstaub umfasst.

**[0012]** Gemäß einem weiteren Aspekt wird eine Reibbremse beschrieben, wobei die Reibbremse eine Bremsscheibe und einen, die Bremsscheibe zumindest teilweise umschließenden, Bremssattel mit zumindest einem Bremsbelag umfasst. Die Bremsscheibe und der Bremsbelag sind derart ausgebildet, dass bei der Reibung zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag im Wesentlichen keine lungengängigen Bremspartikel von der Bremsscheibe und/oder dem Bremsbelag emittiert werden. Es kann somit eine Reibbremse bereitgestellt werden, bei der gleich an der Quelle die Emission von Feinstaub vermieden werden.

**[0013]** Die Bremsscheibe und der Bremsbelag können derart ausgelegt sein, dass bei der Reibung im Wesentlichen keine lungengängigen Bremspartikel und/oder im Wesentlichen nur nicht-lungengängige Bremspartikel erzeugt werden. Insbesondere können

die Bremsscheibe und der Bremsbelag zu diesem Zweck aufeinander abgestimmt sein, so dass durch die besondere Kombination von Bremsscheibe und Bremsbelag bewirkt wird, dass im Wesentlichen keine lungengängigen Bremspartikel und/oder im Wesentlichen nur nicht-lungengängige Bremspartikel erzeugt werden.

**[0014]** Alternativ oder ergänzend können die Bremsscheibe und der Bremsbelag ein Material umfassen, durch das eine Verklumpung (insbesondere bei Festkörpern) und/oder eine Agglomeration (insbesondere bei Gasen) von lungengängigen Bremspartikeln bewirkt wird. Durch die Verklumpung und/oder Agglomeration von lungengängigen Bremspartikeln können aus lungengängigen Bremspartikeln nicht-lungengängige Bremspartikel erzeugt werden.

**[0015]** Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Straßenkraftfahrzeug (insbesondere ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen oder ein Bus oder ein Motorrad) beschrieben, das die in diesem Dokument beschriebene Reibbremse und/oder Vorrichtung umfasst.

**[0016]** Es ist zu beachten, dass die in diesem Dokument beschriebenen Vorrichtungen und Systeme sowohl alleine, als auch in Kombination mit anderen in diesem Dokument beschriebenen Vorrichtungen und Systemen verwendet werden können. Des Weiteren können jegliche Aspekte der in diesem Dokument beschriebenen Vorrichtungen und Systemen in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale der Ansprüche in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden.

**[0017]** Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Dabei zeigen

**Fig. 1a** ein beispielhaftes Fahrzeug mit mehreren Reibbremsen;

**Fig. 1b** eine beispielhafte Reibbremse mit einer Filtervorrichtung;

**Fig. 2a** eine beispielhafte Filtervorrichtung in einem Betriebszustand bzw. in einem Betriebsmodus; und

**Fig. 2b** eine beispielhafte Filtervorrichtung in einem Regenerationszustand bzw. in einem Regenerationsmodus.

**[0018]** Wie eingangs dargelegt, befasst sich das vorliegende Dokument mit der effizienten Reduzierung der Menge an Feinstaub, die durch die ein oder mehreren Reibbremsen eines Fahrzeugs emittiert wird. In diesem Zusammenhang zeigt **Fig. 1a** ein Fahrzeug **100** mit einer Vorderachse **101** und einer Hinterachse **102**, wobei die Achsen **101**, **102** jeweils zwei Räder **103** mit jeweils einer Reibbremse **110**, **120** auf-

weisen. Durch eine Reibbremse **110**, **120** können ein Bremsmoment auf ein Rad **103** des Fahrzeugs **100** und somit eine Verzögerung des Fahrzeugs **100** bewirkt werden. Die Reibbremsen **110**, **120** des Fahrzeugs **100** können mechanisch (insbesondere hydraulisch) und/oder elektrisch durch Betätigung eines Bremspedals und/oder eines Bremshebels des Fahrzeugs **100** betätigt werden. In **Fig. 1a** ist beispielhaft eine Steuereinheit **105** zur Ansteuerung der Reibbremsen **110**, **120** dargestellt.

**[0019]** **Fig. 1b** zeigt einen beispielhaften Aufbau einer Reibbremse **110**, **120**. Die Reibbremse **110**, **120** umfasst eine Bremsscheibe **111** und einen Bremssattel **112**. Dabei ist der Bremssattel **112** ausgebildet, von beiden Seiten Bremsbeläge gegen die Bremsscheibe **111** zu drücken, um ein Bremsmoment auf die Bremsscheibe **111** und das damit verbundene Rad **103** zu bewirken. Wenn die Bremsbeläge gegen die Bremsscheibe **111** gedrückt werden, entsteht typischerweise ein Abrieb der Bremsbeläge und der Scheibe in Form von mehr oder weniger großen Bremspartikeln.

**[0020]** Um zu vermeiden, dass insbesondere relativ kleine, lungengängige, Bremspartikel in die Umwelt gelangen und somit zu einer Feinstaubemission eines Fahrzeugs **100** führen, kann eine Reibbremse **110** eine Filtervorrichtung **115** aufweisen, die eingerichtet ist, anfallenden Bremsstaub bzw. anfallende Bremspartikel abzuscheiden. Dabei können die Bremspartikel über einen Absaugkanal **113** von dem Bremssattel **112** und/oder der Bremsscheibe **111** weg zu der Filtervorrichtung **115** gesogen werden. Alternativ oder ergänzend kann die Filtervorrichtung **115** die Bremsscheibe **111** und/oder den Bremssattel **112** zumindest teilweise umschließen.

**[0021]** **Fig. 2a** zeigt eine beispielhafte Filtervorrichtung **115** mit einem (Feinstaub-) Filter **204**. Durch ein Unterdruck-Mittel **206** (z.B. durch eine Turbine) kann ein Luftstrom **211** bewirkt werden, der ausgebildet ist, von einer Reibbremse **110** erzeugte Bremspartikel in die Filtervorrichtung **115** zu saugen. Insbesondere kann der Luftstrom **211** durch eine verschließbare Frontwand **201** in die Filtervorrichtung **115** gesogen werden. Die verschließbare Frontwand **201** kann ausgebildet sein, einen Luftstrom **211** von außen in die Filtervorrichtung **115** (dargestellt in **Fig. 2a** durch die Pfeile) zu ermöglichen. Andererseits kann die verschließbare Frontwand **201** ausgebildet sein, einen Luftstrom **211** in entgegengesetzter Richtung (aus der Filtervorrichtung **115** heraus) zu unterbinden. Beispielsweise kann die Frontwand **201** zu diesem Zweck als Rückschlagventil ausgebildet sein.

**[0022]** Der durch das Unterdruck-Mittel **206** bewirkte Luftstrom **211** kann durch das Filter **204** gesogen werden, so dass an der Oberfläche des Filters **204** Bremspartikel **212** abgeschieden werden. Der aus

der Filtervorrichtung **115** austretende, gefilterte, Luftstrom **213** weist somit eine gegenüber dem Luftstrom **211** reduzierte Menge an Bremspartikeln **212** auf. Die herausgefilterten Bremspartikel **212** können in einer durch die Frontwand **211**, durch eine Seitenwand **202** und durch das Filter **204** gebildeten Filterkammer **203** (in diesem Dokument auch als Sammelbehälter bezeichnet) gesammelt werden.

**[0023]** Die Filtervorrichtung **115** kann ferner eine verschließbare Rückwand **205** aufweisen. Die verschließbare Rückwand **205** kann ausgebildet sein, einen Luftstrom **213** aus der Filtervorrichtung **115** heraus (dargestellt in **Fig. 2a** durch die Pfeile) zu ermöglichen. Andererseits kann die verschließbare Rückwand **205** ausgebildet sein, einen Luftstrom **213** in entgegengesetzter Richtung (in die Filtervorrichtung **115** hinein) zu unterbinden. Beispielsweise kann die Rückwand **205** zu diesem Zweck als Rückschlagventil ausgebildet sein.

**[0024]** **Fig. 2a** zeigt die Filtervorrichtung **115** in einem Betriebszustand bzw. in einem Betriebsmodus, bei dem ein Luftstrom **211** von einer Reibbremse **110** durch die Filtervorrichtung **115** gesogen wird, um Bremspartikel **212** aus dem Luftstrom **211** herauszufiltern. In dem Betriebszustand sind sowohl die Frontwand **201** als auch die Rückwand **205** geöffnet, um den Luftstrom **211** durch das Filter **204** zu ermöglichen.

**[0025]** Im Laufe des Betriebs lagern sich mehr und mehr Bremspartikel **212** an der Oberfläche des Filters **204** ab, wodurch die Wirksamkeit des Filters **204** nach und nach reduziert wird. Alternativ oder ergänzend kann der Druck in der Filtervorrichtung **115** ansteigen, was zu Problemen beim Betrieb der Filtervorrichtung **115** führen kann. Um die Wirksamkeit des Filters **204** zu erhöhen und/oder um Druckprobleme zu vermeiden, können die Bremspartikel **212** von der Oberfläche des Filters **204** und/oder aus der Filterkammer **203** entfernt werden.

**[0026]** **Fig. 2b** zeigt die Filtervorrichtung **115** in einem Regenerationszustand bzw. einem Regenerationsmodus, der es ermöglicht, Bremspartikel **212** aus der Filterkammer **203** zu entfernen. Zu diesem Zweck können die Frontwand **201** und die Rückwand **205** verschlossen werden. Des Weiteren können die ein oder mehreren Seitenwände **202** geöffnet werden, um einen Spülstrom **221** (z.B. aus einem flüssigen oder gasförmigen Spülmedium) durch die Filterkammer **203** hindurch zu leiten. Beispielsweise kann eine erste Seitenwand **202** (z.B. die in **Fig. 2b** oben dargestellte Seitenwand) als Absperrventil ausgebildet sein, das für die Regenerierung der Filtervorrichtung **115** geöffnet werden kann. Eine zweite Seitenwand **202** (z.B. die in **Fig. 2b** unten dargestellte Seitenwand) kann als Absperrventil bzw. als Klappe **207**

ausgebildet sein, das bzw. die für die Regenerierung der Filtervorrichtung **115** geöffnet werden kann.

**[0027]** Wie in **Fig. 2b** dargestellt, kann der Spülstrom **221** ausgebildet sein, die Bremspartikel **212** zu lösen und/oder mitzureißen, so dass ein mit Bremspartikeln **212** angereicherter Spülstrom **222** aus der Filterkammer **203** herausgeführt wird. Somit kann mittels einer Spülung eine Regenerierung bzw. Reinigung des Filters **204** bewirkt werden.

**[0028]** Bei der Regenerierung bzw. Reinigung des Filters **204** können Bremspartikel **212** und insbesondere relativ kleine, lungengängige, Bremspartikel **212** und somit Feinstaub in die Umgebung des Fahrzeugs **100** gelangen.

**[0029]** Die Filtervorrichtung **115** kann eingerichtet sein, lungengängigen Bremsstaub in eine nicht-lungengängige Form umzuwandeln. Der Bremsstaub kann zu diesem Zweck gebunden und/oder umgewandelt werden. Nach der Bindung bzw. Umwandlung des Feinstaubes kann der Bremsstaub ausgeschieden, d.h. aus dem Sammelbehälter **203** entfernt bzw. gespült, werden.

**[0030]** Der Bremsstaub kann, wie in den **Fig. 2a** und **Fig. 2b** dargestellt, in einem Filter- bzw. Sammelbehälter **203** gesammelt werden. Es kann eine Wandlung bzw. Bindung des gesammelten Bremsstaubs erfolgen. Die Wandlung bzw. Bindung des gesammelten Bremsstaubes kann auf verschiedene Arten erfolgen. In einer Ausgestaltung kann eine Flüssigkeit genutzt werden, welche den gesammelten Feinstaub in eine nicht-lungenfähige Form überführt. In einer anderen Ausgestaltung kann der gesammelte Bremsstaub so geformt werden, dass der Bremsstaub nicht mehr lungengängig ist. Beispielsweise kann der gesammelte Bremsstaub unter Druck so verpresst werden, dass eine Art Brikett aus Bremsstaub entsteht.

**[0031]** Der gebundene bzw. umgewandelte Bremsstaub kann dann ausgeschieden werden. Durch die Leerung des Sammelbehälters **203** kann die erforderliche Größe des Sammelbehälters **203** zur Speicherung von Bremspartikeln **212** reduziert werden. Des Weiteren kann durch die Wandlung bzw. Bindung von Bremsstaub die Menge an emittierten Feinstaub signifikant reduziert werden. Außerdem kann der Wartungsaufwand reduziert werden.

**[0032]** Wie bereits oben dargelegt, entsteht Bremsstaub durch Abrieb an der Brems scheibe **111** und einem Bremsbelag des Brems sattels **112** im Zuge einer Bremsung. Dabei besteht typischerweise ein wesentlicher Anteil des Bremsstaubs aus Feinstaub.

**[0033]** Die Brems scheibe **111** und der Bremsbelag können derart aufeinander abgestimmt und/oder der-

art gewählt werden, dass bei einer Bremsung eine reduzierte Menge an Feinstaub emittiert wird. Mit anderen Worten, die Bremsscheibe **111** und der Bremsbelag können so gewählt bzw. beschichtet werden (insbesondere können das Material eines Bremsbelags und/oder die Legierung einer Bremsscheibe **111** so gewählt werden), dass während des Reibprozesses zum Erzielen der Bremswirkung hauptsächlich grober Bremsstaub emittiert wird (und nach Möglichkeit kein Feinstaub).

**[0034]** Alternativ oder ergänzend können die Oberflächenbeschichtung und/oder das Grundmaterial von Bremsbelag und/oder Bremsscheibe **111** ein Material aufweisen, welches zur Verklumpung des abgeriebenen feinen Staubs führt. Dabei werden die Kleinstpartikel **212** durch ein in Bremsbelag und/oder Bremsscheibe **111** befindliches Mittel zu größeren Partikeln gebunden, so dass Feinstaub vermieden werden kann. Bevorzugt ist die Verklumpung der Partikel **212** so ausgeprägt, dass die entstehenden größeren Partikel zu Boden fallen und somit nicht von einem Menschen eingeatmet werden können.

**[0035]** Durch die Verwendung von abgestimmten Materialien und/oder von Bindemitteln kann die Feinstaubemission einer Reibbremse **110** direkt an der Quelle reduziert werden. So kann auf den Verbau einer Absaugvorrichtung **113** und Filtervorrichtung **115** verzichtet werden.

**[0036]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere ist zu beachten, dass die Beschreibung und die Figuren nur das Prinzip der vorgeschlagenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme veranschaulichen sollen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (115) für eine Reibbremse (110); wobei

- die Vorrichtung (115) einen Sammelbehälter (203) umfasst;
- die Vorrichtung (115) eingerichtet ist, Bremspartikel (212) aus einem von der Reibbremse (110) kommenden Luftstrom (211) zu filtern und in dem Sammelbehälter (203) zu sammeln; und
- die Vorrichtung (115) eingerichtet ist, in dem Sammelbehälter (203) gesammelte Bremspartikel (212) derart zu verarbeiten, dass eine Menge von lungengängigen Bremspartikeln (212) aus den gesammelten Bremspartikeln (212) reduziert wird.

2. Vorrichtung (115) gemäß Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (115) eingerichtet ist, die gesammelten Bremspartikel (212) mit einer Flüssigkeit und/oder mit einem Bindemittel zu vermischen, um die Menge von lungengängigen Bremspartikeln (212) zu reduzieren.

3. Vorrichtung (115) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Vorrichtung (115) eingerichtet ist, die gesammelten Bremspartikel (212) einem Druck auszusetzen, um die Menge von lungengängigen Bremspartikeln (212) zu reduzieren, insbesondere um die gesammelten Bremspartikel (212) zumindest teilweise zu einem Klumpen zusammen zu pressen.

4. Reibbremse (110), die umfasst,

- eine Brems scheibe (111); und
- einen, die Bremsscheibe (111) zumindest teilweise umschließenden, Bremssattel (112) mit zumindest einem Bremsbelag; wobei die Bremsscheibe (111) und der Bremsbelag derart ausgebildet sind, dass bei einer Reibung zwischen Bremsscheibe (111) und Bremsbelag im Wesentlichen keine lungengängigen Bremspartikel (212) und/oder im Wesentlichen nur nicht-lungengängige Bremspartikel (212) von der Bremsscheibe (111) und/oder dem Bremsbelag emittiert werden.

5. Reibbremse (110) gemäß Anspruch 4, wobei die Bremsscheibe (111) und der Bremsbelag derart ausgelegt, insbesondere aufeinander abgestimmt, sind, dass bei der Reibung im Wesentlichen keine lungengängigen Bremspartikel (212) und/oder im Wesentlichen nur nicht-lungengängige Bremspartikel (212) erzeugt werden.

6. Reibbremse (110) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 5, wobei die Bremsscheibe (111) und /oder der Bremsbelag ein Material umfassen bzw. beinhalten, durch das eine Verklumpung und/oder Agglomeration von lungengängigen Bremspartikeln (212) bewirkt wird, um aus lungengängigen Bremspartikeln (212) nicht-lungengängige Bremspartikel (212) zu erzeugen.

7. Reibbremse (110) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Reibbremse (110) die Vorrichtung (115) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 umfasst.

8. Fahrzeug, das umfasst,

- eine Reibbremse gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7; und/oder
- eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Zeichnungen

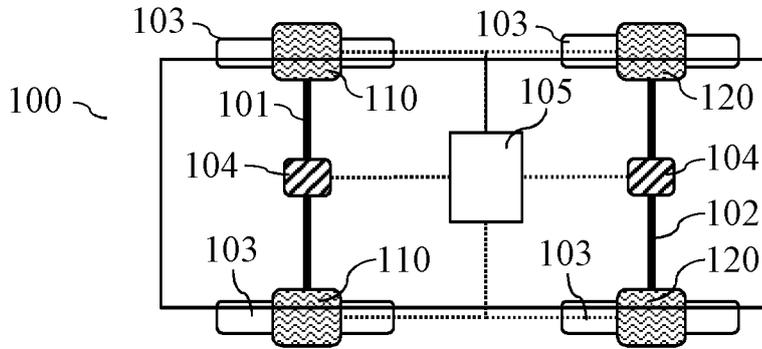


Fig. 1a

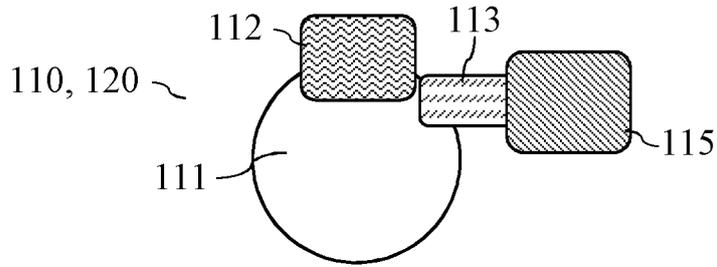


Fig. 1b

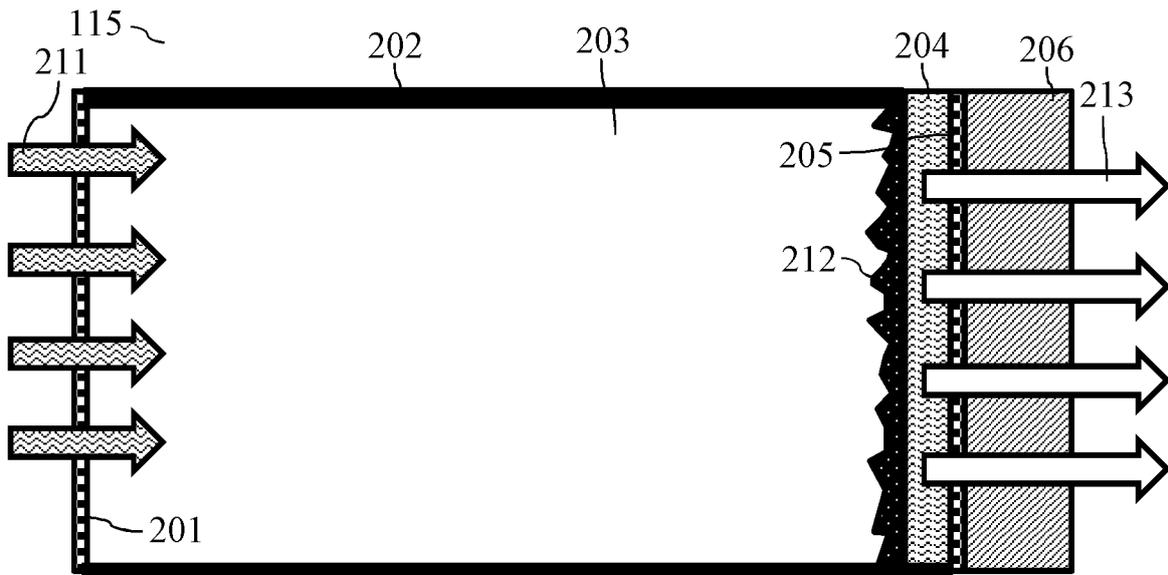


Fig. 2a

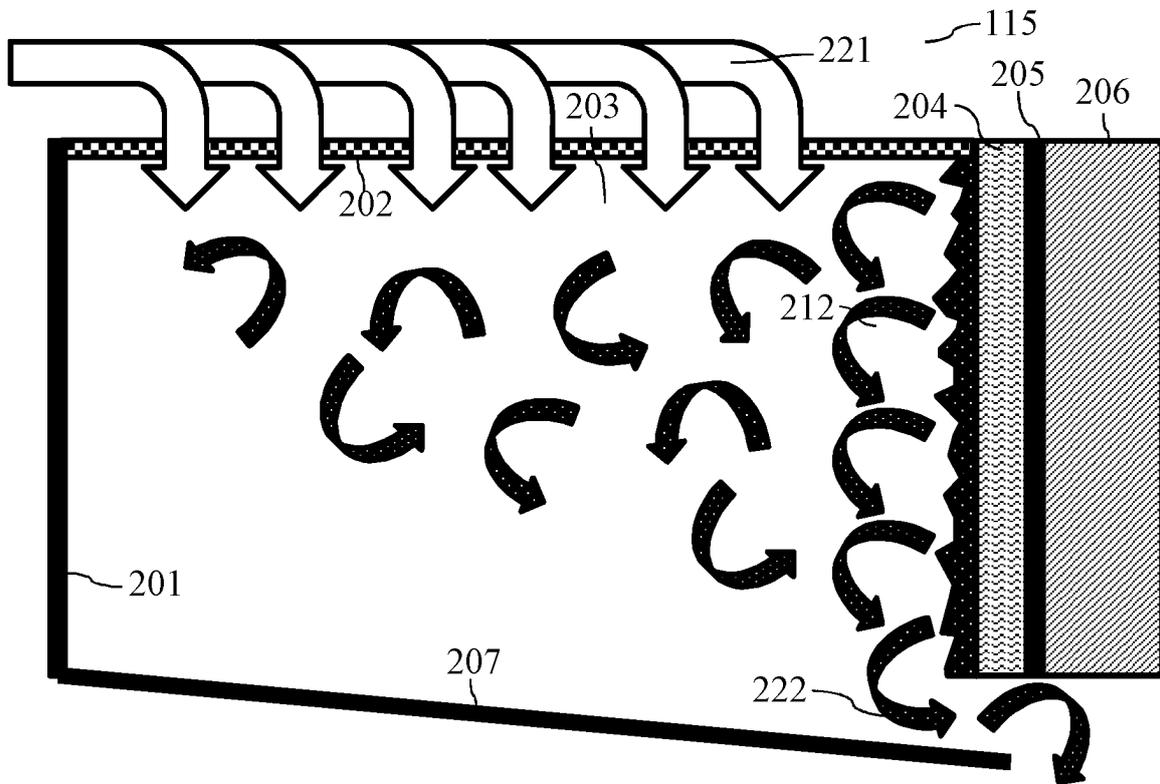


Fig. 2b