



(10) **DE 10 2013 102 797 A1** 2013.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 102 797.0**

(22) Anmeldetag: **19.03.2013**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2013**

(51) Int Cl.: **F27B 9/20** (2013.01)

H01L 21/677 (2013.01)

C04B 37/02 (2013.01)

C04B 41/88 (2013.01)

(66) Innere Priorität:

10 2012 102 786.2 30.03.2012

PCT/DE2013/100106 19.03.2013

(74) Vertreter:

Graf Glück Kritzenberger, 93049, Regensburg, DE

(71) Anmelder:

**Curamik Electronics GmbH, 92676, Eschenbach,
DE**

(72) Erfinder:

Rupp, Thomas, 92715, Püchersreuth, DE;

Lechner, Ralf, 95473, Creußen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Tunnelofen**

(57) Zusammenfassung: –Tunnelofen für eine Hitzebehandlung von Behandlungsgut, insbesondere zum Herstellen von Produkten aus wenigstens einem ersten Element aus Metall oder Keramik, beispielsweise in Form einer Metall- oder Keramikschicht oder Metall- oder Keramikplatte, und aus wenigstens einem zweiten Element aus Metall, beispielsweise in Form einer Metallschicht oder Metallplatte durch Hochtemperatur-Bonden dieser Elemente, mit einem wenigstens einen tunnelartigen Ofenraum bildenden Ofengehäuse, mit wenigstens einer Heizeinrichtung zum Beheizen des wenigstens einen Ofenraumes sowie mit wenigstens einem Transporteur mit mindestens einem Transportelement zum Transportieren des Behandlungsgutes in einer Transportrichtung durch den wenigstens einen Ofenraum.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Tunnelofen gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1 oder 13.

[0002] Bekannt ist das sogenannten „DCB-Verfahrens“ (Direct-Copper-Bond-Technology) beispielsweise zum Verbinden von Metallschichten oder -blechen (z. B. Kupferblechen oder -folien) mit einander und/oder mit Keramik oder Keramikschichten, und zwar unter Verwendung von Metallblechen oder -folien, insbesondere auch solchen aus Kupfer oder Kupferlegierungen, die an ihren Oberflächenseiten eine Schicht oder einen Überzug aus einer chemischen Verbindung aus dem Metall und einem reaktiven Gas, bevorzugt Sauerstoff aufweisen. Bei diesem beispielsweise in der US-PS 37 44 120 oder in der DE-PS 23 19 854 beschriebenen Verfahren bildet diese Schicht oder dieser Überzug zusammen mit dem angrenzenden Metall ein Eutektikum (Aufschmelzschicht) mit einer Schmelztemperatur unter der Schmelztemperatur des Metalls (z. B. Kupfers), so dass durch Auflegen der Folie auf die Keramik und durch Erhitzen sämtlicher Schichten diese miteinander verbunden werden können, und zwar durch Aufschmelzen des Metalls bzw. Kupfers im wesentlichen nur im Bereich der Aufschmelzschicht bzw. Oxidschicht.

[0003] Dieses DCB-Verfahren weist dann z. B. folgende Verfahrensschritte auf:

- Oxidieren einer Metallfolie, z. B. Kupferfolie derart, dass sich eine gleichmäßige Metall- oder Kupferoxidschicht ergibt;
- Auflegen der Metallfolie, beispielsweise Kupferfolie auf die Keramikschicht;
- Erhitzen des Verbundes auf eine Prozesstemperatur zwischen etwa 1025 bis 1083°C, z. B. auf ca. 1071°C;
- Abkühlen auf Raumtemperatur.

[0004] Substrate, die nach diesem Verfahren (nachstehend auch als „DCB-Bonden“ bezeichnet) hergestellt wurden, werden nachfolgend als „DCB-Substrate“ bezeichnet, und zwar unabhängig von dem für die Metallschichten oder -folien verwendeten Metall. Das Verfahren selbst wird nachfolgend als „DCB-Bonden“ bezeichnet, und zwar unabhängig von dem für die Metallschichten oder -folien verwendeten Metall.

[0005] Bekannt ist weiterhin das sogenannte Aktivlot-Verfahren (DE 22 13 115; EP-A-153 618) z. B. zum Verbinden von Metallisierungen bildenden Metallschichten oder Metallfolien, insbesondere auch von Kupferschichten oder Kupferfolien mit Keramikmaterial. Bei diesem Verfahren, welches speziell auch zum Herstellen von Metall-Keramik-Substraten verwendet wird, wird bei einer Temperatur zwischen ca. 800–1000°C eine Verbindung zwischen einer Metallfolie, beispielsweise Kupferfolie, und einem Ke-

ramiksubstrat, beispielsweise Aluminiumnitrid-Keramik, unter Verwendung eines Hartlots hergestellt, welches zusätzlich zu einer Hauptkomponente, wie Kupfer, Silber und/oder Gold auch ein Aktivmetall enthält. Dieses Aktivmetall, welches beispielsweise wenigstens ein Element der Gruppe Hf, Ti, Zr, Nb, Ce ist, stellt durch chemische Reaktion eine Verbindung zwischen dem Lot und der Keramik her, während die Verbindung zwischen dem Lot und dem Metall eine metallische Hartlöt-Verbindung ist.

[0006] Insbesondere für das Herstellen von Mehrschicht-Produkten bzw. für das dabei notwendige DCB-Bonden von Metall auf Metall und/oder Metall auf Keramik, aber auch für das Aktivlöten von Metall auf Keramik sowie zum Einbrennen von Dickfilm- oder Metaldickfilmpasten auf Substraten, insbesondere Keramiksubstraten werden üblicherweise Tunnelöfen verwendet. Dies umfassen u. a. einen langgestreckten tunnelartigen Ofenraum bildendes Ofengehäuse (auch Muffel genannt) sowie einen Transporteur mit einem Transportelement in Form eines flexiblen und hitzebeständigen Transportbandes zum transportieren des Behandlungsgutes durch den mit wenigstens einer Heizeinrichtung beheizten Ofenraum aufweisen. Das Transportband, welches aus einem hochtemperaturfesten metallischen Material besteht, bildet eine in sich geschlossene und umlaufend angetriebene Schlaufe und ist mit einer beispielsweise oberen Schlaufenlänge durch den Ofenraum hindurchgeführt und liegt mit dieser Schlaufenlänge gleitend auf innerhalb des Ofenraumes vorgesehenen Führungen auf. Der Antrieb des Transportbandes erfolgt derart, dass dieses mit seiner oberen Schlaufenlänge durch den Ofenraum gezogen wird. Hierbei wirken auf das Transportband allein schon zur Überwindung der Gleitreibung zwischen Transportband und Gleitführung erhebliche Zugkräfte ein. Diese führen u. a. zu einer ständigen Verlängerung oder Längung des Transportbandes, und zwar bei gleichzeitiger Verringerung der Breite dieses Bandes. Aus diesem Grund ist bei bekannten Tunnelöfen, insbesondere auch bei solchen, die für das DCB-Bonden oder Aktivlöten oder zum Einbrennen von Dickfilm- oder Metaldickfilmpasten verwendet werden, für das Transportband nur eine relativ kurze Standzeit erreichbar, d. h. es ist ein relativ häufiger Wechsel des Transportbandes erforderlich, was nicht nur durch den eigentlichen Austausch des Transportbandes, sondern auch durch die für das Abkühlen und wieder Aufheizen des Tunnelofens sowie für die Wiedereinstellung der benötigten Tunnelofenatmosphäre einen erheblichen Produktionsstillstand bedeutet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass speziell auch für das DCB-Bonden, Aktivlöten und Einbrennen von Dickfilm- oder Metaldickfilmpasten im Tunnelraum eine Schutzgasatmosphäre mit einem exakt eingestellten Sauerstoffanteil erforderlich ist, um die jeweilige Behandlung, d. h. das Bonden zu erreichen, insbesondere auch mit der angestrebten Qualität. Ein

weiterer wesentlicher Nachteil bekannter Tunnelöfen besteht darin, dass durch die Gleitreibung zwischen dem Transportband und den Führungen des Tunnelofens sich eine nicht unerhebliche Belastung des Ofeninnenraumes und damit der dortigen Atmosphäre durch Abrieb erzeugter Partikel ergibt.

[0007] Bekannt ist ein Transportsystem bzw. ein Transporteur für Tunnelöfen (DE 20 2010 014 461 U1), dessen Transportelemente von einem Rollen-Adapter-System mit einer Vielzahl von aus einem keramischen Werkstoff gefertigten Rollen besteht. Die in einer Transportrichtung des Transporteurs aufeinander folgenden und voneinander beabstandeten Rollen bilden die Transportfläche, auf der das Behandlungsgut aufliegend durch den Tunnelofen bewegt wird. Nachteilig hierbei ist u. a., dass mit dem bekannten System eine vollflächige Auflage des Behandlungsgutes nicht möglich ist, sich dieses vielmehr durch räumlich versetzt an den Rollen abstützt. Keramische Gleitbahnen dienen zur Abstützung der Rollen.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Tunnelofen aufzuzeigen, der die vorgenannten Nachteile vermeidet und insbesondere auch für das „Hochtemperatur-Bonden“ von Mehrschichtprodukten geeignet ist. Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Tunnelofen entsprechend dem Patentanspruch 1 oder 13 ausgebildet.

[0009] Der Ausdruck „im Wesentlichen“ bzw. „etwa“ bedeutet im Sinne der Erfindung Abweichungen vom jeweils exakten Wert um +/-10%, bevorzugt um +/-5% und/oder Abweichungen in Form von für die Funktion unbedeutenden Änderungen.

[0010] „Hochtemperatur-Bonden“ bedeutet im Sinne der Erfindung ein Bonden oder Verbinden bei hoher Temperatur, d. h. bei einer Temperatur über 600°C.

[0011] „Mehrschichtprodukte“ sind im Sinne der Erfindung solche Produkte, die aus wenigstens einem ersten Element aus Metall oder Keramik, beispielsweise in Form einer Metall- oder Keramikschicht oder Metall- oder Keramikplatte, und aus wenigstens einem zweiten Element aus Metall, beispielsweise in Form einer Metallschicht oder Metallplatte bestehen, wobei diese Elemente durch Hochtemperatur-Bonden mit einander verbunden sind.

[0012] „Vollflächige oder im Wesentlichen vollflächige Auflage“ bedeutet im Sinne der Erfindung, dass das jeweilige Behandlungsgut mit seiner dem Transportelement unmittelbar benachbarten Seite vollflächig oder im Wesentlichen vollflächig auf dem Transportelement aufliegt.

[0013] In Weiterbildung der Erfindung ist der Tunnelofen beispielsweise so ausgebildet,

dass das Ofengehäuse den wenigstens einen Ofenraum zumindest an sämtlichen, sich in Transportrichtung erstreckenden Umfangsseiten gasdicht zu einer Umgebung hin verschließt,

und/oder

dass der Tunnelofen für ein DCB-Bonden von Metall mit Metall, beispielsweise von Metall- oder Kupferfolien mit Metall- oder Kupferfolien, oder für ein DCB-Bonden oder Aktivlöten von Metall mit Keramik, beispielsweise von Metall- oder Kupferfolien mit Keramik oder für das Einbrennen von Dickfilm- oder Metaldickfilmpasten ausgebildet ist,

und/oder

dass die Wälzkörper sowie vorzugsweise auch Lager und/oder Lagerwälzkörper und/oder Führungen für die Wälzkörper und/oder Lagerwälzkörper aus keramischem Werkstoff bestehen,

und/oder

dass die Transportelementgleitmittel von einer Vielzahl von Wälzkörpern in Form von Walzen gebildet sind, die in Transportrichtung aufeinander folgend eine Walzen- oder Rollenbahn für den Transporteur oder für das wenigstens eine Transportelement bilden,

und/oder

dass die Rollen oder Walzen aus dem keramischen Werkstoff in dem wenigstens einen Ofenraum an ebenfalls in dem wenigstens einen Ofenraum angeordneten Lagern, vorzugsweise mit Wälz- oder Kugellagern aus dem keramischen Werkstoff frei drehbar gelagert sind,

und/oder

dass die Wälz- oder Kugellager Lagerwälzkörper aufweisen, die unmittelbar gegen von den Walzen gebildete Lager- oder Laufflächen anliegen,

und/oder

dass die Wälz- oder Kugellager Lagerwälzkörper aufweisen, die frei, d. h. ohne einen Kugel- oder Wälzkörperkäfig zwischen der jeweiligen Walze und einer Lager- oder Lauffläche eines Lagerkörpers angeordnet sind,

und/oder

dass die Transportelementgleitmittel, insbesondere die Rollenbahn aus mehreren in Transportrichtung des Transporteurs an einander anschließenden Segmenten besteht, von denen jedes mehrere Wälzkörper, vorzugsweise Walzen und zugehörigen Lager mit Lagerwälzkörpern aufweist,

und/oder

dass die an zwei gegenüber liegenden Seiten eines Segments angeordneten Lagerkörper durch wenigstens eine vorzugsweise lösbare Halteklammer mit einander verbunden sind,

und/oder

dass die Transportelementgleitmittel von Rollen oder Walzen gebildet sind, die am Transporteur oder an dessen Transportelementen frei drehbar gelagert sind, und dass die Walzen oder Rollen aus dem keramischen Werkstoff bestehen und vorzugsweise mit

ebenfalls aus dem keramischen Werkstoff gefertigten Führungen des Tunnelofens zusammenwirken, und/oder

dass die Transportelemente Gleitmittel in Kugelführungen geführte Kugeln sind, auf denen sich der Transporteur oder das wenigstens eine Transportelemente abstützt, und dass die Kugeln sowie vorzugsweise auch die Kugelführungen aus dem keramischen Werkstoff bestehen, und/oder

dass Düsenöffnungen zum Einbringen eines gasförmigen Mediums vorgesehen sind, beispielsweise in Form eines Schutzgases und/oder in Form von Sauerstoff, in den wenigstens einen Ofenraum, wobei die Düsenöffnungen zumindest zum Teil an Führungen für die Transportelementgleitmittel bildenden Verteilerrohren, beispielsweise an die Kugelführungen bildenden Verteilerrohren vorgesehen sind, und/oder

dass das Transportelement ein Transportband ist, welches eine in sich geschlossene und umlaufend antreibbare Schlaufe bildet und mit einer Schlaufenlänge durch den wenigstens einen Tunnelraum hindurchreicht, und/oder

dass der Transporteur von mehreren aneinander anschließenden Transportelementen oder Aufnahmen gebildet ist, dass die Aufnahmen als nicht miteinander verbundene Einzelemente von einem Tunnelofeneinlass an einen Tunnelofenauslass bewegt und vom Tunnelofenauslass an den Tunnelofeneinlass zurückgeführt werden, oder dass die Aufnahmen kettengliederartig miteinander zu einem umlaufenden Transportelement miteinander verbunden sind, und/oder

dass die mit dem Transporteur oder mit dessen Transportelementen oder Aufnahmen von einem Tunnelofeneinlass an einen Tunnelofenauslass in den Kugelbahnen mitgeführten Kugeln von dem Tunnelofenauslass an den Tunnelofeneinlass zurückgeführt werden, und/oder

dass die Düsen an wenigstens einem Verteilerrohr aus einem keramischen Werkstoff vorgesehen sind, und/oder

dass der keramische Werkstoff Siliziumnitrid, Siliziumkarbid, Aluminiumoxid ist, wobei die vorgenannten Merkmale jeweils einzeln oder in beliebiger Kombination verwendet sein können.

[0014] Weiterbildungen, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und aus den Figuren. Dabei sind alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination grundsätzlich Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung. Auch wird der Inhalt der Ansprüche zu einem Bestandteil der Beschreibung gemacht.

[0015] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 in vereinfachter Darstellung und im Schnitt ein durch Hochtemperatur-Bonden bzw. DCB-Bonden hergestelltes Metall-Keramik-Substrat;

[0017] Fig. 2 in schematischer Darstellung und im Längsschnitt einen Tunnelofen zum Herstellen des Metall-Keramik-Substrates;

[0018] Fig. 3 in schematischer Schnittdarstellung den Tunnelofen der Fig. 2;

[0019] Fig. 4 in vereinfachter Darstellung eine Draufsicht auf eine Rollenbahn zum Führen und Stützen des Transportelementes, zusammen mit einer Teildarstellung dieses Transportelementes;

[0020] Fig. 5 in vergrößerter Darstellung die Lagerung einer der Rollen oder Walzen der Rollenbahn der Fig. 4;

[0021] Fig. 6 eine Darstellung wie Fig. 5 bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

[0022] Fig. 7 und Fig. 8 in schematischer Darstellung ähnlich den Fig. 2 und Fig. 3 eine weitere Ausführungen des erfindungsgemäßen Behandlungs- oder Tunnelofens;

[0023] Fig. 9 in schematischer Darstellung und im Längsschnitt eine weitere Ausführungsform der Erfindung;

[0024] Fig. 10 und Fig. 11 in vereinfachten Schnittdarstellungen die Transportelementgleitmittel des Tunnelofens der Fig. 9;

[0025] Fig. 12 in vereinfachter Darstellung eine Draufsicht auf eine Rollenbahn zum Führen und Stützen des Transportelementes entsprechend einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

[0026] Fig. 13 eine Stirnansicht eines Rollenbahnsegmentes der Rollenbahn der Fig. 12;

[0027] Fig. 14 in Einzeldarstellung und in Seitenansicht einen der Lagerkörper der Rollenbahn der Fig. 12;

[0028] Fig. 15 in vergrößerter Teildarstellung die Lagerung einer Rolle oder Walze der Rollenbahn der Fig. 12.

[0029] In den Figuren ist **1** ein Produkt in Form eines Metall-Keramik-Substrates, welche in bekannter Weise aus einer Keramikschicht **2**, beispielsweise aus Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid

oder Aluminiumoxid mit Zirkonoxid sowie aus von Metallfolien **3**, beispielsweise Kupferfolien gebildeten Metallisierungen besteht, die durch Hochtemperatur-Bonden, beispielsweise durch DCB-Bonden, an den beiden einander gegenüberliegenden Oberflächenseiten der Keramikschiicht **2** vorgesehen sind,.

[0030] Zur Herstellung des Produktes **1** dient der in den **Fig. 1–Fig. 5** schematisch mit **4** bezeichnete Behandlungs- oder Tunnelofen, der u. a. ein beidseitig offenes, langgestrecktes Ofengehäuse **5** (Muffel) mit Ofenraum **5.1** sowie einen Transporteur **6** aufweist, welcher bei der in den **Fig. 2–Fig. 5** dargestellten Ausführungsform in an sich bekannter Weise von einem eine geschlossene Schlaufe bildenden und hierfür über wenigstens zwei Umlenkungen **7** und **8** geführten Transportband **9** bebildet ist, welches mit seiner in den **Fig. 2** und **Fig. 3** oberen Länge durch den in geeigneter Weise, beispielsweise elektrisch oder aber mit einem gas- oder flüssigen Heizmedium beheizten Ofenraum **5.1** hindurchgeführt ist. Die Wandung des Ofengehäuses **5** besteht aus einem hochwärmefesten Stahl oder einer Nickel-Basislegierung. Die zum Beheizen des Ofenraumes **5.1** dienenden Heizelemente **10** sind außerhalb des Ofenraumes **5.1** vorgesehen und durch ihnen zugeordnete Thermosensoren gesteuert.

[0031] Das Transportelement **9** besteht aus einer Vielzahl von Kettenelementen oder -gliedern, die sowohl in Transportrichtung **A** aufeinander folgend als auch quer zur Transportrichtung **A** nebeneinander angeordnet und gelenkig miteinander verbunden sind, sodass sich das gitterartige, flexible Transportband **9** ergibt. Das Transportband **9**, dessen Kettenglieder und Gelenke sind aus einem hochwärmefesten Stahl gefertigt.

[0032] Durch einen geeigneten Antrieb wird das Transportband **9** umlaufend so angetrieben, dass sich die jeweils obere Schlaufenlänge **9.1** in der in der **Fig. 2** mit dem Pfeil **A** angegebenen Transportrichtung durch den Ofenraum **5.1** bewegt, und zwar von dem Einlass **4.1** an den Auslass **4.2** des Tunnelofens. Der Antrieb des Transportbandes **9** erfolgt über die Umlenkung **8**, sodass die obere Schlaufenlänge **9.1** durch den Ofenraum **5.1** gezogen wird.

[0033] In den Ofenraum **5.1** münden an geeigneten Bereichen Düsen **14** zum Einbringen eines Schutzgases sowie insbesondere beim DCB-Bonden auch zum geregelten Einbringen von Sauerstoff oder eines Schutzgas-Sauerstoff-Gemisches mit geregeltem Sauerstoffanteil. Zum Herstellen der Produkte **1** wird das entsprechende Behandlungsgut **1.1**, welches bei der dargestellten Ausführungsform jeweils von der Stapelanordnung bestehend aus den beiden Metallfolien **3** und der zwischen diesen angeordneten Keramikschiicht **2** gebildet ist, am Ofeneinlauf **4.1** auf die obere eine horizontale Transportebene bilden-

de Schlaufenlänge **9.1** aufgelegt und dann mit dem Transportband **9** durch den Ofenraum **5.1** bewegt. Das fertige Produkt **1** wird am Ofenauslauf **4.2** entnommen. Eine der beiden Umlenkungen **7** und **8** ist auch für ein Spannen oder Nachspannen des Transportbandes **9** ausgebildet.

[0034] Zur Unterstützung der oberen Schlaufenlänge **9.1** nicht nur im Bereich des Ofeneinlaufs **4.1** und des Ofenauslaufs **4.2**, sondern insbesondere auch im Ofenraum **5.1** sind Transportelementgleitmittel vorgesehen, die bei der in den **Fig. 3–Fig. 5** dargestellten Ausführungsform durch eine Vielzahl von Rollen oder Walzen **11.1** realisiert sind, die eine Rollenbahn **11** formen und jeweils frei drehbar im Ofengehäuse **5** oder an einem dortigen Maschinengestell **12** beidseitig gelagert sind. Die Walzen **11.1** sind mit ihren Achsen parallel zur horizontalen Transportebene des Transportbandes **9** sowie senkrecht zur Transportrichtung **A** orientiert.

[0035] Die obere Schlaufenlänge **9.1** bildet somit eine horizontale oder im Wesentlichen horizontale Transportebene für das Behandlungsgut **1.1** bzw. für das jeweilige Produkt **1**.

[0036] Zur Lagerung der Walzen **11.1** dienen Kugellager **13**, die beispielsweise aus einem inneren Lagerring **13.1**, aus einem äußeren Lagering **13.2** sowie aus einer Vielzahl von Kugeln **13.3** bestehen, die zwischen den Lagerringen **13.1** und **13.2** bzw. zwischen den dortigen Kugellaufflächen angeordnet sind. Zumindest die Walzen **11.1** sowie auch die Kugellager **13** einschließlich ihrer Lagerringe **13.1** und **13.2** sowie Kugeln **13.3** jeweils aus einem keramischen Material oder Werkstoff gefertigt, das nicht nur eine hohe Temperaturfestigkeit sondern auch eine hohe mechanische Festigkeit bei der maximalen Behandlungs- oder Bondtemperatur aufweist.

[0037] Die obere Schlaufenlänge **9.1** liegt mit ihrer Unterseite auf den Walzen **11.1** bzw. auf den von diesen Walzen gebildeten Rollengang auf. Hierdurch wird die für das Bewegen des Transportbandes **9** erforderliche und von der Umlenkung **8** auf das Transportband **9** ausgeübte Zugkraft wesentlich reduziert. Insbesondere werden auch die Nachteile einer reinen Gleitführung des Transportbandes **9** innerhalb des Tunnelofens **4** vermieden, zumindest aber wesentlich reduziert. Dies bedeutet u. a. auch, dass ein die Qualität der hergestellten Produkte **1** möglicherweise beeinträchtigender und aus einer Gleitführung resultierender Abrieb zwischen dem Transportband **9** und einer Transportbandführung vermieden ist, und vor allem aber ein Austausch des Transportbandes **9** wegen übermäßiger Längung dieses Transportbandes nicht mehr oder aber nur noch in wesentlich größeren Zeitintervallen erforderlich ist, d. h. mit der Erfindung ergibt sich eine wesentliche Erhöhung der Lebensdauer oder Standzeit des Transportbandes **9**.

[0038] Die Fig. 6 zeigt in einer Darstellung ähnlich der Fig. 5 ein Kugellager **13a** für die Walzen **11.1**. Das Kugellager **13a** unterscheidet sich von dem Kugellager **13** dadurch, dass der innere Ring **13.1** entfallen ist und die Kugeln **13.3** gegen die jeweilige Walze **11.1** unmittelbar anliegen.

[0039] Die Fig. 7 und Fig. 8 zeigen als weitere Ausführungsform einen Tunnelofen **4a**, der sich vom Tunnelofen **4** im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass der Transporteur **6b** von einer Vielzahl von beispielsweise plattenförmigen oder im Wesentlichen plattenförmigen Aufnahmen **15** gebildet ist. Die Aufnahmen **15** sind jeweils mit mehreren Rollen **16** versehen, mit denen sich die Aufnahmen **15** auf Führungen **17** des Tunnelofens **4a** abstützen. Zumindest zwischen dem Einlass **4a.1** und dem Auslass **4a.2** des Tunnelofens **4** schließen die einzelnen Aufnahmen **15** dicht aneinander an, sodass sie durch einen in der Fig. 7 durch den Pfeil **18** schematisch dargestellten Schubantrieb durch Schieben durch den Tunnelraum **5.1** in der Transportrichtung A bewegt werden, wobei sich die Rollen **16** jeweils auf den Führungen **17** abwälzen.

[0040] Das Behandlungsgut wird am Einlass **4a.1** auf die Aufnahmen **15** aufgelegt und das fertige Produkt **1** wird am Auslass **4a.2** von den Aufnahmen **15** abgenommen. Über eine in der Fig. 7 schematisch mit **19** bezeichnete Transportstrecke werden die Aufnahmen **15** in der Transportrichtung A' vom Auslass **4a.2** an den Einlass **4a** zurückbewegt. Hierbei kann es zweckmäßig sein, dass die Transportstrecke **19** innerhalb eines gegenüber der Umgebung thermisch isolierten und/oder beheizten Innenraumes verläuft, wie dies in der Fig. 7 mit der unterbrochenen Linie **20** angedeutet ist, um ein zu starkes Abkühlen der Aufnahmen **15** während ihres Rücktransportes an den Einlass **4a.1** zu vermeiden.

[0041] Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, die Transportstrecke **19** durch einen weiteren dem Ofenraum **5.1** entsprechenden Ofenraum des Tunnelofens **4a** oder eines gesonderten Tunnelofens zu führen, sodass auch die Transportstrecke **19** zur Herstellung der Produkte **1** aus dem Behandlungsgut **1.1** genutzt wird.

[0042] Die Rollen **16** sind beispielsweise jeweils von einem Kugellager gebildet. Zumindest die Rollen **16** und die Aufnahmen **15** bestehen aus dem hitzebeständigen und auch mechanisch hochfesten keramischen Werkstoff.

[0043] Vorstehend wurde davon ausgegangen, dass die Aufnahmen **15** getrennte Elemente sind. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, die Aufnahmen **15** über Gelenke gliederkettenartig zu einem eine geschlossene Schlaufe bildenden und umlaufend antreibbaren Transportelement zu verbinden.

[0044] Die Fig. 9 und Fig. 10 zeigen als weitere Ausführungsform einen Tunnelofen **4b**, bei dem die Transportelementgleitmittel von einer Vielzahl von Kugeln **21** in zwei parallelen und sich jeweils in Transportrichtung A erstreckenden Kugelführungen **22** gebildet sind. Der Transporteur **6b** des Tunnelofens **4b** ist auch bei dieser Ausführungsform wiederum von einer Vielzahl von Aufnahmen **23** gebildet, die beispielsweise plattenförmig oder im Wesentlichen plattenförmig ausgebildet sind. Zumindest zwischen dem Einlass **4b.1** und dem Auslass **4b.2** schließen die Aufnahmen **23** dicht aneinander an, sodass sie beispielsweise durch Schieben mit einem in der Fig. 9 schematisch mit dem Pfeil **24** angedeuteten Schubantrieb durch den Ofenraum **5.1** bewegt werden. Hierbei stützen sich die Aufnahmen **23** jeweils im Bereich ihrer beiden in Transportrichtung A orientierten Seiten auf den Kugeln **21** ab, die in den zugehörigen Kugelführungen **22** dicht aufeinander folgend vorgesehen sind, und die beim Bewegen der Aufnahmen **23** ebenfalls in dieser Transportrichtung von dem Einlass **4b.1** an den Auslass **4b.2** bewegt werden.

[0045] Zum Behandeln des Behandlungsgutes **1.1** wird jede Aufnahme **23** am Einlass **4b.1** auf die dortigen bereits mit einer Vielzahl von Kugeln **21** versehenen Abschnitte der Kugelführungen **22** aufgesetzt und dann das Behandlungsgut **1.1** auf die betreffende Aufnahme **23** aufgelegt. Das jeweils hergestellte Produkt **1** wird am Auslass **4b.2** von der Aufnahme **23** abgenommen. Danach wird die leere Aufnahme **23** von den Kugelführungen **22** abgenommen und über eine Transportstrecke **25** zusammen mit solchen Kugeln **21**, die ebenfalls an den Auslass **4b.2** gelangt sind, an den Einlass **4b.1** zurückbewegt. Auf der Transportstrecke **25** liegen die Aufnahmen **23** beispielsweise ebenfalls auf mit den Kugeln **21** versehenen Kugelführungen auf. Analog zur Transportstrecke **19** verläuft auch die Transportstrecke **25** bevorzugt in einem gegenüber der Umgebung thermisch isolierten und/oder beheizten Raum **20** oder aber durch einen weiteren zum Herstellen der Produkte **1** genutzten Ofenraum des Tunnelofens **4b** oder eines weiteren Tunnelofens. Die Kugeln **21** und die Kugelführungen **22**

[0046] Entsprechend der Fig. 10 sind die beiden Kugelführungen **22** beispielsweise jeweils von zwei Rohren **26** gebildet, die parallel und geringfügig voneinander beabstandet mit ihrer Längserstreckung in Transportrichtung A bzw. A' orientiert und in geeigneter Weise an einem Rahmen **27** des Tunnelofens **4b** befestigt sind. Die Rohre **27** dienen bevorzugt zugleich zum Zuführen des Schutzgases und/oder des Sauerstoffs und/oder des Schutzgas-Sauerstoff-Gemisches in den Ofenraum **5.1** und sind hierfür mit mehreren Düsenöffnungen **26.1** ausgebildet. Düsenöffnungen **26.1** befinden sich dabei bevorzugt auch an den einander zugewandten Umfangsbereichen der Rohre **26** mit dem zusätzlichen Vorteil, dass der zwischen den Rohren **26** gebildete Raum **28** durch

das aus den dortigen Düsenöffnungen **26.1** austretende Gas durch Ausblasen gereinigt wird.

[0047] Zumindest die Kugeln **21** und die Kugelführungen **22** bzw. die diese bildenden Elemente, z. B. Rohre **26** bestehen aus dem hitzebeständigen und auch mechanisch hochfesten keramischen Werkstoff.

[0048] Die **Fig. 11** zeigt eine Ausführungsform, bei der die Transportelementgleitmittel, d. h. die Gleitmittel für die Aufnahmen **23** nicht von mechanischen Gleitmitteln, sondern von einem Druckgas gebildet sind. Hierfür sind entlang der Bewegungsbahn der Aufnahmen **23** und unterhalb der Aufnahmen **23** zwei Rohre **29** vorgesehen, die an ihrer den Aufnahmen **23** zugewandten Seite eine Vielzahl von Düsenöffnungen **29.1** bilden. Während des Betriebes des betreffenden Tunnelofens werden die Rohre **29** mit einem unter Druck stehenden Schutzgas oder Schutzgas-Sauerstoff-Gemisch beaufschlagt, sodass dieses Gas dann unter Druck aus den Düsenöffnungen **29.1** austritt und sich dadurch die Aufnahmen **23** im Bereich ihrer in Transportrichtung A orientierten Seiten auf einem von dem austretenden Druckgas gebildeten Druckgaspolster **30** abstützen. Die Rohre **29** bestehen wiederum bestehen aus dem hitzebeständigen und auch mechanisch hochfesten keramischen Werkstoff.

[0049] Die **Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen das Transportsystem oder eine Transportstrecke **6c** eines Tunnelofens, welche wiederum das Transportelement bzw. Transportband **9** und die die Transportelementgleitmittel für die obere Länge **9.1** des Transportbandes bildenden Rollenbahn **11c** mit einer Vielzahl von in Transportrichtung A aufeinander folgenden Rollen oder Walzen **11c.1** aufweist. Diese sind mit ihren Walzenachsen horizontal oder im Wesentlichen horizontal sowie senkrecht zur Transportrichtung A orientiert und beidendig in Lagergehäusen **31** drehbar gelagert, die bei der dargestellten Ausführungsform jeweils leistenartig, mit ihrer Längserstreckung in Transportrichtung A orientiert ausgebildet sind. Das Transportband **9** besteht wiederum aus einer Vielzahl von Kettenelementen oder -gliedern, die sowohl in Transportrichtung A aufeinander folgend, als auch quer zur Transportrichtung A nebeneinander angeordnet und gelenkig miteinander verbunden sind, sodass sich ein gitterartiges, flexibles Transportband ergibt. Das Transportband **9** bzw. dessen Kettenglieder und Gelenke sind aus einem hochtemperatur- oder wärmefesten Material, bevorzugt aus einem entsprechenden Stahl hergestellt.

[0050] Die Walzen **11c.1** sind beidendig mit Lagern **32** um ihre Walzenachse frei drehbar in den Lagergehäusen **31** gelagert, und zwar kugellager- oder wälzlagerartig. Hierfür weist jedes Lager **32** mehrere Lagerwälzkörper **33** auf, die bei der dargestellten Aus-

führungsform Kugeln sind und jeweils unmittelbar gegen eine Wälz- oder Lagerfläche **34** der betreffenden Walze **11c.1** anliegen bzw. an dieser Lagerfläche **34** abrollen, die bei der dargestellten Ausführungsform jeweils von der Umfangsfläche eines im Querschnitt reduzierten Endes **11c.1.1** der betreffenden Walze **11c.1** gebildet ist. Weiterhin liegen die Lagerwälzkörper **33** gegen eine äußere Lagerfläche **35** des Lagerkörpers **31** an, die bei der dargestellten Ausführungsform jeweils von der Innenfläche einer im Lagerkörper **31** vorgesehenen Ausnehmung **36** gebildet ist. Die Lagerwälzkörper **33** wälzen sich somit unmittelbar auf der jeweiligen Walze **11c.1** bzw. dem Walzenabschnitt **11c.1.1** und der Innenfläche der betreffenden Lagerausnehmung **36** ab. Die Lager **32** weisen somit weder die bei Wälzlagern üblichen äußeren und inneren Laufringe, noch einen Käfig für die Lagerwälzkörper **33** auf.

[0051] Da die Lagerfläche **34** jeweils von der Umfangsfläche des im Querschnitt reduzierten Endes **11c.1.1** der betreffenden Walze **11c.1** und teilweise auch an dem Übergang vom größeren Walzendurchmesser zu dem reduzierte Walzenende **11c.1.1** gebildet ist, wird auch eine axiale Abstützung für die Lagerwälzkörper **33** an den Walzen **11c.1** erreicht, so dass bei der ebenfalls axialen Abstützung der Lagerwälzkörper an den Lagerkörpern **31** bzw. in den Lageröffnungen **36** die Lager **32** nicht nur als Radiallager, sondern auch als Axiallager wirken. Zumindest die Walzen **11c.1** und die Lagerwälzkörper **33** bestehen aus einem hitzebeständigen und auch mechanisch hochfesten keramischer Werkstoff. Die Lagerkörper **31** sind beispielsweise aus einem hochtemperaturfestem Material, beispielsweise Stahl oder aber ebenfalls aus dem hitzebeständigen und auch mechanisch hochfesten keramischen Werkstoff gefertigt.

[0052] Eine weitere Besonderheit der Rollenbahn **11c** besteht darin, dass sie sich aus mehreren in Transportrichtung aufeinander folgenden Rollenbahnsegmenten **37** zusammen setzt, die jeweils zwei Lagerkörper **31** an den beiden Längsseiten des jeweiligen Segmentes **37** sowie mehreren in diesen Lagerkörpern **31** in der vorstehend beschriebenen Weise gelagerten Walzen **11c** bestehen. Bei der Montage des Transportsystems oder der Transportstrecke **6c** werden diese Segmente vor dem Montieren des Transportbandes **9** von wenigstens einem Ende des Tunnelofen her nacheinander in diesen eingeschoben, und zwar im vormontiertem Zustand. Um dabei die Lagerkörper **31**, die Walzen **11c.1** und die Elemente der Lager **32** zusammen zu halten, d. h. den vormontierten Zustand des betreffenden Segmentes **37** zu sichern, weist jedes Segment **37** wenigstens ein z. B. aus einem hitzebeständigen Metall, Halteelement **38** auf, das als Montagehilfe dient und sich an der Unterseite des betreffenden Segmentes **37** zwischen den beiden Lagerkörpern **31**

erstreckt und diese jeweils mit einem abgewinkelten Abschnitt **38.1** hintergreift. Die Halteelemente **38** verbleiben beispielsweise im Tunnelofen, bevorzugt werden sie aber beim Einschoben des jeweiligen Segmentes **37** entfernt. Die Montage der Segmente **37** am Tunnelofen erfolgt dann so, dass jedes Segment **37** zunächst zumindest soweit in den Tunnelofen **4c** eingeschoben wird, dass die Lagerkörper **31** mit ihren den Walzen **11c.1** abgewandten Außenseiten gegen Abstützelemente **39** zur Anlage kommen, die im Tunnelofen für eine ordnungsgemäße Positionierung der Segmente **37** erforderlich sind. Im Anschluss daran kann das Halteelement **38** bereits von dem Segment **37** gelöst und dieses dann vollständig in den Tunnelofen eingeschoben, in dem der Zusammenhalt der Segmente **37** durch die Abstützelemente **39** gewährleistet ist. Bei entsprechender Ausbildung der Halteelemente **38** können diese auch nach jeweils vollständiger Montage eines Segments **37** von diesem abgenommen werden. Die Halteelemente **38** sind beispielsweise Haltebleche oder Halteklammern, z. B. aus Federstahl.

[0053] Vorstehend wurde davon ausgegangen, dass die von den Segmenten **37** gebildete Rollenbahn **11c** als Transportelementgleitmittel für das Transportband **9** dient, grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, anstelle des Transportbandes **9** plattenförmige Aufnahmen oder Transportelemente vorzusehen, wie dies in der Fig. 15 bei **40** dargestellt ist, die dann beispielsweise in Transportrichtung A unmittelbar aneinander anschließend auf der Rollenbahn **11c** durch den Tunnelofen **4c** geschoben werden und auf denen das jeweilige Behandlungsgut **1.1** für ein DCB-Bonden oder Aktivlötten angeordnet ist.

[0054] Behandlungsgut **1.1** besteht beispielsweise wiederum aus der Keramikschiicht **2** und den Metallfolien **3** an den beiden Oberflächenseiten der Keramikschiicht **2**. Um ein unerwünschtes Verbinden der unteren Metallfolie **3** mit dem aus einem mechanisch hoch festen keramischen Werkstoff bestehenden Transportelementen oder Aufnahmen **40** zu vermeiden, sind diese zumindest an ihrer Oberseite mit einer Trennschiicht **41** versehen, die beispielsweise mit einer hohen Porosität aus keramischen Material hergestellt ist, z. B. aus Mullit und/oder Al₂O₃ und/oder TiO₃ und/oder ZrO₂ und/oder MgO und/oder CaO und/oder CaCO₂.

[0055] Als hitzebeständiger und auch mechanisch hochfester keramischer Werkstoff, d. h. als keramischer Werkstoff, welcher nicht nur bei der maximalen Behandlungstemperatur stabil ist, sondern bei dieser Temperatur auch die erforderliche mechanische Festigkeit aufweist, eignet sich bei sämtlichen vorbeschriebenen Ausführungsformen vorzugsweise eine Keramik mit niedrigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten, beispielsweise wenigstens eine Keramik aus der Gruppe SiC, Si₃N₄, Al₂O₃, AlN, BN, B₄C,

B-SiC, Si-SiC, N-SiC und/oder Mullit. Dieser keramische Werkstoff ist insbesondere für die Walzen **11.1** und deren Lager **13** bzw. **13a**, die Aufnahmen **15** und deren Rollen **16**, die Führungen **17**, die Kugeln **21**, Kugelführungen **22** und die Rohre **29** geeignet.

[0056] Allen Ausführungen ist aber gemeinsam, dass das Transportelement eine ebene oder im Wesentlichen ebene und/oder vollflächige oder im Wesentlichen vollflächige Auflage für das Behandlungsgut **1.1** bildet und sich die Transportelementgleitmittel im Bereich des Ofenraumes **5.1** ausschließlich im Inneren dieses Ofenraum **5.1** befinden und keine Elemente der Transportelementgleitmittel aus dem Ofenraum **5.1** herausgeführt sind, sodass sich mit Ausnahme des Einlasses **4.1**, **4a.1** oder **4b.1** und des Auslasses **4.2**, **4a.2** bzw. **4b.2** ein nach Außen hin geschlossener Ofenraum **5.1** ergibt und Öffnungen in der Wandung bzw. in dem Ofengehäuse **5** vermieden sind, durch welche Umgebungsluft in den Ofenraum **5.1** eintreten und/oder Schutzgas oder Schutzgas-Sauerstoff-Gemisch aus dem Ofenraum **5.1** austreten könnte.

[0057] Die Erfindung wurde voranstehend an verschiedenen Ausführungsformen beschrieben. Es versteht sich, dass weitere Änderungen und Abwandlungen möglich sind, ohne dass dadurch der der Erfindung zugrunde liegende Erfindungsgedanke verlassen wird.

Bezugszeichenliste

1	Produkt
1.1	Behandlungsgut
2	Keramik
3	Metallfolie
4, 4a, 4b, 4c	Tunnelofen
4.1, 4a.1, 4b.1	Einlass
4.2, 4a.2, 4b.2	Auslass
5	Ofengehäusen oder Muffel
5.1	Ofenraum
6, 6a, 6b, 6c, 6d	Transportstrecke
7, 8	Umlenkung
9, 9a, 9b	Transportelement
9.1	obere Schlaufenlänge des Transportelementes 9
10	Heizeinrichtung
11, 11c	Rollenbahn
11.1, 11c.1	Walze
11c.1.1	Walzenende
12	Maschinengestell
13, 13a	Kugellager
13.1, 13.2	Lagerring
13.3	Kugel
14	Düse
15	Aufnahme
16	Rolle

17	Führung
18	Antrieb
19	Transportstrecke
20	geschützter Raum
21	Kugel
22	Kugelführung
23	Aufnahme
24	Antrieb
25	Transportstrecke
26	Rohr
26.1	Düsenöffnung
27	Maschinenrahmen
28	Zwischenraum
29	Rohr
29.1	Düsenöffnung
30	Druckgaspolster
31	Lagerkörper
32	Lager
33	Lagerwälzkörper
34, 35	Lagerfläche
36	Ausnehmung oder Lageröffnung
37	Segment
38	Halteelement oder Montagehilfe
38.1	Abschnitt der Halteklammer
39	ofenseitiges Abstützelement
40	Transportelement oder Aufnahme
41	Trennschicht
A, A'	Transportrichtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 3744120 [0002]
- DE 2319854 [0002]
- DE 2213115 [0005]
- EP 153618 A [0005]
- DE 202010014461 U1 [0007]

Patentansprüche

1. Tunnelofen für eine Hitzebehandlung von Behandlungsgut (1.1), insbesondere zum Herstellen von Mehrschichtprodukten (1) und/oder zum Einbrennen von Dickfilm- oder Metaldickfilmpasten, mit einem wenigstens einen tunnelartigen Ofenraum (5.1) bildenden Ofengehäuse (5), mit wenigstens einer Heizeinrichtung (10) zum Beheizen des wenigstens einen Ofenraumes (5.1) sowie mit wenigstens einem Transporteur (6, 6a, 6b) mit mindestens einem Transportelement (9, 15, 23, 40), mit dem das Behandlungsgutes (1.1) in einer Transportrichtung (A) durch den wenigstens einen Ofenraum (5.1) transportiert wird, mit zwischen dem wenigstens einen Transporteur (6, 6a, 6b, 6c, 6d) und dem Tunnelofen (4, 4a, 4b, 4c) wirkenden Transportelementgleitmitteln (11.1, 16, 21, 30) zur Abstützung des Transporteurs (6, 6a, 6b, 6c, 6d), und mit drehbar und/oder abwälzbaren Lager- oder Stützelementen oder Wälzkörpern (11.1, 11c.1, 16, 21), **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Transportelement (9, 15, 23, 40) zumindest eine ebene oder im Wesentlichen ebene und/oder vollflächige oder im Wesentlichen vollflächige Auflage für das jeweilige Behandlungsgut (1.1) bildet, und dass die drehbar und/oder abwälzbaren Lager- oder Stützelementen oder Wälzkörper (11.1, 11c.1, 16, 21) die Transportelementgleitmitteln bilden.

2. Tunnelofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ofengehäuse (5) den wenigstens einen Ofenraum (5.1) zumindest an sämtlichen, sich in Transportrichtung (A) erstreckenden Umfangsseiten gasdicht zu einer Umgebung hin verschließt.

3. Tunnelofen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Tunnelofen (4, 4a, 4b, 4c) für ein DCB-Bonden von Metall mit Metall, beispielsweise von Metall- oder Kupferfolien mit Metall- oder Kupferfolien, oder für ein DCB-Bonden oder Aktivlöten von Metall mit Keramik, beispielsweise von Metall- oder Kupferfolien mit Keramik oder für das Einbrennen von Dickfilm- oder Metaldickfilmpasten ausgebildet ist.

4. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper (11.1, 11c.1, 16, 21) sowie vorzugsweise auch Lager (13, 13a, 32) und/oder Führungen (17, 22) für die Wälzkörper (11.1, 11c.1, 16, 21) aus keramischem Werkstoff bestehen.

5. Tunnelofen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportelementgleitmittel von einer Vielzahl von Wälzkörpern in Form von Walzen (11.1, 11c.1) gebildet sind, die in Transportrichtung (A) aufeinander folgend eine Walzen- oder Rollenbahn (11, 11c) für den Transporteur (6, 6a, 6b, 6c, 6d) oder für das wenigstens eine Transportelement (9,

15, 23, 40) bilden, und dass die Rollen oder Walzen (11.1, 11c.1) aus dem keramischen Werkstoff in dem wenigstens einen Ofenraum (5.1) an ebenfalls in dem wenigstens einen Ofenraum (5.1) angeordneten Lagern (13, 13a, 32), vorzugsweise mit Wälz- oder Kugellagern aus dem keramischen Werkstoff frei drehbar gelagert sind.

6. Tunnelofen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälz- oder Kugellager (32) Lagerwälzkörper (33) aufweisen, die unmittelbar gegen von den Walzen (11c.1) gebildete Lager- oder Laufflächen (34) anliegen, wobei Lager- oder Laufflächen (34) vorzugsweise jeweils an einem im Querschnitt reduzierte Walzenende (11c.1.1) und/oder an einem Übergang zu dem reduzierte Walzenende (11c.1.1) gebildet sind.

7. Tunnelofen nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälz- oder Kugellager (32) Lagerwälzkörper (33) aufweisen, die frei, d. h. ohne einen Kugel- oder Wälzkörperkäfig zwischen der jeweiligen Walze (11c.1) und einer Lager- oder Lauffläche (35) eines Lagerkörpers (31) angeordnet sind.

8. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportelementgleitmittel, insbesondere die Rollenbahn (11c) aus mehreren in Transportrichtung (A) des Transporteurs (6c, 6d) an einander anschließenden Segmenten (37) besteht, von denen jedes mehrere Wälzkörper, vorzugsweise Walzen (11c.1) und zugehörigen Lager (32) mit Lagerwälzkörpern (33) aufweist.

9. Tunnelofen nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die an zwei gegenüber liegenden Seiten eines Segments (37) angeordneten Lagerkörper (31) durch wenigstens eine Montagehilfe oder durch wenigstens ein vorzugsweise lösbares Halteelement (38) mit einander verbunden sind.

10. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportelementgleitmittel von Rollen oder Walzen (16) gebildet sind, die am Transporteur (6a) oder an dessen Transportelementen (15) frei drehbar gelagert sind, und dass die Walzen oder Rollen (16) aus dem keramischen Werkstoff bestehen und vorzugsweise mit ebenfalls aus dem keramischen Werkstoff gefertigten Führungen (17) des Tunnelofens (4a) zusammenwirken.

11. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportelemente Gleitmittel in Kugelführungen (22) geführte Kugeln (21) sind, auf denen sich der Transporteur (6b) oder das wenigstens eine Transportelement (23) abstützt, und dass die Kugeln sowie vor-

zugsweise auch die Kugelführungen (22) aus dem keramischen Werkstoff bestehen.

12. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Düsenöffnungen (14, 26.1, 29.1) zum Einbringen eines gasförmigen Mediums, beispielsweise in Form eines Schutzgases und/oder in Form von Sauerstoff, in den wenigstens einen Ofenraum (5.1), wobei die Düsenöffnungen (26.1) zumindest zum Teil an Führungen für die Transportelementgleitmittel bildenden Verteilerrohren (26, 29), beispielsweise an die Kugelführungen (22) bildenden Verteilerrohren vorgesehen sind.

13. Tunnelofen für eine Hitzebehandlung von Behandlungsgut (1.1), insbesondere zum Herstellen von Mehrschichtprodukten (1), mit einem wenigstens einen tunnelartigen Ofenraum (5.1) bildenden Ofengehäuse (5), mit wenigstens einer Heizeinrichtung (10) zum Beheizen des wenigstens einen Ofenraumes (5.1) sowie mit wenigstens einem Transporteur (6, 6a, 6b) mit mindestens einem Transportelement (9, 15, 23), mit dem das Behandlungsgutes (1.1) in einer Transportrichtung (A) durch den wenigstens einen Ofenraum (5.1) transportiert wird, mit zwischen dem wenigstens einen Transporteur (6, 6a, 6b) und dem Tunnelofen (4, 4a, 4b) wirkenden Transportelementgleitmitteln (11.1, 16, 21, 30) zur Abstützung des Transporteurs (6, 6a, 6b), dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Transportelement (9, 15, 23) zumindest eine ebene oder im Wesentlichen ebene und/oder vollflächige oder im Wesentlichen vollflächige Auflage für das jeweilige Behandlungsgut (1.1) bildet, und dass die Transportelementgleitmittel von wenigstens einem Druckgaspolster oder -volumen (30) gebildet sind, welches durch ein aus einer Vielzahl von Düsen (29.1) austretenden Druckgas erzeugt ist.

14. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Transportelement ein Transportband (9) ist, welches eine in sich geschlossene und umlaufend antreibbare Schlaufe bildet und mit einer Schlaufenlänge (9.1) durch den wenigstens einen Tunnelraum (5.1) hindurchreicht.

15. Tunnelofen nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Transporteur (6a, 6b) von mehreren aneinander anschließenden Transportelementen oder Aufnahmen (15, 23) gebildet ist, dass die Aufnahmen (15, 23) als nicht miteinander verbundene Einzelelemente von einem Tunnelofeneinlass (4a.1, 4b.1) an einen Tunnelofenauslass (4a.2, 4b.2) bewegt und vom Tunnelofenauslass (4a.2, 4b.2) an den Tunnelofeneinlass (4a.1, 4b.1) zurückgeführt werden, oder dass die Aufnahmen (15, 23) kettengliederartig miteinander zu einem umlaufenden Transportelement miteinander verbunden sind.

16. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Transporteur (6b) oder mit dessen Transportelementen oder Aufnahmen (23) von einem Tunnelofeneinlass (4b.1) an einen Tunnelofenauslass (4b.2) in den Kugelbahnen (22) mitgeführten Kugeln (21) von dem Tunnelofenauslass (4b.2) an den Tunnelofeneinlass (4a.1) zurückgeführt werden.

17. Tunnelofen nach einem der Ansprüche 13–16, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen an wenigstens einem Verteilerrohr (29) aus einem keramischen Werkstoff vorgesehen sind.

18. Tunnelofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der keramische Werkstoff Siliziumnitrid, Siliziumkarbid, Aluminiumoxid ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

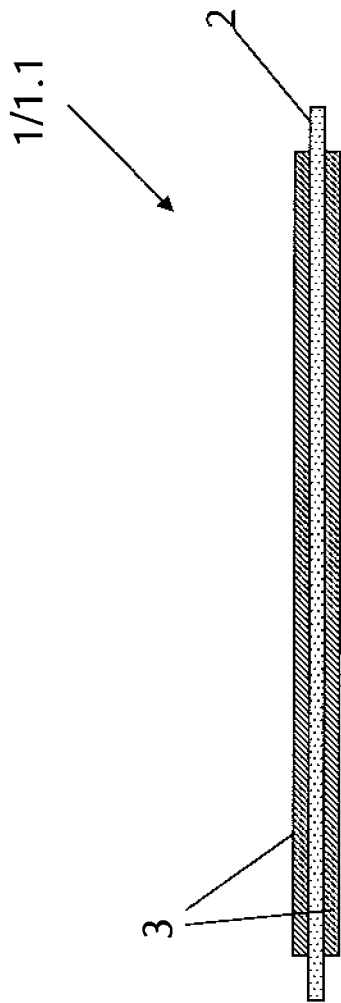
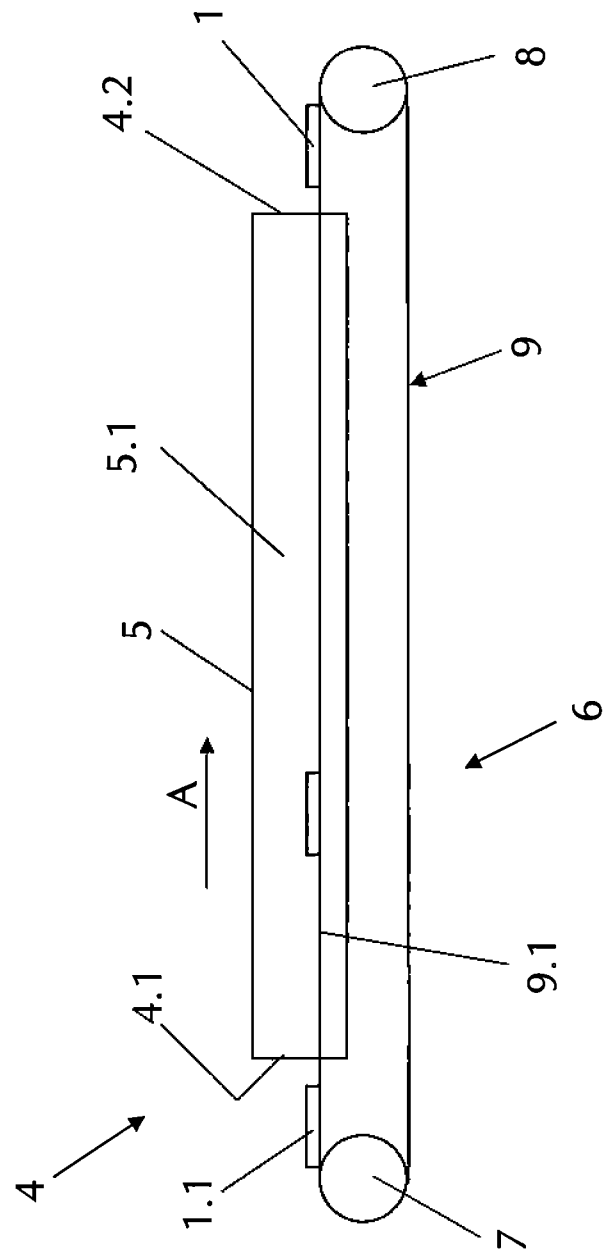


Fig. 2



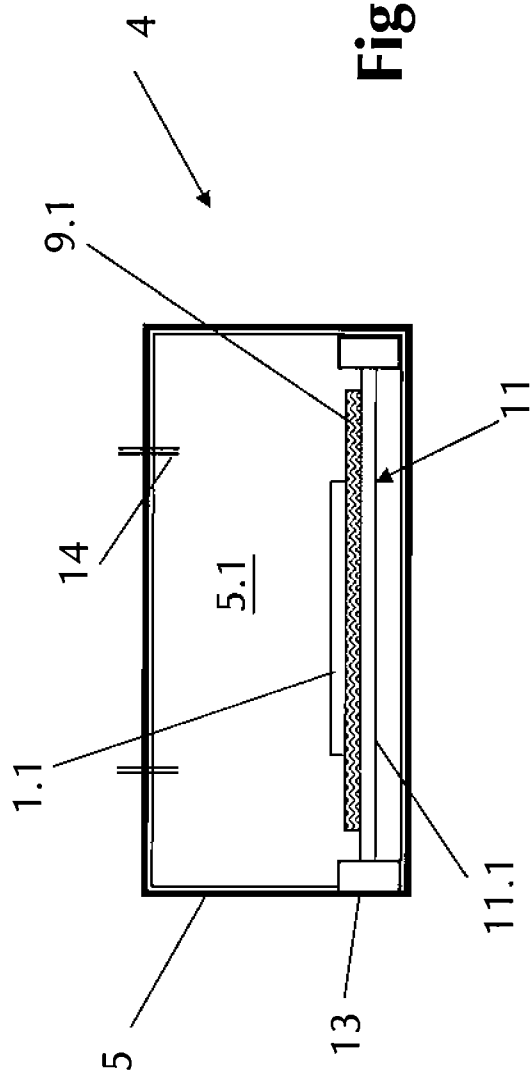


Fig. 3

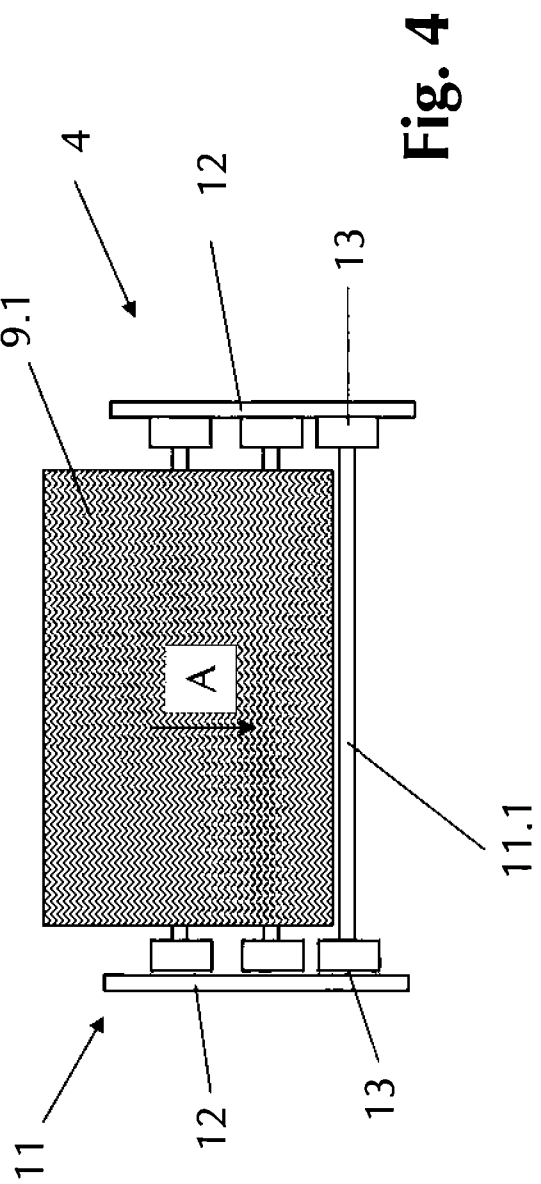


Fig. 4

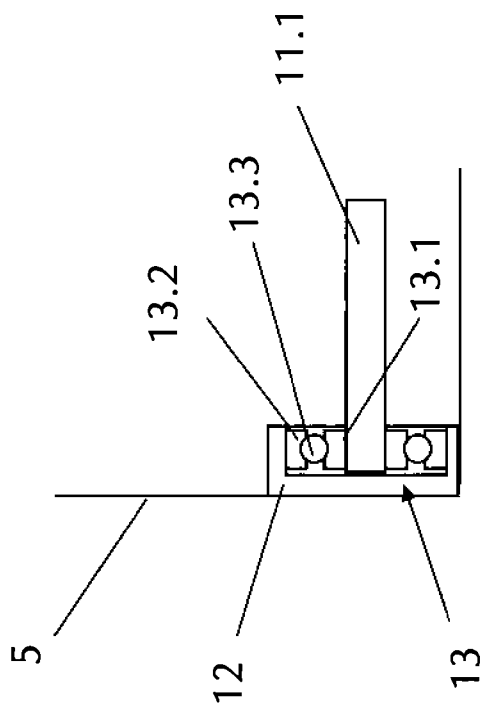


Fig. 5

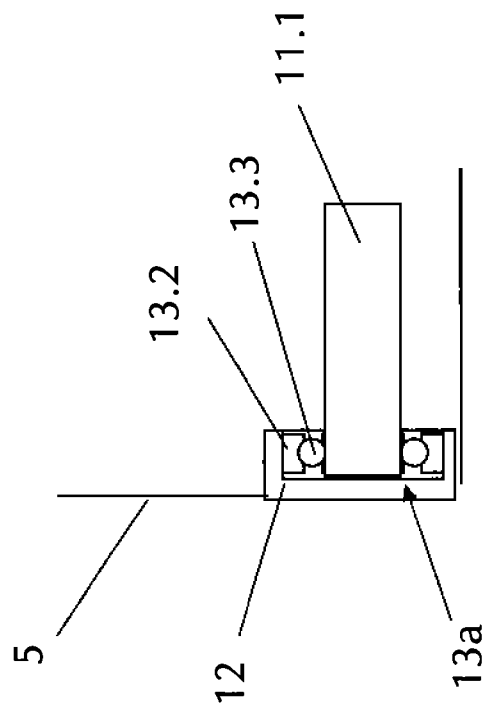
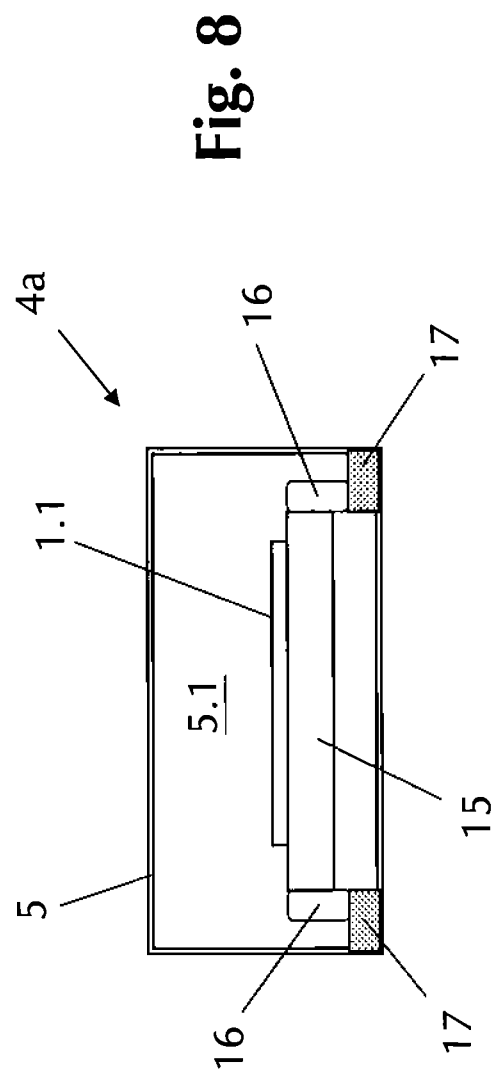
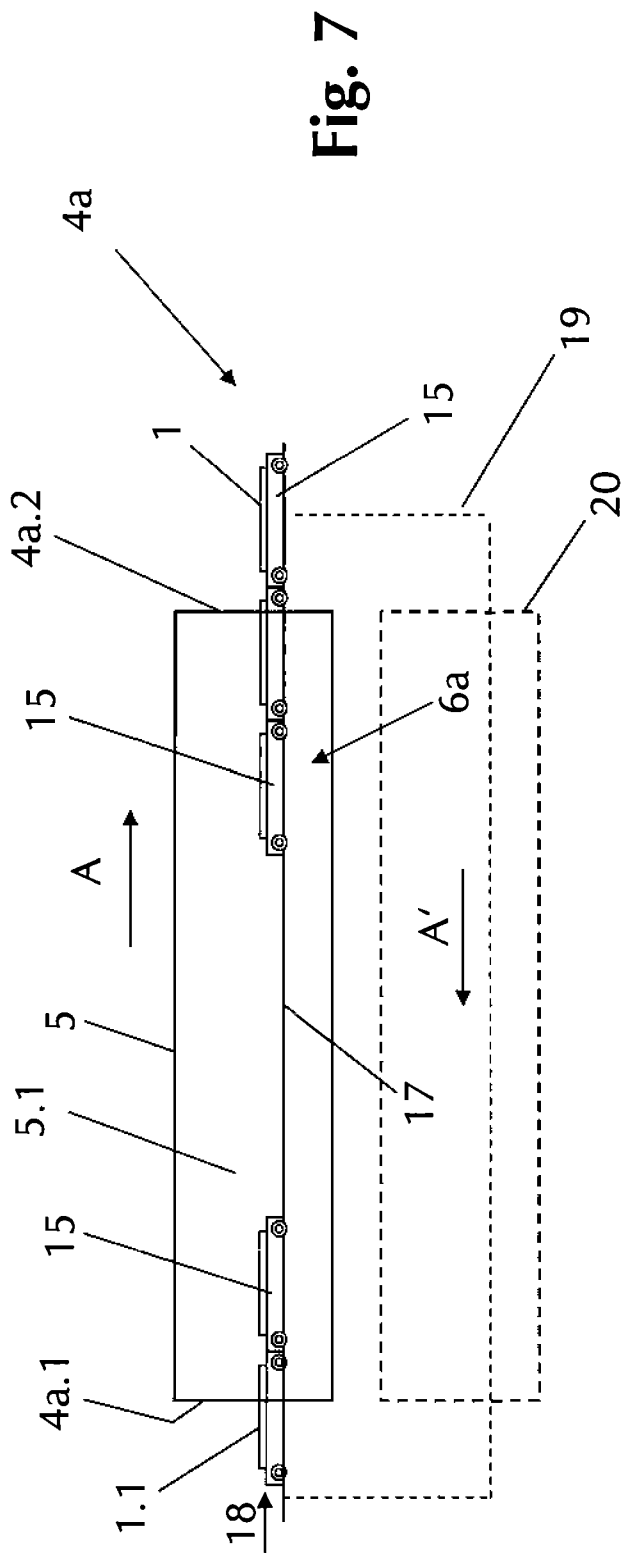
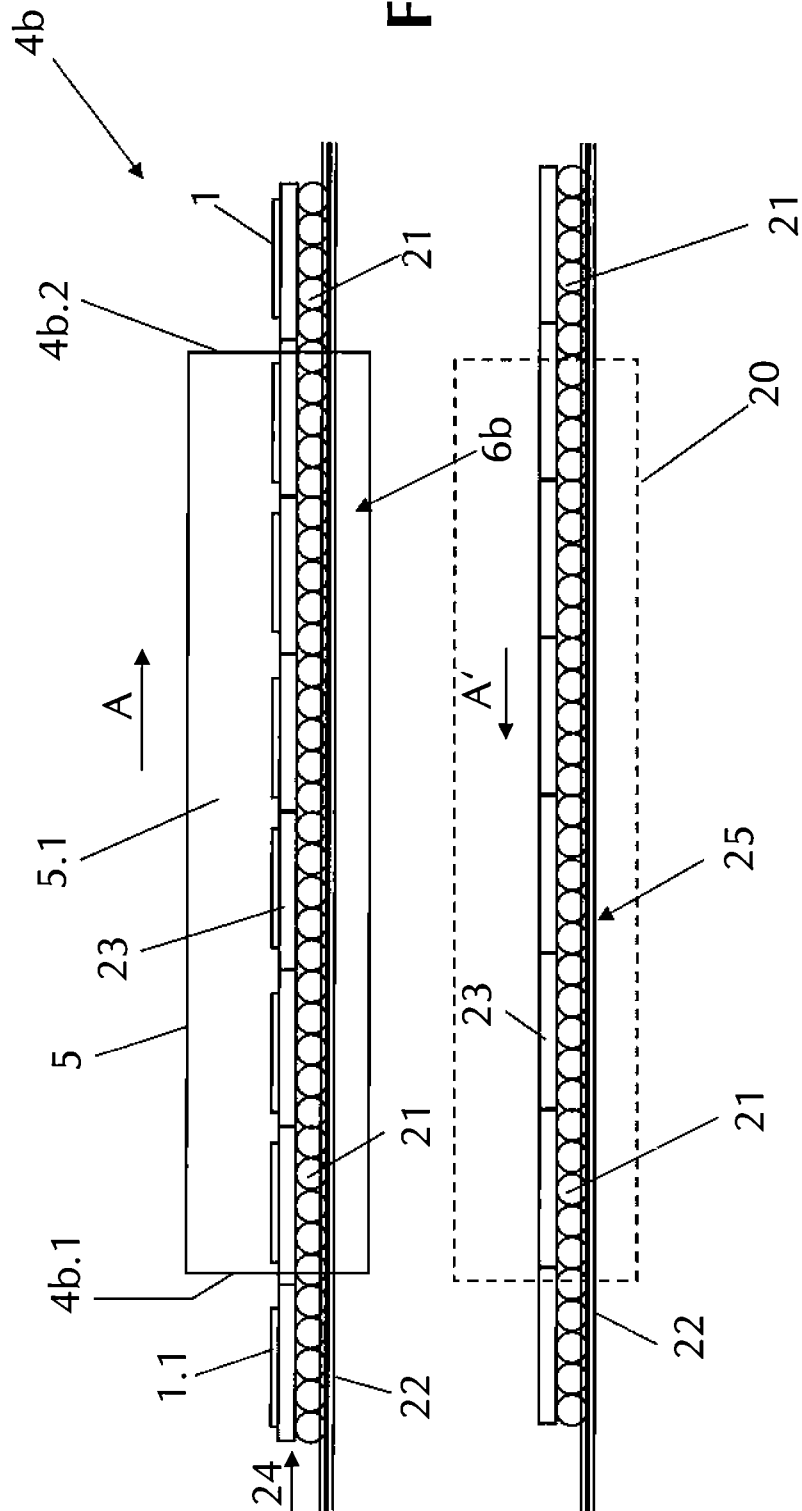


Fig. 6





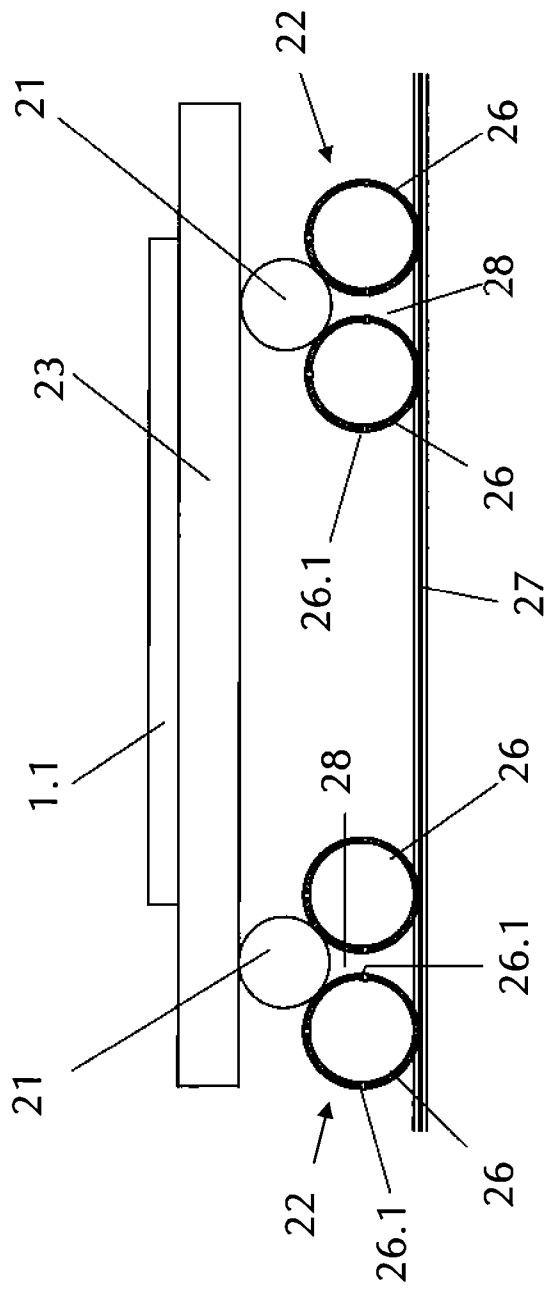


Fig. 10

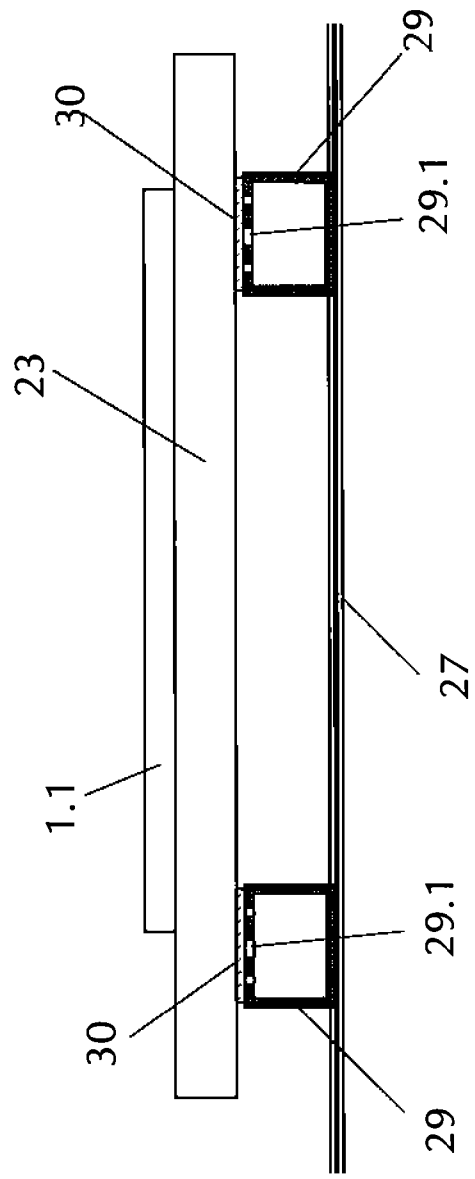


Fig. 11

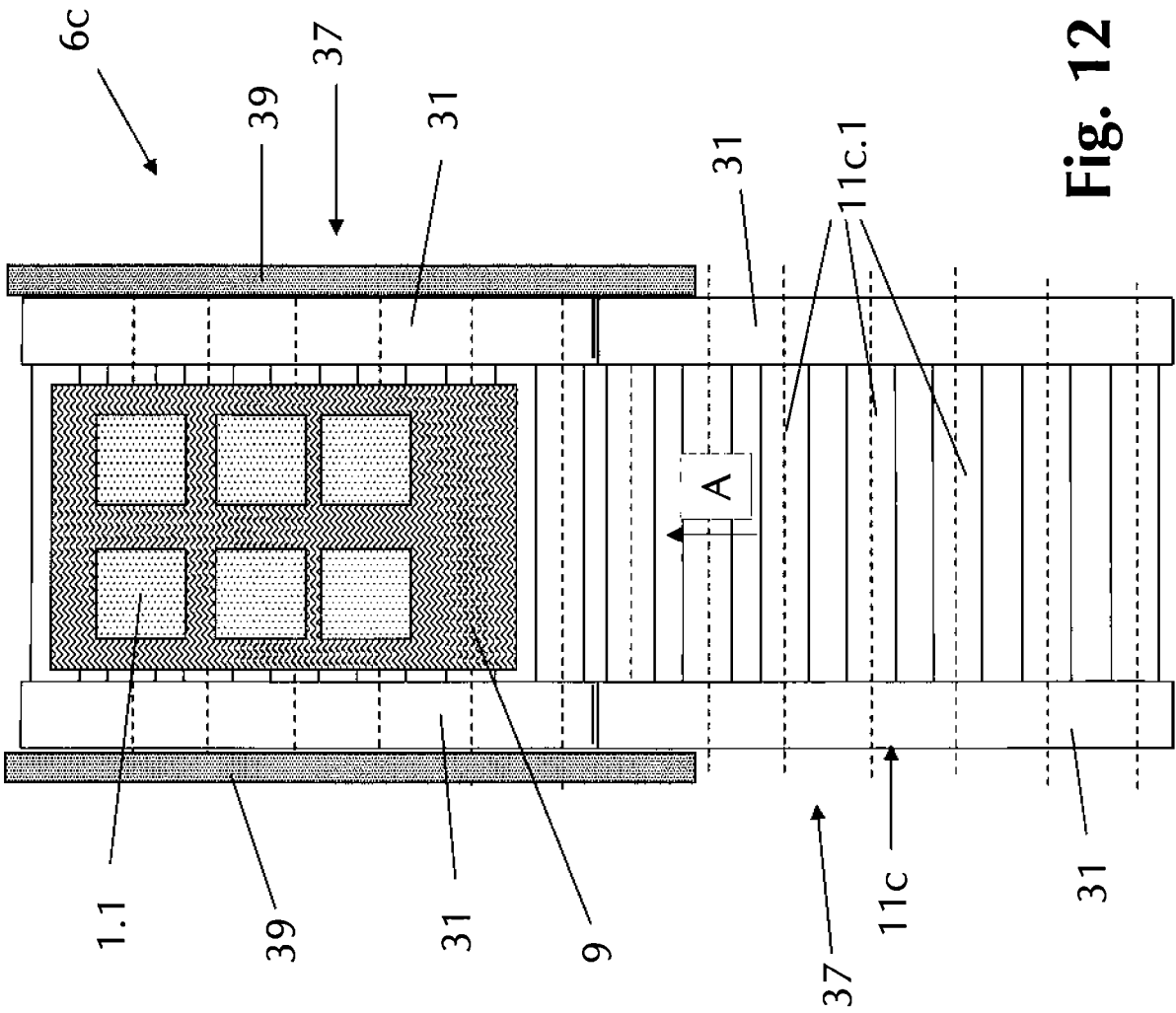


Fig. 12

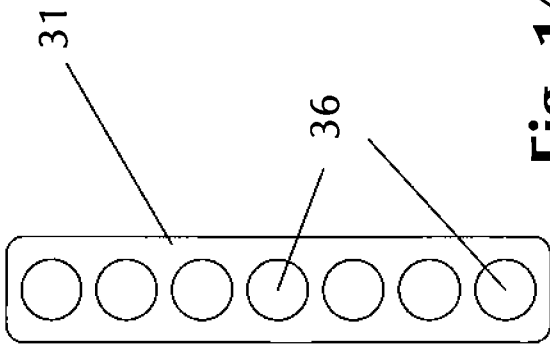


Fig. 14

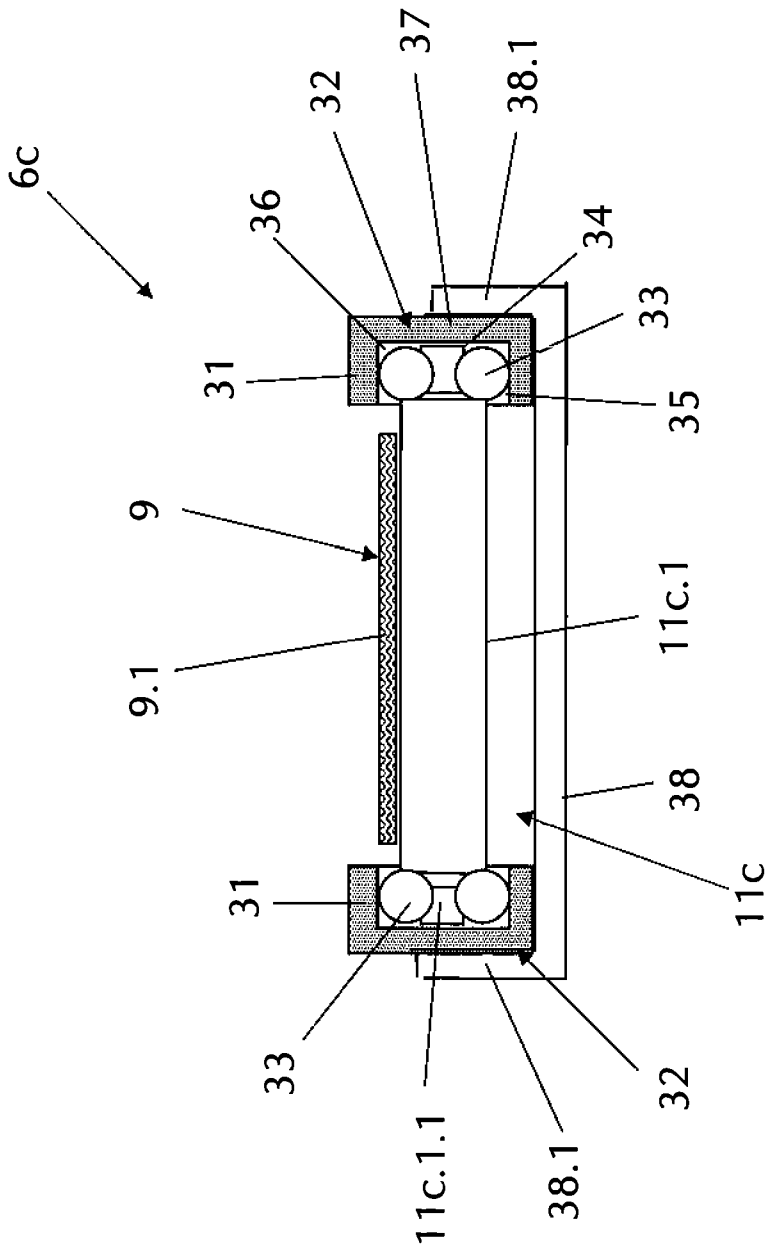


Fig. 13

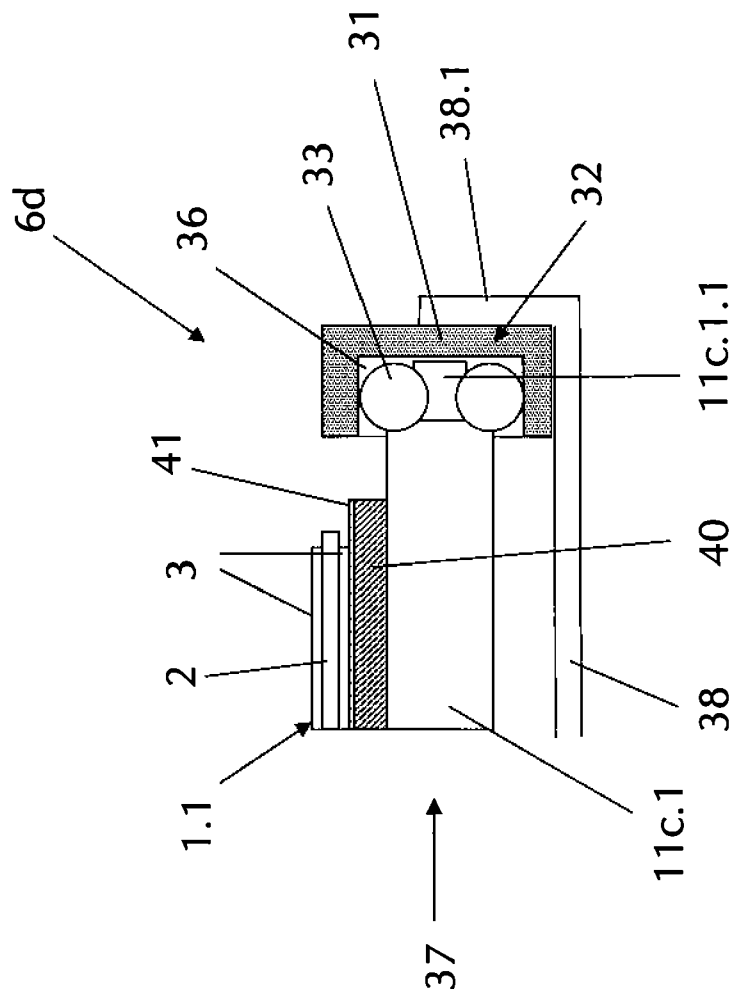


Fig. 15