



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 122 756.8**

(22) Anmeldetag: **23.12.2015**

(43) Offenlegungstag: **29.06.2017**

(51) Int Cl.: **F16L 59/05 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Saint-Gobain Isover, Courbevoie, FR

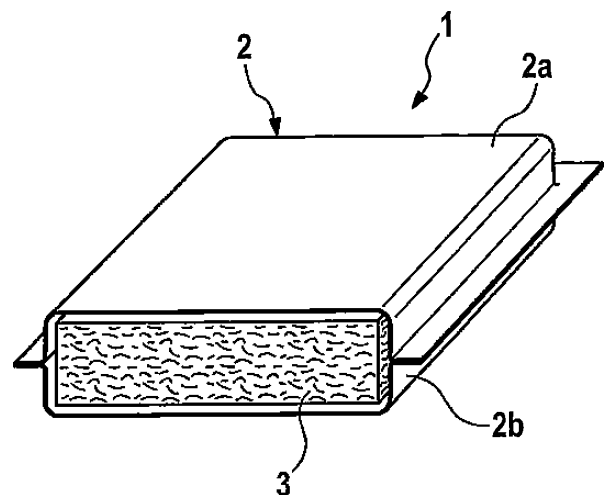
(72) Erfinder:
Jenny, Charline, Hattstatt, FR

(74) Vertreter:
**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Vakuum-Isolations-Paneelen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Vakuum-Isolations-Paneelen (1) mit einem Faserkern (3), mit den Schritten: Bereitstellen eines Kernrohlings aus Fasern, Anordnen von Folienabschnitten auf Großflächen hiervon, Komprimieren des Kernrohlings auf eine vorbestimmte Dicke zur Ausbildung des Kerns (3), wobei er beim Kompressionsschritt zwischen den Folienabschnitten angeordnet ist, wobei die mechanische Kompression des Kerns (3) bis zum Verschließen einer Folienhülle (2) gehalten wird, und wobei der Kompressionsschritt ohne thermische Beaufschlagung bei Raumtemperatur am Herstellungsort durchgeführt wird, Verbinden der Folienabschnitte zur Bildung der Folienhülle (2), wobei ein Teilbereich der Folienhülle (2) noch offen bleibt, Evakuierung der den Kern (3) umhüllenden Folienhülle (2) bis zu einem Druck ≤ 1 mbar, und vollständiges Verschließen der Folienhülle (2), wobei die Folienhülle (2) aus einer Kunststoffverbundfolie ausgebildet ist. Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die mechanische Komprimierung bei einem Druck von größer 1 bar erfolgt. Damit wird ein Vakuum-Isolations-Paneel (1) erzielt, welches mit einem geringen Aufwand herstellbar ist, ohne dass die Dämmwirkung darunter leidet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Vakuum-Isolations-Paneelen mit einem Kern aus Fasern, mit den Schritten: Bereitstellen eines Kernrohlings aus Fasern, Anordnen von Folienabschnitten auf Großflächen des Kernrohlings, Komprimieren des Kernrohlings auf eine vorbestimmte Dicke zur Ausbildung des Kerns, wobei der Kernrohling beim Kompressionsschritt zwischen den Folienabschnitten angeordnet ist und zwischen diesen mechanisch komprimiert wird, wobei die mechanische Kompression des Kerns bis zum Verschließen einer Folienhülle gehalten wird, und wobei der Kompressionsschritt ohne thermische Beaufschlagung bei Raumtemperatur am Herstellungsort durchgeführt wird, Verbinden der Folienabschnitte zur Bildung der Folienhülle, wobei ein Teilbereich der Folienhülle noch offen bleibt, Evakuierung der den Kern umhüllenden Folienhülle bis zu einem Druck ≤ 1 mbar, und vollständiges Verschließen der Folienhülle, wobei die Folienhülle aus einer Kunststoffverbundfolie ausgebildet ist.

[0002] Derartige Vakuum-Isolations-Paneele zeichnen sich durch gute Wärmedämmeigenschaften bei vergleichsweise geringer Dämmdicke aus. Sie werden daher vor allem in Bereichen eingesetzt, in denen der verfügbare Raum begrenzt ist. Als Beispiele sind hier Kühlschränke, Gefrierschränke oder dergleichen zu nennen. Daneben werden derartige Vakuum-Isolations-Paneele jedoch auch zur Dämmung von Gebäuden im Baubereich verwendet.

[0003] Gemeinsam ist den bekannten Vakuum-Isolations-Paneeelen, dass sie einen Kern aus einem offenen Körper aufweisen, welcher evakuierbar ist. Dieser Kern ist in einer Folienhülle aufgenommen und liegt darin unter Vakuum vor. Dadurch ist die Gaswärmeleitung wie auch die Konvektion innerhalb eines solchen Vakuum-Isolations-Paneels weitestgehend unterbunden, weshalb Wärmeverluste überwiegend durch Festkörperleitung und Wärmestrahlung auftreten.

[0004] Als Kernmaterial kommen verschiedene offene Werkstoffe zum Einsatz, wie zum Beispiel geschäumtes Polyurethan oder Polystyrol, Fällungskieselsäure, pyrogene Kieselsäure oder dergleichen. Aufgrund der sehr geringen Festkörperwärmeleitung sind auch Fasern als Kernmaterial üblich.

[0005] Auch bei den eingesetzten Folienhüllen sind verschiedene Ausgestaltungsweisen verbreitet. So werden häufig Kunststoffverbundfolien z. B. in Form einer Zweischichtfolie mit einer Schicht aus HDPE von 150–200 μm und einer Aluminiumschicht von 6 bis 20 μm eingesetzt. Weiterhin sind auch Mehrschichtfolien auf Kunststoffbasis bekannt, bei denen beispielsweise mehrere Kunststofffolien von je 20 bis

50 μm mit Aluminiumbedampfung miteinander verbunden sind, deren Schichtdicke typischerweise unter jeweils 3 bis 5 μm beträgt. Derartige Kunststoffverbundfolien haben den Vorteil, dass sie preisgünstig bereitstellbar und mit geringem Aufwand verarbeitbar sind. Insbesondere das gasdichte Verschließen der Folienhülle bereitet bei Kunststoffen in der Regel keine Probleme, da entsprechende Schweißnähte bzw. Versiegelungsnähte problemlos herstellbar sind. Darüber hinaus bilden derartige Kunststoffverbundfolien im randseitigen Verbindungsbereich auch nur relativ unerhebliche Wärmebrücken. Reine Kunststofffolien spielen aufgrund des unzureichenden Diffusionswiderstands nur eine Rolle bei Nischenanwendungen. Sie sind prinzipiell ungeeignet für Anwendungen, bei denen eine Nutzungsdauer der Vakuum-Isolations-Paneele von Jahren oder sogar Jahrzehnte gefordert ist, wie etwa im Baubereich.

[0006] Ein Nachteil derartiger Kunststoffverbund-Folienhüllen liegt jedoch darin, dass diese nicht völlig gasdicht sind. Die im Laufe der Zeit eindringenden Gasmoleküle zerstören das Vakuum. Ebenfalls eindringende Feuchtigkeit führt zu Wärmeleitung im Inneren derartiger Vakuum-Isolations-Paneele. Hierdurch kann sich die Dämmwirkung auf lange Zeit gesehen erheblich reduzieren. Ein weiterer Nachteil derartiger Kunststoff-Folienhüllen liegt darin, dass sie relativ empfindlich für eine mechanische Beschädigung sind. Tritt eine solche bereits während des Transports und im Zuge der Verarbeitung auf, geht das Vakuum unmittelbar verloren und die Dämmwirkung ist weitestgehend aufgehoben.

[0007] Eine Alternative hierzu stellen Folienhüllen auf Basis von Metallfolien wie zum Beispiel Edelstahlfolien dar. Derartige Metallfolien sind weitestgehend gasdicht, wodurch eine fast unbegrenzte Lebensdauer erzielt werden kann. Zudem bieten sie einen hohen Widerstand gegen mechanische Beschädigungen.

[0008] Nachteilig an solchen Metallfolienhüllen ist jedoch, dass es aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Metalls im Randbereich zu durchaus erheblichen Wärmebrücken kommt. Diese verursachen eine deutliche Reduzierung der Dämmwirkung. Darüber hinaus sind derartige Metallfolien kostenträchtig in der Bereitstellung und aufwändiger in der Verarbeitung. Insbesondere bereitet das Verschweißen derartiger Metallfolienhüllen wesentlich mehr Aufwand, als dies bei Kunststofffolien der Fall ist.

[0009] Im Gesamtaufbau derartiger Vakuum-Isolations-Paneele dient der Kern als Stützkörper, weshalb er herkömmlich als relativ formstabiler Formkörper bereitgestellt wird. Sofern ein Fasermaterial für den Kern verwendet wird, kommt hierbei in der Regel ein Fasermaterial zum Einsatz, welches kein Bindemittel enthält, das sich unter Vakuum zersetzt. Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass mit der Verwen-

derung von Bindemitteln negative Effekte verbunden sind. Werden organische Bindemittel eingesetzt, so können sich diese im Vakuum zersetzen, wodurch die Dämmwirkung aufgrund dann zunehmender Gaswärmeleitung abnimmt. Anorganische Bindemittel weisen zwar in der Regel diesen Effekt nicht auf, sind jedoch dagegen schwer zu handhaben und teuer.

[0010] Aus diesem Grunde ist man dazu übergegangen, bindemittelfreie Mineralwolle einzusetzen und diese unter thermischer Einwirkung zu verpressen, um so den Kern auszubilden. Diese Verarbeitung erfolgt abhängig von der jeweiligen Zusammensetzung des Mineralwerkstoffs in der Regel in einem Temperaturbereich zwischen 400°C und 600°C und findet somit im Bereich von dessen Erweichungspunkt statt. Damit verbunden ist eine plastische Verformung der Mineralfasern, was zum einen zu einer Verfilzung des Rohmaterials und zum anderen zu einer Art Versinterung führt. Damit lässt sich ein relativ formstabiler, jedoch weiterhin offenporiger Kern erzielen. Beispiele für derartige Verfahrensweisen finden sich in den Dokumenten US 2,745,173, EP 1 892 452 B1, DE 601 24 242 T2 und EP 1 653 146 A1.

[0011] Die hieraus bekannten Verfahrensweisen haben sich durchaus bewährt, um Vakuum-Isolations-Paneele mit guten Dämmwirkungen zu erzielen. Diese zeichnen sich auch durch eine relativ gute Handhabbarkeit aus. Allerdings sind diese Verfahrensweisen mit einem sehr hohen Energieverbrauch verbunden, was insbesondere an den hohen anzuwendenden Temperaturen liegt. Aus diesem Grunde ist die Herstellung derartiger Formkerne aus Mineralwolle vergleichsweise teuer. Darüber hinaus sind diese Verfahrensschritte auch zeitaufwändig, zumal die hergestellten Formkörper für die weitere Verwendung auch noch abzukühlen sind.

[0012] Aus der DE 10 2013 104 712 A1 ist daher eine Verfahrensweise bekannt geworden, bei welcher der Kernrohling aus Fasern beim Kompressionsschritt zwischen zwei Abdeckelementen angeordnet ist und zwischen diesen mechanisch komprimiert wird, wobei die mechanische Kompression des Kerns bis zum Verschließen der Folienhülle gehalten wird, und wobei der Kompressionsschritt ohne thermische Beaufschlagung bei Raumtemperatur am Herstellungsort durchgeführt wird.

[0013] Damit wird der Kernrohling anstelle der energetisch aufwändigen Verpressung unter hohen Temperaturen hier kalt verpresst, was zu einer erheblichen Reduzierung des Energiebedarfs führt. Da der Kompressionsdruck zugleich bis zur Herstellung des Vakuums und dem Verschließen der Folienhülle aufrechterhalten wird, ist die damit verbundene, zunächst geringere Formstabilität des Kerns unproblematisch. Somit ist weder zum Erwärmen des Kernrohlings noch zum Abkühlen Prozesszeit einzukal-

kulieren, weshalb sich das Verfahren in kurzer Zeit durchführen lässt.

[0014] Nachteilig hieran ist jedoch, dass es sich nur bei der Anwendung einer Metallfolie wie insbesondere einer Edelstahlfolie problemlos durchführen lässt. Verwendet man dagegen eine Kunststoffverbundfolie als Folienhülle, so sind nach der Lehre dieses Dokuments zusätzliche Stützplatten an den Großflächen des Kernrohlings anzuordnen, um eine Faltenbildung der sehr flexiblen Folienhülle zu vermeiden. Dies erfordert einen zusätzlichen Verfahrensschritt.

[0015] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, die Nachteile im Stand der Technik zu vermeiden und ein Verfahren zur Herstellung von Vakuum-Isolations-Paneeelen mit einem Faserkern und einer Kunststoffverbundfolie als Umhüllung bereitzustellen, durch welches ein Vakuum-Isolations-Paneel mit einem geringen Aufwand und ohne Faltenbildung der Folienhülle an dessen Großflächen herstellbar ist.

[0016] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Dieses zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die mechanische Komprimierung bei dem Druck von größer 1 bar erfolgt.

[0017] Im Zuge der Erfindung hat sich überraschend gezeigt, dass man eine Faltenbildung der Kunststoffverbundfolien auch dadurch unterbinden kann, dass man einen hinreichend hohen Kompressionsdruck aufbringt. Bei dem Druck größer 1 bar werden die Großflächen des Faserkerns bereits derart komprimiert, dass sie eine hinreichend glatte Oberfläche bereitstellen. Die darauf aufgebracht Folienabschnitte behalten somit ihre gestreckte Position bei.

[0018] Dies wird noch dadurch unterstützt, dass dieser Kompressionsdruck bis zum Verschließen der Folienhülle aufrechterhalten wird. Aufgrund des darin vorhandenen Vakuums liegt der Kern dann als formstabiler Körper vor, so dass auch die Folienhülle ihre Form behält.

[0019] Die bislang verwendeten zusätzlichen Stützplatten können daher entfallen. Dadurch reduziert sich der verfahrenstechnische Aufwand ganz erheblich, d. h. das Verfahren vereinfacht sich wesentlich.

[0020] Vom weiteren Vorteil ist es, dass die Folienhülle eine Kunststoffverbundfolie ist, da sich damit die herkömmlichen Vorteile von Kunststoffhüllen im Hinblick auf die geringen Bereitstellungskosten und die Vermeidung von Wärmebrücken nutzen lassen.

[0021] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0022] So kann die mechanische Komprimierung bei dem Druck zwischen 2 und 10 bar erfolgen. Praktische Versuche im Zuge der Erfindung haben gezeigt, dass in diesem Bereich besonders vorteilhafte Oberflächeneigenschaften der Folienhülle wie auch Dämmeigenschaften erzielt werden können und zudem der Aufwand für den Kompressionsschritt in Grenzen gehalten wird. Besonders bevorzugt ist hierbei ein Bereich zwischen 4 und 8 bar, wobei sich nach derzeitigen Versuchen besonders faltenfreie Oberflächen der Folienabschnitte in Verbindung mit besonders guten Wärmedämmeigenschaften bei ca. 6 bar erzielen lassen.

[0023] Es ist erfindungsgemäß zudem bevorzugt, dass die Fasern kein sich im Vakuum zersetzendes Bindemittel, insbesondere kein organisches Bindemittel, aufweisen.

[0024] Die Fasern können aus einem thermoplastischen Material gebildet sein, welches unter Vakuumbedingungen keine oder nur eine sehr geringe Zersetzung aufweist. Geeignete Fasern dieser Art bestehen insbesondere aus Polyethylen, Polyamid oder Polypropylen.

[0025] Ebenfalls können anorganische Fasern, bevorzugt Textilglasfasern oder Mineralwolle wie Glaswolle oder Steinwolle oder deren Mischungen eingesetzt werden. Textilglasfasern werden üblicherweise mittels Düsenziehverfahren hergestellt, Mineralwolle kann mittels eines Trockenlege- („dry laid“) oder eines Naßlegeverfahrens („wet laid“) produziert werden. Auch können Mischungen aus organischen Fasern, anorganischen Fasern oder organisch-anorganischen Fasern eingesetzt werden, was allerdings aus verfahrenstechnischen Gründen weniger bevorzugt ist.

[0026] Vom weiteren Vorteil ist es, wenn das Bereitstellen des Kernrohlings das Trocknen des Kernrohlings bis zu einer Restfeuchte kleiner 0,1% enthält. Dann lässt sich die in der Folienhülle gefangene Feuchtigkeitsmenge besonders gering halten, wodurch die Wärmeleitung weiter reduziert wird und somit eine verbesserte Dämmwirkung erzielbar ist. Dies spielt insbesondere bei anorganischen Fasern eine Rolle, bei deren Herstellung üblicherweise wässrige Dispersionen, beispielsweise Schmelzmittel, zum Einsatz kommen. Thermoplastische Fasern werden üblicherweise direkt aus der Schmelze ohne Gegenwart von Wasser hergestellt, so dass eine Trocknung üblicherweise nicht erforderlich ist.

[0027] Ferner kann der Trocknungsschritt bei einer Temperatur erfolgen, die mindestens 200 K unter der Erweichungstemperatur der Fasern liegt. Abhängig vom Feuchtegehalt haben sich in praktischen Versuchen Trocknungstemperaturen von 120°C bis 200°C, im Mittel von etwa 150°C unter Berücksichtigung von

Trocknungszeit und Energieaufwand als besonders wirksam herausgestellt.

[0028] Ferner ist es auch möglich, dass das Bereitstellen des Kernrohlings das Bereitstellen einer Filzbahn aus Fasermaterial und das Zuschneiden der Filzbahn auf ein vorbestimmtes Endmaß enthalten kann. Dann lässt sich die Bereitstellung des Kernrohlings sehr gut in herkömmliche Prozesslinien integrieren und effizient ausführen. Je nach Bedarf kann dabei auch ein Stapeln von mehreren zugeschnittenen Filzbahnabschnitten durchgeführt werden, um eine gewünschte Auflage des Kerns, und somit die Dämmdicke für die Vakuum-Isolations-Paneele zu erzielen.

[0029] Alternativ können auch mehrere Filzbahnen aufeinander angeordnet werden, und dann der Zugschnitt des Filzbahnstapels auf das vorbestimmte Endmaß erfolgen.

[0030] Vom weiteren Vorteil ist es, wenn der Schritt des Evakuierens des mit der Folienhülle umhüllten Kerns bis zu einem Druck $\leq 0,05$ mbar ausgeführt wird. Mit einem derart verbesserten Vakuum lässt sich eine nochmals bessere Wärmedämmwirkung erreichen. Dies ist noch dadurch steigerbar, wenn der Druck innerhalb der Folienhülle auf einen Wert $\leq 0,01$ mbar im Zuge des Evakuierungsschritts reduziert wird.

[0031] Wenn die Mineralwolle Fasern mit einer Faserfeinheit mit einem Micronaire von kleiner oder gleich 20 l/min aufweist, die bestimmt ist nach der in der WO 2003/098209 A1 beschriebenen Methode, lässt sich ein Kern mit besonders guten Stützeigenschaften in Verbindung mit hervorragenden Dämmwerten erreichen. Im praktischen Versuchen hat sich gezeigt, dass diese Vorteile in besonders günstiger Weise dann erreicht werden, wenn die Fasern eine Faserfeinheit mit einem Micronaire von kleiner oder gleich 15 l/min aufweisen.

[0032] Darüber hinaus hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Filzbahn vor dem Trocknungsschritt ein Flächengewicht zwischen 800 g/m² und 2500 g/m² aufweist. Hierdurch lässt sich ein Kern mit besonders günstigen Eigenschaften erreichen.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

[0034] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Vakuum-Isolations-Panels; und

[0035] Fig. 2 ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0036] In Fig. 1 ist schematisch ein Vakuum-Isolations-Paneel **1** im Schnitt gezeigt. Dieses weist eine Folienhülle **2** auf, die einen Kern **3** vollständig umhüllt.

[0037] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist die Folienhülle **2** als Kunststoffverbundfolie ausgebildet und weist eine Zweischichtstruktur aus einer 150 µm dicken HDPE-Schicht und einer 6 µm dicken Aluminium-Schicht auf. Sie ist aus zwei Folienabschnitten **2a** und **2b** ausgebildet, welche in seitlichen Randbereichen des Kerns **3** an überstehenden Randabschnitten miteinander verschweißt sind. Innerhalb der Folienhülle **2** liegt ein Vakuum vor, in dem der Innendruck auf ca. 0,01 mbar eingestellt ist. Entgegen der schematischen Darstellung in Fig. 1 liegt die Folienhülle **2** daher in der Praxis dicht am Kern **3** an, wobei der Kern **3** als Stützkörper gegenüber dem Außendruck dient. Der Kern **3** besteht aus einer bindemittelfreien Mineralwolle, hier Glaswolle.

[0038] Nachfolgend wird ein Verfahren zur Herstellung des Vakuum-Isolations-Paneels **1** anhand des in Fig. 2 dargestellten Ablaufschemas näher erläutert: Zunächst wird ein Kernrohling geschaffen. Hierzu wird eine Filzbahn aus bindemittelfreier Mineralwolle bereitgestellt. Diese Filzbahn wird typischerweise in Rollenform beigebracht. Dabei liegt in der Regel zwischen den Wickellagen eine Folie vor, welche ein Verfilzen der Lagen untereinander verhindert und so zu einer Aufrechterhaltung des vorliegenden Flächengewichts beiträgt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist diese Filzbahn ein Flächengewicht von ca. 2500 g/m² auf und besteht aus Fasern mit einer Faserfeinheit mit einem Micronaire von 12 l/min.

[0039] Die Mineralwolle dieser Filzbahn wird dann erforderlichenfalls getrocknet, bis die Restfeuchte einen Wert kleiner 0,1% aufweist. Hierzu wird die Filzbahn mit einer Temperatur von ca. 150°C über einen Zeitraum von etwa zwei Minuten beaufschlagt. Dieser Trocknungsschritt der Mineralwolle kann sowohl an der Filzbahn an sich als auch an zugeschnittenen Filzbahnabschnitten erfolgen.

[0040] Das Zuschneiden der Filzbahn erfolgt hier auf ein vorbestimmtes Endmaß, welches sich an den typischen Abmaßen derartiger Vakuum-Isolations-Paneele orientiert. Übliche Dimensionen liegen hier im Bereich zwischen 600 mm·300 mm und 1800 mm·1200 mm. Das Zuschneiden kann dabei mit geeigneten bekannten Verfahren wie zum Beispiel Bandsägen, rotierenden Messern, Wasserstrahlschneiden, Stanzen oder dergleichen durchgeführt werden.

[0041] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden mehrere, hier drei derart zugeschnittene Filzbahnabschnitte übereinander gestapelt, bis hinreichend Mineralwollematerial, d. h. die zur Herstellung der

gewünschten Dämmdicke erforderliche Auflage vorliegt.

[0042] Hierauf folgt die Zugabe so genannter Getter-Materialien, Trocknungsmittel oder dergleichen, um bestimmte funktionale Verbesserungen des Werkstoffs des Kerns zu erreichen. Diese Materialien können als loses Pulver, blattförmig, et cetera zugegeben werden.

[0043] Anschließend werden die Folienabschnitte **2a** und **2b** an der Ober- und Unterseite des so ausgebildeten Kernrohlings als Umhüllung angeordnet.

[0044] Im nächsten Schritt wird der zwischen den beiden Folienabschnitten **2a** und **2b** vorliegende Kernrohling einer Kompression unter einem Druck von ca. 6 bar unterzogen. Diese Kompression erfolgt dabei ohne thermische Beaufschlagung, das heißt ohne eine Erwärmung des Materials des Kerns und somit bei Raum- bzw. Umgebungstemperatur am Herstellungsort. Dabei stellt sich eine Dicke des Kerns **3** von etwa 25 mm und eine Dichte des Kerns **3** von etwa 300 kg/m³ ein.

[0045] In einem weiteren Schritt werden die Folienabschnitte **2a** und **2b** zunächst an drei Seitenrändern miteinander verschweißt, wie aus den Überständen in Fig. 1 ersichtlich ist. Der Abstand der Schweißnaht vom Kern **3** wird dabei auf wenige Millimeter begrenzt und beträgt hier weniger als 5 mm.

[0046] Während die Folienhülle **2** somit auf drei Seiten geschlossen wird, verbleibt der Kern **3** unter dem durch die mechanische Kompression aufgebrachten Kompressionsdruck und behält seine vorbestimmte Dicke bei.

[0047] In dieser Konstellation wird der Kern **3** mit der Folienhülle **2** in eine Vakuumanlage eingebracht und das Innere der Folienhülle **2** auf einen Innendruck von ca. 0,01 mbar evakuiert. Der Kern **3** bleibt dabei bis zum Verschließen der Folienhülle **2** unter dem Kompressionsdruck.

[0048] In einem abschließenden Schritt wird die Folienhülle **2** dann auch an der noch verbliebenen offenen Seite geschlossen, so dass die Seitenränder der Folienabschnitte **2a** und **2b** dann vollumfänglich miteinander verschweißt sind.

[0049] Da im Inneren der Folienhülle **2** das gewünschte Vakuum vorliegt, kann die mechanische Kompression hierauf anschließend aufgehoben werden. Es ist jedoch bevorzugt, die mechanische Kompression bis zum Druckausgleich, d. h. dem Fluten der Vakuumkammer aufrecht zu halten. Durch diese Maßnahme kann eine ggf. durch Rückstellkräfte des Kernmaterials verursachte Ausbeulung im Vakuum vermieden werden.

[0050] Mit den eingestellten Parametern resultiert ein Vakuum-Isolations-Paneel **1** mit einer Produktdicke von etwa 30 mm und einer Dichte des Kerns **3** von etwa 250 kg/m³.

[0051] Die Übergabe des mit den Folienabschnitten **2a** und **2b** belegten Kernrohlings von einer Verarbeitungsstation zur nächsten erfolgt hierbei über geeignete verschiebbare Transportbänder bzw. Rollengänge sowie Bleche, zwischen denen die Anordnung mittels einem Schieber transportiert wird. Insbesondere im Bereich der Vakuumanlage können diese Vorgänge robotergesteuert ausgeführt werden.

[0052] Das so ausgebildete Vakuum-Isolations-Paneel **1** ist dann transportfertig und kann ausgeliefert werden.

[0053] In der erläuterten Ausführungsform wird das Herstellungsverfahren typischerweise außerhalb der Fertigungslinie diskontinuierlich ausgeführt. Unter bestimmten Bedingungen, wie beispielsweise wenn eine Filzbahn mit geeigneten Parametern (Flächengewicht, et cetera) direkt erzeugt werden kann, ist jedoch auch eine Einbindung in eine kontinuierlich betriebene Fertigungslinie möglich.

[0054] Die Erfindung lässt neben den erläuterten Ausführungsformen weitere Gestaltungsansätze zu.

[0055] So kann anstelle der Kunststoffverbundfolie mit Zweischichtstruktur für die Folienhülle **2** auch eine Verbundfolie mit anderer Struktur verwendet werden. Beispielsweise wird in einer anderen Ausführungsform eine Mehrschicht-Kunststoffverbundfolie mit zum Beispiel mehrfacher Aluminiumbedampfung eingesetzt. Bei geringeren Anforderungen an die Funktionsdauer von wenigen Jahren kann auch eine einfache mehrlagige Kunststofffolie Verwendung finden.

[0056] Als Material für den Kern **3** ist hier Glaswolle vorgesehen; statt dessen können jedoch auch Steinwolle, Schlackenwolle, oder andere anorganische Fasern wie Textilglasfasern etc. eingesetzt werden. Alternativ oder ergänzend können auch organische Fasern zum Einsatz kommen.

[0057] Ferner ist es nicht zwingend erforderlich, dass das Material des Kerns **3** einem Trocknungsschritt unterzogen wird. Auch das Maß der Trocknung kann gegebenenfalls entsprechend den Anforderungen für den Einsatzfall variieren. Dementsprechend können auch die Parameter für den Trocknungsschritt gegebenenfalls angepasst werden.

[0058] Die Bereitstellung des Kernrohlings kann auch in anderer Weise als der oben erläuterten erfolgen. Insbesondere ist es nicht erforderlich, eine Filzbahn in Rollenform bereitzustellen. Diese kann zum

Beispiel auch direkt aus einem Fallschacht, in dem die Filzbahn aus den soeben erzeugten Mineralfasern geschaffen wird, zugeführt werden. Auch auf das Stapeln von mehreren Filzbahnabschnitten kann eventuell verzichtet werden. Alternativ ist es auch möglich, eine Filzbahn in geeigneter Weise übereinander zu falten.

[0059] Die Zugabe von Getter-Materialien, Trocknungsmittel oder dergleichen, um bestimmte funktionale Verbesserungen des Werkstoffs des Kerns zu erreichen, kann auf der Filzbahn oder auf einem Filzbahnabschnitt vor einer Stapelung erfolgen, so dass die Getter-Materialien im Stapel und nicht an einer Oberfläche angeordnet sind. Dies bietet den Vorteil, dass die Getter-Materialien nicht in unmittelbarem Kontakt mit den Folienhüllen sind.

[0060] Im gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Evakuierung des Vakuum-Isolations-Paneeels **1** bzw. **1'** bis zu einem Innendruck von 0,01 mbar. Es ist jedoch auch möglich, einen größeren Innendruck von beispielsweise 0,05 mbar oder 0,1 mbar zuzulassen, wenn dies der Anwendungszweck erlaubt. Andererseits kann es für spezielle Anwendungsfälle auch sachgerecht sein, den Innendruck noch weiter auf beispielsweise 0,001 mbar abzusenken.

[0061] In den gezeigten Ausführungsbeispielen wird der Kern **3** im Kompressionsschritt mit einem Pressdruck von 6 bar beaufschlagt. Je nach Anwendungsfall ist es jedoch auch möglich, einen anderen Pressdruck im Bereich von 2 bar bis 10 bar vorzugeben, wodurch sich entsprechende Dicken und Dichten des Kerns **3** während des Pressvorgangs einstellen, Gleichmaßen ist es nicht erforderlich, Fasern mit der angegebenen Faserfeinheit entsprechend einem Micronaire von 12 l/min zu verwenden. Für viele Anwendungsfälle kann es auch hinreichend sein, gröbere Fasern mit einem Micronaire kleiner 20 l/min einzusetzen.

[0062] Auch das Flächengewicht der Filzbahn vor dem Trocknungsschritt kann je nach den gegebenen Anforderungen variieren.

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 2745173 [0010]
- EP 1892452 B1 [0010]
- DE 60124242 T2 [0010]
- EP 1653146 A1 [0010]
- DE 102013104712 A1 [0012]
- WO 2003/098209 A1 [0031]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Vakuum-Isolations-Paneelen (1) mit einem Kern (3) aus Fasern, mit den Schritten:

Bereitstellen eines Kernrohlings aus Fasern,
Anordnen von Folienabschnitten auf Großflächen des Kernrohlings,
Komprimieren des Kernrohlings auf eine vorbestimmte Dicke zur Ausbildung des Kerns (3), wobei der Kernrohling beim Kompressionsschritt zwischen den Folienabschnitten angeordnet ist und zwischen diesen mechanisch komprimiert wird,
wobei die mechanische Kompression des Kerns (3) bis zum Verschließen einer Folienhülle (2) gehalten wird, und wobei der Kompressionsschritt ohne thermische Beaufschlagung bei Raumtemperatur am Herstellungsort durchgeführt wird,
Verbinden der Folienabschnitte zur Bildung der Folienhülle (2), wobei ein Teilbereich der Folienhülle (2) noch offen bleibt,
Evakuierung der den Kern (3) umhüllenden Folienhülle (2) bis zu einem Druck ≤ 1 mbar, und vollständiges Verschließen der Folienhülle (2), wobei die Folienhülle (2) aus einer Kunststoffverbundfolie ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mechanische Komprimierung bei einem Druck von größer 1 bar erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mechanische Komprimierung bei einem Druck zwischen 2 und 10 bar, vorzugsweise zwischen 4 und 8 bar, sowie insbesondere bei ca. 6 bar, erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern kein sich im Vakuum zersetzendes Bindemittel, insbesondere kein organisches Bindemittel, aufweisen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern organische Fasern aus einem thermoplastischen Material sind, bevorzugt aus Polyethylen, Polyamid oder Polypropylen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern anorganische Fasern, bevorzugt Mineralwolle, insbesondere Glaswolle oder Steinwolle, oder Textilglasfasern sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen des Kernrohlings das Trocknen der anorganischen Fasern des Kernrohlings bis zu einer Restfeuchte $< 0,1\%$ enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trocknungsschritt bei einer Tem-

peratur erfolgt, die mindestens 200 K unter der Erweichungstemperatur der Fasern liegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen des Kernrohlings das Bereitstellen einer Filzbahn aus Fasern, das Zuschneiden der Filzbahn auf ein vorbestimmtes Endmaß und gegebenenfalls ein Stapeln von mehreren zugeschnittenen Filzbahnabschnitten enthält.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen des Kernrohlings das Bereitstellen mehrerer Filzbahnen aus Fasern, das Stapeln der mehreren Filzbahnen aufeinander und das Zuschneiden des Filzbahnstapels auf ein vorbestimmtes Endmaß enthält.

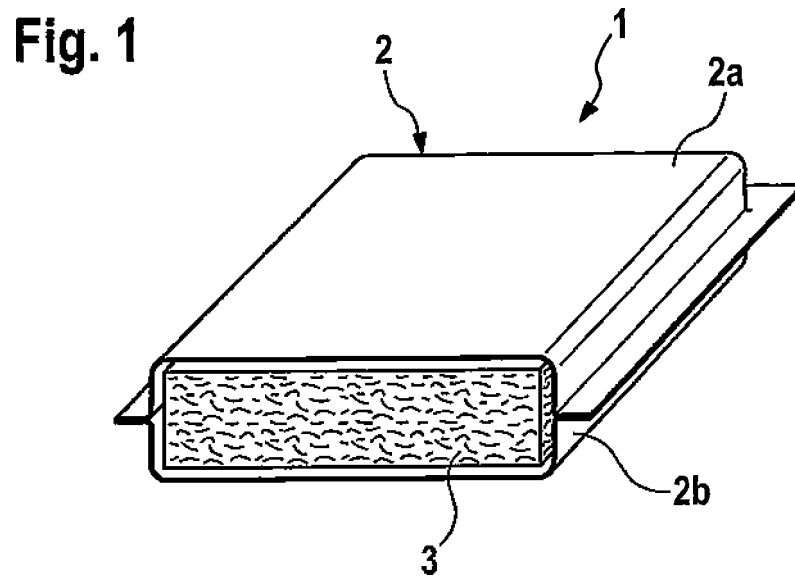
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des Evakuierens des mit einer Folienhülle (2) umhüllten Kerns (3) bis zu einem Druck $\leq 0,05$ mbar, insbesondere $\leq 0,01$ mbar, ausgeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mineralwolle Fasern mit einer Faserfeinheit entsprechend einem Micronaire kleiner oder gleich 20 l/min und insbesondere einem Micronaire von kleiner oder gleich 15 l/min aufweist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filzbahn vor dem Trocknungsschritt ein Flächengewicht zwischen 800 g/m² und 2500 g/m² aufweist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



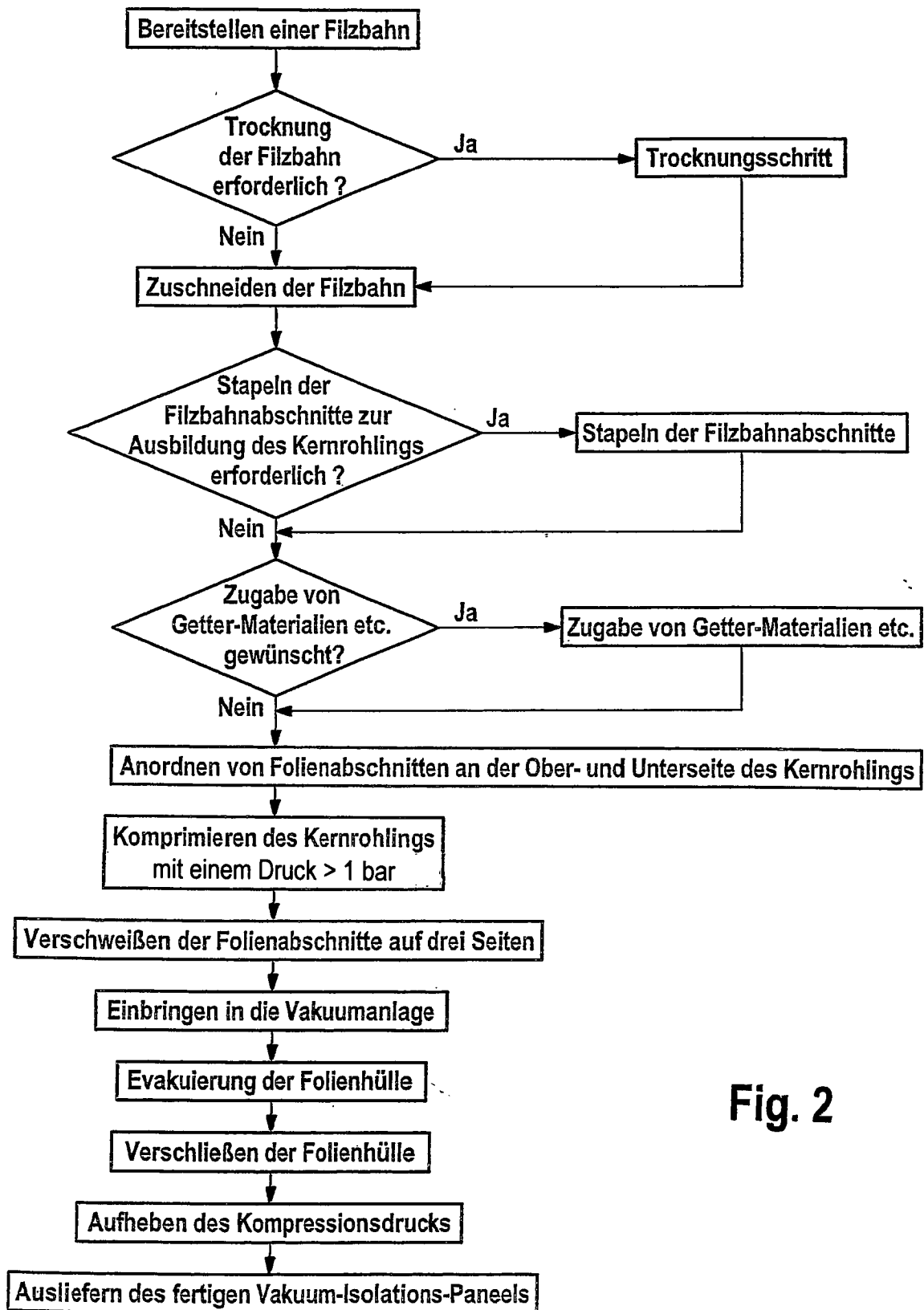


Fig. 2