

(19)



(11)

EP 3 521 740 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.08.2019 Patentblatt 2019/32

(51) Int Cl.:
F27B 17/00 (2006.01) **F27D 1/00** (2006.01)
F27D 11/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18154874.4**

(22) Anmeldetag: **02.02.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **HUBWEBER, Gerhard**
4802 Ebensee (AT)
• **KALS, Franz**
4822 Bad Goisern am Hallstättersee (AT)

(74) Vertreter: **Sonn & Partner Patentanwälte**
Riemergasse 14
1010 Wien (AT)

(71) Anmelder: **SHOWA DENKO CARBON Austria GmbH**
4822 Bad Gosiern am Hallstättersee (AT)

(54) **OFEN**

(57) Ofen (1) mit zumindest einer Ofenwanne (2), in welcher ein erster (3a) und ein zweiter (3b) von der Ofenwanne (2) elektrisch isolierter Stromkontakt vorgesehen sind, wobei die Ofenwanne (2) aus vom ersten (3a) zum zweiten Stromkontakt (3b) hintereinander angeordneten und voneinander beabstandeten Wannensegmenten (6) gebildet ist, welche Wannensegmente (6) zumindest teilweise aus Metall gebildet sind und an ihrer dem Innenraum (7) der Ofenwanne (2) zugewandten Innenseite (8)

eine elektrisch isolierende Beschichtung (9) aufweisen, wobei benachbarte Wannensegmente (6) über ein zwischen den benachbarten Wannensegmenten (6) angeordnetes Längenausgleichselement (10) miteinander verbunden sind, welches Längenausgleichselement (10) zumindest teilweise aus Metall gebildet ist und auf seiner dem Innenraum (7) der Ofenwanne (2) zugewandten Innenseite (11) eine elektrisch isolierende Beschichtung (12) aufweist.

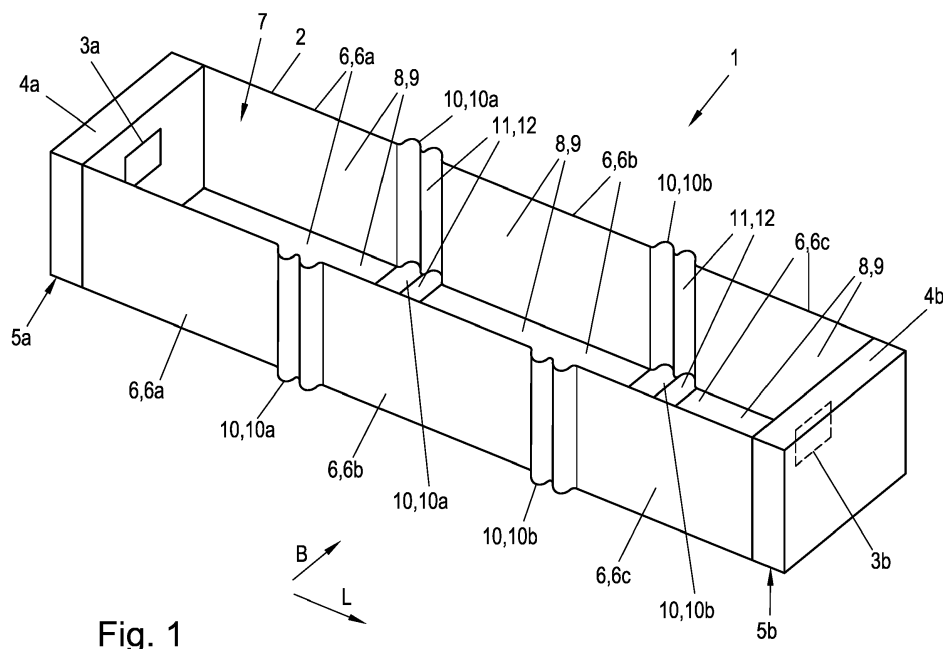


Fig. 1

EP 3 521 740 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ofen mit zumindest einer Ofenwanne, in welcher ein erster und ein zweiter von der Ofenwanne elektrisch isolierter Stromkontakt vorgesehen sind, wobei die Ofenwanne aus vom ersten zum zweiten Stromkontakt hintereinander angeordneten und voneinander beabstandeten Wannensegmenten gebildet ist, welche Wannensegmente zumindest teilweise aus Metall gebildet sind und an ihrer dem Innenraum der Ofenwanne zugewandten Innenseite eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweisen.

[0002] Öfen der genannten Art sind aus dem Stand der Technik bekannt und werden zur Herstellung von synthetischem Graphit verwendet, der in großen Mengen für Anwendungen in der Metallurgie etwa für Schmelzelektroden zum Schrottschmelzen benötigt wird. Synthetischer Graphit wird dabei durch Erhitzen von hochkohlenstoffhaltigen Formkörpern auf Temperaturen von ca. 3000 °C hergestellt. Die hochkohlenstoffhaltigen Formkörper werden in bekannter Weise (Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A5, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1986, S. 103 bis 113) durch Heißvermischen von Petrolkoksen oder Pechkoksen, bevorzugt in Form der Nadelkokse, mit Steinkohlenteerpech, Petrolpech oder anderen verkockbaren organischen Flüssigkeiten als Bindemittel, anschließende Formgebung und Brennen der Formkörper zur Verkokung des Bindemittels hergestellt. Alternativ können die gebrannten Formkörper mit Pech oder anderen verkockbaren organischen Flüssigkeiten imprägniert und erneut gebrannt werden um das Imprägniermittel zu verkoken, wodurch die Porosität der Formkörper abnimmt und deren Festigkeit zunimmt. Zum Graphitieren der hochkohlenstoffhaltigen Formkörper wurde früher der sogenannte Acheson Ofen verwendet, in welchem die hochkohlenstoffhaltigen Formkörper quer zur Ofenlängsachse liegend in eine Widerstandsschüttung aus siliziumcarbidhaltigem Material eingebettet wurden. Diese Widerstandsschüttung wurde über Anschlusselektroden mit einer geeigneten elektrischen Stromversorgung verbunden und durch elektrischen Strom auf die Graphitierungstemperatur erhitzt, wodurch auch die Formkörper erhitzt wurden. In den letzten Jahrzehnten hat sich die sogenannte Längsgraphitierung (Castner Ofen) durchgesetzt. Im Unterschied zum Acheson Ofen, der seitlich aufgestellten Wände aus Feuerfestbetonelementen aufwies, welche nach jedem Brand wieder entfernt wurden, besteht der Ofen zur Längsgraphitierung aus einer festen Wanne aus Metall, Keramik oder einer Kombination aus beiden, in welche ein Schüttmaterial zur Wärmeisolation und die zu graphitierenden Formkörper als Strang eingelegt werden. An den beiden Strangenden wird an die zu graphitierenden Formkörper ein von der Wanne elektrisch isolierter Kohlenstoffblock als Stromanschlusselektrode angepresst. Über diese Kohlenstoffblöcke wird an den Strang Gleichstrom angelegt und die Formkörper im direkten Stromdurchgang bis zur

Graphitierungstemperatur von 3000 °C erhitzt.

[0003] Die AT 411 798 B offenbart einen Ofen zur Längsgraphitierung bei welchem Wannensegmente aus Metall und auf einem Hallenboden stehende, temperaturbeständige und elektrisch isolierende Betonrippen abwechselnd angeordnet sind und mittels einer Ofenhaube gasdicht verschlossen werden.

[0004] Nachteilig beim Verfahren der Längsgraphitierung ist, dass nur kohlenstoffhaltige Schüttmaterialien zur Wärmeisolation in der Ofenwanne verwendet werden können, die eine unerwünschte elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Durch diese elektrische Leitfähigkeit kommt es zur Ankoppelung der metallischen Ofenwanne an das Potentialgefälle der elektrischen Anschlusselektroden mit einer Ausbildung von unerwünschten Nebenströmen in der Ofenwanne, welche zum einen die Ofenwanne erhitzen und zum anderen Energie von den zu graphitierenden Formkörpern wegnehmen. In den Anfängen der Längsgraphitierung waren deshalb die metallischen Ofenwannen mit Feuerfeststeinen ausgemauert, um eine elektrische Isolation zu erreichen. Dies hatte den erheblichen Nachteil, dass die Abkühlzeiten der Graphitelektroden im Ofen nach dem Graphitieren durch die als zusätzliche Wärmeisolation funktionierende feuerfeste Ausmauerung sehr lange waren, was die Produktivität der Graphitierungsöfen stark eingeschränkt hat. Da die massiven Betonrippen die metallischen Ofenwanne gemäß der AT 411 798 B mehrfach elektrisch unterbrechen, wurden die Nachteile des Ankoppelns des Potentialgefälles reduziert, ohne dass die metallischen Segmente ausgemauert werden mussten. Dennoch verbleibt in den metallischen Wannensegmenten ein elektrisches Potentialgefälle mit Bildung von Nebenströmen, welche einen Teil der zur Graphitierung benötigten Energie aufzehren. Weiters ist durch die einen beachtlichen Teil der Ofenkonstruktion (bzw. der Ofenlänge) einnehmenden gegossenen Betonrippen die Wärmeabgabe nach der Graphitierung behindert, was die Produktivität infolge Verlängerung der Auskühlzeit negativ beeinflusst.

[0005] Die US 5,299,225 offenbart einen Ofen der die Abkühlzeiten etwas reduziert. Der Ofen weist eine Ofenwanne mit mehreren miteinander verbundenen metallischen Segmenten auf, in welche eine gegossene Feuerfestisolation eingelegt ist. Die Ofenwanne weist zudem eine aufwendige, stark verrippte Metallkonstruktion auf, wodurch die Außenoberfläche der Ofenwanne gegenüber den bis dahin bekannten Ofenwannen vergrößert und eine bessere Wärmeabgabe nach der Graphitierung erreicht wurde. Dennoch war der Wärmedurchgang durch die mehrere cm dicke, gegossene Feuerfestisolation weiterhin stark beschränkt.

[0006] Die US 5,631,919 offenbart einen Ofen zur Längsgraphitierung mit zwei nebeneinander verlaufenden Reihen von hintereinander angeordneten und voneinander beabstandeten metallischen Wannensegmenten. Die einander zugewandten Enden aufeinanderfolgender Wannensegmente sind gleitend in einer U-förmigen Vertiefung eines Stützkörpers aus elektrisch isolie-

rendem Material, insb. Beton, gelagert. Die Wannensegmente sind somit durch den Abstand zwischen den einander zugewandten Enden aufeinanderfolgender Wannensegmente oder durch Betonkörper die zwischen den einander zugewandten Enden aufgenommen sind, voneinander elektrisch isoliert. An den Innenseiten der Wannensegmente ist ein anhaftender, elektrisch isolierender Überzug vorgesehen, dessen Schichtdicke im getrockneten Zustand zwischen 0,127 mm und 1,27 mm beträgt. Der Überzug dient der elektrischen Isolation von in die Wannensegmente eingelegten Karbonkörpern von den Wannensegmenten. Nachteilig ist hier, dass jeweils im Bereich der einander zugewandten Enden aufeinanderfolgender Wannensegmente die Stützkörper vorzusehen sind.

[0007] Die US 4,394,766 offenbart einen Ofen zur Längsgraphitierung mit hintereinander angeordneten und voneinander beabstandeten metallischen Wannensegmenten, die eine gegossene und mit Ankern stabilisierte hitzebeständige Innenbeschichtung aufweisen. Der Spalt zwischen den beabstandeten Wannensegmenten nimmt temperaturbedingte Längenänderungen der Wannensegmente auf, isoliert aufeinanderfolgende Wannensegmente elektrisch voneinander und ist durch einen Abdeckkörper, der eine hitzebeständige Innenbeschichtung und eine am Wannensegment aufliegende Außendichtung aufweist, abgedeckt. Hier ist besonders die massive Ausbildung der Innenbeschichtung von Nachteil. Zudem ist die Ofenkonstruktion wegen der über jedem Spalt anzuordnenden Abdeckkörper kompliziert.

[0008] Es ist nun Aufgabe der Erfindung, einen Ofen wie eingangs angegeben zu schaffen, der die Bildung eines unerwünschten Stromflusses in der metallischen Ofenwanne vermeidet, damit den Energieverbrauch zur Graphitierung der in die Ofenwanne eingebrachten Formkörper senkt und die Qualität der zu graphitierten Formkörper verbessert. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung die Produktivität bei der Graphitierung der Formkörper durch Minimierung der Abkühlzeit nach dem Graphitieren zu verbessern und den Aufwand für die Herstellung von Ofenwannen zur Längsgraphitierung zu minimieren.

[0009] Hierfür sieht die Erfindung einen Ofen wie in Anspruch 1 definiert vor. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass benachbarte Wannensegmente über ein zwischen den benachbarten Wannensegmenten angeordnetes Längenausgleichselement miteinander verbunden sind, welches Längenausgleichselement zumindest teilweise aus Metall gebildet ist und auf seiner dem Innenraum der Ofenwanne zugewandten Innenseite eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweist. Der Ofen weist somit zumindest eine Ofenwanne auf, in welche ein Kohlenstoff enthaltender, durch Wärme zu bearbeitender Formkörper eingebracht werden kann. An Stelle eines einzelnen zu bearbeitenden Formkörpers kann auch eine Reihe

vorzugsweise hintereinander angeordneter und miteinander verbundener Kohlenstoff enthaltender, durch Wärme zu bearbeitender Formkörper in den Ofen eingebracht werden. Wenn der Ofen eine zweite oder mehr Ofenwannen aufweist, sind die Ofenwannen günstiger Weise nebeneinander angeordnet, um den Ofen mit geringen Längenabmessungen ausbilden zu können, wobei dann in jeder Ofenwanne zumindest ein zu bearbeitender Formkörper eingebracht werden kann. Der zu bearbeitende Formkörper wird zweckmäßiger Weise in eine Schüttung aus Kohlenstoff enthaltendem Material eingelegt, welches eine Wärme dämmende Wirkung jedoch auch elektrische Leitfähigkeit aufweist. Insbesondere kann der Ofen ein Graphitierungssofen zum Ausführen einer Längsgraphitierung des zu bearbeitenden Formkörpers sein. Zur Bearbeitung des Formkörpers wird an diesen eine elektrische Spannung angelegt, sodass der Formkörper durch den daraus resultierenden Stromfluss durch den Formkörper erhitzt wird. Hierfür sind in der Ofenwanne bzw. in jeder Ofenwanne ein erster und ein zweiter von der Ofenwanne elektrisch isolierter Stromkontakt vorgesehen. Die Stromkontakte sind mit einer außerhalb der Ofenwanne bereitgestellten elektrischen Energiequelle verbunden bzw. verbindbar und zur Herstellung einer elektrischen Verbindung mit dem zu bearbeitenden Formkörper eingerichtet. Zweckmäßige Anordnungen und Ausbildungen von Stromkontakten in einer Ofenwanne sind dem Fachmann aus dem Gebiet der Öfen zur Längsgraphitierung bekannt. Beispielsweise können die Stromkontakte in aus keramischem Material bestehenden Stirnwänden an zwei Enden der Ofenwanne angeordnet sein. Die Ofenwanne ist aus Wannensegmenten gebildet, die vom ersten zum zweiten Stromkontakt hintereinander angeordnet und voneinander beabstandet sind. Der Abstand zwischen benachbarten, d.h. in Richtung vom ersten zum zweiten Stromkontakt hintereinander angeordneten Wannensegmenten ermöglicht eine temperaturbedingte, kollisionsfreie Längenausdehnung der Wannensegmente. Die Wannensegmente sind zumindest zum Teil aus Metall gebildet, d.h. elektrisch leitfähig. Um die Wannensegmente gegenüber dem zu bearbeitenden, im Betriebszustand des Ofens stromdurchflossenen Formkörper und dem Material der Schüttung elektrisch zu isolieren, weisen die Wannensegmente an ihrer dem Innenraum der Ofenwanne zugewandten Innenseite eine elektrisch isolierende Beschichtung auf. Benachbarte, voneinander beabstandete Wannensegmente sind über ein zwischen den benachbarten Wannensegmenten angeordnetes Längenausgleichselement miteinander verbunden, um einen Spalt zwischen den einander zugewandten Enden der benachbarten Wannensegmente zu vermeiden, d.h. das Längenausgleichselement ist zwischen den einander zugewandten Enden zweier benachbarter Wannensegmente angeordnet. Die Längenausgleichselemente sind zumindest zum Teil aus Metall gebildet und somit elektrisch leitfähig. Um die gesamte Ofenwanne und nicht nur die Wannensegmente elektrisch zu isolieren, weisen

auch die Längenausgleichselemente auf ihrer dem Innenraum der Ofenwanne zugewandten Innenseite eine elektrisch isolierende Beschichtung auf. Auf diese Weise wird ein unerwünschter Stromfluss in der Ofenwanne bzw. in den Wannensegmenten und den Längenausgleichselementen, der sich wegen elektrisch unisolierter Oberflächenbereiche an der Innenwand der Ofenwanne einstellen würde, verhindert. Die elektrisch isolierende Beschichtung selbst soll eine möglichst geringe Wärmespeicherkapazität und eine möglichst geringe Schichtdicke aufweisen, um die Abkühlung des Ofens nach Beendigung des Heizvorgangs zu begünstigen. Vorzugsweise beträgt die Schichtdicke der elektrisch isolierenden Beschichtung weniger als 1 mm, bevorzugter weniger als 0,5 mm und besonders bevorzugt weniger als 0,2 mm. Da sich in Folge der schwankenden Ofentemperatur die Wannensegmente unterschiedlich ausdehnen, weisen die zwischen den Wannensegmenten angeordneten Längenausgleichselemente ebenfalls eine temperaturbedingt schwankende Erstreckung auf. Günstiger Weise ist die elektrisch isolierende Beschichtung zumindest geringfügig elastisch ausgebildet, um zuverlässig an den durch den Temperatureinfluss verformten Längenausgleichselementen anzuhaften.

[0011] Wenn im Rahmen der Beschreibung auf eine Längsrichtung des Ofens, der Ofenwanne, der Wannensegmente oder der Längenausgleichselemente Bezug genommen wird, so ist hierunter die Richtung vom ersten zum zweiten Stromkontakt zu verstehen.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Wannensegmente von dem damit verbundenen Längenausgleichselement elektrisch isoliert sind. Auf diese Weise wird ein unerwünschter Stromfluss in der Ofenwanne, d.h. in den Wannensegmenten und Längenausgleichselementen, noch besser verhindert. Selbst dann, wenn Teile der elektrisch isolierenden Beschichtung an der Innenwand der Ofenwanne beschädigt, insbesondere abgeschlagen sind, kann sich wegen der elektrischen Isolierung zwischen den Wannensegmenten und den damit verbundenen Längenausgleichselementen kein unerwünschter Stromfluss zwischen zwei oder mehr Wannensegmenten einstellen.

[0013] Für eine besonders vorteilhafte Ofenkonstruktion kann vorgesehen sein, dass das Längenausgleichselement senkrecht zur Innenseite der Wannensegmente ausgelenkt, bevorzugt mäanderförmig ausgebildet ist. Ein derart konstruiertes Längenausgleichselement mit beispielsweise wellenförmigem Verlauf in seiner Längsrichtung ist für Änderungen seiner Längserstreckung zwischen den einander zugewandten Enden zweier benachbarter Wannensegmente besonders geeignet. Vorzugsweise überragt das Längenausgleichselement nicht die Innenseite der Wannensegmente in Richtung des Innenraums der Ofenwanne, um die Handhabung der Schüttung in der Ofenwanne durch vorstehende Teile der Längenausgleichselemente nicht zu erschweren.

[0014] Um den Ofen einfach aufbauen und einzelne

Wannensegmente im Bedarfsfall reparieren oder austauschen zu können, ist es günstig, wenn zumindest ein Wannensegment trennbar mit einem Längenausgleichselement verschraubt ist. Vorteilhafter Weise sind alle Wannensegmente trennbar mit dem jeweils damit verbundenen Längenausgleichselement verschraubt.

[0015] Eine besonders stabile Konstruktion des Ofens kann erzielt werden, wenn das mit dem Längenausgleichselement verschraubte Wannensegment einen nach außen umgebogenen Rand aufweist, an welchem ein Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements anliegt, und sich zumindest eine Schraube durch den umgebogenen Rand des Wannensegments, den Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements und durch zwei Flansche erstreckt, die an den voneinander abgewandten Seiten des umgebogenen Rands des Wannensegments und des Verbindungsabschnitts des Längenausgleichselements anliegen. Der nach außen umgebogene Rand des Wannensegments weist vom Innenraum der Ofenwanne weg und kann beispielsweise rechtwinklig von der Innenseite des Wannensegments abgewinkelt sein. Der Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements, welcher im verschraubten Zustand am umgebogenen Rand des Wannensegments anliegt, ist zweckmäßiger Weise ein Endabschnitt des Längenausgleichselements. Die Flansche weisen senkrecht zur Innenseite der Wannensegmente eine größere Erstreckung als der Kopf der Schraube oder eine darauf aufgeschraubte Mutter auf und vergrößern somit die Fläche in welcher die Kraft der festgezogenen Schraube auf den umgebogenen Rand des Wannensegments und den Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements wirkt. Die Flansche sind bevorzugt lösbar mittels der zumindest einen Schraube mit dem umgebogenen Rand des Wannensegments und dem Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements verbunden.

[0016] Um einen unerwünschten Stromfluss in der Ofenwanne besonders zuverlässig vermeiden zu können, kann vorgesehen sein, dass auch der nach außen umgebogene Rand des Wannensegments und/oder der Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements an den einander zugewandten Seiten eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweisen und die zumindest eine Schraube in einer elektrisch isolierenden Hülse aufgenommen ist. Der nach außen umgebogene Rand des Wannensegments und der Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements liegen somit elektrisch voneinander isoliert aneinander an. Da auch die zumindest eine Schraube inklusive dem Schraubenkopf und einer darauf aufgeschraubten Mutter mittels der elektrisch isolierenden Hülse vom umgebogenen Rand des Wannensegments und vom Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements elektrisch isoliert ist, wird ein Stromfluss von einem Wannensegment über das Längenausgleichselement zum benachbarten Wannensegment unterbunden. Die elektrisch isolierende Beschichtung des umgebogenen Rands des Wannensegments und/oder des Verbindungsabschnitts des Längenausgleichsele-

ments an den einander zugewandten Seiten des umgebogenen Rands und des Verbindungsabschnitts ist bevorzugt auf die gleiche Weise wie die elektrisch isolierende Beschichtung an der Innenseite der Wannensegmente und an der Innenseite der Längenausgleichselemente ausgebildet.

[0017] Besonders günstig ist es, wenn sich die elektrisch isolierende Beschichtung an den einander zugewandten Seiten des nach außen umgebogenen Rands des Wannensegments und des Verbindungsabschnitts des Längenausgleichselements über die Berührungsfläche zwischen dem nach außen umgebogenen Rand des Wannensegments und dem Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements hinaus erstreckt. Auf diese Weise sind das Wannensegment und das Längenausgleichselement auch dann noch elektrisch voneinander isoliert, wenn auf Grund von Montage- oder Herstellungsungenauigkeiten der umgebogene Rand des Wannensegments und der Verbindungsabschnitts des Längenausgleichselements im miteinander verschraubten Zustand unerwünschter Weise von einer Sollposition abweichend gegeneinander versetzt sind. Es kann auch vorgesehen sein, dass sich die elektrisch isolierende Beschichtung an nur einer der einander zugewandten Seiten des nach außen umgebogenen Rands des Wannensegments und des Verbindungsabschnitts des Längenausgleichselements über die Berührungsfläche zwischen dem nach außen umgebogenen Rand des Wannensegments und dem Verbindungsabschnitt des Längenausgleichselements hinaus erstreckt.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mit dem Längenausgleichselement verschraubte Wannensegment untrennbar mit einem ersten Flansch verbunden ist, an welchem ein untrennbar mit dem Längenausgleichselement verbundener zweiter Flansch anliegt, und sich zumindest eine Schraube durch den ersten Flansch und durch den zweiten Flansch erstreckt. Der erste Flansch ist zweckmäßiger Weise am dem Längenausgleichselement zugewandten Ende des Wannensegments und der zweite Flansch am dem Wannensegment zugewandten Ende des Längenausgleichselements vorgesehen. Beispielsweise sind der erste und der zweite Flansch mit dem Wannensegment bzw. dem Längenausgleichselement verschweißt. Der erste und der zweite Flansch sind im montierten Zustand des Ofens mittels der zumindest einen Schraube miteinander verbunden. Zudem weisen der erste und der zweite Flansch an ihrer dem Innenraum der Ofenwanne zugewandten Innenseite eine elektrisch isolierende Beschichtung auf.

[0019] Um im Fall des ersten mit dem Wannensegment untrennbar verbundenen Flansches und des zweiten mit dem Längenausgleichselement untrennbar verbundenen Flansches einen unerwünschten Stromfluss in der Ofenwanne besonders zuverlässig vermeiden zu können, kann vorgesehen sein, dass der erste Flansch und/oder der zweite Flansch an den einander zugewandten Seiten eine elektrisch isolierende Beschichtung auf-

weisen und die zumindest eine Schraube in einer elektrisch isolierenden Hülse aufgenommen ist. Der erste und der zweite Flansch liegen im verschraubten Zustand somit elektrisch voneinander isoliert aneinander an. Da auch die zumindest eine Schraube inklusive dem Schraubenkopf und einer darauf aufgeschraubten Mutter mittels der elektrisch isolierenden Hülse vom ersten und zweiten Flansch elektrisch isoliert ist, wird ein Stromfluss von einem Wannensegment über das Längenausgleichselement zum benachbarten Wannensegment unterbunden. Die elektrisch isolierende Beschichtung des ersten und/oder des zweiten Flansches ist bevorzugt auf die gleiche Weise wie die elektrisch isolierende Beschichtung an der Innenseite der Wannensegmente und an der Innenseite der Längenausgleichselemente ausgebildet.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die elektrisch isolierende Beschichtung Emaille oder zumindest eines von Magnesiumoxid, Schamotte oder Gläser, mit hitzebeständigen Bindemitteln, vorzugsweise Kaliumwasserglas, Natriumwasserglas, Kieselsol, Silikonharzen, anorganische Phosphate, beispielsweise Aluminiumphosphat oder Magnesiumphosphat, wasserlösliche Aluminate oder wasserlösliche Aluminosilikate, aufweist. Eine derartige Beschichtung kann selbst bei hohen Temperaturen, bspw. bis etwa 800°C, die Wannensegmente und die Längenausgleichselemente zuverlässig gegen elektrischen Strom isolieren und dünn ausgebildet sein. Mit einer solchen Oberflächentemperatur an der Wanneninnenseite muss gerechnet werden, insbesondere dann, wenn die Strahlungswärme von Elektroden beim Ausbauen aus dem Ofen die metallische Wand des Ofens kurzzeitig erhitzt. Die elektrisch isolierende Beschichtung kann beispielsweise in einem fließfähigen Zustand auf die Wannensegmente und die Längenausgleichselemente aufgetragen werden und danach aushärten. Die elektrisch isolierende Beschichtung kann entweder nach der Errichtung der Ofenwanne auf der Innenseite der Wannensegmente und der Längenausgleichselemente aufgebracht werden, bspw. bei bereits bestehenden Öfen zur Längsgraphitierung, oder die Wannensegmente und Längenausgleichselemente werden vor dem Zusammenbau des Ofens mit der elektrisch isolierenden Beschichtung versehen, in welchem Fall die elektrisch isolierende Beschichtung auch aufgebrannt werden kann, bspw. eine aufgebrannte Emaille ist.

[0021] Durch die geringe Schichtdicke der elektrisch isolierenden Beschichtung wird die Wärmeabgabe des Ofens nach außen in der Abkühlphase nach der Graphitierung nicht behindert. Damit ergibt sich im Gegenteil zu anderen Ofenkonstruktionen, bei welchen an Stelle der dünnen elektrisch isolierenden Beschichtung die Ofenwanne ausgemauert oder mit einer gegossenen Feuerfestisolierung versehen wird, keine Einschränkung der Produktivität des GraphitierungsOfens. Durch den Wegfall der für bestimmte Ofenkonstruktionen erforderlichen keramischen Segmente als elektrische Zwischenschicht zwischen den Wannensegmenten einer Ofenwanne, welche keramischen Segmente ebenfalls eine

sehr schlechte Wärmeleitung aufweisen, wird die Abkühlzeit des GraphitierungsOfens verkürzt und die Produktivität bei gleichen Ofenabmessungen des erfindungsgemäßen Ofens gegenüber einem bekannten Ofen erhöht.

[0022] Für eine besonders einfache und kostengünstige Ofenkonstruktion kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Wannensegment untrennbar mit einem Längenausgleichselement verbunden, insbesondere verschweißt ist. Zweckmäßiger Weise sind die einander zugewandten Enden des Wannensegments und des Längenausgleichselements miteinander untrennbar verbunden bzw. verschweißt. Diese Konstruktion sieht jedoch keine elektrische Isolation des Wannensegments vom Längenausgleichselement an deren gemeinsamer Verbindungsstelle bzw. Schweißstelle vor, sodass Beschädigungen der elektrisch isolierenden Beschichtung an der Innenseite von zumindest zwei Wannensegmenten zu einem unerwünschten Stromfluss in der Ofenwanne zwischen den schadhaften Stellen der elektrisch isolierenden Beschichtung über die Längenausgleichselemente führen. Zur Vermeidung bzw. Reduktion eines solchen unerwünschten Stromflusses in der Ofenwanne kann vorgesehen sein, dass das mit dem Längenausgleichselement untrennbar verbundene Wannensegment aus in Richtung vom ersten zum zweiten Stromkontakt hintereinander angeordneten Segmentteilen gebildet ist, wobei benachbarte Segmentteile des Wannensegments über eine elektrisch isolierende Zwischenschicht miteinander verbunden und voneinander elektrisch isoliert sind.

[0023] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten, nicht einschränkenden Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ofen gemäß der Erfindung in einer schematischen Darstellung, der eine Ofenwanne mit Wannensegmenten und Längenausgleichselementen aufweist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Abschnitts der Ofenwanne des Ofens aus Fig. 1, in einem Längsschnitt, wobei die Wannensegmente mit dazwischen angeordneten Längenausgleichselementen verschraubt sind;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Abschnitts einer anders konstruierten Ofenwanne des Ofens aus Fig. 1, in einem Längsschnitt, wobei die Wannensegmente im Vergleich zu Fig. 2 auf andere Weise mit dazwischen angeordneten Längenausgleichselementen verschraubt sind; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Abschnitts einer Ofenwanne des Ofens aus Fig. 1, in einem Längsschnitt, wobei die Wannensegmente mit dazwischen angeordneten Längenausgleichse-

lementen verschweißt sind.

[0024] Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht einen Ofen 1 mit zumindest einer Ofenwanne 2, im in Fig. 1 dargestellten Beispiel genau einer Ofenwanne 2. In der Ofenwanne 2 sind ein erster Stromkontakt 3a und ein zweiter Stromkontakt 3b vorgesehen, die von der Ofenwanne 2 elektrisch isoliert angeordnet sind. Die Stromkontakte 3a, 3b können bspw. in aus keramischem Material bestehenden Stirnwänden 4a, 4b an zwei Enden 5a, 5b der Ofenwanne 2 angeordnet sein. Die Ofenwanne 2 weist voneinander beabstandete Wannensegmente 6 auf, die in Längsrichtung L des Ofens 1, d.h. in Richtung vom ersten Stromkontakt 3a zum zweiten Stromkontakt 3b, hintereinander angeordnet sind. In Fig. 1 sind beispielhaft nur drei Wannensegmente 6, 6a, 6b, 6c dargestellt. Selbstverständlich kann die Ofenwanne 2 auch nur zwei oder mehr als drei Wannensegmente 6 aufweisen. Ebenso kann der Ofen 1 mehr als eine Ofenwanne 2 aufweisen. Die Wannensegmente 6 sind zumindest teilweise aus Metall gebildet, d.h. elektrisch leitfähig, und weisen an ihrer dem Innenraum 7 der Ofenwanne 2 zugewandten Innenseite 8 eine elektrisch isolierende Beschichtung 9 auf. Benachbarte Wannensegmente 6a, 6b bzw. 6b, 6c sind über ein zwischen den benachbarten Wannensegmenten 6a, 6b bzw. 6b, 6c angeordnetes Längenausgleichselement 10, 10a, 10b miteinander verbunden, d.h. das Längenausgleichselement 10, 10a, 10b ist in den Wänden und im Boden der Ofenwanne 2 vorgesehen, um eine temperaturbedingte Relativbewegung der Wannensegmente 6 zueinander zuzulassen. Die Ofenwanne 2 ist nicht auf eine rechteckige Querschnittsform beschränkt und kann bspw. im Querschnitt auch U-förmig sein. Die Ofenwanne 2 weist in Längsrichtung L des Ofens 1 abwechselnd aufeinanderfolgende Wannensegmente 6 und Längenausgleichselemente 10 auf. Das Längenausgleichselement 10 ist zumindest teilweise aus Metall gebildet und weist auf seiner dem Innenraum 7 der Ofenwanne 2 zugewandten Innenseite 11 eine elektrisch isolierende Beschichtung 12 auf. Die elektrisch isolierende Beschichtung 9 und die elektrisch isolierende Beschichtung 12 sind im dargestellten Beispiel auf die Wannensegmente 6 bzw. auf die Längenausgleichselemente 10 fest aufgebracht und somit Teil der Wannensegmente 6 bzw. der Längenausgleichselemente 10.

[0025] Für die Verwendung des Ofens 1 zur Längsgraphitierung eines Werkstücks, d.h. eines durch Wärme- einwirkung zu bearbeitenden, Kohlenstoff enthaltenden Formkörpers, wird der Formkörper bzw. das Werkstück zwischen den Stromkontakten 3a, 3b und damit elektrisch verbunden in die Ofenwanne 2 eingelegt. Dabei können die Stromkontakte 3a, 3b ausgebildet sein, gegen den Formkörper zu drücken. Zudem wird der Formkörper bevorzugt in eine Schüttung aus hitzefestem Material wie etwa Koks eingebettet. Der Formkörper und das hitzefeste Material (Koks) sind der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt. Die elektrisch isolierende Be-

schichtung 9 an der Innenseite 8 der Wannensegmente 6 und die elektrisch isolierende Beschichtung 12 an der Innenseite 11 der Längenausgleichselemente 10 isolieren die Ofenwanne 2 vom elektrischen Strom, der zur Bearbeitung des nicht dargestellten Formkörpers durch diesen geleitet wird. Ohne die elektrisch isolierende Beschichtung 9, 12 würde der elektrische Strom unerwünschter Weise über die Schüttung aus hitzefestem Material (bspw. Koks) und über die Innenseiten 8, 11 der Wannensegmente 6 und der Längenausgleichselemente 10 in die Ofenwanne 2 einströmen und über die Wannensegmente 6 und die Längenausgleichselemente 10 weitergeleitet werden.

[0026] Das Längenausgleichselement 10 ist im in Fig. 1 dargestellten Beispiel senkrecht zur Innenseite 8 der Wannensegmente 6, d.h. in Richtung des Pfeils B, welcher in die Breitenrichtung des Ofens 1 weist, wellenförmig ausgelenkt bzw. mäanderförmig ausgebildet. Somit ist das Längenausgleichselement 10 besonders günstig für Änderungen seiner Längserstreckung in Richtung des Pfeils L ausgebildet. Das Längenausgleichselement 10 ist zwischen benachbarten Wannensegmenten 6a, 6b bzw. 6b, 6c und mit diesen verbunden angeordnet, um einen Spalt zwischen den einander zugewandten Enden benachbarter Wannensegmente 6 zu vermeiden bzw. durch das Längenausgleichselement 10 zu verschließen. Die benachbarten Wannensegmente 6, 6a, 6b, 6c sind somit spaltfrei miteinander verbunden. Im Gegensatz zu bekannten Ofenkonstruktionen ist auch kein Abdeckkörper erforderlich, der an den Innenseiten benachbarter Wannensegmente aufliegt und einen verbleibenden Spalt zwischen benachbarten Wannensegmenten abdeckt. In den dargestellten Beispielen sind die Wannensegmente 6 fest mit den Längenausgleichselementen 10 verbunden.

[0027] Fig. 2 zeigt einen Abschnitt der Ofenwanne 2 des Ofens 1 aus Fig. 1, in einem Schnitt in Längsrichtung L des Ofens 1, in einem vergrößerten Maßstab. Dabei ist erkennbar, dass benachbarte Wannensegmente 6, im in Fig. 2 dargestellten Beispiel die Wannensegmente 6b, 6c, trennbar mit einem Längenausgleichselement 10 verschraubt sind. Dabei weisen die mit dem Längenausgleichselement 10 verschraubten Wannensegmente 6, 6b, 6c einen nach außen umgebogenen bspw. umgebördelten Rand 13 auf, an welchem ein Verbindungsabschnitt 14 des Längenausgleichselements 10 anliegt. Zumindest eine Schraube 15, bevorzugt jedoch mehrere Schrauben 15 erstrecken sich durch den umgebogenen Rand 13 des Wannensegments 6, den Verbindungsabschnitt 14 des Längenausgleichselements 10 und durch zwei Flansche 16a, 16b. Die Flansche 16a, 16b liegen an den voneinander abgewandten Seiten 13a, 14a des umgebogenen Rands 13 des Wannensegments 6 und des Verbindungsabschnitts 14 des Längenausgleichselements 10 lösbar an. Die Schrauben 15 spannen gemeinsam mit einer darauf montierten Mutter 17 das Wannensegment 6, das Längenausgleichselement 10 und die Flansche 16a, 16b zusammen. In dieser Ausführungsform sind daher die Wannensegmente 6 direkt mit den Längenausgleichselementen 10 verbunden. Im in Fig. 2 dargestellten Beispiel weisen sowohl der nach außen umgebogene Rand 13 des Wannensegments 6 als auch der Verbindungsabschnitt 14 des Längenausgleichselements 10 an den einander zugewandten Seiten 13z, 14z eine elektrisch isolierende Beschichtung 18 auf. In einer einfacheren Ausführungsform kann auch nur der nach außen umgebogene Rand 13 des Wannensegments 6 oder der Verbindungsabschnitt 14 des Längenausgleichselements 10 an den einander zugewandten Seiten 13z, 14z eine elektrisch isolierende Beschichtung 18 aufweisen. Die Schrauben 15 sind in einer hitzebeständigen, bspw. keramischen, elektrisch isolierenden Hülse 19 aufgenommen, um eine elektrisch leitende Verbindung vom umgebogenen Rand 13 des Wannensegments 6, 6c über den im allgemeinen metallischen Flansch 16a und über die Schraube 15 zum im allgemeinen metallischen Flansch 16b bzw. zum Verbindungsabschnitt 14 des Längenausgleichselements 10 zu vermeiden. Auch der Schraubenkopf 15a und die Mutter 17 sind von den Flanschen 16a, 16b elektrisch isoliert. Beispielsweise liegen der Schraubenkopf 15a und die Mutter 17 an umgebogenen Rändern der elektrisch isolierenden Hülse 19 an.

[0028] In Fig. 2 ist zudem erkennbar, dass sich die elektrisch isolierende Beschichtung 18 an den einander zugewandten Seiten 13z, 14z des nach außen umgebogenen Rands 13 des Wannensegments 6 und des Verbindungsabschnitts 14 des Längenausgleichselements 10 in Bereichen 20 über die Berührungsfläche 21 zwischen dem nach außen umgebogenen Rand 13 des Wannensegments 6 und dem Verbindungsabschnitt 14 des Längenausgleichselements 10 hinaus erstreckt.

[0029] Fig. 3 zeigt einen Abschnitt einer anders konstruierten Ofenwanne 2 eines Ofens 1, in einem Schnitt in Längsrichtung L des Ofens 1, in einem vergrößerten Maßstab. Dabei ist erkennbar, dass das mit dem Längenausgleichselement 10 verschraubte Wannensegment 6 untrennbar mit einem ersten Flansch 22a verbunden bspw. verschweißt ist und das Längenausgleichselement 10 untrennbar mit einem zweiten Flansch 22b verbunden bspw. verschweißt ist. Der erste Flansch 22a und der zweite Flansch 22b liegen im montierten Zustand des Ofens 1 aneinander an und sind mittels Schrauben 15 die sich durch den ersten Flansch 22a und durch den zweiten Flansch 22b erstrecken miteinander verschraubt. Im in Fig. 3 dargestellten Beispiel weisen der erste Flansch 22a und der zweite Flansch 22b an den einander zugewandten Seiten 22az, 22bz eine elektrisch isolierende Beschichtung 18 auf. Die Schrauben 15 sind in einer elektrisch isolierenden Hülse 19 aufgenommen.

[0030] Fig. 4 zeigt einen Abschnitt einer anders konstruierten Ofenwanne 2 eines Ofens 1, in einem Schnitt in Längsrichtung L des Ofens 1, in einem vergrößerten Maßstab. Gemäß dieser Konstruktion sind die Wannensegmente 6 untrennbar mit den Längenausgleichselementen 10 verbunden, vorzugsweise verschweißt. Ins-

besondere sind ein Ende E6 des Wannensegments 6 und ein Ende E10 des Längenausgleichselementes 10, welche Enden E6 und E10 einander zugewandt sind, miteinander untrennbar verbunden, vorzugsweise mittels einer Schweißnaht 23 miteinander verschweißt. Die elektrisch isolierende Beschichtung 9 des Wannensegments 6 und die elektrisch isolierende Beschichtung 12 des Längenausgleichselementes 10 sind im dargestellten Beispiel auf das Wannensegment 6, auf das damit verbundene Längenausgleichselement 10 und auf die Schweißnaht 23 in Richtung zum Innenraum 7 der Ofenwanne 2 aufgebracht. Um einen allfälligen Stromfluss durch die Wannensegmente 6 und die Längenausgleichselemente 10 im Falle einer beschädigten elektrisch isolierenden Beschichtung 9, 12 einzugrenzen, kann das mit dem Längenausgleichselement 10 untrennbar verbundene Wannensegment 6 aus in Richtung vom ersten zum zweiten Stromkontakt 3a, 3b hintereinander angeordneten Segmentteilen 6x1, 6x2 des Wannensegments 6 über eine elektrisch isolierende Zwischenschicht 24 miteinander verbunden und voneinander elektrisch isoliert sind.

[0031] In einem Versuch wurde ein vorhandener 25 m langer Graphitierungs-Ofen benutzt, welcher mit zwei elektrisch in Serie geschalteten Ofenwannen ausgeführt war. Die Ofenwannen bestanden aus metallischen und keramischen Segmenten. Die Serienschaltung der beiden Ofenwannen war dergestalt ausgeführt, dass die aus Graphit bestehenden Anschlusselektroden der beiden Ofenwannen auf einer Seite der Wannen elektrisch miteinander verbunden waren. Der Stromanschluss (Plus und Minusanschluss) war auf der gegenüberliegenden Seite der beiden Ofenwannen an die aus Graphit bestehenden Anschlusselektroden angebracht. Der Ofen wurde nun dergestalt behandelt, dass eine Ofenwanne (jene, die an der Plus-Seite des elektrischen Anschlusses angekoppelt war) komplett mit einer keramischen Beschichtung mittels einer Airless-Farbspritzanlage mit 0,15 mm Nassfilmdicke beschichtet wurde. Die Beschichtung war folgendermaßen hergestellt: In einem Dissolver wurden im Rührkessel 30 Masseanteile an flüssigem kolloidalem Kieselsol mit 40 % Festkörperanteil (Korngröße 10 nm) als Bindemittel und 10 Massenteile Wasser vorgelegt. In diese Flüssigkeit wurde ein Feststoffgemisch von 40 Massenteilen Magnesiumoxid mit einer mittleren Korngröße $d_{50} = 4 \mu\text{m}$ ($d_{90} = 13 \mu\text{m}$) und 20 Massenteilen Glaspulver mit einer mittleren Korngröße von $4 \mu\text{m}$ ($d_{98} = 17 \mu\text{m}$) und 0,3 Massenteilen Methylzellulose als Verdicker eingebracht und suspendiert, wobei die Drehzahl der Dissolver-scheibe während des Pulvereintrags stetig bis auf 12 m/sec gesteigert wurde und mit dieser Drehzahl 10 Minuten dispergiert wurde. Die andere Ofenwanne (jene, die an der Minus-Seite des elektrischen Anschlusses angekoppelt war) blieb unbeschichtet. In beide Ofenwannen wurde für die Graphitierung das gleiche Ausgangsmaterial eingebaut, jeweils 77 Elektroden in jede Wanne. Nach dem Einschalten der

Stromversorgung wurden die eingebauten Formkörper bis auf 3000 °C aufgeheizt. Nach dem Graphitieren wurden die Elektroden endbearbeitet und der elektrische Widerstand gemessen. Es zeigte sich, dass jene Graphitelektroden die in der beschichteten Wanne graphitiert worden sind im Mittel einen um 0,05 [μOhmm] geringeren elektrischen Widerstand aufwiesen als jene Elektroden, welche in der unbeschichteten Wanne graphitiert worden sind.

Patentansprüche

1. Ofen (1) mit zumindest einer Ofenwanne (2), in welcher ein erster (3a) und ein zweiter (3b) von der Ofenwanne (2) elektrisch isolierter Stromkontakt vorgesehen sind, wobei die Ofenwanne (2) aus vom ersten (3a) zum zweiten Stromkontakt (3b) hintereinander angeordneten und voneinander beabstandeten Wannensegmenten (6) gebildet ist, welche Wannensegmente (6) zumindest teilweise aus Metall gebildet sind und an ihrer dem Innenraum (7) der Ofenwanne (2) zugewandten Innenseite (8) eine elektrisch isolierende Beschichtung (9) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Wannensegmente (6) über ein zwischen den benachbarten Wannensegmenten (6) angeordnetes Längenausgleichselement (10) miteinander verbunden sind, welches Längenausgleichselement (10) zumindest teilweise aus Metall gebildet ist und auf seiner dem Innenraum (7) der Ofenwanne (2) zugewandten Innenseite (11) eine elektrisch isolierende Beschichtung (12) aufweist.
2. Ofen (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wannensegmente (6) von dem damit verbundenen Längenausgleichselement (10) elektrisch isoliert sind.
3. Ofen (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Längenausgleichselement (10) senkrecht zur Innenseite (8) der Wannensegmente (6) ausgelenkt, bevorzugt mäanderförmig ausgebildet ist.
4. Ofen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Wannensegment (6) trennbar mit einem Längenausgleichselement (10) verschraubt ist.
5. Ofen (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit dem Längenausgleichselement (10) verschraubte Wannensegment (6) einen nach außen umgebogenen Rand (13) aufweist, an welchem ein Verbindungsabschnitt (14) des Längenausgleichselements (10) anliegt, und sich zumindest eine Schraube (15) durch den umgebogenen Rand (13) des Wannensegments (6), den Verbindungsab-

schnitt (14) des Längenausgleichselements (10) und durch zwei Flansche (16a, 16b) erstreckt, die an den voneinander abgewandten Seiten (13a, 14a) des umgebogenen Rands (13) des Wannensegments (6) und des Verbindungsabschnitts (14) des Längenausgleichselements (10) anliegen. 5

6. Ofen (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch der nach außen umgebogene Rand (13) des Wannensegments (6) und der Verbindungsabschnitt (14) des Längenausgleichselements (10) an den einander zugewandten Seiten (13z, 14z) eine elektrisch isolierende Beschichtung (18) aufweisen und die zumindest eine Schraube (15) in einer elektrisch isolierenden Hülse (19) aufgenommen ist. 10 15
7. Ofen (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die elektrisch isolierende Beschichtung (18) an den einander zugewandten Seiten (13z, 14z) des nach außen umgebogenen Rands (13) des Wannensegments (6) und des Verbindungsabschnitts (14) des Längenausgleichselements (10) über die Berührungsfläche (21) zwischen dem nach außen umgebogenen Rand (13) des Wannensegments (6) und dem Verbindungsabschnitt (14) des Längenausgleichselements (10) hinaus erstreckt. 20 25
8. Ofen (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mit dem Längenausgleichselement (10) verschraubte Wannensegment (6) untrennbar mit einem ersten Flansch (22a) verbunden ist, an welchem ein untrennbar mit dem Längenausgleichselement (10) verbundener zweiter Flansch (22b) anliegt, und sich zumindest eine Schraube (15) durch den ersten Flansch (22a) und durch den zweiten Flansch (22b) erstreckt. 30 35
9. Ofen (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Flansch (22a) und der zweite Flansch (22b) an den einander zugewandten Seiten (22az, 22bz) eine elektrisch isolierende Beschichtung (18) aufweisen und die zumindest eine Schraube (15) in einer elektrisch isolierenden Hülse (19) aufgenommen ist. 40 45
10. Ofen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch isolierende Beschichtung (9, 12, 18) Emaille oder zumindest eines von Magnesiumoxid, Schamotte oder Gläser, mit hitzefesten Bindemitteln, vorzugsweise Kaliumwasserglas, Natriumwasserglas, Kieselisol, Silikonharzen, anorganische Phosphate, beispielsweise Aluminiumphosphat oder Magnesiumphosphat, wasserlösliche Aluminate oder wasserlösliche Aluminosilikate, aufweist. 50 55

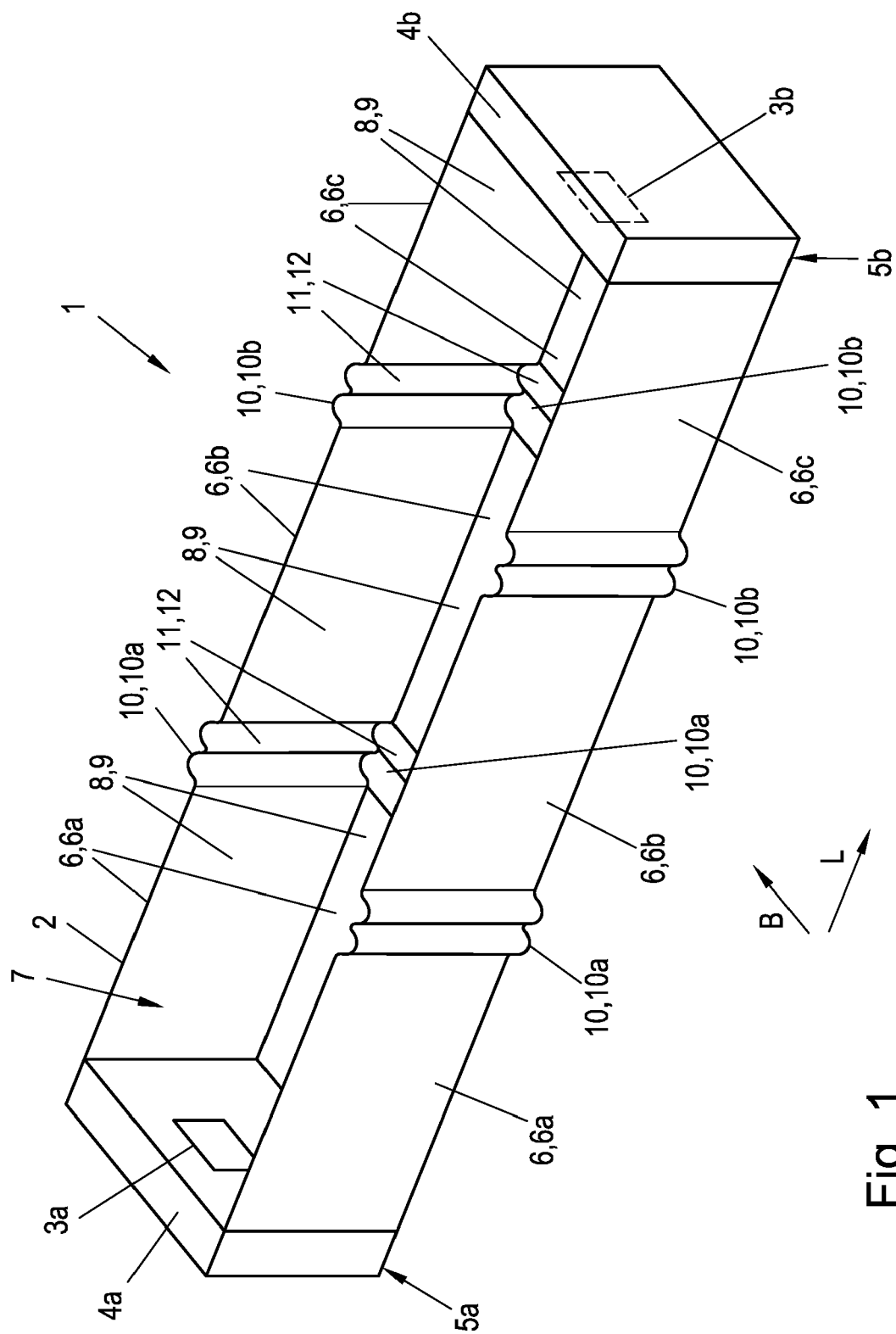


Fig. 1

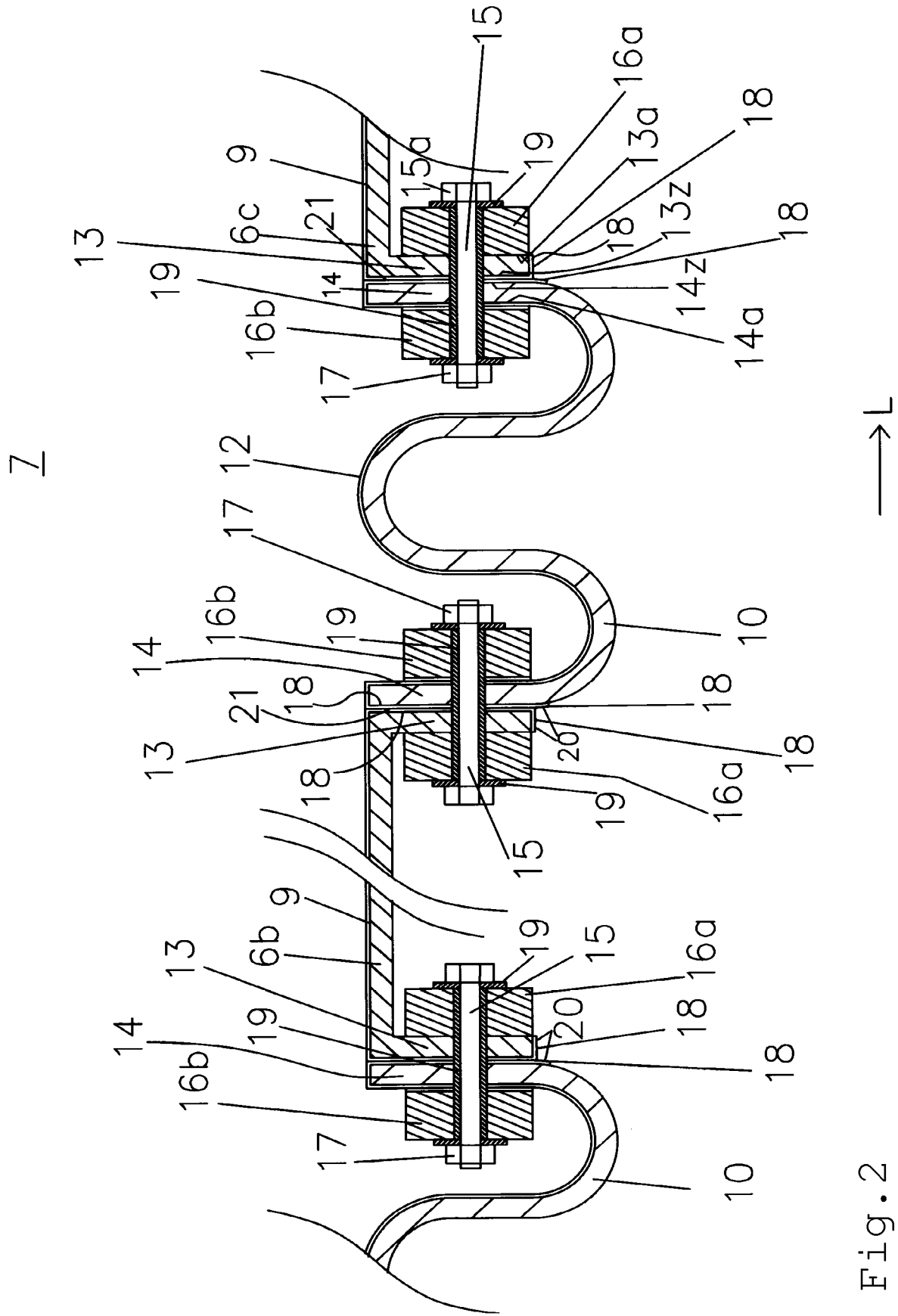


Fig. 2

7

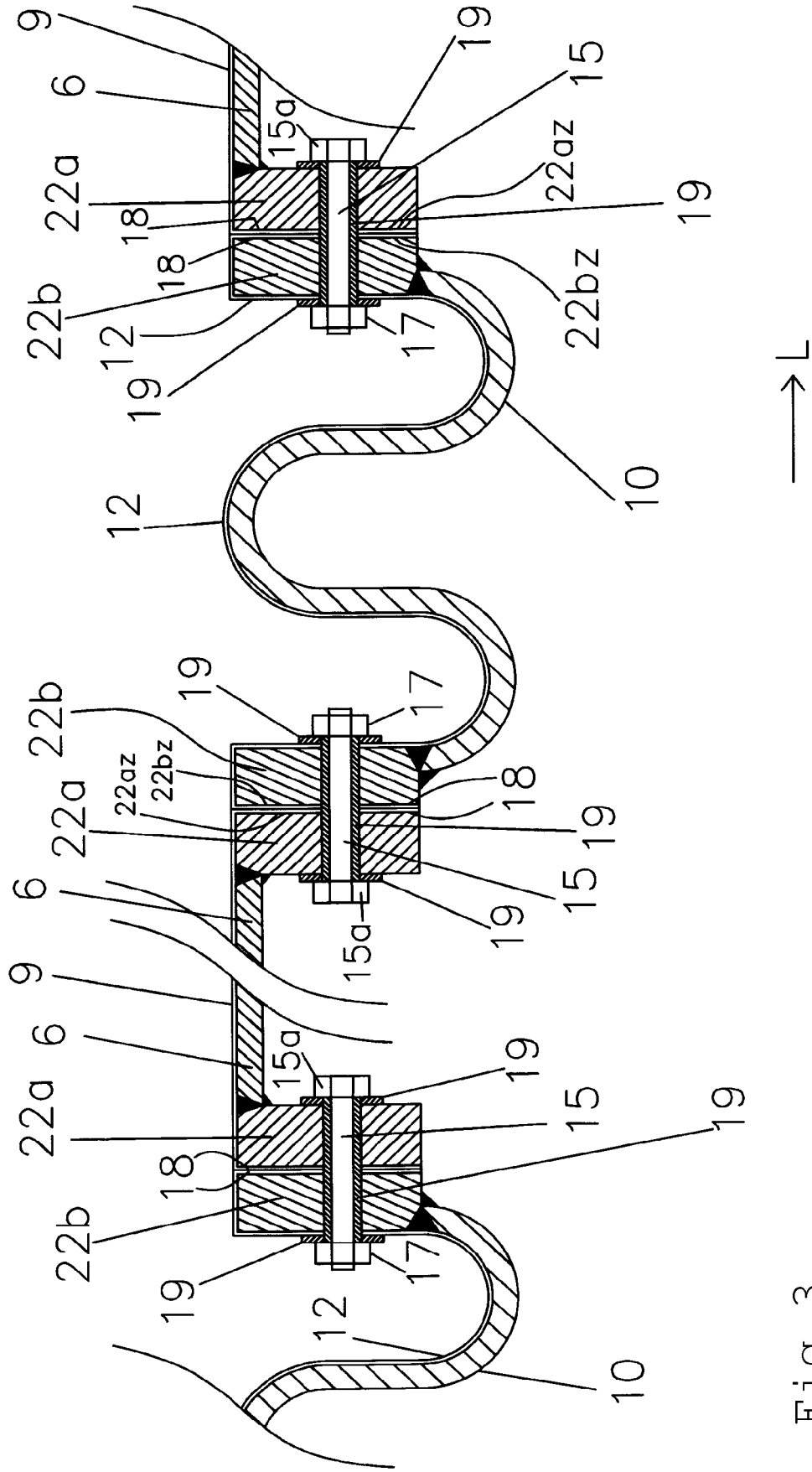
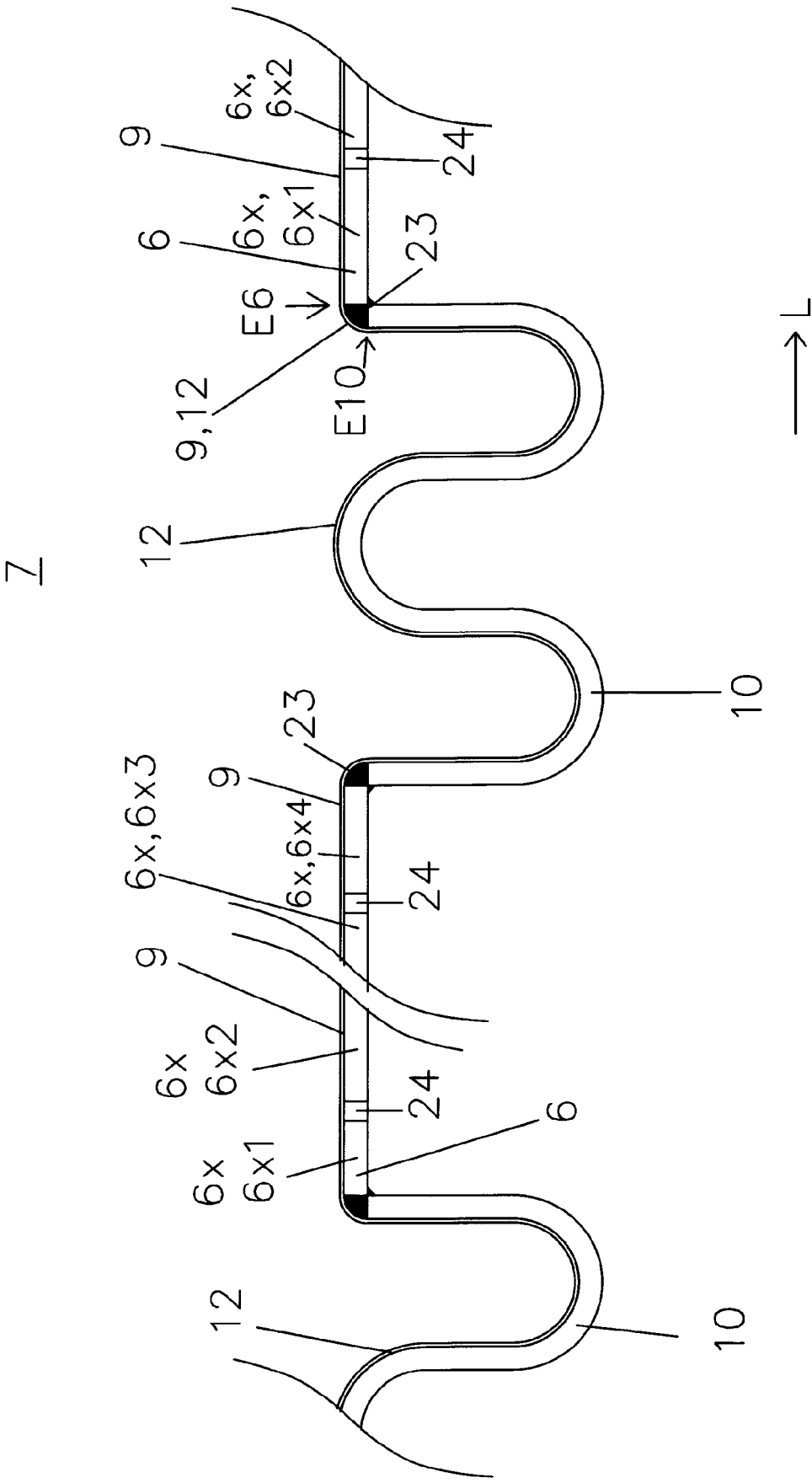


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 4874

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 299 225 A (KARAGOZ BERCH Y [US] ET AL) 29. März 1994 (1994-03-29) * Abbildungen 1, 3, 8, 10, 11 * * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 45 * * Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 18 * * Spalte 4, Zeile 18 - Spalte 5, Zeile 64 *	1-10	INV. F27B17/00 F27D1/00 F27D11/04
A	----- US 5 631 919 A (INTERMILL ALLAN W [US] ET AL) 20. Mai 1997 (1997-05-20) * Abbildungen 1, 2, * * Spalte 3, Zeile 01 - Zeile 15 *	1-10	
A	----- US 4 394 766 A (KARAGOZ BERCH Y) 19. Juli 1983 (1983-07-19) * Abbildungen 7, 9 * * Spalte 6, Zeile 63 - Spalte 7, Zeile 9 *	1-10	
A	----- WO 87/06685 A1 (ELETTROCARBONIUM SPA [IT]) 5. November 1987 (1987-11-05) * Abbildungen 6, 9 * * Seite 8, Zeile 2 - Zeile 11 *	1-10	
	-----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F27D F27B C04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2018	Prüfer Jung, Régis
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 15 4874

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-07-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5299225 A	29-03-1994	KEINE	
US 5631919 A	20-05-1997	BR 9605639 A	18-08-1998
		CA 2190680 A1	22-05-1997
		CN 1164636 A	12-11-1997
		DE 69611971 D1	12-04-2001
		DE 69611971 T2	19-07-2001
		EG 20932 A	28-06-2000
		EP 0775679 A2	28-05-1997
		ES 2156984 T3	01-08-2001
		JP H09184686 A	15-07-1997
		PL 317091 A1	26-05-1997
		RO 118145 B1	28-02-2003
		RU 2129340 C1	20-04-1999
		TW 346538 B	01-12-1998
		US 5631919 A	20-05-1997
		ZA 9609732 B	12-06-1997
US 4394766 A	19-07-1983	AU 550677 B2	27-03-1986
		BR 8207811 A	19-07-1983
		CA 1166410 A	01-05-1984
		DE 3277509 D1	26-11-1987
		EP 0087457 A1	07-09-1983
		ES 8403088 A1	01-03-1984
		ES 8504626 A1	16-04-1985
		IT 1152482 B	31-12-1986
		JP S58501225 A	28-07-1983
		NO 831137 A	29-03-1983
		US 4394766 A	19-07-1983
		WO 8300549 A1	17-02-1983
		ZA 8205608 B	29-06-1983
WO 8706685 A1	05-11-1987	AT 61470 T	15-03-1991
		BG 49838 A3	14-02-1992
		CA 1268626 A	08-05-1990
		DE 3768502 D1	11-04-1991
		EP 0304429 A1	01-03-1989
		ES 2007609 A6	01-07-1989
		IT 1191877 B	23-03-1988
		RO 104684 B1	01-03-1995
		US 4916714 A	10-04-1990
		WO 8706685 A1	05-11-1987

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- AT 411798 B [0003] [0004]
- US 5299225 A [0005]
- US 5631919 A [0006]
- US 4394766 A [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1986, vol. A5, 103-113 [0002]