



(10) **DE 20 2016 101 357 U1** 2016.08.18

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2016 101 357.7**

(22) Anmeldetag: **11.03.2016**

(47) Eintragungstag: **11.07.2016**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **18.08.2016**

(51) Int Cl.: **F23H 17/12 (2006.01)**

B22D 19/00 (2006.01)

F27D 5/00 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
TISKA GmbH, 82402 Seeshaupt, DE

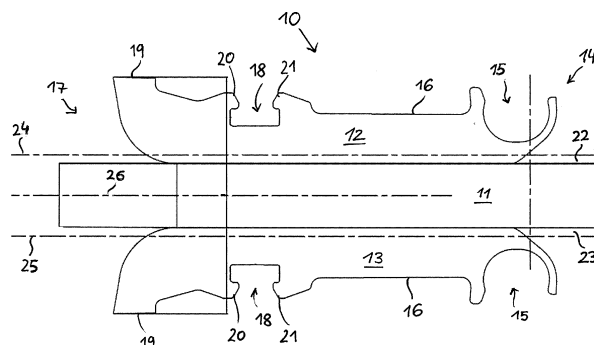
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Schweiger & Partners, 80687 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Komposit-Roststab**

(57) Hauptanspruch: Komposit-Roststab für einen Verbrennungsrost, der aufweist:

- einen Grundkörper aus einer Stahllegierung, der eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist,
- ein Anguss aus einer gegossenen Eisenlegierung, wobei der Anguss eine Oberseite des Grundkörpers wenigstens teilweise bedeckt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Beschreibung bezieht sich auf Vorschubroste, und insbesondere auf Komposit-Roststäbe für Vorschubroste.

[0002] Die Rostfeuerung ist eine Feststofffeuerung, bei der der Brennstoff auf einem Rost, einer mit Öffnungen versehenen Auflagefläche, liegend verbrennt. Die Öffnungen im Rost dienen der Zuführung des Unterwindes, der die für die Verbrennung notwendigen Gase enthält, und der Abführung der zurückbleibenden Asche. Eine Bewegung zum Umwälzen oder Schüren des Feuers und zum Abführen der Asche erfolgt bei einfachen Rostfeuerungen manuell mit einem Schürhaken, bei größeren Rostfeuerungen automatisch durch Eigenbewegung des Rostes.

[0003] Bei einer industriellen Rostfeuerung erfolgt die Brennstoffzuführung zum Rost automatisch und kontinuierlich, zum Beispiel mittels Förderschnecken, mechanischen Schiebern oder Doppelklappen. Durch diese Förderer wird gleichzeitig ein Abschluss zum Brennstoffvorlagebehälter hergestellt und ein Rückbrand verhindert.

[0004] Der Brennstoff wird durch einen Bewegungsmechanismus kontinuierlich vom Eintrag zum Ascheaustrag gefördert und dabei automatisch umgewälzt. Im ersten Bereich des Rostes erfolgt eine Trocknung und Entgasung des Brennstoffes. Es schließt sich die Hauptverbrennungszone an, und im letzten Rostabschnitt erfolgt der Ausbrand.

[0005] Ein Treppenrost oder Schüttrost sieht ähnlich aus wie eine flach liegende Treppe mit einem Gefälle von 8 bis 15 Grad.

[0006] Der Brennstoff wird dadurch über den Rost bewegt, dass sich einige Roststäbe, zum Beispiel jeder zweite Roststab oder zwei von drei, oszillierend vor und zurück bewegen und so den Brennstoff vorwärts schieben. Je nach Richtung der Roststabbewegung wird der Treppenrost auch Vorschubrost oder Rückschubrost genannt. In beiden Fällen entsteht aber eine Vorwärts-Bewegung für den Brennstoff.

[0007] Die vorliegende Beschreibung offenbart einen Komposit-Roststab, bei dem der Roststab nicht als einstückiges Gussteil sondern als ein Metallverbundteil gestaltet wird, wodurch Eigenschaften des Roststabs verbessert werden können.

[0008] Der Komposit-Roststab ist insbesondere für den Einbau in einem Treppenrost oder Schubrost vorgesehen. Jedoch kann der Komposit-Roststab auch für eine Anwendung in einem stationären Rost, in einem Wanderrost oder in einem Walzenrost ausgebildet sein.

[0009] Während eines Betriebs eines Schubrostes tritt an einem oberen Bereich des Roststabs, in dem eine weitere Lage von Roststäben aufliegt und sich relativ zu dem Roststab bewegt, thermische und mechanische Abnutzung auf. An einem vorderen Bereich des Roststabs tritt vor allem thermische Abnutzung auf.

[0010] Dementsprechend kann bei einem Ausführungsbeispiel eines Roststabs gemäß der vorliegenden Beschreibung ein hitzebeständiges Material an der Oberfläche des Roststabs vorgesehen werden. Dagegen können die Rippen und der tragende Bereich des Roststabs, wenn diese nicht so hohen Temperaturen ausgesetzt sind, aus einem anderen weniger hitzebeständigen Material gefertigt sein. Insbesondere kann der Grundkörper des Roststabs aus Stahlguss oder auch aus einem hochwertigen Gusseisen gefertigt sein.

[0011] Dabei kann eine Wandstärke des Grundkörper so dünn bemessen sein, dass es möglich wird, den Grundkörper erst in einer flachen Konfiguration herzustellen, zum Beispiel durch Schneiden, Stanzen oder Gießen, und ihn danach in eine endgültige Form zu biegen, zusammenzusetzen oder zu fügen.

[0012] Gemäß einem Herstellungsverfahren des Komposit-Roststabs wird ein aus Stahl gefertigter Bereich des Roststabs aus Stahlblech ausgeschnitten und danach gefaltet bzw. gebogen, so dass nach einem späteren Gießen keine Korrektur mehr nötig ist. Der aus Stahl gefertigte Bereich wird in eine Gussform eingebracht und das billigere aber hitzebeständige Material mit geringerer Zugfestigkeit wird darüber gegossen. Diese Herstellungsart wird auch als Verbundguss bezeichnet.

[0013] Diese Herstellung des Roststabes durch einen Verbundguss bedingt unter anderem folgende Eigenschaft: es wird weniger Gussmaterial benötigt und man kann als Gussmaterial ein billigeres und haltbareres

Material verwenden, beispielsweise auch ein Material mit hohem Nickel- und Chromanteil. Die Brüchigkeit des Gussmaterials stellt dabei ein geringeres Problem dar, denn der aus Stahl gefertigte Bereich im Zugspannungsbereich des Roststabs weist eine relative hohe Zugfestigkeit auf, während der gegen Zugspannung empfindlichere und aus Gussmaterial bestehende Bereich des Roststabs im Druckspannungsbereich des Roststabs gelegen ist. Falls im Betrieb des Roststabs ein Riss in dem hitzebeständigen Bereich auftritt, dann bricht nicht gleich der gesamte Roststab durch, weil der Grundkörper eine tragende Funktion übernimmt.

[0014] Dem Gussmaterial kann ein Chrom-Anteil beigelegt werden, der zum Beispiel mindestens 12 Gew.-% betragen kann. Der Chromanteil bewirkt unter anderem eine Passivierung, die das Gussmaterial vor Korrosion schützt. Die Passivierung kommt durch Kontakt mit dem Sauerstoff aus den umgebenden Medien zustande. Dadurch bildet sich auf der Oberfläche des Gussmaterials eine dünne, nur wenige Atomlagen dicke transparente Schicht aus Chromoxid. Außerdem wird durch den Chromanteil die Härte erhöht.

[0015] Weitere Legierungselemente, die dem Gussmaterial beigelegt werden können, um die Härte des Gussmaterials zu erhöhen, sind Mangan, Silicium, Nickel, Wolfram, Vanadium, Molybdän und Kobalt. Eine Warmfestigkeit kann insbesondere durch Zugabe von Wolfram, Vanadium, Molybdän oder Kobalt erhöht werden, aber auch durch Zugabe von Silicium, Chrom oder Nickel.

[0016] Eine Kobalt enthaltende Legierung kann beispielsweise 2,0%–4,5% Silicium, 0,5%–5% Kobalt, 2,0%–4,5% Kohlenstoff und 0,3%–1,48% Molybdän aufweisen. Dabei sollen sich in der vorliegenden Beschreibung Prozentangaben von Legierungselementen und Materialzusätzen auf Gewichtsprozent (Gew.-%, wt.-%) beziehen, falls nichts anderes angegeben ist.

[0017] Unter anderem können beispielsweise die folgenden Nickel Chrom Legierungen verwendet werden:

Name	C %	Si %	Ni %	Cu %	Cr %
Alferon	0,4–0,6	2–3	18–20	-	18–20
Niresist	2,5–3,3	bis 2	15–20	5–10	2–6
Nimol	2,5–3,3	-	15–20	5–10	bis 20
Nicrosil	2,5–3,3	Bis 8	12–20	5–9	2–6
Nicrosilal	z.B. 1,8	6	18	-	2
EN-GJSA-XNi-Cr20-2	bis 3,0	1,5–3,0	18,0–22,0	bis 0,5	1,0–3,5
EN-GJSA-XNiSiCr35-5-2	bis 2,0	4,0–6,0	34,0–36,0	bis 0,5	1,0–3,5
EN-GJSA-XNi-Cr30-3	bis 2,6	1,5–3,0	28,0–32,0	bis 0,5	2,5–3,5
EN-GJSA-XNiSiCr30-5-5	bis 2,6	5,0–6,0	28,0–32,0	bis 0,5	4,5–5,5

[0018] Weitere geeignete Materialien sind unter anderem folgende hitzebeständige Stahlgusswerkstoffe gemäß DIN EN 10259: die legierten Edelstähle mit einem Nickelgehalt von $\geq 2,5\%$ gemäß Materialkennziffer 1.4837, GX40CrNiSi25-12 und gemäß Materialkennziffer 1.4823, GX40CrNiSi27-4 und der legierte Edelstahl mit einem Nickelgehalt $< 2,5\%$ gemäß Materialkennziffer 1.4723, GX160CrSi18. Weiterhin eignet sich unter anderem die Ventilstahl-Legierung nach DIN EN 10090 gemäß Materialkennziffer 1.4747, X80CrNiSi20.

[0019] Als besonderer Werkstoff kann ein austenitischer Gusswerkstoff verwendet werden, wie beispielsweise die in obiger Tabelle genannten Werkstoffe GJSA-X NiSiCr 35-5-2 oder GJSA-X NiSiCr 30-5-5.

[0020] Bei einem Komposit-Roststab gemäß der vorliegenden Beschreibung handelt es sich um ein metallisches Verbundbauteil, das mit einem Eingussverfahren hergestellt wird. Insbesondere kann der Komposit-Roststab Eingussteile aus Stahl und/oder Gusseisen, wie insbesondere GGG, GJV oder GGL und Anguss- oder Umgussteile aus dem Werkstoff Stahl, Gusseisen oder Leichtmetall aufweisen.

[0021] Gußeisen kann gegenüber Stahl zum Beispiel durch den Kohlenstoffgehalt charakterisiert werden. Gemäß einer solchen Einteilung weist Stahl einen Kohlenstoffgehalt von $< 2,06\%$ und Gusseisen einen Kohlen-

stoffgehalt von > 2,06%. Typischerweise weist Gusseisen einen Kohlenstoffgehalt von 2,5%–4% auf, er kann jedoch auch niedriger oder höher liegen.

[0022] Die Bezeichnung "GGG" bezieht sich auf Gusseisen mit Kugelgraphit, auch bezeichnet als Sphäroguss, globularer Grauguss oder duktiles Gusseisen. Nach aktueller europäischer Norm EN 1563 lautet die Bezeichnung dafür "GJS", und nach der früheren DIN 1693 "GGG". Die globulare Ausformung des Graphits kann insbesondere durch Zugaben von Magnesium oder Cer bewirkt werden.

[0023] "GGL" bezieht sich auf Gusseisen mit Lamellengraphit oder lamellaren Grauguss (Bezeichnung nach aktueller europäischer Norm EN 1561 „GJL“ oder früher nach DIN 1691 „GGL“) und "GJV" bezieht sich auf den Vermiculargraphit-Guss (Bezeichnung GJV nach aktueller ISO 16112, früher GGV). Der lamellare Grauguss hat gegenüber dem Sphäroguss bessere Wärmeleitungseigenschaft, ist jedoch brüchiger und kann weniger Zugspannung aufnehmen. Die Eigenschaften des Vermiculargraphit-Gusses liegen zwischen denen des lamellaren und des globularen Graugusses.

[0024] Insbesondere kann GJL Gusseisen die Werkstoffe GJL-100–GJL-400, GJV Gusseisen die Werkstoffe GJV-300–GJV-500, und GJS Gusseisen die Werkstoffe GJS-400–GJS-800 umfassen, wobei die dreistellige Kennziffer eine Mindestzugfestigkeit in Megapascal bezeichnet.

[0025] Die Materialsorten GJL, GJV, GJS werden auch als Grauguss bezeichnet, wogegen Temperguss und Hartguss auch als weißes Gusseisen bezeichnet wird.

[0026] Die vorliegende Beschreibung offenbart insbesondere einen Komposit-Roststab für einen Verbrennungsrost, insbesondere Vorschubrost oder Walzenrost, wobei der Komposit-Roststab einen Grundkörper aus einer Stahllegierung, eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist. Die Oberseite ist auf einem Ober- teil ausgebildet und das wenigstens eine Seitenteil schließt sich auf einer Unterseite des Ober- teils an das Ober- teil an und ist in einer Längsrichtung oder Längserstreckung des Roststabes orientiert.

[0027] Zum Beispiel kann der Komposit-Roststab ein T-förmiges Profil aufweisen, wobei das wenigstens eine Seitenteil durch einen Steg des T-förmigen Profils gebildet wird. In einer weiteren Ausführungsform kann der Komposit-Roststab ein U-förmiges Profil aufweisen, wobei das wenigstens eine Seitenteil ein erstes Seitenteil aufweist, das durch ein ersten Steg des U-förmigen Profils gebildet wird und ein zweites Seitenteil auf- weist, das durch einen zweiten Steg des U-förmigen Profils gebildet wird.

[0028] Der Komposit-Roststab weist einen Anguss aus einer gegossenen Eisenlegierung auf, wobei der An- guss die Oberseite des Grundkörpers wenigstens teilweise bedeckt. Insbesondere kann der Anguss die Ober- seite des Grundkörpers zu mehr als 50%, zu mehr als 90% oder im Wesentlichen vollständig bedecken.

[0029] Insbesondere kann eine Eisenlegierung für den Anguss eine geringere Zugfestigkeit aufweisen als die Stahllegierung des Grundkörpers. Dies wird dadurch ermöglicht, dass der Grundkörper die Zugspannungen aufnimmt, die bei einer Belastung des Roststabs von oben unterhalb einer neutralen Faser des Roststabs auftreten.

[0030] Das Optimieren eines oberen Bereichs des Roststabs auf gewünschte Materialeigenschaften wie bei- spielsweise Hitzebeständigkeit, Abrasionsbeständigkeit oder Materialkosten wird vereinfacht, da das Anguss- material, das sich insbesondere auf der Oberseite des Roststabs befindet, keine so hohe Zugfestigkeit aufzu- weisen braucht wie das Material des Grundkörpers. Zum Beispiel kann für den Anguss ein Gusseisen verwen- det werden, das preiswerter ist als die Stahllegierung des Grundkörpers. Insbesondere kann der Anguss ganz oder im Wesentlichen aus Gusseisen bestehen.

[0031] Alternativ dazu oder zusätzlich kann der Anguss gewisse vorteilhafte Eigenschaften aufweisen, die dort von Vorteil sind, wo der Anguss aufgebracht wird. Insbesondere kann der Anguss eine höhere Hitzebestän- digkeit oder eine höhere Abrasionsbeständigkeit als der Grundkörper aufweisen. Diese Eigenschaften sind insbesondere auf der Oberseite des Roststabs von Vorteil, auf der das Brennmaterial und gegebenenfalls an- dere Roststäbe aufliegen.

[0032] Es ist auch möglich, dass der Anguss eine Eisen- oder Stahllegierung aufweist, die einen höheren Materialpreis als der Grundkörper hat. Auch in diesem Fall ergibt sich ein Vorteil daraus, dass das Angussma- terial und der Grundkörper separat auf die gewünschten Materialeigenschaften hin optimiert werden können.

Beispielsweise kann das Material des Grundkörpers so ausgewählt sein, dass es außer einer höheren Zugfestigkeit auch eine verbesserte Schweißbarkeit gegenüber dem Angussmaterial aufweist.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Anguss zumindest teilweise ein Umguss, der einen Teilbereich des Grundkörpers umschließt. Dies kann zum Beispiel dadurch verwirklicht werden, dass Durchgangsöffnungen des Grundkörpers in dem Grundkörper vorgesehen sind, die mit dem Anguss ausgefüllt werden, wodurch Nieten gebildet werden. Damit kann eine bessere Verbindung zwischen Grundkörper und Anguss hergestellt werden.

[0034] Diese Durchgangsöffnungen oder Durchgangslöcher können insbesondere senkrecht zu einer Längsrichtung des Grundkörpers angeordnet sein und einen ausreichenden Durchmesser aufweisen, so dass der Umguss die Durchgangslöcher beim Gießen möglichst vollständig und ohne Lunker ausfüllt.

[0035] Weiterhin kann die Verbindung zwischen Grundkörper und Anguss dadurch verbessert werden, dass vor dem Aufbringen des Angusses ein Flussmittel auf entsprechende Bereiche des Grundkörpers aufgebracht wird.

[0036] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Grundkörper aus einem Stahlblech ausgeformt, beispielsweise durch Plasmaschneiden oder Laserschneiden und anschließendes Umformen in die gewünschte Endgestalt. Mögliche Vorteile gegenüber einem Grundkörper aus Stahlguss können sich beispielsweise aus einer leichteren Formbarkeit oder aus einer Kosten- oder Gewichtseinsparung ergeben.

[0037] Dabei kann eine dem Schüttgut zugewandte Seite aus einem Metallguss gebildet sein und eine dem Schüttgut abgewandte Seite eine vorgeformte Stahlblechkomponente sein. Die Stahlblechkomponente wird bei der Herstellung in eine Roststab-Gussform eingelegt und anschließend in einem Verbundgießprozess stoffschlüssig mit dem Gussmaterial verbunden.

[0038] Dadurch kann eine Roststaboberfläche gebildet werden, die nicht zur Rissbildung neigt. Somit kann vermieden werden Schlagbelastungen, die auf der Schüttgutseite auf den Roststab einwirken eine Rissbildung auf der dem Schüttgut abgewandten Seite des Roststabs verursachen. Das gilt in ähnlicher Form auch für die anderen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Beschreibung.

[0039] Insbesondere kann das Stahlblech durch Biegen umgeformt werden. Demgemäß kann der Grundkörper ein gebogenes Stahlblech aufweisen bzw. aus einem gebogenen Stahlblech bestehen, wobei gebogene Bereiche des Stahlblechs mindestens einen ersten Übergangsbereich aufweisen, der zwischen der Oberseite und dem Seitenteil angeordnet ist.

[0040] Hinsichtlich einer Verbesserung bezüglich der Hitzebeständigkeit und oder der Abrasionsbeständigkeit kann der Anguss insbesondere die folgenden Materialverbindungen aufweisen.

[0041] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel weist der Anguss Eisen, Kohlenstoff und zumindest eines von Mangan, Wolfram, Vanadium, Molybdän, Kobalt, Silicium, Chrom oder Nickel mit einem Anteil von mindestens 2% auf.

[0042] Insbesondere kann der Anguss Metallverbindungen mit Nickel oder Kobalt und/oder mit Chrom und/oder mit Nickel aufweisen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist der Anguss zumindest eines von Nickel und Kobalt mit einem Gewichtsanteil von mindestens 2% auf. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Anguss Chrom mit einem Gewichtsanteil zwischen 2% und 20% beträgt auf.

[0043] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Anguss Nickel auf, wobei ein Gewichtsanteil des Nickels zwischen 10% und 36% beträgt. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Anguss Chrom und Nickel auf, wobei ein Chromanteil des Angusses zwischen 2% und 20% beträgt und wobei ein Nickelanteil des Angusses zwischen 10% und 36% beträgt.

[0044] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Angussmaterial einen legierten Edelstahl nach DIN EN 10259 auf, wobei insbesondere GX40CrNiSi25-12, GX40CrNiSi27-4 oder GX160CrSi18 in Betracht kommt. Dabei kann der Anguss überwiegend, im Wesentlichen oder vollständig aus dem legierten Edelstahl nach DIN EN 10259 bestehen, beispielsweise mit einem Gewichtsanteil von mehr als 50%, mehr als 90% oder mehr als 99%.

[0045] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Angussmaterial einen Ventilstahl nach DIN EN 10090 auf, wobei insbesondere X80CrNiSi20 in Betracht kommt. Dabei kann der Anguss überwiegend, im Wesentlichen oder vollständig aus dem Ventilstahl nach DIN EN 10259 bestehen, beispielsweise mit einem Gewichtsanteil von mehr als 50%, mehr als 90% oder mehr als 99%.

[0046] Insbesondere kann eine Dicke eines Angussmaterials auf der Oberfläche des Komposit-Roststabs eine vorgegebene Dicke betragen, wie zum Beispiel mindestens 3mm.

[0047] Wie bereits weiter oben erwähnt wurde kann der Grundkörper des Komposit-Roststabs Durchgangslöcher aufweisen, die mit dem Angussmaterial ausgefüllt sind. Diese Durchgangslöcher können insbesondere quer zu einer Längserstreckung des Komposit-Roststabs orientiert sein. Zum Beispiel kann der Grundkörper wenigstens zwei, wenigstens fünf oder wenigstens acht Durchgangslöcher aufweisen.

[0048] Weiterhin kann der Komposit-Roststab einen zweiten gegossenen Bereich aufweisen, wobei der zweite gegossene Bereich Teilbereiche des wenigstens einen Seitenteils bedeckt. Diese Teilbereiche können sich auch zumindest teilweise unterhalb der neutralen Faser befinden. Insbesondere kann der zweite gegossene Bereiche Materialeigenschaften von Rippen des Komposit-Roststabs verbessern, wobei die Rippen mit dem wenigstens einen Seitenteil verbunden sind. Insbesondere können ein erstes Seitenteil und ein zweites Seitenteil des Grundkörpers jeweils wenigstens ein erste Rippe und eine zweite Rippe aufweisen.

[0049] Des Weiteren offenbart die vorliegende Beschreibung einen Feuerungsrost, insbesondere einen Treppenrost oder einen Walzenrost mit einer Anordnung aus einer Vielzahl von Komposit-Roststäben gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einige, wie beispielsweise 20%, die Hälfte, oder alle der Vielzahl von Komposit-Roststäben mit einem Antrieb des Feuerungsrostes verbunden sind.

[0050] Insbesondere kann der der Feuerungsrost als ein Treppenrost mit einer ersten Lage von Roststäben und einer zweiten Lage von Roststäben ausgebildet sein, wobei die zweite Lage von Roststäben auf der ersten Lage von Roststäben aufliegt und wobei mindestens die erste Lage von Roststäben aus den oben erwähnten Komposit-Roststäben gebildet ist.

[0051] Alternative kann der Feuerungsrost auch als ein Walzenrost ausgebildet ist, der mindestens eine erste Rostwalze und eine zweite Rostwalze aufweist, wobei die erste Rostwalze und die zweite Rostwalze jeweils mindestens einen der oben erwähnten Komposit-Roststab aufweisen, und wobei mindestens eine der Rostwalzen mit dem Antrieb des Feuerungsrostes verbunden ist.

[0052] Die erste Rostwalze und die zweite Rostwalze können insbesondere auch vollständig aus Komposit-Roststäben gebildet sein. In einem weiteren Aspekt offenbart die vorliegende Beschreibung ein Verfahren zur Herstellung eines Komposit-Roststabs für einen Feuerungsrost.

[0053] Gemäß diesem Verfahren wird ein Grundkörper aus einer Stahllegierung bereitgestellt, wobei der Grundkörper eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist, das sich in Längsrichtung des Grundkörpers erstreckt, wobei es sich beispielsweise um ein erstes Seitenteil und ein dem ersten Seitenteil gegenüberliegendes zweites Seitenteil handelt.

[0054] Ein Flussmittel wird auf den Grundkörper aufgetragen, der Grundkörper wird in eine Gussform eingebracht und ein Anguss, der eine Eisenlegierung aufweist, wird durch Einbringen des geschmolzenen Angussmaterials in die Gussform auf den Grundkörper aufgebracht, so dass der Anguss die Oberseite des Grundkörpers wenigstens teilweise bedeckt. Insbesondere kann der Anguss die Oberseite des Grundkörpers zu mehr als 50%, zu mehr als 90% oder im Wesentlichen vollständig bedecken.

[0055] Weiterhin kann das Gießen des Angusses wiederholt werden, so dass der Anguss mehrere Lagen bildet, beispielsweise zum Erzeugen einer höheren Gesamtdicke oder zur Erzeugung bestimmter Materialeigenschaften.

[0056] Der Grundkörper kann insbesondere aus einem Stahlblech ausgeformt sein, zum Beispiel durch Laserschneiden oder Plasmaschneiden oder Stanzen und weiteren Umformprozessen wie Biegen. Weiterhin können eine Mehrzahl von Durchgangslöchern aus dem Grundkörper ausgeformt werden.

[0057] Im Folgenden wird der Gegenstand der vorliegenden Beschreibung mit Bezug auf die folgenden Figuren erläutert.

- [0058] Fig. 1 zeigt ein Blechteil eines Komposit-Roststabs in einer abgewickelten Konfiguration,
- [0059] Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines Komposit-Roststabs, der das Blechteil von Fig. 1 enthält, und in dem ein Bereich verdeutlicht ist, der ein Gussmaterial aufweist,
- [0060] Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch den Komposit-Roststab von Fig. 2,
- [0061] Fig. 4 zeigt einen weiteren Querschnitt durch den Komposit-Roststab von Fig. 2,
- [0062] Fig. 5 zeigt eine weitere Seitenansicht des Komposit-Roststabs von Fig. 2, in der eine Gestalt des Blechteils von Fig. 1 in einem Gusskörper verdeutlicht ist,
- [0063] Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht des Blechteils von Fig. 1 nach der Biegung,
- [0064] Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung des Komposit-Roststabes von Fig. 2,
- [0065] Fig. 8 zeigt einen Querschnitt einer weiteren Ausführungsform des Komposit-Roststabs in einer Gussform,
- [0066] Fig. 9 zeigt einen Querschnitt einer weiteren Ausführungsform des Komposit-Roststabs in einer Gussform, und
- [0067] Fig. 10 zeigt einen Querschnitt einer weiteren Ausführungsform des Komposit-Roststabs in einer Gussform,
- [0068] Fig. 11 zeigt einen Komposit-Roststab gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- [0069] Fig. 12 illustriert ein Verhalten des Komposit-Roststabes unter Biegebeanspruchung,
- [0070] Fig. 13 zeigt einen Komposit Roststab für einen Walzenrost,
- [0071] Fig. 14 zeigt eine Aufsicht auf den Roststab von Fig. 12,
- [0072] Fig. 15 zeigt einen Längsschnitt durch den Roststab von Fig. 13,
- [0073] Fig. 16 zeigt einen ersten Querschnitt durch den Roststab von Fig. 13,
- [0074] Fig. 17 zeigt einen zweiten Querschnitt durch den Roststab von Fig. 13, und
- [0075] Fig. 18 zeigt eine perspektivische Ansicht des Roststabs von Fig. 13.
- [0076] Fig. 1 zeigt einen Grundkörper 10 eines Komposit-Roststabs in einer abgewickelten Konfiguration, in der eine Oberseite 11, ein erstes Seitenteil 12 und ein zweites Seitenteil 13 in einer Ebene liegen.
- [0077] Die Formgebung des Grundkörpers 10 gemäß Fig. 1 stellt eine beispielhafte Ausführungsform dar. Andere Formgebungen sind ebenfalls möglich.
- [0078] Der Grundkörper 10 weist die zuvor erwähnte Oberseite 11, das erste Seitenteil 12 und das zweite Seitenteil 13 auf. Die Form des ersten Seitenteils 12 ist im Wesentlichen zur Form des zweiten Seitenteils 13 identisch. Die Seitenteile 12, 13 weisen auf einer Aufhängungs-Seite 14 einen abgerundeten Eingriffsbereich 15 auf.
- [0079] Von dem abgerundeten Eingriffsbereich 15 erstreckt sich ein mittlerer Bereich 16 oder Übergangsbereich 16, der in der Ausführungsform von Fig. 1 bis ungefähr zur Mitte des Grundkörpers 10 reicht. Zwischen dem Übergangsbereich 16 und einem Kopfbereich 17 des Grundkörpers 10 befindet sich ein weiterer Eingriffsbereich 18, dessen Querschnitt in Form eines nach unten offenen abgerundeten Rechtecks ausgebildet ist.
- [0080] Der Kopfbereich 17 des Grundkörpers 10 ist auf einer Vorderseite des Grundkörpers abgerundet. Der Kopfbereich 17 der Seitenteile 12, 13 ragt nach unten über die anderen Bereiche des Grundkörpers 10 hinaus

und weist an seiner Unterseite eine ebene Auflagefläche **19** auf. Die Auflagefläche **19** ist zur Aufhängungs-Seite **14** des Grundkörpers **10** hin leicht nach oben abgeschrägt.

[0081] Hierbei beziehen sich die Begriffe "oben" und "unten" auf eine gefaltete bzw. gebogene Konfiguration des Grundkörpers **10**, in der sich die in **Fig. 1** gezeigte obere Fläche der Oberseite **11** oben befindet.

[0082] Durch die runde Formgebung des abgerundeten Eingriffsbereich **15** kann der Roststab um eine Achse eines Stabes rotieren, der sich in dem abgerundeten Eingriffsbereich befindet, und der in **Fig. 2**, **Fig. 5** und **Fig. 6** durch eine gestrichelte Linie angedeutete ist. Durch die Rotierbarkeit kann unter anderem ein Auswechseln des Roststabes erleichtert werden.

[0083] Die Formgebung des zweiten Eingriffsbereichs **18** ermöglicht das Einbringen einer Befestigungsstange von der Seite des Grundkörpers her. An dem zweiten Eingriffsbereich **18** sind zwei seitliche Vorsprünge **20**, **21** ausgebildet, die die in **Fig. 1** nicht gezeigte Befestigungsstange nach unten hin festhalten. Durch die Befestigungsstange können benachbarte Roststäbe miteinander verbunden werden.

[0084] In **Fig. 1** sind Biegebereiche **22**, **23** der Seitenteile **12**, **13** durch gestrichelte Linien **24**, **25** angedeutet. Nach einem Biegen des Grundkörpers **10** stellen die Biegebereiche **22**, **23** einen Übergang von der horizontalen Oberseite **11** zu den vertikalen, im rechten Winkel zur Oberseite ausgerichteten Seitenteilen **12**, **13** dar. Eine weitere gestrichelte Linie **26** zeigt eine Symmetrieachse des Grundkörpers **10** an.

[0085] Die **Fig. 2** und **Fig. 5** zeigen Seitenansichten eines Komposit-Roststabs **29**, der den in **Fig. 1** gezeigten Grundkörper **10** enthält, wobei jeweils gegossene Bereiche und der Grundkörper **10** hervorgehoben sind. Der Roststab **29** entspricht den in der PCT Anmeldung WO/2012/032492 gezeigten Roststäben, und dabei insbesondere den Roststäben **10**, **42**, **44**, **62**, **63**, **80**, **120**, und **140**, die unter anderem in den **Fig. 1**, **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 18**, **Fig. 19**, **Fig. 20** gezeigt sind.

[0086] In **Fig. 2** ist ein unterer gegossener Bereich **30** und ein oberer gegossener Bereich **31** durch schwarze Färbung hervorgehoben. Der untere gegossene Bereich **30** weist einen Kopfbereich **32**, einen waagerechten Bereich **33**, eine erste Rippe **35**, eine zweite Rippe **36** und einen Endbereich **34** auf.

[0087] Der obere gegossene Bereich **31** erstreckt sich über die gesamte Oberseite **11** des Grundkörpers **10** und weist einen abgerundeten Kopfbereich **37**, einen ebenen Oberflächenbereich **38**, und einen abgebogenen hinteren Bereich **39** auf. Der obere gegossene Bereich **31** bildet eine Lage von ungefähr gleichmäßiger Dicke auf der Oberseite **11** des Grundkörpers **10** und folgt somit der äußeren Form der Oberseite **11** des Grundkörpers **10**.

[0088] Der obere gegossene Bereich **31** weist ein hitze- und abrasionsbeständiges Material auf, wie zum Beispiel eine Stahl-Nickel-Chrom Legierung. Der untere gegossene Bereich **30** kann dagegen ein weniger hitze- und abrasionsbeständiges Material aufweisen.

[0089] **Fig. 3** zeigt einen Querschnitt durch den Komposit-Roststab **29** entlang der Querschnittslinie A-A, wobei der Grundkörper **10** durch eine schwarze Färbung hervorgehoben ist. Eine Grenze zwischen dem unteren gegossenen Bereich und dem oberen gegossenen Bereich ist durch eine waagerechte Linie **40** angedeutet.

[0090] **Fig. 4** zeigt einen weiteren Querschnitt durch den Komposit-Roststab **29** entlang der Querschnittslinie A-A, wobei das gesamte Material des Komposit-Roststabs **29**, das sowohl den Grundkörper **10** als auch die gegossenen Bereiche **30**, **31** umfasst, in schwarzer Färbung gezeigt ist.

[0091] **Fig. 5** zeigt eine weitere Seitenansicht des Komposit-Roststabs **29** von **Fig. 2**, wobei der Grundkörper **10** durch Umrisslinien angedeutet ist.

[0092] **Fig. 6** zeigt eine Seitenansicht des gebogenen Grundkörpers **10**, in der eines der Seitenteile **13** des Grundkörpers **10** gezeigt ist. Eine Antriebsstange mit einem runden Querschnitt, die in den Eingriffsbereich **15** eingreift, ist in **Fig. 5** und **Fig. 6** jeweils durch eine gestrichelte Linie angedeutet. Die Antriebsstange kann stationär oder aber in Längsrichtung des Komposit-Roststabs **29** angetrieben sein.

[0093] **Fig. 7** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines Komposit-Roststabes gemäß der vorliegenden Beschreibung.

[0094] Zunächst wird ein Grundkörper aus einer Stahllegierung bereitgestellt. Der Grundkörper kann zum Beispiel durch Stahlguss oder durch Ausformen aus einem Stahlblech hergestellt sein. Wenn der Grundkörper aus einem Stahlblech hergestellt ist, wird gemäß einer beispielhaften Ausführungsform ein Grundkörper **10** in einem ersten Schritt **50** aus einem Stahlblech ausgeformt beziehungsweise durch ein Trennverfahren von dem Stahlblech abgetrennt. Das Stahlblech kann speziell vorbehandelt sein, beispielsweise kann es gewalzt, gehämmert oder gesintert sein.

[0095] Als Trennverfahren kommt bevorzugt ein thermisches Trennverfahren wie Laserschneiden, Plasmaschneiden oder Brennschneiden zum Einsatz. Falls eine geringere Blechdicke gewählt wird, kann auch ein Stanzverfahren oder ein Feinschneideverfahren verwendet werden. Ein Feinschneideverfahren eignet sich typischerweise für Blechdicken bis zu 20 mm, wogegen Laserschneiden auch noch bei Blechdicken von bis zu 25–30 mm angewandt werden kann und Plasmaschneiden auch noch bei Blechdicken von 160 mm.

[0096] In einem weiteren Schritt **51** wird der Grundkörper **10** ausgeformt, zum Beispiel durch Biegen in eine gewünschte Form. Dabei kann der Grundkörper **10** gegebenenfalls zum leichteren Verformen erhitzt werden. In einem weiteren Schritt **52** wird der fertig gebogene Grundkörper **10** in eine Gussform eingebracht. Alternativ dazu können die Seitenteile bzw. das Seitenteil des Grundkörpers und das Oberteil des Grundkörpers auch separat hergestellt werden und im Schritt **51** werden die Seitenteile oder das Seitenteil mit dem Oberteil verschweißt.

[0097] Nachdem der Grundkörper **10** in die Grundform eingebracht ist, wird in einem weiteren Schritt **53** ein oberer gegossener Bereich **30** hergestellt, und es wird in einem weiteren Schritt **54** ein unterer gegossener Bereich **31** hergestellt. Das Angießen des oberen und des unteren gegossenen Bereichs kann statt in zwei Schritten auch in einem einzelnen Schritt ausgeführt werden.

[0098] Das für den Anguss verwendete Gussmaterial enthält eine geeignete Eisenlegierung, wie zum Beispiel eine Gußeisenlegierung oder auch eine hitze- und abrasionsbeständige Stahllegierung oder auch mit geeigneten Eigenschaften. In einem weiteren Schritt **55** wird der Komposit-Roststab **29** erkalten gelassen.

[0099] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zwischen dem Grundkörper oder Eingussteil und dem Angussmaterial ein Flussmittel aufgebracht. Die Beschichtung mit einem Flussmittel hat den Vorteil, dass es beim Umgießen des beschichteten Eingussteils zur Reduktion, dem Auflösen und Wegschwemmen der Oxidhaut des Eingussteils kommt und somit der Gießwerkstoff mit dem Metall des Eingussteils eine metallurgische Bindung eingehen kann. Zur besseren Verbindbarkeit und um einen besseren Stoffschluss zu erreichen kann der Grundkörper auch mit einer Metallschicht überzogen werden, beispielsweise kann der Grundkörper verzinkt oder feuerverzinkt werden.

[0100] Das Flussmittel kann insbesondere Alkali- oder Erdalkali-Borate, -Fluoride und/oder -Phosphate sowie Zuschlagstoffe aufweisen, die für das Eingießen von Eisenlegierungen, wie Stahl oder Gusseisen geeignet sind. Der Anteil der Zuschlagstoffe beträgt typischerweise 1 bis 25 Gewichtsprozent. In den für die Wirkung als Flussmittel benötigten Mengen findet keine nachteilige Beeinträchtigung der Legierungszusammensetzung in der Verbindungszone zwischen Einguss- und dem Anguss- bzw. Umgusswerkstoff statt.

[0101] Insbesondere sind die Flussmittel für die Kombinationen Stahl/Stahl, Stahl/Gusseisen und Gusseisen/Gusseisen geeignet. Dasselbe gilt für die Kombination Stahl/Aluminiumlegierung und Gusseisen/Aluminiumlegierung, wenn auf das Eingussteil eine erste Schicht aus Sn, Sn-Legierung, Ni, und/oder Ni-Legierung aufgetragen ist. In Bezug auf den Komposit-Roststab der vorliegenden Beschreibung ist insbesondere die Kombination Stahl/Gusseisen von Bedeutung.

[0102] Weitere Flussmittel sind beispielsweise eutektische Zusammensetzungen aus K_3AlF_6 und $KAlF_4$ oder K_2ZrF_6 . Gemäß einem weiteren Verfahren zu Vorbereitung des Eingussteils für eine Verbindung mit dem Anguss- bzw. Umgussteil wird eine metallische Schicht aus Al-Si oder Fe auf den Grundkörper aufgetragen. Dann wird der Grundkörper mit Sandstrahlen und/oder durch Besprühen mit Siliziumpulver und/oder Borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, hydratisiertes Natriumborat) bearbeitet, und der beschichtete Grundkörper wird umgossen.

[0103] Bevorzugt enthält das Flussmittel Borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$), Boroxid, NaF, KF, K_2ZrF_6 , K_3AlF_6 , $KAlF_4$ oder Na_3PO_4 oder MgF_2 . Besonders bevorzugt enthält das Flussmittel Borax und $KAlF_4$ in einem Verhältnis von 1:5 bis 5:1.

[0104] Die im Flussmittel vorhandenen Zuschlagstoffe lassen sich insbesondere in Gießhilfsmittel oder in Beschichtungshilfsmittel unterteilen. Der Gehalt an Zuschlagstoffen kann im Bereich von 1 bis 50 Gewichtsprozent des Flussmittels liegen. Bevorzugt liegt der Gehalt an Beschichtungshilfsmitteln an der unteren Grenze des Bereichs, insbesondere bei 1 bis 5 Gewichtsprozent.

[0105] Zu den Gießhilfsmitteln gehören metallische Pulver die niedrig schmelzend oder Eutektikum bildend sind. Die metallischen Zuschlagstoffe wirken auch als metallische Reduktionsmittel. Diese sind insbesondere auch geeignet, die Neubildung von Oxiden auf der Oberfläche des Eingussteils während des Vorwärmes oder des Eingießens zu verringern.

[0106] Bevorzugt werden hierbei Sn-Legierungen, Sn/Cu-Legierungen, Ni und/oder Ni-Legierungen eingesetzt. Zu den besonders geeigneten Sn-Legierungen zählen $\text{SnCu}_{0,7}\text{Ni}_{0,1}$ oder $\text{SnCu}_{0,7}$. Diese Gießhilfsmittel unterstützen die Reduktion der Oxidschicht sowie deren Abtransport und insbesondere das Anschmelzen der Oberfläche des Eingussteils durch Bildung niedrigschmelzender Legierungen.

[0107] Die Beschichtungshilfsmittel haben die Aufgabe, die Viskosität bzw. Thixotropie gegebenenfalls flüssiger Beschichtungen einzustellen und die auf die Oberfläche aufgetragene Beschichtung zu binden beziehungsweise zu verfestigen. Bevorzugt sind die Beschichtungshilfsmittel ausgewählt aus metallorganischen Polymeren, Silan- und/oder Siloxanharzen, die als Binder verwendet werden. Die Silanharze und Siloxanharze haben den zusätzlichen Vorteil, dass sie auf die Oxidschichten reduzierend wirken.

[0108] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird das Flussmittel in Form einer wässrigen Lösung oder Suspensionen auf das Eingussteil aufgebracht. Als Erdalkali-Boraten, -Fluoriden, komplexen Fluoriden und/oder -Phosphaten sowie Zuschlagstoffen.

[0109] Das Flussmittel kann je nach Konsistenz beispielsweise durch Siebdruck (Paste) oder Aufspritzen bzw. Einstreichen oder Tauchen (Flüssigkeit) aufgetragen werden. Wird das Flussmittel als flüssige Beschichtung aufgetragen, so ist eine gesonderte Trocknung des Flussmittels erforderlich, bevor der Einguss erfolgt. Die Schichtdicke des Flussmittels im getrockneten Zustand liegt bevorzugt in einem Bereich von 0,1–1,0 mm.

[0110] Als Gießverfahren wird bevorzugt ein Niederdruckguss oder ein Mitteldruckgussverfahren gewählt. Dies gilt insbesondere, wenn als Eingussmetall Stahl oder Gusseisen gewählt wird. Der beim Niederdruckgießen angewandte Druck liegt üblicherweise je nach notwendiger Steighöhe und der Dichte des Gusswerkstoffes zwischen 0,02 und 0,1 MPa. Der Gießdruck liegt bei Stahl und Gusseisen ist als Werkstoff bevorzugt bei einem Überdruck von ca. 0,3 bis 5 bar.

[0111] Eine präzise Regelung des Gießdrucks, sowie des Druckverlaufs mit Druckaufbau, Haltephase und Nachdruck ist für eine gleichmäßige und lunkerfreie Formfüllung vorteilhaft. Bevorzugt werden 0,5 bis 1,5 bar angewendet. Es kann jedoch auch ein Gussverfahren ohne Beaufschlagung mit Pressluft oder Inertgas angewandt werden.

[0112] Das verfahrensbedingt langsame Einströmen der Schmelze begünstigt hierbei sowohl das Auflösen und Wegschwemmen der Oxidschicht, als auch das Anschmelzen der Eingussteil-Oberfläche. Die Schmelze kann darüber hinaus auch weitgehend laminar strömen.

[0113] In bevorzugter Ausgestaltung wird die Schmelze des Anguss- bzw. Umgussmetalls von unten in die Gießform zugeführt. Dies hat den Vorteil, dass sich die aufgelöste Oxidschicht bzw. die sich bildende Schlacke aus dem sich bildenden Verbundgussteil ausgetragen wird, da Oxide bzw. Schlacke oben aufschwimmen. Eine ungünstige Rückvermischung mit der Schmelze wird hierdurch weitgehend verhindert.

[0114] Besonders bevorzugt werden die Speiser bzw. der Anguss nicht in unmittelbarer Nähe zum Eingussteil, bzw. der Fügezonen gelegt. Das Einlegeteil wird bevorzugt so in die Gießform eingepasst, dass das Ausgasen der Reaktionsprodukte des Flussmittels nach oben möglichst ungestört erfolgen kann.

[0115] Die Gießform bzw. die Schmelzezufuhr werden bevorzugt so ausgestaltet, dass die Schmelze weitgehend laminar und ohne Rückvermischung an der Oberfläche des Eingussteils entlang fließen kann. Hierdurch entstehen günstige Fließbedingungen, was das Wegschwemmen der Oxide beziehungsweise Schlacke sowie das Anschmelzen der Oberfläche des Eingussteils begünstigt.

[0116] Aufgrund der günstigen thermischen und Strömungsverhältnisse können bei dieser Variante auch vergleichsweise dickere Schichten des Flussmittels verwendet werden mit Dicken im Bereich von 0,5–1,0 mm. Je nach Geometrie und relativer Lage des Eingussteils in der Gießform kann die Dicke des Flussmittels unterschiedlich eingestellt werden.

[0117] Die **Fig. 8–Fig. 10** zeigen beispielhaft einen Komposit-Roststab **29'**, **29"**, **29'''** in einer Gießform **61**. Die Gießform **61** besteht aus einer oberen Hälfte **62** und einer unteren Hälfte **63**. Die obere Hälfte **62** weist einen Einlass oder Speiser **64** zum Einlassen einer Legierung bzw. einem Angussmaterial **65** auf.

[0118] Der Grundkörper **10** ist in einem Hohlraum **66** der Gussform **61** angeordnet. Der Grundkörper **10** ist bei den Gussformen **56'**, **61"** der **Fig. 9** und **Fig. 10** innerhalb der Schnittebene auf der jeweiligen unteren Hälfte der Gussform **63'**, **63"** nach unten abgestützt. Dagegen ist der Grundkörper **10** bei der Gussform **61** der **Fig. 8** durch Bereiche der Gussform **61** abgestützt, die außerhalb der Schnittebene der **Fig. 8** liegen. Der Anguss bzw. Umguss wird durch Bereiche der Legierung gebildet, die den Grundkörper **10** umgeben.

[0119] Bei einem Gießprozess wird zunächst der Grundkörper **10** in die unter Hälfte der Gussform **61** eingesetzt. Dann wird die obere Hälfte **62** der Gussform **61** aufgesetzt und eine vordefinierte Menge der Legierung durch den Einlass eingegossen. Insbesondere kann zur besseren Verbindung des Grundkörpers **10** mit dem Anguss- bzw. Umgussmaterial vor dem Gießen ein Flussmittel auf den Grundkörper **10** aufgetragen werden oder das Flussmittel kann vor dem Eingießen des Anguss- bzw. Umgussmaterials in die Gussform **61** eingefüllt werden.

[0120] Der Grundkörper **10** kann, wie oben beschrieben, durch Biegen aus einer ausgeschnittenen, gestanzten oder gegossenen Form hergestellt sein, aber auch durch andere Fertigungsprozesse, wie Gießen, Fügen oder Schweißen. Zur Verbesserung der Schweißbarkeit kann ein Kohlenstoffanteil bei einem Grundkörper aus Stahl kleiner als 0,22 % gewählt werden.

[0121] Gemäß der **Fig. 8** ist der Grundkörper **10** vollständig von der Anguss- bzw. Umgussmasse bedeckt, während der Grundkörper **10** gemäß **Fig. 9** oben und an den äußeren Seitenflächen des Grundkörpers **10** von der Anguss- bzw. Umgussmasse bedeckt ist und gemäß **Fig. 10** nur an einer Oberseite des Grundkörpers **10** von der Anguss- bzw. Umgussmasse bedeckt ist. Insbesondere bei den Ausführungsbeispielen der **Fig. 8** und **Fig. 9** braucht der Grundkörper **10** nicht entlang der gesamten Länge des Grundkörpers so wie in dem Querschnitt gezeigt von der Anguss- bzw. Umgussmasse bedeckt zu sein. Zum Beispiel können bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 10** Bereiche vorgesehen sein, in denen der Grundkörper an der Gußform **51** abgestützt ist.

[0122] Weiterhin kann der angegossene oder der umgossene Bereich auch in zwei oder mehrere Bereiche voneinander getrennte Bereiche aufgeteilt sein, die jeweils von einem separaten Kanal gespeist werden. So kann zum Beispiel die Oberseite des Grundkörpers **10** und einzelne, voneinander getrennte Bereiche der Seitenflächen des Grundkörpers **10** von Anguss- bzw. Umgussmaterial bedeckt sein. Des Weiteren kann der umgossene Bereich auch durch ein Verbundgussverfahren in mehreren Schichten gegossen sein, wobei die einzelnen Schichten aus verschiedenen Legierungen bestehen können.

[0123] Die Ansicht von **Fig. 8–Fig. 10** dient zur Verdeutlichung des Gießverfahrens und ist lediglich eine vereinfachte, schematische Darstellung. Zum Beispiel können beim Schwerkraftgießen zusätzliche Windkanäle zum Entweichen der Luft aus der Gussform **61** vorgesehen sein. Des Weiteren kann innerhalb der Gussform **61** oder zwischen den Hälften der Gussform ein Kern angeordnet sein.

[0124] Insbesondere wenn die Gussform **61** durch eine metallische Kokille bereitgestellt wird kann der Kanal zum Eingießen der Gussmasse auch zwischen den beiden Formhälften verlaufen. Die Gussform kann insbesondere auch senkrecht in eine linke und eine rechte Formhälfte unterteilt sein. Durch einen Kokillenguss mit einer metallischen Kokille kann eine schnelle Abkühlung und ein feines Gefüge mit entsprechend vorteilhaften Eigenschaften erzielt werden.

[0125] Des Weiteren kann statt dem in **Fig. 8–Fig. 10** gezeigten Schwerkraftgießen, bei dem das Gussmaterial durch die Schwerkraft in die Gussform gedrückt wird, auch ein Druckgussverfahren, wie zum Beispiel ein Niederdruckguss, verwendet werden. Insbesondere beim Druckguss kann der Einlass auch an einer Unterseite der Gussform oder seitlich angeordnet sein.

[0126] In einem weiteren Verfahrensschritt kann der umgossene Grundkörper nach dem Gießen einer Wärmebehandlung in einem Wärmebehandlungsofen unterworfen werden, um dadurch eine vorbestimmte Gefügestruktur zu erzielen.

[0127] Die **Fig. 11** zeigt eine weitere Ausführungsform eines Komposit-Roststabes **10'**, bei dem Durchgangsbohrungen **67** vorgesehen sind, die quer zu einer Längsachse des Komposit-Roststabes **10'** und in der Nähe einer oberen Fläche des Komposit-Roststabes **10'** verlaufen. Während des Gießprozesses werden die Durchgangslöcher durch das Anguss- bzw. Umgussmaterial ausgefüllt, so dass der Umguss den Komposit-Roststab **10'** wie eine Nietverbindung umschließt.

[0128] **Fig. 12** illustriert ein Verhalten eines Komposit-Roststabes **10'** gemäß der Anmeldung unter Biegebeanspruchung. Der Roststab **10'** liegt an seinem vorderen Ende und an seinem hinteren Ende auf, was durch ein vorderes und ein hinteres Lager symbolisiert ist. Durch auf dem Roststab **10'** aufliegendes Brennmaterial und gegebenenfalls auch durch weitere aufliegende Roststäbe wirkt auf den Roststab **10'** von oben her eine Biegekraft **F** ein.

[0129] Diese Biegekraft **F** führt zu einer Deformation des Roststabs **10'**. In einem oberen Bereich **70** des Roststabs **10'** oberhalb einer neutralen Faser **68** wird das Material des Roststabs **10'** gestaucht wogegen das Material in einem unteren Bereich **71** des Roststabs **10'** gedehnt wird. In einem Bereich der neutralen Faser **68** wird das Material weder gestaucht noch gedehnt. Die neutrale Faser **68** verläuft durch den Flächenschwerpunkt eines Querschnitts senkrecht zu der Längserstreckung des Roststabs **10'**. Der Einfachheit halber ist die neutrale Faser **68** ungefähr auf halber Höhe des Roststabs **10'** eingezeichnet.

[0130] Die Dehnung bzw. Stauchung ϵ des Roststabs **10'** nimmt mit zunehmendem Abstand von der neutralen Faser **68** zu. Diese Zunahme ist in guter Näherung linear. Die lineare Zunahme ist entlang eines ausgewählten Querschnitts des Roststabs **10'** durch dreieckige Bereiche **69** angedeutet. Ebenso ist die Zunahme der Druckbeziehungsweise Zugspannung σ als Funktion des Abstands von der neutralen Faser in guter Näherung linear.

[0131] Bei einem Roststab gemäß der vorliegenden Anmeldung kann ein Teil des Bereichs unterhalb der neutralen Faser **68** aus einem gegossenen Material bestehen, das eine gute Zugfestigkeit aufweist, wie zum Beispiel eine Stahllegierung. Dagegen kann ein Bereich oberhalb der Biegelinie aus einem Material bestehen, das eine geringere Zugfestigkeit aufweist und gleichzeitig eine gute Druckfestigkeit aufweist. Hierfür kommen ebenfalls Stahllegierungen in Betracht, aber auch andere Eisenwerkstoffe, die sich zum Gießen eignen, wie zum Beispiel Gusseisen.

[0132] Gusseisen ist in der Regel preiswerter als Stahl. Somit kann eine Lage Gusseisen in ausreichender Dicke bereitgestellt werden. Weiterhin kann ein abgenutzter Roststab auf preisgünstige Weise mit einer neuen Lage Gusseisen versehen werden.

[0133] Die **Fig. 13** bis **Fig. 18** zeigen verschiedene Ansichten eines Komposit-Roststabes **10''** für einen Walzenrost. Die oben genannten Verfahrensschritte können in ähnlicher Form auch für einen Roststab für einen Walzenrost verwendet werden, wie beispielsweise in **Fig. 13** gezeigt.

[0134] Im Einzelnen zeigen **Fig. 13** eine Seitenansicht des Komposit-Roststabs für einen Walzenrost, **Fig. 14** eine Aufsicht auf den Komposit-Roststab, **Fig. 15** einen Längsschnitt durch den Komposit-Roststab, **Fig. 16** einen Querschnitt durch den Komposit-Roststab, **Fig. 17** einen zweiten Querschnitt durch den Komposit-Roststab, und **Fig. 18** eine perspektivische Ansicht des Komposit-Roststabs.

[0135] Im Folgenden wird der Gegenstand der vorliegenden Beschreibung durch beispielhafte Merkmalskombinationen in Form einer Aufzählung erläutert. Diese Merkmale können untereinander und mit den weiter oben beschriebenen Merkmalen und Ausführungsbeispielen kombiniert werden.

1. Komposit-Roststab für einen Verbrennungsrost, der aufweist:
 - einen Grundkörper aus einer Stahllegierung, der eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist,
 - ein Anguss aus einer gegossenen Eisenlegierung, wobei der Anguss eine Oberseite des wenigstens teilweise bedeckt.
2. Komposit-Roststab nach Aufzählungspunkt 1, wobei der Anguss zumindest teilweise ein Umguss ist.
3. Komposit-Roststab nach Aufzählungspunkt 1 oder Aufzählungspunkt 2, wobei eine Eisenlegierung für den Anguss eine geringere Zugfestigkeit aufweist als die Stahllegierung des Grundkörpers.
4. Komposit-Roststab nach Aufzählungspunkt 3, wobei der Anguss Gusseisen aufweist.

5. Komposit-Roststab nach einem der Aufzählungspunkte 1 bis 3, wobei der Grundkörper aus einem Stahlblech ausgeformt ist.
6. Komposit-Roststab nach Aufzählungspunkt 4, wobei der Grundkörper ein gebogenes Stahlblech aufweist, wobei gebogene Bereiche des Stahlblechs mindestens einen ersten Übergangsbereich aufweisen, der zwischen der Oberseite und dem Seitenteil angeordnet ist.
7. Komposit-Roststab nach einem vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei der Anguss Eisen, Kohlenstoff und zumindest eines von Mangan, Wolfram, Vanadium, Molybdän, Kobalt, Silicium, Chrom oder Nickel aufweist.
8. Komposit-Roststab nach Aufzählungspunkt 1, wobei der Anguss zumindest eines von Nickel und Kobalt aufweist.
9. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei der Umguss Chrom aufweist und wobei ein Chromanteil des Angusses zwischen 2% und 20% beträgt.
10. Komposit-Roststab nach einem vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei der Anguss Nickel aufweist und wobei ein Nickelanteil des Angusses zwischen 10% und 36% beträgt.
11. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei der Anguss Chrom und Nickel aufweist, wobei ein Chromanteil des Angusses zwischen 2% und 20% beträgt und wobei ein Nickelanteil des Angusses zwischen 10% und 36% beträgt.
12. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei das Angussmaterial einen legierten Edelstahl nach DIN EN 10259 aufweist.
13. Komposit-Roststab nach Aufzählungspunkt 1, wobei das Angussmaterial einen Ventilstahl nach DIN EN 10090 aufweist.
14. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei eine Dicke des Angussmaterials auf der Oberseite des Grundkörpers mindestens 3 mm beträgt.
15. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei der Grundkörper Durchgangslöcher aufweist, die mit dem Angussmaterial ausgefüllt sind.
16. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, der einen zweiten gegossenen Bereich aufweist, wobei der zweite gegossene Bereich Teilbereiche des wenigstens einen Seitenteils bedeckt.
17. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei die Teilbereiche des ersten Seitenteils und des zweiten Seitenteils jeweils eine erste Rippe und eine zweite Rippe aufweisen.
18. Feuerungsrost mit einer Anordnung aus einer Vielzahl von Komposit-Roststäben gemäß einem der vorhergehenden Aufzählungspunkte, wobei zumindest einige der Vielzahl von Komposit-Roststäben mit einem Antrieb des Feuerungsrosts verbunden sind.
19. Verfahren zur Herstellung eines Komposit-Roststabs gemäß einer der Aufzählungspunkte 1 bis 17 für einen Feuerungsrost, das aufweist:
Bereitstellen eines Grundkörpers aus einem Stahlblech, wobei der Grundkörper eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist,
Auftragen eines Flussmittels auf den Grundkörper,
Einbringen des Grundkörpers in eine Gussform,
Gießen eines Angusses, der eine Eisenlegierung aufweist,
so dass der Anguss die Oberseite des Grundkörpers wenigstens teilweise bedeckt.
20. Verfahren nach Aufzählungspunkt 19, wobei das Gießen des Angusses wiederholt wird, so dass der Anguss mehrere Lagen bildet.
21. Verfahren nach einem der Aufzählungspunkte 19 oder 20, das ein Ausformen des Grundkörpers aus einem Stahlblech aufweist.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, das ein Ausformen einer Mehrzahl von Durchgangslöchern aus dem Grundkörper aufweist.
23. Verfahren zur Herstellung eines Komposit-Roststabs gemäß einem der Aufzählungspunkte 1 bis 17 für einen Feuerungsrost das aufweist,
Bereitstellen eines Grundkörpers aus einer Stahllegierung, wobei der Grundkörper eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist,
Aufbringen eines Flussmittels auf den Grundkörper an den Stellen, an denen ein Anguss aufgebracht werden soll,
Einbringen des Grundkörpers in eine Gussform,
Eingießen eines Angussmaterials, der eine Eisenlegierung aufweist, so dass das Angussmaterial die Oberseite des Grundkörpers wenigstens teilweise bedeckt.

[0136] Insbesondere kann das Verfahren so ausgeführt werden, dass eine Dicke ausreichend dimensioniert ist, so dass das Angussmaterial nicht zu schnell wieder abgetragen wird. Speziell kann gemäß einer Ausführungsform die Dicke des Angussmaterials auf der Oberseite des Grundkörpers mindestens 3 mm betragen.

Bezugszeichenliste

10	Grundkörper
11	Oberseite
12	Seitenteil
13	Seitenteil
14	Aufhängungs-Seite
15	Eingriffsbereich
16	Übergangsbereich
17	Kopfbereich
18	Eingriffsbereich
19	Auflagefläche
20	seitlicher Vorsprung
21	seitlicher Vorsprung
22	Biegebereich
23	Biegebereich
24	gestrichelte Linie
25	gestrichelte Linie
26	Symmetrieachse
29	Komposit-Roststab
30	unterer gegossener Bereich
31	oberer gegossener Bereich
32	Kopfbereich
33	waagerechter Bereich
34	Endbereich
35	erste Rippe
36	zweite Rippe
37	Kopfbereich
38	Oberflächenbereich
39	hinterer Bereich
40	waagerechte Linie
50	Verfahrensschritt
51	Verfahrensschritt
52	Verfahrensschritt
53	Verfahrensschritt
54	Verfahrensschritt
55	Verfahrensschritt
61, 61', 61"	Gussform
62	obere Hälfte
63	untere Hälfte
64	Einlass, Speiser
65	Legierung, Angussmaterial
66	Hohlraum
67	Durchgangsöffnung
68	neutrale Faser
69	Faserdehnung
70	oberer Bereich
71	unterer Bereich

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

- WO 2012/032492 [0085]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN EN 10259 [0018]
- DIN EN 10090 [0018]
- Norm EN 1563 [0022]
- DIN 1693 [0022]
- Norm EN 1561 [0023]
- DIN 1691 [0023]
- ISO 16112 [0023]
- DIN EN 10259 [0044]
- DIN EN 10090 [0045]
- DIN EN 10259 [0045]
- DIN EN 10259 [0135]
- DIN EN 10090 [0135]

Schutzansprüche

1. Komposit-Roststab für einen Verbrennungsrost, der aufweist:
 - einen Grundkörper aus einer Stahllegierung, der eine Oberseite und wenigstens ein Seitenteil aufweist,
 - ein Anguss aus einer gegossenen Eisenlegierung, wobei der Anguss eine Oberseite des Grundkörpers wenigstens teilweise bedeckt.
2. Komposit-Roststab nach Anspruch 1, wobei der Anguss zumindest teilweise als ein Umguss ausgebildet ist.
3. Komposit-Roststab nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Eisenlegierung für den Anguss eine geringere Zugfestigkeit aufweist als die Stahllegierung des Grundkörpers.
4. Komposit-Roststab nach Anspruch 3, wobei der Anguss Gußeisen aufweist.
5. Komposit-Roststab nach Anspruch 4, wobei das Gusseisen ein Gusseisen mit Vermiculargraphit oder ein Gusseisen mit Kugelgraphit ist.
6. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anguss zumindest eines von Nickel und Kobalt mit einem Gewichtsanteil von mindestens 2% aufweist.
7. Komposit-Roststab nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Anguss einen legierten Edelstahl nach DIN EN 10259 und/oder einen Ventilstahl-Legierung nach DIN EN 10090 aufweist.
8. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anguss die Oberseite des Grundkörpers zu mindestens 90% bedeckt.
9. Komposit-Roststab nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Grundkörper aus einem Stahlblech ausgeformt ist.
10. Komposit-Roststab nach Anspruch 9, wobei der Grundkörper ein gebogenes Stahlblech aufweist, wobei gebogene Bereiche des Stahlblechs mindestens einen ersten Übergangsbereich aufweisen, der zwischen der Oberseite und dem wenigstens einen Seitenteil angeordnet ist.
11. Komposit-Roststab nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Grundkörper Durchgangslöcher aufweist, die mit dem Angussmaterial ausgefüllt sind.
12. Komposit-Roststab nach Anspruch 11, wobei sich die Durchgangslöcher senkrecht zu einer Längsrichtung des Grundkörpers erstrecken.
13. Feuerungsrost mit einer Anordnung aus einer Vielzahl von Komposit-Roststäben gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einige der Vielzahl von Komposit-Roststäben mit einem Antrieb des Feuerungsrostes verbunden sind.
14. Feuerungsrost nach Anspruch 13, wobei der Feuerungsrost als ein Treppenrost ausgebildet ist, wobei der Treppenrost eine erste Lage aus Roststäben und eine zweite Lage aus Roststäben aufweist, wobei die zweite Lage von Roststäben auf der ersten Lage von Roststäben aufliegt und wobei mindestens die erste Lage von Roststäben aus Komposit-Roststäben gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 gebildet ist.
15. Feuerungsrost nach Anspruch 13, wobei der Feuerungsrost als ein Walzenrost ausgebildet ist, der mindestens eine erste Rostwalze und eine zweite Rostwalze aufweist, wobei die erste Rostwalze und die zweite Rostwalze jeweils mindestens einen Komposit-Roststab gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 aufweisen, und wobei mindestens eine der ersten Rostwalze und der zweiten Rostwalze mit dem Antrieb des Feuerungsrostes verbunden ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

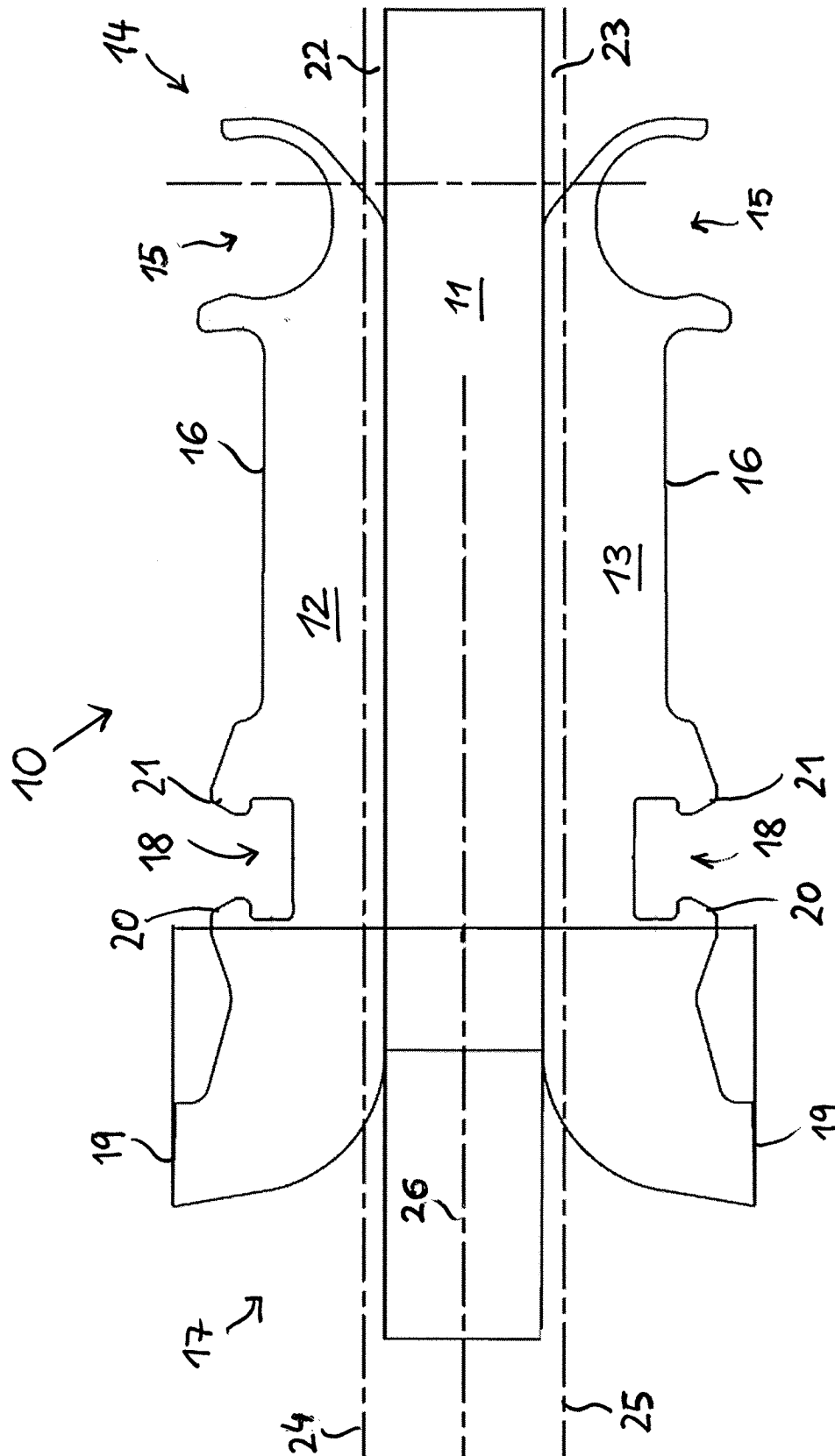


Fig. 1

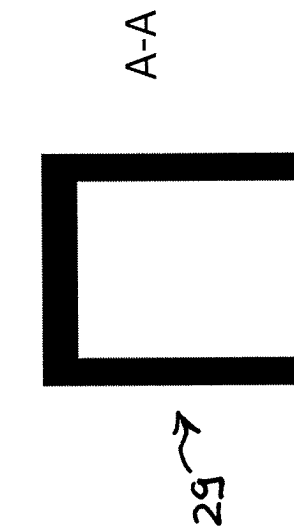
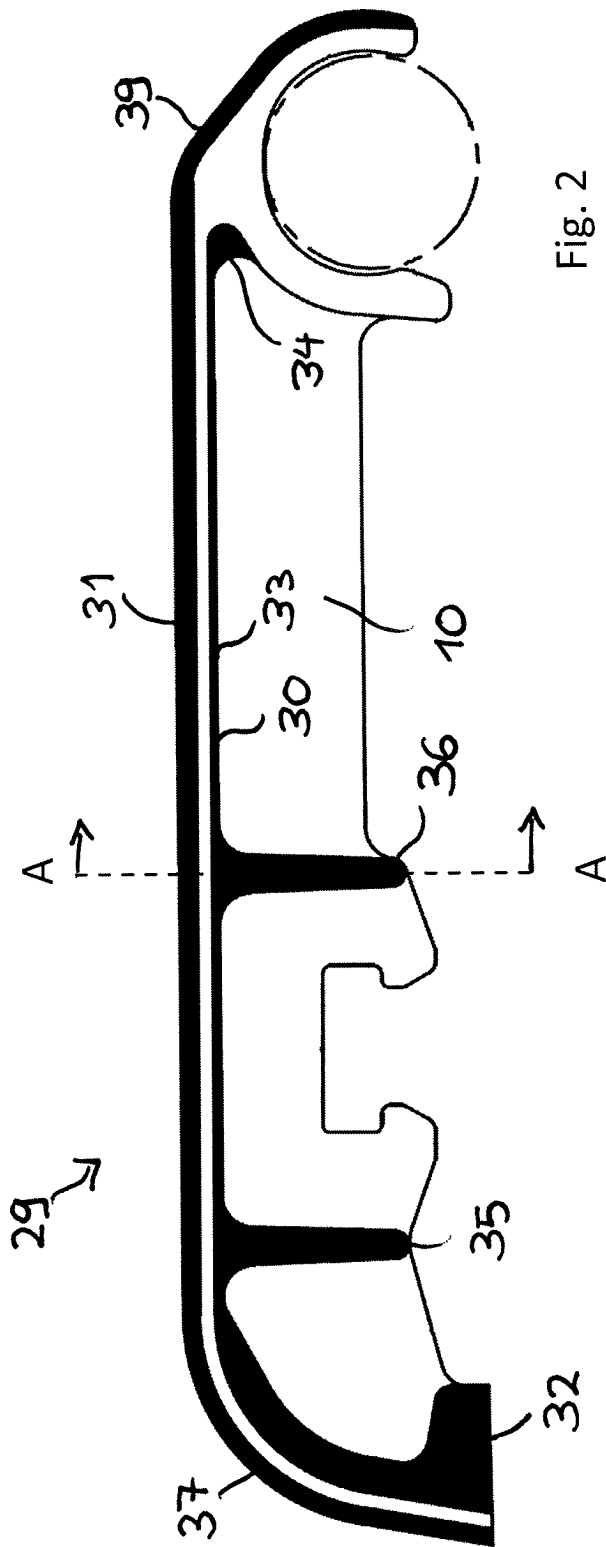
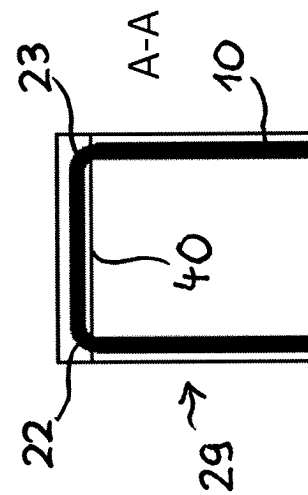


Fig. 4



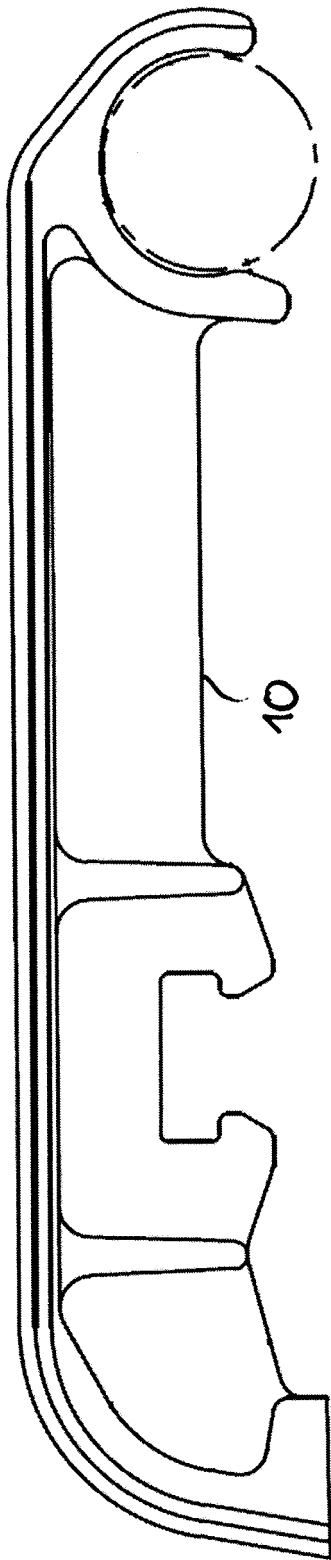


Fig. 5



Fig. 6

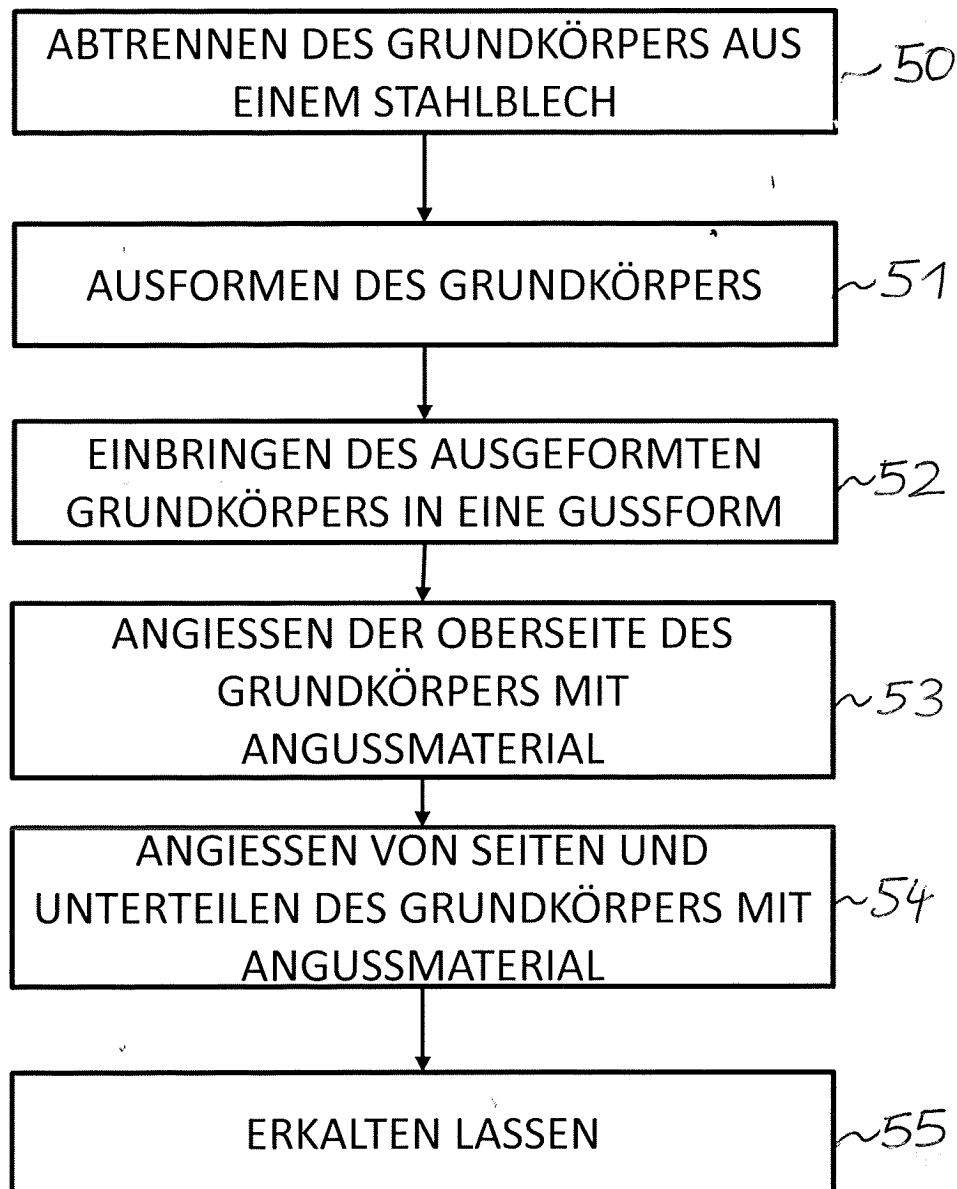


Fig. 7

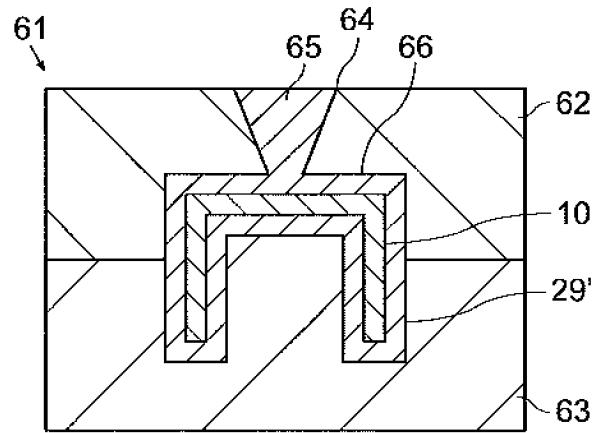


Fig. 8

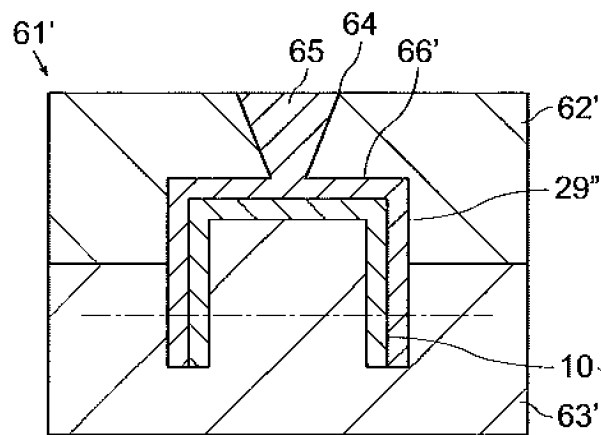


Fig. 9

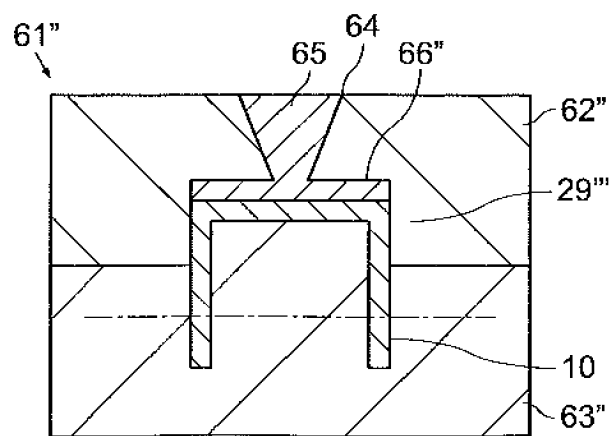


Fig. 10

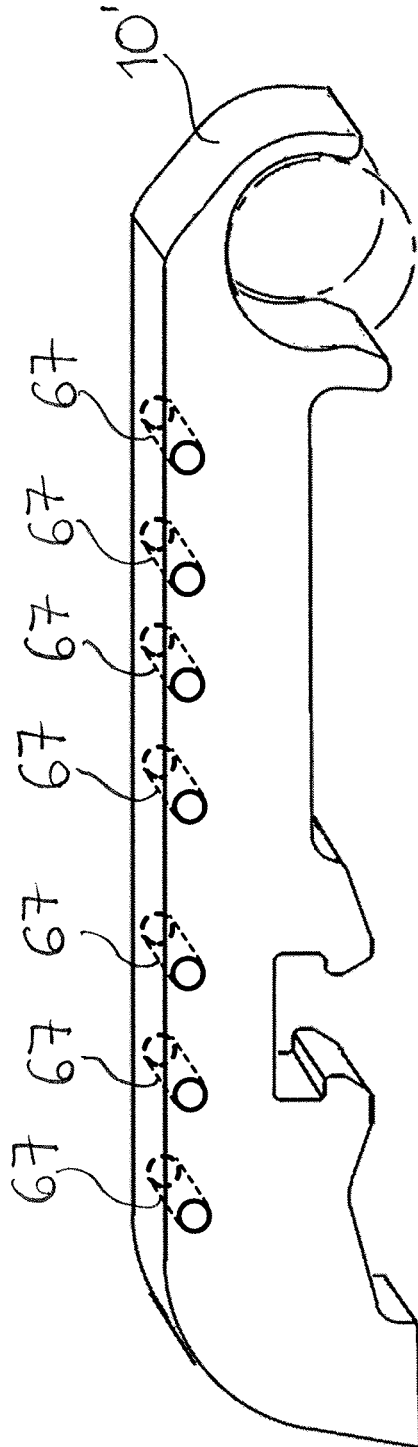


Fig. 11

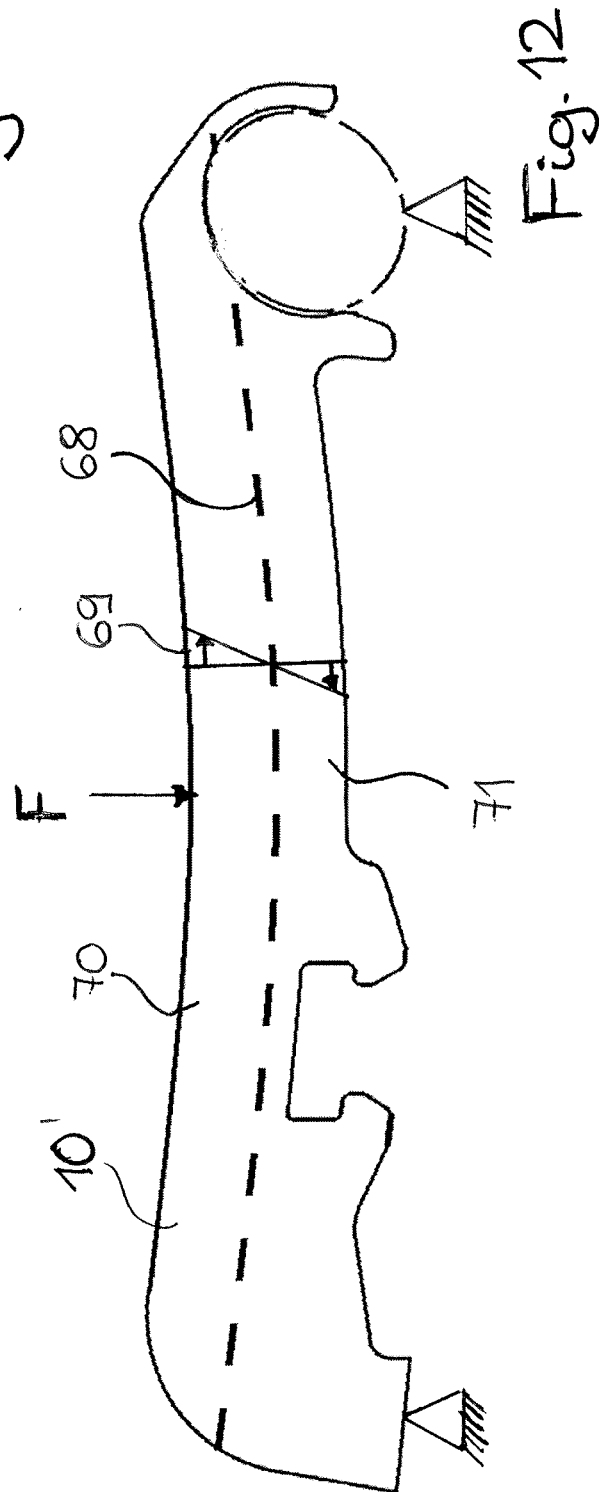


Fig. 12

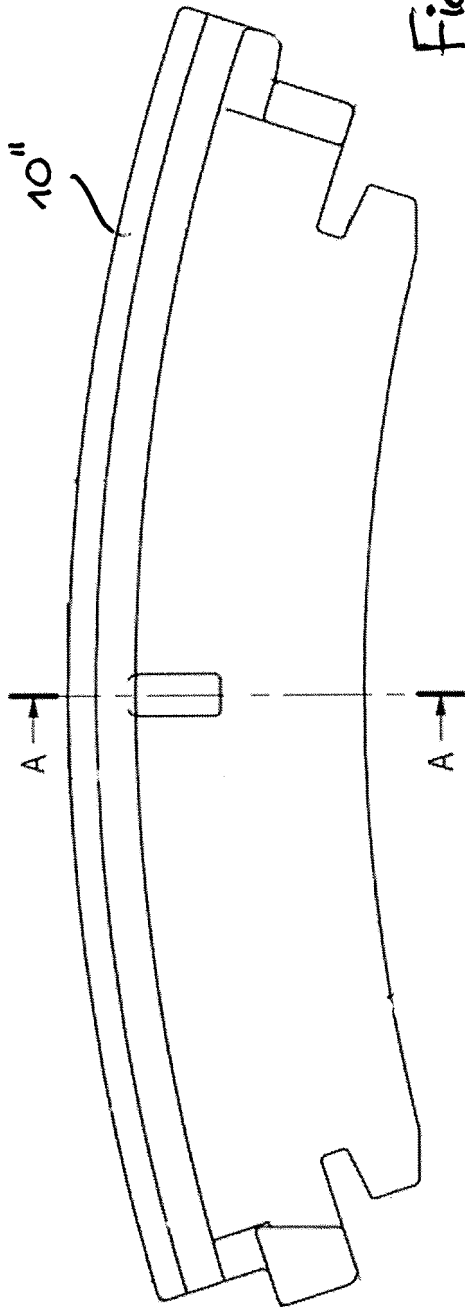


Fig. 13

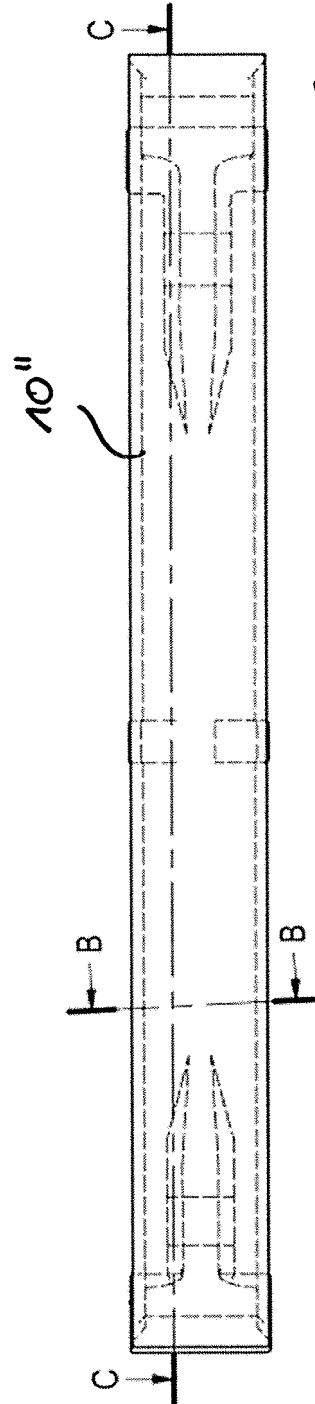


Fig. 14

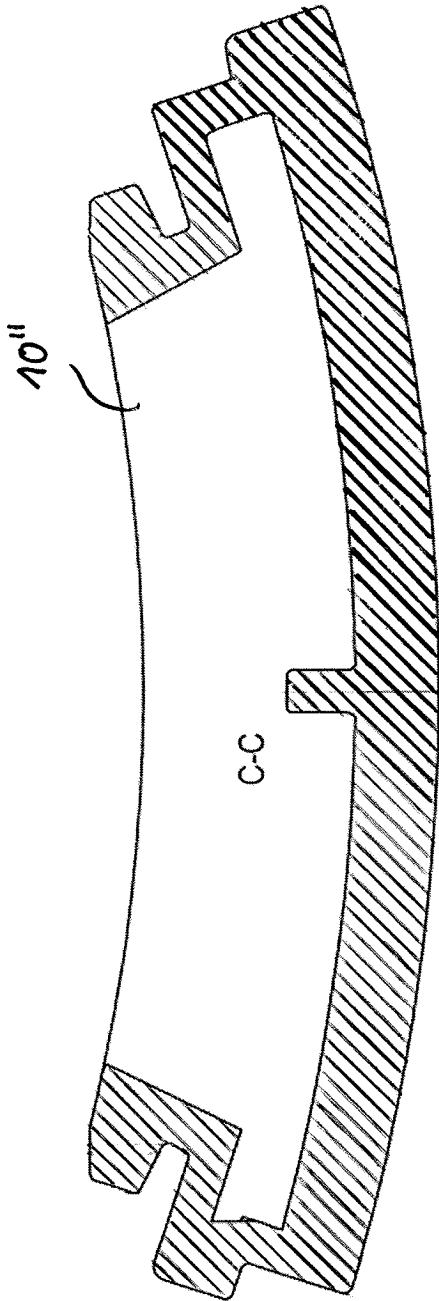


Fig. 15

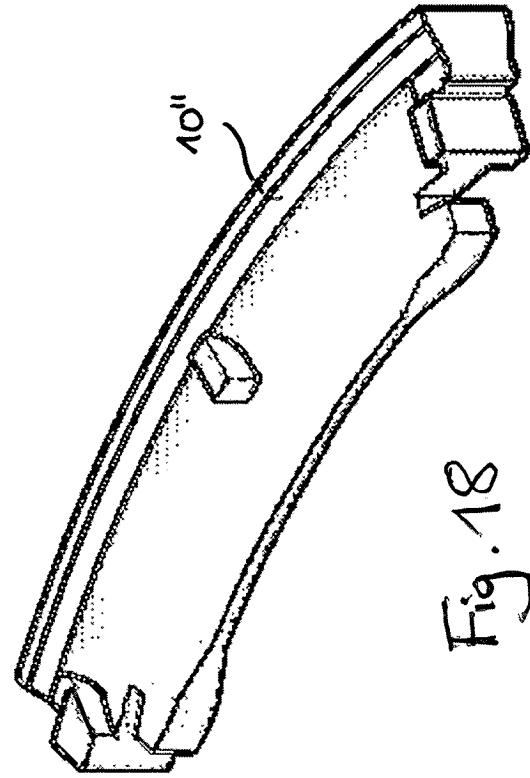


Fig. 18

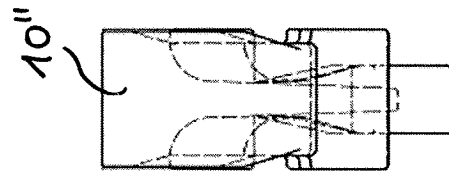


Fig. 17

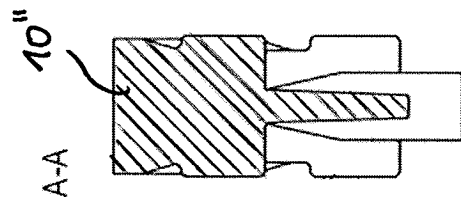


Fig. 16