

(19)



(11)

EP 3 303 650 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
C23C 2/00 (2006.01) **C23C 2/02** (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01) **C23C 2/40** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16727969.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/061483

(22) Anmeldetag: **20.05.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/188922 (01.12.2016 Gazette 2016/48)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBESSERTEN METALLDAMPFABSAUGUNG IN EINEM KONTINUIERLICHEN SCHMELZTAUCHVERFAHREN**

DEVICE AND METHOD FOR IMPROVED SUCTION OF METAL VAPOR IN CONTINUOUS HOT-DIP METAL COATING

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR UNE ASPIRATION AMÉLIORÉE DE VAPEURS MÉTALLIQUES DANS UN PROCÉDÉ D'IMMERSION À CHAUD CONTINU

(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

- **PETERS, Michael**
47533 Kleve (DE)
- **SCHAFFRATH, Norbert**
59075 Hamm (DE)
- **ZEIZINGER, Sabine**
45478 Mülheim (DE)

(30) Priorität: **27.05.2015 DE 102015108334**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.04.2018 Patentblatt 2018/15

(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
Patente/Patent Department
Kaiser-Wilhelm-Straße 100
47166 Duisburg (DE)

(73) Patentinhaber:

- **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)
- **thyssenkrupp AG**
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2014/006183 JP-A- H07 157 853
JP-A- H07 157 854 JP-A- H11 302 811

(72) Erfinder:

- **PALEPU, Sridhar**
47119 Duisburg (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 303 650 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Vermeidung von durch Metallstaub verursachten Oberflächenfehlern an einem in einem kontinuierlichen Schmelztauchverfahren zu beschichtenden Metallband, wobei das zu beschichtende Metallband zumindest abschnittsweise entlang einer axialen Richtung durch die Vorrichtung beförderbar ist, mit einer Blas-Saug-Einheit, wobei die Blas-Saug-Einheit eine Vielzahl von Einblasöffnungen zur Beaufschlagung des Metallbandes mit Schutzgas aufweist, wobei eine Vielzahl von Einblasöffnungen auf einer ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Einblasöffnungen auf einer zweiten Seite des Metallbandes angeordnet oder anordenbar sind, wobei die Blas-Saug-Einheit eine Vielzahl von Absaugöffnungen zum Absaugen von mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenem Schutzgas aufweist, wobei eine Vielzahl von Absaugöffnungen auf der ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Absaugöffnungen auf der zweiten Seite des Metallbandes angeordnet oder anordenbar sind.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Vermeidung von durch Metallstaub verursachten Oberflächenfehlern an einem in einem kontinuierlichen Schmelztauchverfahren zu beschichtenden Metallband, umfassend die Schritte: Befördern des zu beschichtenden Metallbandes zumindest abschnittsweise entlang einer axialen Richtung durch eine Vorrichtung, insbesondere durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei die Vorrichtung eine Blas-Saug-Einheit aufweist, Beaufschlagen des Metallbandes mit Schutzgas über eine Vielzahl von Einblasöffnungen der Blas-Saug-Einheit, wobei eine Vielzahl von Einblasöffnungen auf einer ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Einblasöffnungen auf einer zweiten Seite des Metallbandes angeordnet sind, und Absaugen von mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenem Schutzgas über eine Vielzahl von Absaugöffnungen der Blas-Saug-Einheit, wobei eine Vielzahl von Absaugöffnungen auf der ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Absaugöffnungen auf der zweiten Seite des Metallbandes angeordnet sind.

[0003] Gattungsgemäße Vorrichtungen bzw. Verfahren sind in ähnlicher Form bereits aus dem Stand der Technik bekannt.

[0004] Beispielsweise werden Vorrichtungen zur kontinuierlichen Feuerverzinkung von Stahlband verwendet, welche unter anderem aus einem Durchlaufofen und einem Zinkbad (Schmelzbad) bestehen. In dem Durchlaufofen wird das Stahlband kontinuierlich geglüht. Dabei werden durch Rekristallisation des Stahls die gewünschten mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffs eingestellt. Zudem werden dabei in einer Vorwärmzone gebildete Eisenoxide reduziert. In einer auf den Durchlaufofen folgenden Kühlzone wird das Band unter Schutzgas auf eine Temperatur nahe der Schmelzbadtemperatur abgekühlt. Das Schutzgas soll dabei verhindern, dass das geglühte Band vor dem Verzinken oxi-

diert, wodurch die Haftung der Zinkschicht erheblich verschlechtert würde. Als Verbindungsstück zwischen dem Durchlaufofen und dem Zinkbad wird ein sogenannter Ofenrüssel eingesetzt.

[0005] In den Ofenrüsseln kontinuierlicher Bandverzinkungsanlagen aus dem Stand der Technik kommt es üblicherweise zu Ablagerungen von Zinkstaub, der insbesondere bei in der Anlage auftretenden Erschütterungen in größeren Stücken auf das Zinkbad und/oder das Stahlband fällt und damit Oberflächenfehler (Verzinkungsfehler) verursacht.

[0006] Um dem entgegenzuwirken, ist aus der JP 7157853 (A) beispielsweise eine Vorrichtung zum Entfernen von Zinkdampf in einem Rüssel einer kontinuierlichen Bandverzinkungsanlage bekannt. Um den auf der Zinkbadoberfläche entstehenden Zinkdampf zu entfernen, ist der Ofenrüssel mit beidseitig des Bandes jeweils einer einzigen Einblasöffnung (Umwälzöffnung) und vertikal darunter beidseitig des Bandes mit jeweils einer einzigen Absaugöffnung versehen. In einem Ausführungsbeispiel sind die Absaugöffnungen jeweils als ein Längsschlitz in einem Rohr ausgebildet, welches eine Seitenwand des Rüssels durchdringt und sich auf der Ober- und Unterseite des Stahlbandes über die gesamte Stahlbandbreite erstreckt. Aufgrund der Ausgestaltung und Anordnung der Einblasöffnungen und Absaugöffnungen ist allerdings davon auszugehen, dass diese bekannte Vorrichtung der Ausbreitung von Zinkdampf im Ofenrüssel nicht zufriedenstellend begegnen kann und eine Ausbreitung des Zinkdampfes im Ofenrüssel im Ergebnis begünstigt wird.

[0007] Dies wurde darauf zurückgeführt, dass das in Richtung des Zinkbades bewegte Stahlband im Rüssel unter Umständen Schutzgas unkontrolliert nach unten mitreißen kann, wobei das mitgerissene Schutzgas an der Zinkbadoberfläche Zinkdampf aufnimmt, welcher beim Aufsteigen des mitgerissenen Schutzgases an den kälteren Innenwänden des Rüssels kondensiert bzw. resublimiert und sich dort als Staub absetzt.

[0008] Um dem entgegenzuwirken, wird gemäß der WO 2014/006183 A1 vorgeschlagen, die Mitnahme des Schutzgases zu vermeiden. Dazu werden mehrere Einblasöffnungen und Absaugöffnungen vorgesehen und der Abstand zwischen der jeweiligen Einblasöffnung und einer ihr zugeordneten Absaugöffnung so gewählt und die Strömungsgeschwindigkeit des aus der jeweiligen Einblasöffnung austretenden Schutzgases so gesteuert, dass einer bei Bewegung des Metallbandes auftretenden Mitnahme von Schutzgas in Richtung des Zinkbades entgegenwirkt wird. Dies wird im Wesentlichen dadurch erreicht, dass ein gemischter Bereich sowohl mit Einblasöffnungen als auch mit Absaugöffnungen vorgesehen wird. Mit andern Worten überlappt der Bereich mit Einblasöffnungen und der Bereich mit Absaugöffnungen vollständig bzw. greift kammartig ineinander.

[0009] Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei dieser Lösung unter Umständen die Zinkdampfabsaugung nicht zufriedenstellend erreicht wird. Insbesondere hat sich

gezeigt, dass die Sperrung des aufsteigenden Zinkdampfes weiterhin verbesserungsbedürftig ist, was bei den Lösungen aus dem Stand der Technik auf eine zu direkte Durchmischung von Zinkdampf und Schutzgas zurückgeführt wird. Ebenfalls wurde festgestellt, dass teilweise weiterhin eine inhomogene Temperaturverteilung im Rüssel herrschen kann, was eine Ablagerung von Metaldampf begünstigt.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung und ein gattungsgemäßes Verfahren anzugeben, mit dem die Absaugung von Metaldampf durch das Schutzgas verbessert sowie die Ausbreitung von Metaldampf reduziert werden kann.

[0011] Die Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung und bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass die Blas-Saug-Einheit einen Einblasbereich, in dem die Einblasöffnungen angeordnet sind, und einen in Bandlaufrichtung gesehen hinter dem Einblasbereich angeordneten Absaugbereich, in dem die Absaugöffnungen angeordnet sind, aufweist, wobei der Einblasbereich und der Absaugbereich überlappungsfrei angeordnet sind.

[0012] Es hat sich gezeigt, dass dadurch, dass der Absaugbereich in axialer Richtung gesehen, das heißt in Bandlaufrichtung gesehen, hinter dem Einblasbereich angeordnet wird, die Eigenschaften der Vorrichtung bzw. des Verfahrens deutlich verbessert werden können. Die Erfindung wendet sich also vom jüngsten Stand der Technik, welcher eine durchmischte Anordnung von Einblasöffnungen und Absaugöffnungen vorsieht, bewusst ab, und verfolgt einen gegenteiligen Ansatz. Dieser sieht zwar ebenfalls eine Vielzahl von Einblasöffnungen und Absaugöffnungen vor. Diese sind jedoch in getrennten hintereinander angeordneten Bereichen vorgesehen. Es hat sich gezeigt, dass durch die Kombination von zum einen einer Vielzahl an Öffnungen auf jeder Seite des Bandes und zum anderen gerade keiner gemischten, sondern vielmehr einer separierten Anordnung der Einblasöffnungen einerseits und der Absaugöffnungen andererseits in hintereinander liegenden Bereichen aufgrund zahlreicher Effekte vorteilhaft ist.

[0013] Insbesondere kann durch die Vorrichtung bzw. das Verfahren eine verbesserte Metaldampfabsaugung und ein effektives Sperrsystem für aufsteigenden Metaldampf beispielsweise in einem Ofenrüssel erreicht werden. Dies wird unter anderem darauf zurückgeführt, dass durch die Anordnung und Ausgestaltung des Einblasbereichs und des Absaugbereichs die direkte Durchmischung von Metaldampf und Schutzgas reduziert werden kann. Zudem hat sich gezeigt, dass durch die Vorrichtung bzw. das Verfahren eine verbesserte, das heißt homogene Temperaturverteilung im Rüssel erreicht werden kann, was wiederum einem lokalen Kondensieren bzw. Resublimieren von Metaldampf entgegenwirkt. Zudem kann eine Zwangsführung seitlich aufsteigender Metaldämpfe vermieden werden. Dabei bleibt die vergleichsweise einfache Konstruktion im Wesentlichen un-

abhängig von der Breite eines eingesetzten Ofenrüssels. Im Ergebnis kann die Vorrichtung bzw. das Verfahren schließlich auch für höhere Metaldampf-Konzentrationen eingesetzt werden.

5 **[0014]** Das kontinuierliche Schmelztauchverfahren kann insbesondere ein kontinuierliches Feuerverzinken sein. Dementsprechend kann das Metallbad bzw. Schmelzbad insbesondere ein Zinkbad sein. Dementsprechend kann der Metaldampf bzw. Metallstaub insbesondere Zinkdampf bzw. Zinkstaub sein. Dementsprechend kann das Beschichten insbesondere eine Verzinkung sein.

10 **[0015]** Das Metallband kann insbesondere ein Stahlband sein. Beispielsweise wird das Stahlband in einem Coil-to-Coil-Verfahren durch die Vorrichtung befördert. Die erste Seite des Metallbandes ist beispielsweise eine Oberseite oder Vorderseite des Metallbandes. Die zweite Seite des Metallbandes ist beispielsweise eine Unterseite oder Rückseite des Metallbandes. Das Metallband
20 kann beispielsweise eine Breite von mindestens 1000mm aufweisen, bevorzugt mindestens 1300mm, besonders bevorzugt mindestens 1500mm. Es hat sich gezeigt, dass die Vorrichtung bzw. das Verfahren auch für sehr breite Bänder geeignet ist.

25 **[0016]** Das Metallband kann beispielsweise mit einer Bandgeschwindigkeit von mindestens 80m/min, bevorzugt mindestens 100m/min, besonders bevorzugt mindestens 120m/min in axialer Richtung befördert werden. Beispielsweise ist beträgt die Bandgeschwindigkeit
30 höchstens 180 m/min. Selbst bei diesen hohen Geschwindigkeiten können eine effektive Sperre für den Zinkdampf und homogene Temperaturen erreicht werden.

35 **[0017]** Bei der Vorrichtung bzw. dem Verfahren können auch weitere Blas-Saug-Einheiten vorgesehen sein. Es ist also mindestens eine Blas-Saug-Einheit vorgesehen. Unter einer/der Blas-Saug-Einheit ist daher mindestens eine/die mindestens eine Blas-Saug-Einheit zu verstehen.

40 **[0018]** Dadurch, dass der Absaugbereich in Bandlaufrichtung gesehen hinter dem Einblasbereich angeordnet ist, fährt das in Bandlaufrichtung beförderte Metallband zunächst durch den Einblasbereich und anschließend durch den Absaugbereich. Dabei ist der Einblasbereich frei von Absaugöffnungen und der Absaugbereich ist frei von Einblasöffnungen. Das heißt die Einblasöffnungen und die Absaugöffnungen sind räumlich voneinander getrennt. Der Einblasbereich und der Absaugbereich grenzen beispielsweise unmittelbar aneinander an.

50 **[0019]** Die Einblasöffnungen und/oder die Absaugöffnungen können beispielsweise zumindest teilweise als Bohrungen vorgesehen sein, was die Herstellung der Vorrichtung vereinfacht.

55 **[0020]** Das Schutzgas ist beispielsweise ein Gas, welches die Oxidation des Metallbandes verhindert. Beispielsweise ist das Schutzgas eine Wasserstoff-Stickstoff-Mischung (Hydrogen Nitrogen Mixture, HNX). Beispielsweise weist das Schutzgas etwa 95% N₂ und etwa

5% H₂ auf.

[0021] Das Schutzgas wird beispielsweise mit einer Temperatur von mindestens 430°C, vorzugsweise mindestens 440°C, weiter vorzugsweise mit einer Temperatur von mindestens 550°C, insbesondere mit einer Temperatur von etwa 600°C, eingeblasen. Dadurch wird einer Kondensation bzw. Resublimation des Metaldampfes weiter entgegengewirkt.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, sind die Einblasöffnungen und die Absaugöffnungen derart vorgesehen, dass das durch die Einblasöffnungen des Einblasbereichs eingeblasene Schutzgas zunächst mit dem durch die Vorrichtung in Bandlaufrichtung beförderten Metallband gezielt mitgerissen wird und in die Bandlaufrichtung strömt und anschließend entgegen der Bandlaufrichtung zu den Absaugöffnungen des Absaugbereichs strömt. Die Einblasöffnungen und die Absaugöffnungen können hierzu entsprechend angeordnet und/oder ausgebildet sein.

[0023] Dementsprechend wird gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens das durch die Einblasöffnungen des Einblasbereichs eingeblasene Schutzgas zunächst mit dem durch die Vorrichtung in Bandlaufrichtung beförderten Metallband gezielt mitgerissen und strömt in die Bandlaufrichtung und strömt anschließend entgegen der Bandlaufrichtung zu den Absaugöffnungen des Absaugbereichs.

[0024] Es hat sich gezeigt, dass durch eine Anordnung des Absaugbereichs in Bandlaufrichtung gesehen hinter dem Einblasbereich eine gezielte Strömung des Schutzgases zu erreichen ist. Dabei wird gerade entgegen der Zielsetzung des Stands der Technik das Mitreißen des Schutzgases durch das Metallband gezielt provoziert, anstatt diesem entgegenzuwirken. Dadurch wird eine direkte Durchmischung von Metaldampf und Schutzgas reduziert und es wird ein effektives Sperrsystem für aufsteigenden Metaldampf bereitgestellt. Gleichzeitig wird eine besonders homogene Temperaturverteilung erreicht. Dadurch eignet sich die Vorrichtung bzw. das Verfahren auch für höhere Metaldampf-Konzentrationen, welche bisher nicht zufriedenstellend handzuhaben waren.

[0025] Beispielsweise strömt das eingeblasene Schutzgas zunächst entlang der Oberfläche des Metallbandes mit dem Metallband in die Bandlaufrichtung, bis die Strömung auf die Oberfläche des Metallbades oder Schmelzbades trifft und dort umgelenkt wird. Dort nimmt das Schutzgas beispielsweise einen Großteil der Metaldämpfe des Metallbades auf. Anschließend strömt das Schutzgas beabstandet von der Oberfläche des Metallbandes beispielsweise entlang einer Bewandung, beispielsweise eines Ofenrüssels, entgegen der Bandlaufrichtung zu den Absaugöffnungen des Absaugbereichs. Es ergibt sich also eine kontinuierliche Strömung des Schutzgases, sodass eine unterbrechungsfreie Metaldampfabsaugung erreicht wird.

[0026] Gemäß der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind der Einblasbereich und der Absaugbereich überlap-

pungsfrei angeordnet. Unter einer Überlappung wird verstanden, dass der eine Bereich zumindest teilweise mit dem anderen Bereich zusammenfällt. Der durch die Einblasöffnungen gebildete Einblasbereich und der durch die Absaugöffnungen gebildete Absaugbereich überlappen sich also nicht. Erfindungsgemäß sind in Bandlaufrichtung zunächst ausschließlich Einblasöffnungen und anschließend ausschließlich Absaugöffnungen vorgesehen. Es hat sich gezeigt, dass hierdurch die Absaugung von Metaldampf durch das Schutzgas weiter verbessert sowie die Ausbreitung von Metaldampf weiter reduziert werden kann.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Einblasöffnungen des Einblasbereichs und/oder die Absaugöffnungen des Absaugbereichs zumindest teilweise in einem regelmäßigen Raster angeordnet, insbesondere mit einem kürzesten Abstand von mindestens 30mm, vorzugsweise mindestens 40mm, besonders bevorzugt mindestens 60mm. Hierdurch kann insbesondere eine besonders homogene Temperaturverteilung erreicht werden und andererseits eine weiter optimierte Strömung des Schutzgases erreicht werden, was der Ausbreitung von Metaldampf entgegenwirkt.

[0028] Beispielsweise sind die Einblasöffnungen des Einblasbereichs und die Absaugöffnungen des Absaugbereichs im gleichen regelmäßigen Raster angeordnet. Beispielsweise sind die Einblasöffnungen und/oder die Absaugöffnungen in einem rechteckigen Raster angeordnet. Mit andern Worten liegen die Einblasöffnungen und/oder die Absaugöffnungen beispielsweise auf den Knoten eines (gedachten) zwei-dimensionalen rechteckigen Gitters. Beispielsweise ist der kürzeste Abstand der Einblasöffnungen und/oder der Absaugöffnungen in axialer Richtung größer als quer zur axialen Richtung. Beispielsweise beträgt der kürzeste Abstand der Einblasöffnungen und/oder der Absaugöffnungen in axialer Richtung zwischen 50mm und 150mm, bevorzugt zwischen 80mm und 120mm, besonders bevorzugt zwischen 90mm und 110mm. Beispielsweise beträgt der kürzeste Abstand der Einblasöffnungen und/oder der Absaugöffnungen in axialer Richtung etwa 100mm.

[0029] Beispielsweise beträgt der kürzeste Abstand der Einblasöffnungen und/oder der Absaugöffnungen quer zur axialen Richtung zwischen 30 mm und 90mm, bevorzugt zwischen 40mm und 80mm, besonders bevorzugt zwischen 50mm und 70mm. Beispielsweise beträgt der kürzeste Abstand der Einblasöffnungen und/oder der Absaugöffnungen quer zur axialen Richtung etwa 60mm.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Absaugöffnungen zumindest teilweise größer als die Einblasöffnungen ausgebildet. Unter der Größe der Einblasöffnungen bzw. Absaugöffnungen wird insbesondere der (mittlere) Durchmesser der Öffnung verstanden. Der Durchmesser der Einblasöffnungen beträgt vorzugsweise zwischen 5mm und 10mm, bevorzugt etwa 8mm. Der Durchmes-

ser der Absaugöffnungen beträgt vorzugsweise zwischen 8mm und 15mm, bevorzugt etwa 10mm. Es hat sich gezeigt, dass hierdurch eine in Hinblick auf eine effiziente Metaldampfabsaugung weiterhin verbesserte Strömung erreicht werden kann.

[0031] Es ist in dieser Hinsicht weiterhin vorteilhaft, wenn der Normvolumenstrom für das Absaugen größer ist als der Normvolumenstrom für das Einblasen. Beispielsweise beträgt der Normvolumenstrom für das Einblasen pro Seite des Metallbandes mindestens $100\text{Nm}^3/\text{h}$ (Normkubikmeter), vorzugsweise mindestens $150\text{Nm}^3/\text{h}$. Beispielsweise beträgt der Normvolumenstrom 100 - $300\text{Nm}^3/\text{h}$. Der Normvolumenstrom kann in Abhängigkeit der Breite der Vorrichtung jedoch auch noch höher liegen. Beispielsweise beträgt der Normvolumenstrom für das Absaugen pro Seite des Metallbandes mindestens $150\text{Nm}^3/\text{h}$, vorzugsweise mindestens $200\text{Nm}^3/\text{h}$. Beispielsweise beträgt der Normvolumenstrom 150 - $400\text{Nm}^3/\text{h}$. Der Normvolumenstrom kann in Abhängigkeit der Breite der Vorrichtung jedoch auch noch höher liegen.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Einblasöffnungen zumindest teilweise derart vorgesehen, dass das Schutzgas im Wesentlichen quer zur axialen Richtung aus den Einblasöffnungen in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes strömt. Hierzu sind die Einblasöffnungen beispielsweise entsprechend angeordnet und/oder ausgebildet.

[0033] Dementsprechend strömt das Schutzgas gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Wesentlichen quer zur axialen Richtung in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes aus den Einblasöffnungen.

[0034] Es hat sich gezeigt, dass auf diese Weise der Strömungsverlauf des Schutzgases weiter optimiert werden kann, was insbesondere zu einer Verringerung der Ausbreitung von Metaldampf führt.

[0035] Beispielsweise wird das aus den Einblasöffnungen strömende Schutzgas in einem Winkel von 70° bis 110° , vorzugsweise 80° bis 100° , besonders bevorzugt etwa 90° in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes gerichtet.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Blas-Saug-Einheit einen ersten Blas-Saug-Kasten, welcher auf der ersten Seite des zu beschichtenden Metallbandes angeordnet ist, und einen zweiten Blas-Saug-Kasten, welcher auf der zweiten Seite des zu beschichtenden Metallbandes angeordnet ist. Dabei kann die Vorrichtung auch noch weitere Blas-Saug-Kästen umfassen.

[0037] Durch das Vorsehen von Blas-Saug-Kästen kann die Beaufschlagung des Metallbandes mit Schutzgas von beiden Seiten konstruktiv besonders einfach realisiert werden. Zudem ermöglichen die Blas-Saug-Kästen beispielsweise auf einfache Weise eine Skalierbarkeit der Vorrichtung. Zudem kann durch die Blas-Saug-Kästen eine flächige Beaufschlagung mit dem

Schutzgas und Absaugung des Metaldampfes erreicht werden. Die Blas-Saug-Kästen sind beispielsweise im Wesentlichen flach ausgebildet. Beispielsweise weisen die Blas-Saug-Kästen mindestens einen Anschluss zum Einblasen des Schutzgases und mindestens einen Anschluss zum Absaugen der Mischung aus Schutzgas und Metaldampf/Metallstaub auf.

[0038] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weisen die Blas-Saug-Kästen jeweils mindestens einen Blaskasten zur Bereitstellung des Einblasbereichs und jeweils mindestens einen Saugkasten zur Bereitstellung des Absaugbereichs auf. Durch das Vorsehen von separaten Blaskästen und Saugkästen kann eine räumlich getrennte Anordnung des Einblasbereichs und des Absaugbereichs auf einfache Weise erreicht werden. Ein Blaskasten und ein Saugkasten können beispielsweise durch eine Trennwand voneinander getrennt sein. Ebenfalls kann ein Blas-Saug-Kasten auch mehrere Blaskästen und/oder Saugkästen aufweisen. Diese können beispielsweise ebenfalls durch eine Trennwand voneinander getrennt sein. Beispielsweise weisen die Blaskästen und/oder die Saugkästen jeweils einen Anschluss zum Einblasen des Schutzgases bzw. zum Absaugen der Mischung aus Schutzgas und Metaldampf/Metallstaub auf.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, umfasst die Vorrichtung einen Ofenrüssel zur Verbindung eines Durchlaufofens mit einem Metallbad, wobei die Blas-Saug-Einheit zumindest teilweise in dem Ofenrüssel vorgesehen ist.

[0040] Dementsprechend wird das Verfahren gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zumindest teilweise in einem Ofenrüssel zur Verbindung eines Durchlaufofens mit einem Metallbad durchgeführt.

[0041] Der Ofenrüssel kann beispielsweise zumindest teilweise beheizt werden, beispielsweise auf eine Temperatur von mindestens 400°C , vorzugsweise mindestens 450°C . Der Ofenrüssel weist beispielsweise eine Eintrittsöffnung zum Einfahren des Metallbandes und eine Austrittsöffnung zum Ausfahren des Metallbandes auf. Der Ofenrüssel verjüngt sich beispielsweise zumindest abschnittsweise beispielsweise von der Eintrittsöffnung in Richtung der Austrittsöffnung.

[0042] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Vorrichtung in Bandlaufrichtung gesehen vor der Blas-Saug-Einheit ein Sperrgas zugeführt. Hierzu kann die Vorrichtung beispielsweise eine Sperrgaseinleitung aufweisen. Beispielsweise kann für das Sperrgas ebenfalls das Schutzgas verwendet werden und das Sperrgas entspricht der bereits beschriebenen Zusammensetzung, beispielsweise (HNX). Beispielsweise wird das Sperrgas mit mindestens $300\text{Nm}^3/\text{h}$, beispielsweise einseitig, eingeblasen. Durch eine druckunterschiedliche Gaseinleitung können vorteilhaft bereichsweise unterschiedliche Druckverhältnisse erreicht werden. Durch die Einspeisung des Sperrgases kann die Gasströmung in dem Rüssel beispielsweise von einem Ofen abgeschirmt werden

und somit ein Einschleppen von Zinkdampf in andere Teile der Vorrichtung, wie etwa den Ofen, verhindert werden.

[0043] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Vorrichtung zudem eine oder mehrere der folgenden Einheiten auf: einen der Blas-Saug-Einheit vorgelagerten Durchlaufofen zur Erhitzung des zu beschichtenden Metallbandes; ein sich der Blas-Saug-Einheit anschließendes Metallbad, insbesondere Zinkbad, zur Beschichtung des Metallbandes und optional eine sich dem Metallbad anschließende Abstreifvorrichtung zur Einstellung der Dicke der Beschichtung des Metallbandes; eine Abscheidevorrichtung zur Reinigung des durch die Absaugöffnungen abgesaugten und mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenen Schutzgases; eine Heizeinrichtung zur Erwärmung des über die Einblasöffnungen zugeführten Schutzgases, insbesondere auf eine Temperatur von mehr als 430°C.

[0044] Dementsprechend weist das Verfahren gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zusätzlich einen oder mehrere der Schritte auf: Erhitzen des zu beschichtenden Metallbandes in einem der Blas-Saug-Einheit vorgelagerten Durchlaufofen; Beschichten des Metallbandes in einem sich der Blas-Saug-Einheit anschließenden Metallbad, insbesondere Zinkbad, und optional Einstellen der Dicke der Beschichtung des Metallbandes durch eine sich dem Metallbad anschließende Abstreifvorrichtung; Reinigen des durch die Absaugöffnungen abgesaugten und mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenen Schutzgases in einer Abscheidevorrichtung; Erwärmen des über die Einblasöffnungen zugeführten Schutzgases in einer Heizeinrichtung, insbesondere auf eine Temperatur größer als 430°.

[0045] Die Temperatur des Metallbades liegt beispielsweise zwischen 400°C und 500°C, vorzugsweise zwischen 440°C und 470°C.

[0046] Die Abstreifvorrichtung kann beispielsweise durch Luft-Düsen, beispielsweise Luftstahl-Flachdüsen realisiert sein.

[0047] Die Zinkabscheidevorrichtung kann vorzugsweise mit einer Kühleinrichtung versehen sein, die eine Resublimation des Metaldampfes bewirkt. Der dadurch entstehende Metallstaub kann mittels einer Trenneinrichtung vom Schutzgas abgetrennt und beispielsweise in einen Sammelbehälter geleitet werden.

[0048] Durch die vorherige und folgende Beschreibung von Verfahrensschritten gemäß bevorzugter Ausführungsformen des Verfahrens sollen auch entsprechende Mittel oder Einrichtungen zur Durchführung der Verfahrensschritte durch bevorzugte Ausführungsformen der Vorrichtung offenbart sein. Ebenfalls soll durch die Offenbarung von Mitteln zur Durchführung eines Verfahrensschrittes der entsprechende Verfahrensschritt offenbart sein.

[0049] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei können weitere bevor-

zugte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung der Zeichnung und der Beschreibung des in der Zeichnung gezeigten Ausführungsbeispiels entnommen werden. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine Längsschnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des Ofenrüssels aus Fig. 1;

Fig. 3 eine Längsschnittansicht des Ofenrüssels aus Fig. 1;

Fig. 4 eine Draufsicht auf den Einblasbereich und den Absaugbereich des Blas-Saug-Kastens aus Fig. 1.

[0050] Fig. 1 zeigt eine Längsschnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 in Form einer kontinuierlichen Feuerverzinkungsanlage zur Durchführung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Vorrichtung 1 weist insbesondere einen Ofenrüssel 2 auf. Ein zu verzinkendes Metallband 4, etwa Stahlband, wird in einem Durchlaufofen (nicht gezeigt) gegläht und unter Schutzgas (HNX) einem Zinkbad 6 zugeführt. Das Band 4 taucht schräg nach unten in das Zinkbad 6 ein und wird durch eine im Zinkbad 6 angeordnete Rolle 8 nach oben umgelenkt. Die Badtemperatur liegt typischerweise im Bereich von ca. 440°C bis 470°C. Beim Austritt aus dem Bad 6 reißt das Band 4 eine flüssige Zinkmenge mit, die erheblich über der gewünschten Überzugsdicke liegen kann. Das noch flüssige überschüssige Überzugsmaterial wird mittels sich über die Bandbreite erstreckenden Luftstrahl-Flachdüsen 10 von der ersten Seite und der zweiten Seite (das heißt der Oberseite und der Unterseite bzw. Vorderseite und Rückseite) des nun beschichteten Bandes 4 abgestreift.

[0051] Zur Vermeidung einer zu starken Abkühlung (insbesondere unter die Taupunkt- bzw. Resublimationstemperatur des Schutzgas-Zinkdampf-Gemisches) des Ofenrüssels 2 im Bereich nahe des Zinkbades 6 können optional Isolierelemente 12 (beispielsweise Mineralwolle und/oder Keramikplatten) vorgesehen werden.

[0052] Mittels des Ofenrüssels 2 soll unter anderem verhindert werden, dass das geglähte Band 4 vor dem Verzinken oxidiert, wodurch die Haftung der Zinkschicht verschlechtert würde. Daher wird das Band 4 mit Schutzgas beaufschlagt. Das Schutzgas soll gleichzeitig dazu dienen, der Ausbreitung von Zinkdampf entgegenzuwirken. Aus diesem Grund ist der Ofenrüssel 2 mit einer speziellen Blas-Saug-Einheit 14 ausgestattet, welche das Metallband 4 mit Schutzgas beaufschlagt und das mit Zinkdampf und/oder Zinkstaub beladene Schutzgas absaugt.

[0053] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Darstellung des Ofenrüssels 2 aus Fig. 1 und Fig. 3 zeigt eine Längsschnittansicht des Ofenrüssels 2 aus Fig. 1.

[0054] Das zu beschichtende Metallband 4 wird in diesem Abschnitt entlang der Bandlaufrichtung 16 durch den Ofenrüssel 2 bzw. durch die Blas-Saug-Einheit 14 der Vorrichtung 1 befördert. Die Blas-Saug-Einheit 14 weist eine Vielzahl von Einblasöffnungen 18 zur Beaufschlagung des Metallbandes 4 mit Schutzgas auf. Dabei sind eine Vielzahl von Einblasöffnungen 18 auf einer ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Einblasöffnungen 18 auf einer zweiten Seite des Metallbandes angeordnet, sodass das Metallband 4 beidseitig mit dem Schutzgas beaufschlagt werden kann. Die Einblasöffnungen 18 bilden dabei einen Einblasbereich 20. Die Blas-Saug-Einheit 14 weist zudem eine Vielzahl von Absaugöffnungen 22 zum Absaugen von mit Metall dampf und/oder Metallstaub beladenem Schutzgas auf. Dabei sind eine Vielzahl von Absaugöffnungen 22 auf der ersten Seite des Metallbandes 4 und eine Vielzahl von Absaugöffnungen 22 auf der zweiten Seite des Metallbandes 4 angeordnet. Die Absaugöffnungen 22 bilden dabei einen Absaugbereich 24.

[0055] Der Einblasbereich 20, in dem die Einblasöffnungen 18 angeordnet sind, ist dabei in Bandlaufrichtung 16 gesehen vor dem Absaugbereich 24, in dem die Absaugöffnungen 22 angeordnet sind, angeordnet. Dabei sind der Einblasbereich 20 und der Absaugbereich 24 überlappungsfrei angeordnet.

[0056] Die Blas-Saug-Einheit 14 umfasst dabei einen ersten Blas-Saug-Kasten 14a, welcher auf der ersten Seite des zu beschichtenden Metallbandes 4 angeordnet ist, und einen zweiten Blas-Saug-Kasten 14b, welcher auf der zweiten Seite des zu beschichtenden Metallbandes 4 angeordnet ist. Die Blas-Saug-Kästen 14a, 14b weisen jeweils zwei Blaskästen 26a bzw. 26b zur Bereitstellung des Einblasbereichs 20 und jeweils zwei Saugkästen 28a bzw. 28b zur Bereitstellung des Absaugbereichs 24 auf. Die Blaskästen 26a (bzw. 26b) sind untereinander jeweils durch eine Trennwand 42a (bzw. 42b) voneinander getrennt. Auch sind die Saugkästen 28a (bzw. 28b) untereinander durch eine Trennwand 44a (bzw. 44b) voneinander getrennt. Ebenfalls sind der Blaskasten 26a (bzw. 26b) und der Saugkasten 28a (bzw. 28b) voneinander durch eine Trennwand 46a (bzw. 46b) getrennt.

[0057] Die einzelnen Blaskästen 26a, 26b weisen jeweils separate Anschlüsse 30a, 30b zur Versorgung mit Schutzgas auf. Der Normvolumenstrom für das Einblasen durch die Anschlüsse 30a beträgt etwa $150\text{Nm}^3/\text{h}$. Der Normvolumenstrom für das Einblasen durch die Anschlüsse 30b beträgt ebenfalls etwa $150\text{Nm}^3/\text{h}$. Der Normvolumenstrom für das Absaugen durch die Anschlüsse 32a beträgt etwa $200\text{Nm}^3/\text{h}$. Der Normvolumenstrom für das Absaugen durch die Anschlüsse 32b beträgt ebenfalls etwa $200\text{Nm}^3/\text{h}$.

[0058] Gleichzeitig kann mittels der Sperrgaseinleitung 3 (vgl. Fig. 1) Sperrgas in die Vorrichtung 1 einge-

leitet werden. Das Sperrgas ist hier identisch zu dem Schutzgas und wird mit $300\text{Nm}^3/\text{h}$ durch die Sperrgaseinleitung 3 eingeblasen, wie auch durch die Pfeile 33 in Fig. 3 veranschaulicht. Das Sperrgas wird vorteilhaft zwischen zwei Abdichtklappen (vgl. Fig. 1) eingespeist. Durch das Sperrgas wird die Gasströmung in dem Ofenrüssel 2 von einem vorgelagerten Ofen abgeschirmt, so dass ein Einschleppen von Zinkdampf in den Ofen verhindert wird. Beispielsweise nimmt der Druck vom Bereich der Schutzgaseinleitung 3 über den Bereich der Blaskästen 26a bzw. 26b bis zum Bereich der Saugkästen 28a bzw. 28b ab.

[0059] Wie insbesondere in Fig. 3 zu erkennen ist, sind die Einblasöffnungen 18 derart vorgesehen, dass das Schutzgas im Wesentlichen quer zur axialen Richtung 16 aus den Einblasöffnungen in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes 4 strömt. Das Schutzgas wird in diesem Fall durch die Einblasöffnungen 18 senkrecht in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes 4 geblasen. Die Strömungsrichtung des Schutzgases ist durch die Pfeile 34 veranschaulicht. Das durch die Einblasöffnungen 18 des Einblasbereichs 20 eingeblasene Schutzgas wird zunächst mit dem durch die Vorrichtung 1 in axialer Richtung 16 beförderten Metallband 4 gezielt mitgerissen und strömt in die axiale Richtung 16. Das Schutzgas strömt dabei entlang der Oberfläche des Metallbandes 4. Anschließend strömt das Schutzgas gemischt mit Zinkdampf und Zinkstaub entlang der Bewandung des Ofenrüssels 2 entgegen der Bandlaufrichtung 16 zu den Absaugöffnungen 22 des Absaugbereichs 24.

[0060] Die Punkte 36 veranschaulichen die Verteilung und die Konzentration des Zinkdampfes und des Zinkstaubs. Die Konzentration des Zinkstaubs und Zinkdampfes nimmt entgegen der Bandlaufrichtung 16 erkennbar ab. Die Blas-Saug-Einheit 14 ermöglicht eine effektive Sperre für den Zinkdampf und den Zinkstaub und eine effektive Absaugung des Zinkdampfes und des Zinkstaubs.

[0061] Geht man beispielsweise von einem Zinkdampfeintrag von etwa 34g/h durch das Zinkbad 6 aus, ergeben Simulationen eine Zinkdampfkonzentration von etwa $5 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ in der Nähe des Zinkbades 6 im unteren Bereich des Ofenrüssels. Im Absaugbereich 24 ergibt sich nur noch eine Zinkdampfkonzentration von etwa $3 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ bis etwa $7 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^3$. Im Einblasbereich 20 ist die Zinkdampfkonzentration bereits geringer als $7 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^3$.

[0062] Bei einem höheren Zinkdampfeintrag 340 g/h ergeben sich im Absaugbereich 24 zwar noch Zinkdampfkonzentrationen von bis zu $5 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$. Allerdings fallen diese im Einblasbereich 20 auf unter $1 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$, teilweise auch auf unter $7 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ ab. Somit ist die Vorrichtung bzw. das Verfahren auch für derartig hohe Zinkdampfeinträge geeignet.

[0063] Fig. 4 zeigt schließlich exemplarisch eine Draufsicht auf den Einblasbereich 20 und den Absaugbereich 24 des Blas-Saug-Kastens 14a aus Fig. 1. Die Einblasöffnungen 18 des Einblasbereichs 20 und die Absaug-

öffnungen 22 des Absaugbereichs 24 sind in einem regelmäßigen Raster angeordnet. Dabei ist der kürzeste Abstand benachbarter Öffnungen 18, 22 in axialer Richtung 16 größer als quer zur axialen Richtung 16. Der kürzeste Abstand 38 der Einblasöffnungen 18 bzw. der Absaugöffnungen 22 in axialer Richtung beträgt hier etwa 100mm. Der kürzeste Abstand 40 der Einblasöffnungen 18 bzw. der Absaugöffnungen 22 quer zur axialen Richtung 16 beträgt etwa 60mm. Die Einblasöffnungen 18 sind kleiner als die Absaugöffnungen 22 ausgebildet. Der Durchmesser der Einblasöffnungen 18 beträgt etwa 8mm. Der Durchmesser der Absaugöffnungen 22 beträgt etwa 10mm.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Vermeidung von durch Metallstaub verursachten Oberflächenfehlern an einem in einem kontinuierlichen Schmelztauchverfahren zu beschichtenden Metallband (4), wobei das zu beschichtende Metallband (4) zumindest abschnittsweise entlang der Bandlaufrichtung durch die Vorrichtung (1) beförderbar ist, mit einer Blas-Saug-Einheit (14), wobei die Blas-Saug-Einheit (14) eine Vielzahl von Einblasöffnungen (18) zur Beaufschlagung des Metallbandes (4) mit Schutzgas aufweist, wobei eine Vielzahl von Einblasöffnungen (18) auf einer ersten Seite des Metallbandes (4) und eine Vielzahl von Einblasöffnungen (18) auf einer zweiten Seite des Metallbandes (4) angeordnet sind, wobei die Blas-Saug-Einheit (14) eine Vielzahl von Absaugöffnungen (22) zum Absaugen von mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenem Schutzgas aufweist, wobei eine Vielzahl von Absaugöffnungen (22) auf der ersten Seite des Metallbandes (4) und eine Vielzahl von Absaugöffnungen (22) auf der zweiten Seite des Metallbandes (4) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blas-Saug-Einheit (14) einen Einblasbereich (20), in dem die Einblasöffnungen (18) angeordnet sind, und einen in Bandlaufrichtung gesehen hinter dem Einblasbereich (20) angeordneten Absaugbereich (24), in dem die Absaugöffnungen (22) angeordnet sind, aufweist, und der Einblasbereich (20) und der Absaugbereich (24) überlappungsfrei angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Einblasöffnungen (18) und die Absaugöffnungen (22) derart vorgesehen sind, dass das durch die Einblasöffnungen (18) des Einblasbereichs (20) eingeblasene Schutzgas zunächst mit dem durch die Vorrichtung (1) in Bandlaufrichtung beförderten Metallband (4) gezielt mitgerissen wird und in die Bandlaufrichtung (16) strömt und anschließend entgegen der Bandlaufrichtung zu den Absaugöffnungen

gen (22) des Absaugbereichs (24) strömt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Einblasöffnungen (18) des Einblasbereichs (20) und/oder die Absaugöffnungen (22) des Absaugbereichs (24) zumindest teilweise in einem regelmäßigen Raster angeordnet sind, insbesondere mit einem kürzesten Abstand (38, 40) von mindestens 30mm, vorzugsweise mindestens 40mm, besonders bevorzugt mindestens 60mm.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Absaugöffnungen (18) zumindest teilweise größer als die Einblasöffnungen (22) ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Einblasöffnungen (18) zumindest teilweise derart vorgesehen sind, dass das Schutzgas in einem Winkel von 70° bis 110° zur Bandlaufrichtung aus den Einblasöffnungen (18) in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes (4) strömt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Blas-Saug-Einheit (14) einen ersten Blas-Saug-Kasten (14a) umfasst, welcher auf der ersten Seite des zu beschichtenden Metallbandes (4) angeordnet ist, und wobei die Blas-Saug-Einheit (14) einen zweiten Blas-Saug-Kasten (14b) umfasst, welcher auf der zweiten Seite des zu beschichtenden Metallbandes (4) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Blas-Saug-Kästen (14a, 14b) jeweils mindestens einen Blaskasten (26a, 26b) zur Bereitstellung des Einblasbereichs (20) und jeweils mindestens einen Saugkasten (28a, 28b) zur Bereitstellung des Absaugbereichs (24) aufweisen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung (1) einen Ofenrüssel (2) zur Verbindung eines Durchlaufofens mit einem Metallbad (6) umfasst, wobei die Blas-Saug-Einheit (14) zumindest teilweise in dem Ofenrüssel (2) vorgesehen ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Vorrichtung (1) zudem eine oder mehrere der folgenden Einheiten aufweist:
 - einen der Blas-Saug-Einheit (14) vorgelagerten Durchlaufofen zur Erhitzung des zu beschichtenden Metallbandes (4);
 - ein sich der Blas-Saug-Einheit (14) anschließendes Metallbad (6), insbesondere Zinkbad, zur Beschichtung des Metallbandes (4) und optional eine sich dem Metallbad (6) anschließende

de Abstreifvorrichtung (10) zur Einstellung der Dicke der Beschichtung des Metallbandes (4); eine Abscheidevorrichtung zur Reinigung des durch die Absaugöffnungen (22) abgesaugten und mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenen Schutzgases; eine Heizeinrichtung zur Erwärmung des über die Einblasöffnungen (18) zugeführten Schutzgases, insbesondere auf eine Temperatur von mehr als 430°C.

10. Verfahren zur Vermeidung von durch Metallstaub verursachten Oberflächenfehlern an einem in einem kontinuierlichen Schmelztauchverfahren zu beschichtenden Metallband, umfassend die Schritte:

Befördern des zu beschichtende Metallbands zumindest abschnittsweise entlang der Bandlaufrichtung durch eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Vorrichtung eine Blas-Saug-Einheit aufweist, Beaufschlagen des Metallbands mit Schutzgas über eine Vielzahl von Einblasöffnungen der Blas-Saug-Einheit, wobei eine Vielzahl von Einblasöffnungen auf einer ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Einblasöffnungen auf einer zweiten Seite des Metallbandes angeordnet sind, und Absaugen von mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenem Schutzgas über eine Vielzahl von Absaugöffnungen der Blas-Saug-Einheit, wobei eine Vielzahl von Absaugöffnungen auf der ersten Seite des Metallbandes und eine Vielzahl von Absaugöffnungen auf der zweiten Seite des Metallbandes angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blas-Saug-Einheit einen Einblasbereich, in dem die Einblasöffnungen angeordnet sind, und einen in Bandlaufrichtung gesehen hinter dem Einblasbereich angeordneten Absaugbereich, in dem die Absaugöffnungen angeordnet sind, aufweist, und der Einblasbereich (20) und der Absaugbereich (24) überlappungsfrei angeordnet sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das durch die Einblasöffnungen des Einblasbereichs eingeblasene Schutzgas zunächst mit dem durch die Vorrichtung in Bandlaufrichtung beförderten Metallband gezielt mitgerissen wird und in die Bandlaufrichtung strömt und anschließend entgegen der Bandlaufrichtung zu den Absaugöffnungen des Absaugbereichs strömt.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Schutzgas in einem Winkel von 70° bis 110° zur Bandlaufrichtung aus den Einblasöffnungen

gen in Richtung der jeweiligen Seite des Metallbandes strömt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das Verfahren zumindest teilweise in einem Ofenrüssel zur Verbindung eines Durchlaufofens mit einem Metallbad durchgeführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei der Vorrichtung in Bandlaufrichtung gesehen vor der Blas-Saug-Einheit ein Sperrgas zugeführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das Verfahren zusätzlich einen oder mehrere der Schritte aufweist:

Erhitzen des zu beschichtenden Metallbandes in einem der Blas-Saug-Einheit vorgelagerten Durchlaufofen;
Beschichten des Metallbandes in einem sich der Blas-Saug-Einheit anschließenden Metallbad, insbesondere Zinkbad, und optional Einstellen der Dicke der Beschichtung des Metallbandes durch eine sich dem Metallbad anschließende Abstreifvorrichtung;
Reinigen des durch die Absaugöffnungen abgesaugten und mit Metaldampf und/oder Metallstaub beladenen Schutzgases in einer Abscheidevorrichtung;
Erwärmen des über die Einblasöffnungen zugeführten Schutzgases in einer Heizeinrichtung, insbesondere auf eine Temperatur größer als 430°C.

Claims

1. Device for avoiding surface flaws, caused by metal dust, on a metal strip (4) to be coated in a continuous hot-dip coating process, wherein at least some segments of the metal strip (4) to be coated can be conveyed through the device (1) in the direction of movement of the strip, comprising a blowing/sucking unit (14), wherein the blowing/sucking unit (14) comprises a plurality of blow-in openings (18) for applying protective gas to the metal strip (4), wherein a plurality of blow-in openings (18) are arranged on a first side of the metal strip (4) and a plurality of blow-in openings (18) are arranged on a second side of the metal strip (4), wherein the blowing/sucking unit (14) comprises a plurality of suction openings (22) for extracting protective gas loaded with metal vapour and/or metal dust, wherein a plurality of suction openings (22) are arranged on the first side of the metal strip (4) and a plurality of suction openings (22) are arranged on the second side of the metal strip (4),

characterized in that

the blowing/sucking unit (14) comprises a blow-in region (20), in which the blow-in openings (18) are arranged, and a suction region (24), which is arranged after the blow-in region (20) looking in the direction of movement of the strip, in which the suction openings (22) are arranged, and the blow-in region (20) and the suction region (24) are arranged free of overlapping.

2. Device according to Claim 1, wherein the blow-in openings (18) and the suction openings (22) are provided such that the protective gas blown in through the blow-in openings (18) of the blow-in region (20) is at first deliberately entrained with the metal strip (4) conveyed through the device (1) in the direction of movement of the strip and flows in the direction of movement of the strip (16), after which it flows contrary to the direction of movement of the strip to the suction openings (22) of the suction region (24).
3. Device according to Claim 1 or 2, wherein the blow-in openings (18) of the blow-in region (20) and/or the suction openings (22) of the suction region (24) are at least partly arranged in a regular pattern, in particular with a shortest spacing (38, 40) of at least 30 mm, preferably at least 40 mm, especially preferably at least 60 mm.
4. Device according to one of Claims 1 to 3, wherein at least some of the suction openings (22) are designed larger than the blow-in openings (18).
5. Device according to one of Claims 1 to 4, wherein at least some of the blow-in openings (18) are provided such that the protective gas flows at an angle of 70° to 110° to the direction of movement of the strip from the blow-in openings (18) in the direction of the respective side of the metal strip (4).
6. Device according to one of Claims 1 to 5, wherein the blowing/sucking unit (14) comprises a first blowing/suction box (14a), which is arranged on the first side of the metal strip (4) to be coated, and wherein the blowing/sucking unit (14) comprises a second blowing/suction box (14b), which is arranged on the second side of the metal strip (4) to be coated.
7. Device according to Claim 6, wherein the blowing/suction boxes (14a, 14b) each comprise at least one blowing box (26a, 26b) for providing the blow-in region (20) and at least one suction box (28a, 28b) for providing the suction region (24).
8. Device according to one of Claims 1 to 7, wherein the device (1) comprises a furnace snout (2) for connection of a continuous furnace to a metal

bath (6), wherein the blowing/sucking unit (14) is provided at least partly in the furnace trunk (2).

9. Device according to one of Claims 1 to 8, wherein the device (1) furthermore comprises one or more of the following units:

a continuous furnace located upstream from the blowing/sucking unit (14) for heating the metal strip (4) to be coated;
a metal bath (6), especially a zinc bath, located after the blowing/sucking unit (14), for the coating of the metal strip (4) and optionally a stripping device (10) located after the metal bath (6) to adjust the thickness of the coating of the metal strip (4);
a separating device for cleaning the protective gas extracted through the suction openings (22) and loaded with metal vapour and/or metal dust;
a heating device for heating the protective gas fed through the blow-in openings (18), especially to a temperature of more than 430°C.

10. Method for avoiding surface flaws, caused by metal dust, on a metal strip to be coated in a continuous hot-dip coating process, comprising the steps:

conveying at least some segments of the metal strip to be coated through a device according to one of Claims 1 to 9, in the direction of movement of the strip, wherein the device comprises a blowing/sucking unit, applying protective gas to the metal strip through a plurality of blow-in openings of the blowing/sucking unit, wherein a plurality of blow-in openings are arranged on a first side of the metal strip and a plurality of blow-in openings are arranged on a second side of the metal strip, and extracting protective gas loaded with metal vapour and/or metal dust through a plurality of suction openings of the blowing/sucking unit, wherein a plurality of suction openings are arranged on the first side of the metal strip and a plurality of suction openings are arranged on the second side of the metal strip,

characterized in that

the blowing/sucking unit comprises a blow-in region, in which the blow-in openings are arranged, and a suction region, which is arranged after the blow-in region looking in the direction of movement of the strip, in which the suction openings are arranged, and the blow-in region (20) and the suction region (24) are arranged free of overlapping.

11. Method according to Claim 10, wherein the protective gas blown in through the blow-in openings of the blow-in region is at first deliberately

entrained with the metal strip conveyed through the device in the direction of movement of the strip and flows in the direction of movement of the strip, after which it flows contrary to the direction of movement of the strip to the suction openings of the suction region.

12. Method according to Claim 10 or 11, wherein the protective gas flows at an angle of 70° to 110° to the direction of movement of the strip from the blow-in openings in the direction of the respective side of the metal strip.
13. Method according to one of Claims 10 to 12, wherein the method is carried out at least partly in a furnace snout for connection of a continuous furnace to a metal bath.
14. Method according to one of Claims 10 to 13, wherein a barrier gas is supplied to the device before the blowing/sucking unit, looking in the direction of movement of the strip.
15. Method according to one of Claims 10 to 14, wherein the method additionally comprises one or more of the steps:
 - heating of the metal strip to be coated in a continuous furnace located upstream from the blowing/sucking unit;
 - coating of the metal strip in a metal bath, especially a zinc bath, located after the blowing/sucking unit, and optionally adjusting the thickness of the coating of the metal strip by a stripping device located after the metal bath;
 - cleaning of the protective gas extracted through the suction openings and loaded with metal vapour and/or metal dust in a separating device;
 - heating of the protective gas fed through the blow-in openings in a heating device, especially to a temperature of more than 430°C.

Revendications

1. Dispositif visant à éviter les défauts de surface causés par des poussières métalliques sur une bande métallique (4) à revêtir dans un procédé continu d'immersion en masse fondue, la bande métallique à revêtir (4) pouvant être transportée au moins en sections le long de la direction de déplacement de la bande au travers du dispositif (1), comprenant une unité de soufflage-aspiration (14), l'unité de soufflage-aspiration (14) comprenant une pluralité d'ouvertures d'insufflation (18) pour solliciter la bande métallique (4) avec un gaz de protection, une pluralité d'ouvertures d'insufflation (18) étant

agencées sur un premier côté de la bande métallique (4) et une pluralité d'ouvertures d'insufflation (18) étant agencées sur un deuxième côté de la bande métallique (4), l'unité de soufflage-aspiration (14) comprenant une pluralité d'ouvertures d'aspiration (22) pour aspirer le gaz de protection chargé de vapeurs métalliques et/ou de poussières métalliques, une pluralité d'ouvertures d'aspiration (22) étant agencées sur le premier côté de la bande métallique (4) et une pluralité d'ouvertures d'aspiration (22) étant agencées sur le deuxième côté de la bande métallique (4),

caractérisé en ce que

l'unité de soufflage-aspiration (14) comprend une zone d'insufflation (20), dans laquelle sont agencées les ouvertures d'insufflation (18), et une zone d'aspiration (24) agencée en aval de la zone d'insufflation (20), vu dans la direction de déplacement de la bande, dans laquelle sont agencées les ouvertures d'aspiration (22), et la zone d'insufflation (20) et la zone d'aspiration (24) sont agencées sans chevauchement.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ouvertures d'insufflation (18) et les ouvertures d'aspiration (22) sont prévues de telle sorte que le gaz de protection insufflé par les ouvertures d'insufflation (18) de la zone d'insufflation (20) soit tout d'abord entraîné de manière ciblée avec la bande métallique (4) transportée au travers du dispositif (1) dans la direction de déplacement de la bande, et s'écoule dans la direction de déplacement de la bande (16), puis s'écoule dans la direction opposée à la direction de déplacement de la bande vers les ouvertures d'aspiration (22) de la zone d'aspiration (24).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les ouvertures d'insufflation (18) de la zone d'insufflation (20) et/ou les ouvertures d'aspiration (22) de la zone d'aspiration (24) sont agencées au moins en partie selon une trame régulière, notamment avec un écart le plus court (38, 40) d'au moins 30 mm, de préférence d'au moins 40 mm, de manière particulièrement préférée d'au moins 60 mm.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les ouvertures d'aspiration (22) sont configurées au moins en partie d'une taille plus grande que les ouvertures d'insufflation (18).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les ouvertures d'insufflation (18) sont au moins partiellement prévues de telle sorte que le gaz de protection s'écoule à un angle de 70° à 110° par rapport à la direction de déplacement de la bande depuis les ouvertures d'insufflation (18) dans la direction du côté respectif de la bande métallique (4).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'unité de soufflage-aspiration (14) comprend une première boîte de soufflage-aspiration (14a), qui est agencée sur le premier côté de la bande métallique à revêtir (4), et dans lequel l'unité de soufflage-aspiration (14) comprend une deuxième boîte de soufflage-aspiration (14b), qui est agencée sur le deuxième côté de la bande métallique à revêtir (4).
7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel les boîtes de soufflage-aspiration (14a, 14b) comprennent chacun au moins une boîte de soufflage (26a, 26b) pour la mise à disposition de la zone d'insufflation (20) et chacun au moins une boîte d'aspiration (28a, 28b) pour la mise à disposition de la zone d'aspiration (24).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le dispositif (1) comprend une trompe de four (2) pour le raccordement d'un four continu avec un bain de métal (6), l'unité de soufflage-aspiration (14) étant prévue au moins en partie dans la trompe de four (2).
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le dispositif (1) comprend en outre une ou plusieurs des unités suivantes :
- un four continu agencé en amont de l'unité de soufflage-aspiration (14) pour le chauffage de la bande métallique à revêtir (4);
 - un bain de métal (6) en aval de l'unité de soufflage-aspiration (14), notamment un bain de zinc, pour le revêtement de la bande métallique (4), et éventuellement un dispositif de raclage (10) en aval du bain de métal (6), pour l'ajustement de l'épaisseur du revêtement de la bande métallique (4) ; un dispositif de séparation pour la purification du gaz de protection aspiré par les ouvertures d'aspiration (22) et chargé avec des vapeurs métalliques et/ou des poussières métalliques;
 - un dispositif de chauffage pour le chauffage du gaz de protection introduit par les ouvertures d'insufflation (18), notamment à une température supérieure à 430 °C.
10. Procédé visant à éviter les défauts de surface causés par des poussières métalliques sur une bande métallique à revêtir dans un procédé continu d'immersion en masse fondue, comprenant les étapes suivantes:
- le transport de la bande métallique à revêtir au moins en sections le long de la direction de déplacement de la bande au travers d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, le dispositif comprenant une unité de soufflage-aspiration, la sollicitation de la bande métallique avec un gaz de protection par une pluralité d'ouvertures d'insufflation de l'unité de soufflage-aspiration, une pluralité d'ouvertures d'insufflation étant agencées sur un premier côté de la bande métallique et une pluralité d'ouvertures d'insufflation étant agencées sur un deuxième côté de la bande métallique, et l'aspiration du gaz de protection chargé avec des vapeurs métalliques et/ou des poussières métalliques par une pluralité d'ouvertures d'aspiration de l'unité de soufflage-aspiration, une pluralité d'ouvertures d'aspiration étant agencées sur le premier côté de la bande métallique et une pluralité d'ouvertures d'aspiration étant agencées sur le deuxième côté de la bande métallique,
- caractérisé en ce que**
- l'unité de soufflage-aspiration comprend une zone d'insufflation dans laquelle sont agencées les ouvertures d'insufflation, et une zone d'aspiration agencée en aval de la zone d'insufflation, vu dans la direction de déplacement de la bande, dans laquelle sont agencées les ouvertures d'aspiration, et la zone d'insufflation (20) et la zone d'aspiration (24) sont agencées sans chevauchement.
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel le gaz de protection insufflé par les ouvertures d'insufflation de la zone d'insufflation est tout d'abord entraîné de manière ciblée avec la bande métallique transportée au travers du dispositif dans la direction de déplacement de la bande, et s'écoule dans la direction de déplacement de la bande, puis s'écoule dans la direction opposée à la direction de déplacement de la bande vers les ouvertures d'aspiration de la zone d'aspiration.
12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, dans lequel le gaz de protection s'écoule à un angle de 70° à 110° par rapport à la direction de déplacement de la bande depuis les ouvertures d'insufflation dans la direction du côté respectif de la bande métallique.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel le procédé est au moins partiellement réalisé dans une trompe de four destinée au raccordement d'un four continu avec un bain de métal.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, dans lequel un gaz de barrière est introduit dans le dispositif en amont de l'unité de soufflage-aspiration, vu dans la direction de déplacement de la bande.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications

10 à 14, dans lequel le procédé comprend en outre une ou plusieurs des étapes suivantes:

le chauffage de la bande métallique à revêtir
dans un four continu agencé en amont de l'unité 5
de soufflage-aspiration;
le revêtement de la bande métallique dans un
bain de métal en aval de l'unité de soufflage-
aspiration, notamment un bain de zinc, et éven- 10
tuellement l'ajustement de l'épaisseur du revê-
tement de la bande métallique par un dispositif
de raclage en aval du bain de métal;
la purification du gaz de protection aspiré par
les ouvertures d'aspiration et chargé avec des 15
vapeurs métalliques et/ou des poussières mé-
talliques dans un dispositif de séparation;
le chauffage du gaz de protection introduit par
les ouvertures d'insufflation dans un dispositif
de chauffage, notamment à une température su- 20
périeure à 430 °C.

25

30

35

40

45

50

55

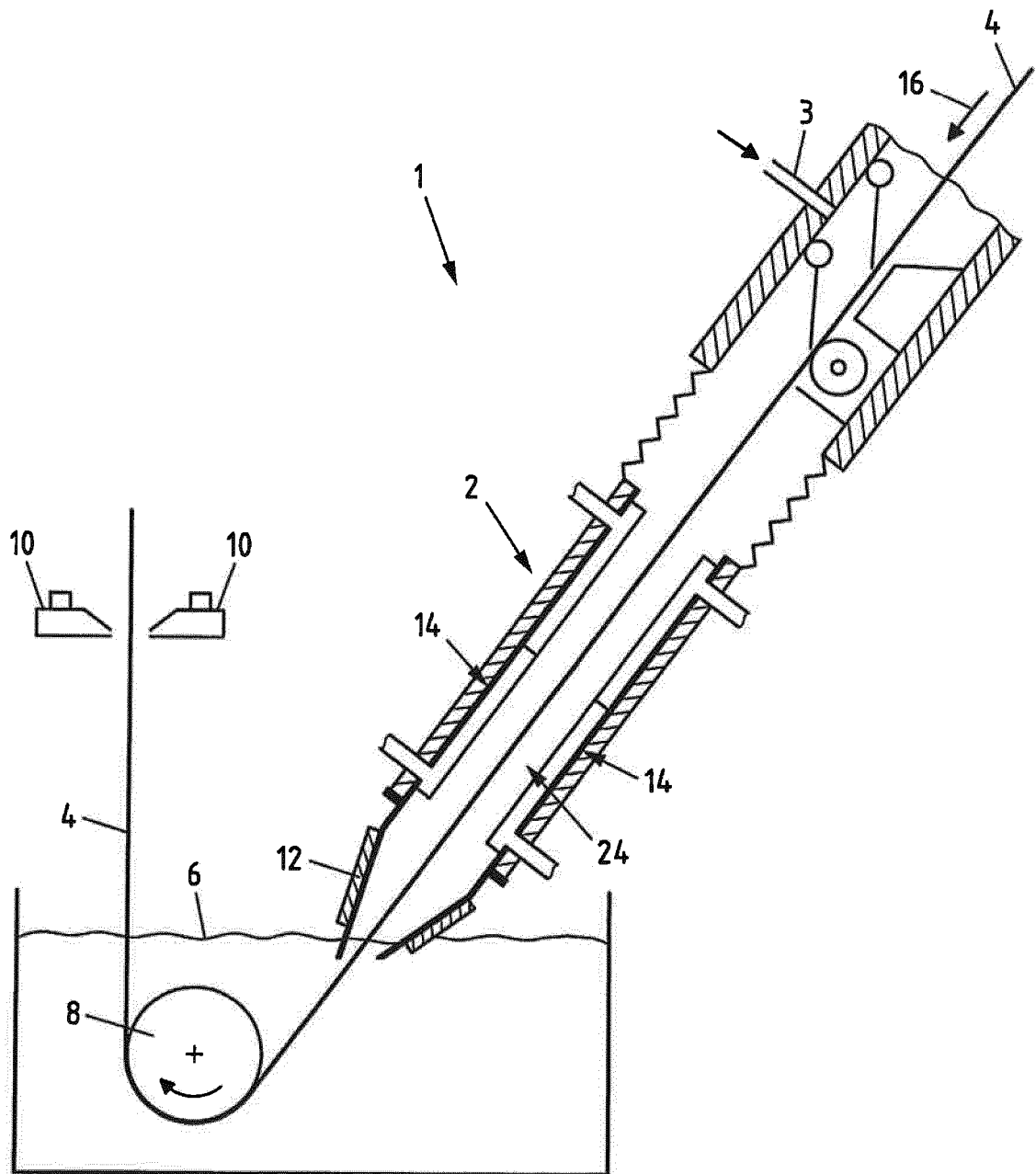


Fig.1

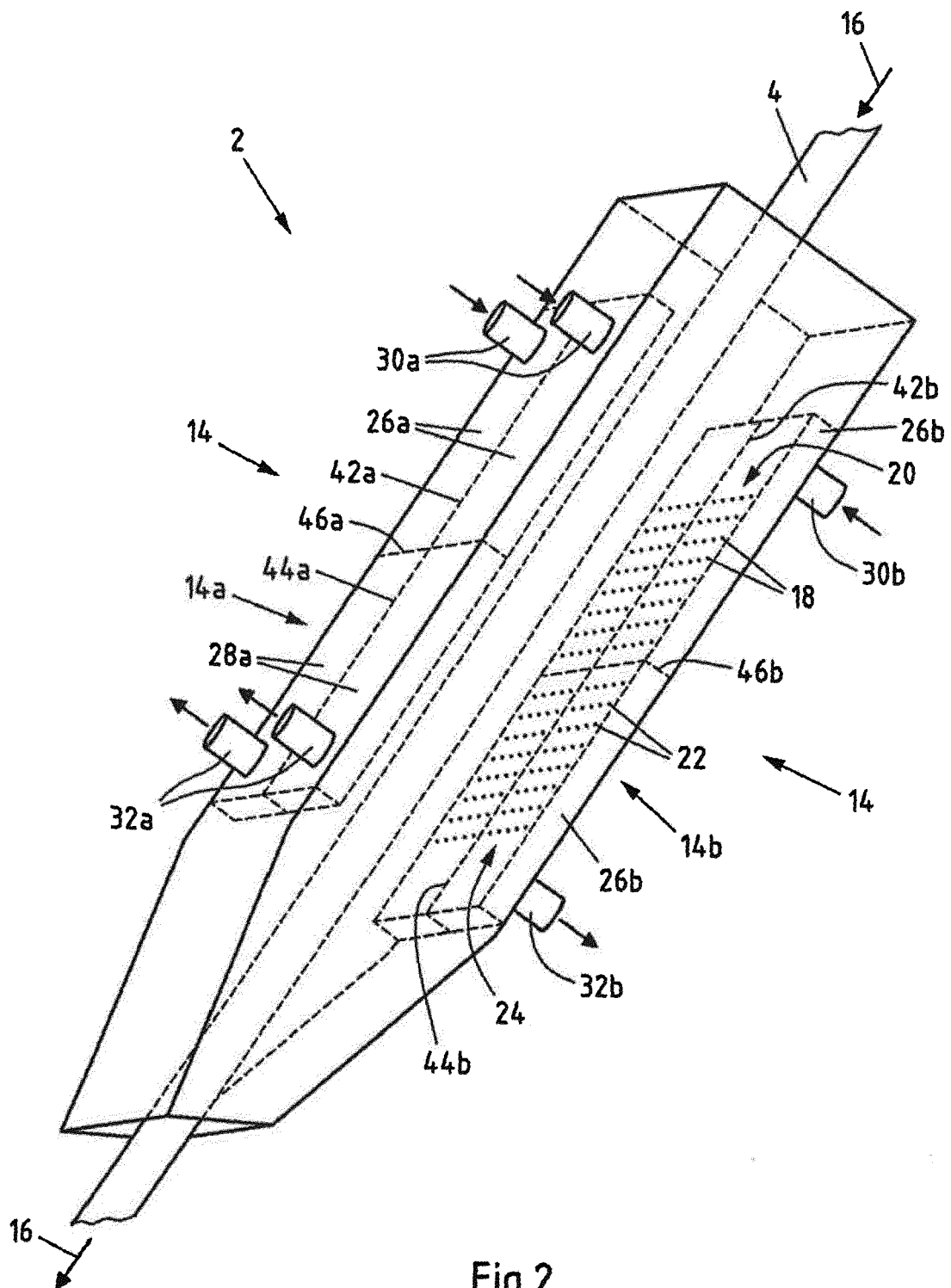


Fig.2

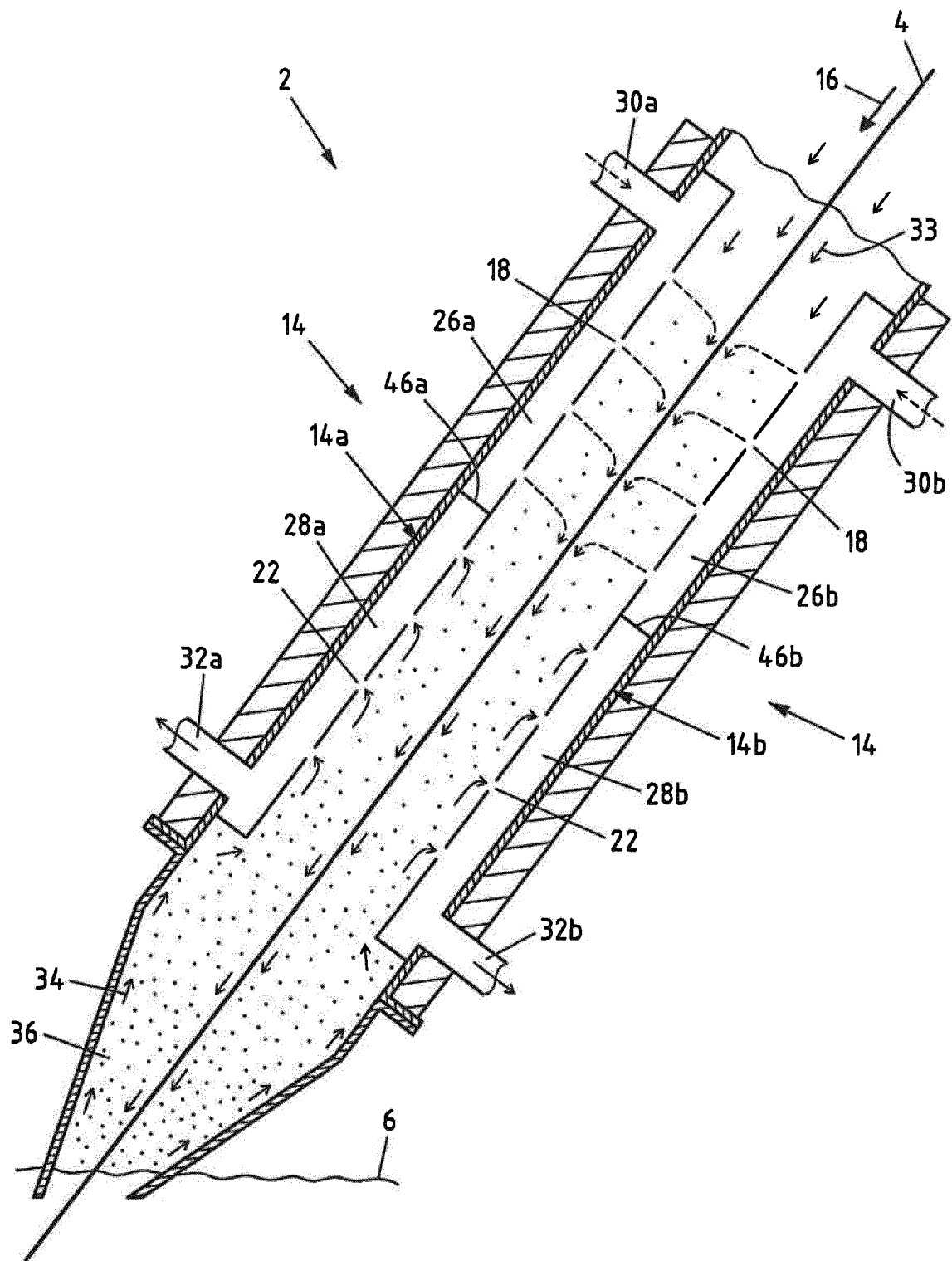


Fig.3

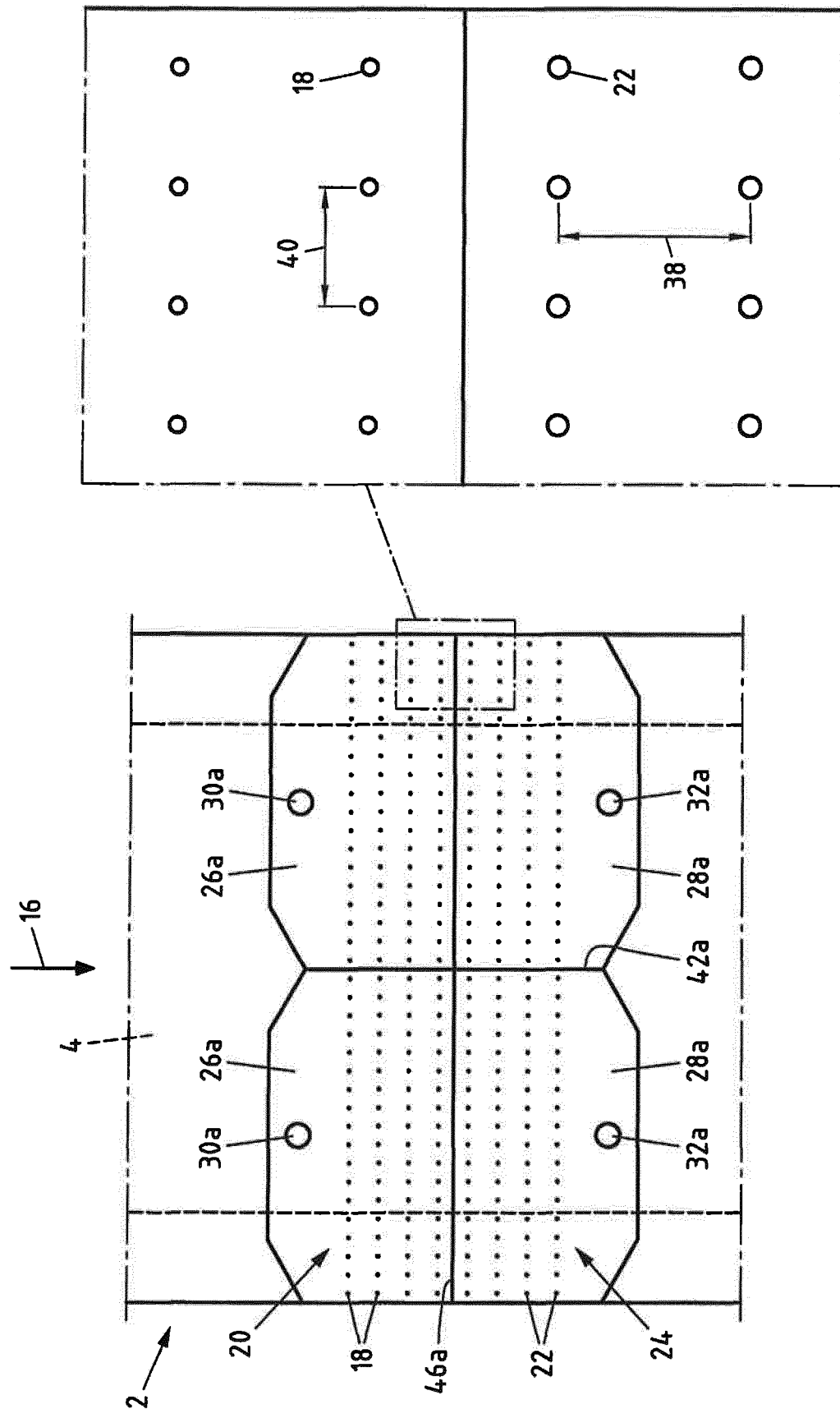


Fig. 4

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

- JP 7157853 A [0006]
- WO 2014006183 A1 [0008]