(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 826 887 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.01.2015 Patentblatt 2015/04

(21) Anmeldenummer: **14161660.7**

(22) Anmeldetag: **26.03.2014**

(51) Int Cl.:
C23C 22/76 *(2006.01)* ***C23C 22/00*** *(2006.01)*
B05D 1/02 *(2006.01)* ***B05B 3/02*** *(2006.01)*
C25D 11/34 *(2006.01)*

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

(30) Priorität: **16.07.2013 DE 102013107505**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Rasselstein GmbH**
56626 Andernach (DE)

(72) Erfinder:
- **Marmann, Andrea, Dr.**
  54498 Piesport (DE)
- **Wild, Michael**
  56567 Neuwied Irlich (DE)
- **Michels, Paul**
  56337 Arzbach (DE)

(74) Vertreter: **Charrier, Rapp & Liebau**
Patentanwälte
Fuggerstrasse 20
86150 Augsburg (DE)

(54) **Verfahren zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines bewegten Stahlbands**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines sich mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit in einer Bandlaufrichtung bewegenden Stahlbands (1), mit folgenden Schritten:
- Trocknen des sich bewegenden Stahlbands (1) mit einem Gasstrom,
- Aufbringen der wässrigen Lösung auf wenigstens einer Oberfläche des Stahlbands (1) mit einem Rotationssprüher (2) mit mehreren quer zur Bandlaufrichtung nebeneinander angeordneten Sprührotoren (3), denen die wässrige Behandlungslösung zugeführt wird und welche von einem Antrieb in Rotation versetzt werden, um die Behandlungslösung zentrifugalkraftbedingt in Form eines Sprühstrahls auf die Oberfläche des Stahlbands (1) zu sprühen und dort einen Nassfilm der wässrigen Behandlungslösung auszubilden,
- Vergleichmäßigen des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Behandlungslösung mittels angetriebener Glättrollen (5; 5a, 5b),
- Trocknen des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Behandlungslösung.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

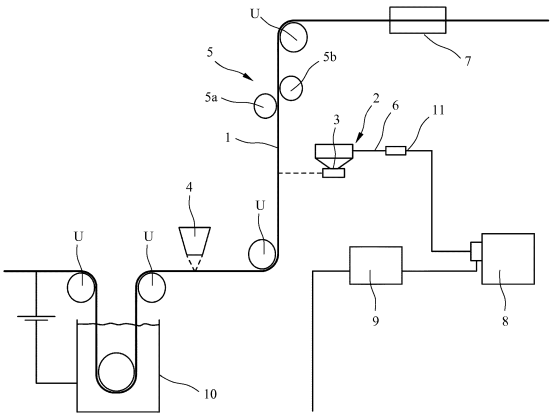


Fig. 1

EP 2 826 887 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Austragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines sich mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit in einer Bandlaufrichtung bewegenden Stahlbands.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die beschichtete Oberfläche eines mit einer metallischen Korrosionsschutzschicht beschichteten Stahlblechs nach dem Auftragen der metallischen Beschichtung mit einem Nachbehandlungsmittel zu behandeln, um das beschichtete Stahlblech oxidationsbeständig zu machen und den Reibwert zu erniedrigen, damit das beschichtete Stahlblech bei der nachfolgenden Verarbeitung, beispielsweise bei der Herstellung von Verpackungsbehältern, besser verarbeitbar zu machen. Aus der DE 10 2005 045 034 A1 ist beispielsweise ein Verfahren zur Passivierung der Oberfläche von metallbeschichteten Stahlbändern, insbesondere von Weißblech (verzinntes Stahlblech) bekannt, wobei auf die Oberfläche des sich mit einer Bandgeschwindigkeit im Bereich von 100 m/min bis 600 m/min bewegenden Stahlbands eine wässrige Lösung einer oberflächenaktiven Substanz aufgespritzt wird. Die oberflächenaktive Substanz wird dabei über mindestens ein Rohr aufgesprüht, welches im Abstand zur beschichteten Stahlbandoberfläche angeordnet ist und mindestens eine Bohrung aufweist, durch welche die wässrige Lösung der oberflächenaktiven Substanz auf die oder jede metallbeschichtete Oberfläche des Stahlbands aufgesprüht wird. Nach dem Aufsprühen der wässrigen Lösung wird der überschüssige Anteil der Lösung mittels Quetschrollen von der Oberfläche abgequetscht. Der auf der beschichteten Stahlbandoberfläche verbleibende Nassfilm der oberflächenaktiven Substanz wird schließlich getrocknet, so dass ein trockener, dünner Film der oberflächenaktiven Substanz mit einer Auflage zwischen 2 und 10 mg/m^2 auf der metallbeschichteten Oberfläche des Stahlbands verbleibt.

[0003] Ein weiteres Verfahren zur Behandlung eines mit einer Metallbeschichtung versehenen Stahlbands, insbesondere eines Weißblech-Bands, mit einem Nachbehandlungsmittel ist aus der DE 10 2012 102 082 B3 bekannt. In diesem Verfahren wird eine wässrige Nachbehandlungslösung mittels eines Sprühverfahrens auf die metallbeschichtete Oberfläche des Stahlbands aufgesprüht. Als Alternative zum Aufsprühen der wässrigen Lösung des Nachbehandlungsmittels durch ein Sprühverfahren kommt auch die Applizierung des Nachbehandlungsmittels durch ein Tauchverfahren in Betracht, in dem das Stahlband durch einen mit dem flüssigen Nachbehandlungsmittel gefüllten Tank geleitet wird. Sowohl bei den bekannten Sprühverfahren als auch bei einem Tauchverfahren ist es zum Erzielung einer homogenen Verteilung des Behandlungsmittels über die gesamte Oberfläche des Stahlbands erforderlich, die wässrige Lösung des Behandlungsmittels im Überschuss auf die Oberfläche aufzubringen und den überschüssigen Anteil der Behandlungslösung beispielsweise mittels Abquetschrollen wieder zu entfernen. Deshalb weisen sowohl die herkömmlichen Sprühverfahren als auch die bekannten Tauchverfahren den Nachteil auf, das große Mengen der wässrigen Behandlungslösung benötigt werden und dass der überschüssige Teil der Behandlungslösung, welcher beispielsweise mittels Quetschrollen von der Oberfläche des Stahlbands abgequetscht wird, in Sammelbehältern gesammelt und einer Wiederaufbereitung zugeführt werden muss. Eine Wiederaufbereitung einer Behandlungslösung, die bereits einmal auf einer metallbeschichteten Oberfläche eines Stahlbands appliziert worden ist, erweist sich jedoch als aufwendig und teuer, weil die Behandlungslösung durch das Applizieren auf die Stahlbandoberfläche verunreinigt werden kann, beispielsweise durch Metallionen aus der Metallbeschichtung des Stahlbands. So führt beispielsweise eine Applizierung einer wässrigen Behandlungslösung auf einer Weißblechoberfläche zu einer Verunreinigung der Behandlungslösung mit Zinn-Ionen aus der Zinnbeschichtung.

[0004] Insbesondere in den bekannten Tauchverfahren kommt es ferner häufig zu einem ungleichmäßigen Auftrag der wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche des Stahlbands. Dies macht sich vor allem dann bemerkbar, wenn das Stahlband mit einer hohen Bandgeschwindigkeit von beispielsweise mehr als 400 m/min durch ein Tauchbad mit der Behandlungslösung bewegt wird. Darüber hinaus besteht bei den Tauchverfahren das Problem einer Alterung der wässrigen Behandlungslösung, die in dem Tauchbad (Tank) bevorratet wird. Beim Durchleiten eines metallbeschichteten Stahlbands durch ein Tauchbad kommt es ebenfalls zu einer Kontamination der Behandlungslösung, insbesondere durch verschmutzte Oberflächen des Stahlbands und durch Ablösung von Metallionen aus dem Beschichtungsmaterial der Metallbeschichtung des Stahlbands. Das Problem der Alterung von wässrigen Behandlungslösungen in einem Tauchbad ergibt sich beispielsweise bei chromfreien Passivierungsmitteln, welche zur Passivierung von Weißblechoberflächen verwendet werden.

[0005] Es besteht deshalb ein Bedürfnis für ein materialsparendes Verfahren zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines bewegten Stahlbands, mit dem ein gleichmäßiger Auftrag der Behandlungslösung auf die Stahlbandoberfläche ermöglicht wird. Eine Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines bewegten Stahlbands aufzuzeigen, mit dem unter Verwendung möglichst geringer Mengen der Behandlungslösung eine gleichmäßige Applizierung der Behandlungslösung auf die Stahlbandoberfläche ermöglicht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines bewegten Stahlbands bereit zu stellen, mit dem zur Vermeidung von Alterungseffekten die Behandlungslösung möglichst frisch nach ihrem Ansetzen

auf die Stahlbandoberfläche appliziert werden kann. Das Applikationsverfahren soll dabei auch bei hohen Bandgeschwindigkeiten des bewegten Stahlbands durchführbar sein.

[0006] Diese Aufgaben werden mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Zur Lösung der Aufgabe trägt ferner die Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 16 bei.

[0007] In dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt eine Applizierung einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines sich mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit in einer Bandlaufrichtung bewegenden Stahlbands durch Aufbringen der wässrigen Behandlungslösung auf eine oder beide Oberflächen des bewegt Stahlbands mit einem Rotationssprüher, welcher mehrere quer zur Bandlaufrichtung nebeneinander angeordnete Sprührotoren aufweist, denen die wässrige Behandlungslösung zugeführt wird und welche von einem Antrieb in Rotation versetzt werden, um die wässrige Behandlungslösung zentrifugalkraftbedingt in Form eines feinen Sprühstrahls auf die oder jede Oberfläche des Stahlbands zu sprühen und dort einen Nassfilm der wässrigen Lösung auszubilden. Vor dem Aufsprühen der wässrigen Behandlungslösung wird das bewegte Stahlband mit einem Gasstrom getrocknet und gesäubert. Nach dem Auftragen des Nassfilms der wässrigen Behandlungslösung wird diese mittels angetriebener Glättrollen auf der Stahlbandoberfläche vergleichmäßigt. Die Glättrollen sind dabei zweckmäßig in Bezug auf die Stahlbandoberfläche(n) so angeordnet, dass sie keinen oder nur wenig Druck auf den Nassfilm der wässrigen Behandlungslösung ausüben und daher keine oder nur einen minimalen Anteil der applizierten Behandlungslösung von der Stahlbandoberfläche abquetschen. Nach der Vergleichmäßigung des aufgesprühten Nassfilms wird dieser getrocknet, so dass eine Trockenauflage der Behandlungssubstanz auf der oder den behandelten Stahlbandoberflächen verbleibt. Zweckmäßig beträgt die Trockenauflage der Behandlungslösung nach dem Trocknen zwischen 1 und 50 mg/m^2.

[0008] Der Gasstrom, mit dem das bewegte Stahlband vor dem Applizieren der wässrigen Behandlungslösung gereinigt und getrocknet wird, wird zweckmäßig durch ein Air-Knife bereitgestellt und als laminarer Heißluftstrom auf die Oberfläche des sich bewegenden Stahlbands aufgeblasen. Dadurch werden störende Fremdpartikel von der Stahlbandoberfläche abgeblasen und die Stahlbandoberfläche wird getrocknet.

[0009] Die den Sprührotoren des Rotationssprühers pro Zeiteinheit zugeführte Menge der wässrigen Behandlungslösung wird zweckmäßig an die Bandgeschwindigkeit angepasst. Es besteht dabei bevorzugt ein linearer Zusammenhang zwischen der den Sprührotoren pro Zeiteinheit zugeführten Menge der Behandlungslösung und der Bandgeschwindigkeit. Die den Sprührotoren pro Zeiteinheit und bezogen auf die Breite des Stahlbands und pro Seite zugeführte Menge der Behandlungslösung liegt bevorzugt zwischen 0,4 bis 5,5 Liter pro Minute und Meter und liegt besonders bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 bis 3,5 Liter pro Minute und Meter, wobei die Bandgeschwindigkeit in der Regel zwischen 200 und 700 m/min liegt. Die mit den Sprührotoren auf die oder jede Oberflächenseite des Stahlbands aufgesprühte Auflage des Nassfilms der Behandlungslösung liegt entsprechend im bevorzugten Bereich von 2 bis 8 ml/m^2 pro Seite des Stahlbands und bevorzugt zwischen 4 und 6 ml/m^2 und besonders bevorzugt bei ca. 5 ml/m^2.

[0010] Um möglichst wenig überschüssige Behandlungslösung von der Stahlbandoberfläche abzuquetschen, wird der aufgetragene Nassfilm der wässrigen Lösung mittels angetriebener Glättrollen vergleichmäßigt, wobei die Glättrollen bevorzugt ein Glättrollenpaar umfassen mit zwei angetriebenen und gegeneinander versetzt angeordneten Glättrollen. Der Abstand der Glättrollen zur Stahlbandoberfläche ist dabei zweckmäßig einstellbar und an die mit dem Rotationssprüher aufgesprühte Menge (Auflage) des Nassfilms der Behandlungslösung anpassbar. Dadurch wird erreicht, dass in Abhängigkeit der aufgesprühten Menge bzw. der Auflage des Nassfilms der Behandlungslösung zwar einerseits eine Vergleichmäßigung des aufgetragenen Nassfilms über die gesamte Breite des Stahlbands ermöglicht wird, ohne andererseits zu hohe Mengen des aufgesprühten Nassfilms wieder von der Stahlbandoberfläche abzuquetschen. Infolgedessen ist es nicht mehr oder nur noch in sehr geringem Umfang erforderlich, überschüssige Behandlungslösung, welche von der Stahlbandoberfläche abgequetscht wird oder abtropft, wieder aufzusammeln und einer Aufbereitung zuzuführen.

[0011] Der Rotationssprüher 2 ist zweckmäßig über eine Zufuhrleitung mit einem Vorratsbehälter verbunden, in dem die wässrige Behandlungslösung bevorratet wird. Die wässrige Behandlungslösung kann dem Rotationssprüher aus dem Behälter und über die Zufuhrleitung mittels einer Pumpe zugeführt werden. In dem Vorratsbehälter wird zweckmäßig nur frische Behandlungslösung bevorratet, um Alterungsprobleme zu vermeiden. Anders als bei den bekannten Tauchverfahren kommt die in dem Vorratsbehälter bevorratete Behandlungslösung vor ihrer Applikation auf die Stahlbandoberfläche nicht in Kontakt mit einem (ggf. metallbeschichteten) Stahlblech, was zu einer Verunreinigung der frischen Behandlungslösung (bspw. durch Ablösen der Metallionen aus der Metallbeschichtung) führen könnte.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich in erster Linie durch seinen ressourcenschonenden Umgang mit der zu applizierenden Behandlungslösung und durch seine Wirtschaftlichkeit aus. Es wird, anders als bei den bekannten Applikationsverfahren, nur die genau benötigte Menge der Behandlungslösung auf die Stahlbandoberfläche aufgesprüht, ohne dass ein etwaiger Überschuss an Behandlungslösung wieder abgeblasen oder abgequetscht werden müsste. Infolge dessen ist es auch nicht mehr erforderlich, von der Stahlbandoberfläche abgequetschte Überschüsse der Behandlungslösung zu sammeln und einer Wiederaufbereitung

zuzuführen. Dadurch können auch nachzubehandelnde Abwässer, die in Wiederaufbereitungsverfahren anfallen, vermieden werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Applikationsverfahren eignet sich zum Auftragen von unterschiedlichen Behandlungslösungen auf bewegte Stahlbänder. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können beispielsweise Passivierungslösungen oder Nachbehandlungslösungen zur Reduzierung des Reibwerts auf Weißblechoberflächen aufgebracht werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann jedoch auch in entsprechender Weise für das Auftragen anderer wässrigen Behandlungslösungen auf Weißblechoberflächen oder auch auf die Oberfläche von Stahlbändern verwendet werden, die mit anderen metallischen Beschichtungen (wie z.B. zink- oder chromhaltige Beschichtungen) beschichtet sind. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zum Auftragen von wässrigen Behandlungslösungen auf unbeschichtete Stahlbänder verwendet werden, wie z.B. zum Aufbringen einer wässrigen Konversionsbeschichtung auf die Oberfläche von Schwarzblech (warm- oder kaltgewalztes, nicht entzundertes und unbeschichtetes Stahlblech).

[0014] Diese und weitere Merkmale sowie Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus dem nachfolgend unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher beschriebenen Ausführungsbeispiel. Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2: Detailansicht eines Ausschnitts der Vorrichtung von Figur 1 im Bereich des Rotationssprühers sowie perspektivische Draufsicht auf diesen Rotationssprüher;

[0015] In Figur 1 ist eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines bewegten Stahlbands schematisch dargestellt. Das Stahlband 1 wird dabei über mehrere Umlenkrollen U geführt und bewegt sich mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit v in einer Bandlaufrichtung, welche in Figur 1 mit einem Pfeil gekennzeichnet ist. Die Bandgeschwindigkeit beträgt dabei regelmäßig mehr als 200 m/min und bis zu 750 m/min. Bei dem Stahlband 1 kann es sich um ein mit einer Metallbeschichtung beschichtetes und kaltgewalztes Stahlband, beispielsweise um ein Weißblechband oder ein verzinktes Stahlband, handeln. Es kann sich jedoch auch um unbeschichtetes Stahlblech handeln, wie z.B. um ein Schwarzblech-Band.

[0016] Das Stahlband 1 wird von einer hier nicht dargestellten Transporteinrichtung mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit v in eine Bandlaufrichtung bewegt und dabei über Umlenkrollen U geführt. Zunächst wird das Stahlband 1 durch eine erste Trocknungseinrichtung 4 geleitet, um die Oberflächen des Stahlbands 1 zu trocknen und zu reinigen. Die erste Trocknungseinrichtung 4 ist dabei beispielsweise durch ein "Air-Knife" gebildet, welches einen laminaren Heißluftstrom auf die Oberflächen des sich mit der Bandgeschwindigkeit v durchbewegenden Stahlbands 1 bläst, um dadurch die Stahlbandoberflächen zu trocknen und störende Fremdpartikel abzublasen.

[0017] An die erste Trocknungseinrichtung 4 schließt sich ein Rotationssprüher 2 an. Der Rotationssprüher ist in Figur 2 im Detail gezeigt. Der Rotationssprüher 2 weist mehrere quer zu Bandlaufrichtung nebeneinander und im Abstand zueinander angeordnete Sprührotoren 3 auf. Die Sprührotoren 3 sind über eine zentrale Zufuhrleitung 6 und davon abgezweigte Abzweigleitungen 6a, 6b, 6c, etc. mit einem Vorratsbehälter 9 verbunden. In dem Vorratsbehälter 9 ist die wässrige Behandlungslösung bevorratet, welche auf die Stahlbandoberfläche appliziert werden soll. Die wässrige Behandlungslösung wird zweckmäßig mittels einer Pumpe 8 in die Zufuhrleitung 6 gepumpt, von wo sie in die Abzweigleitungen 6a, 6b, 6c geleitet wird, wobei jede Abzweigleitung mit einem der Sprührotoren 3 verbunden ist. Zur Erfassung der in die Zufuhrleitung 6 gepumpten Menge der wässrigen Behandlungslösung ist in der Zufuhrleitung 6 zweckmäßig ein Durchflussmesser 11 vorgesehen.

[0018] Über die Zufuhrleitung 6 und den daran angeordneten Abzweigleitungen wird die wässrige Behandlungslösung den Sprührotoren 3 des Rotationssprühers 2 zugeführt. Die Sprührotoren 3 weisen jeweils einen von einem Antrieb in Rotation versetzten Teller auf. Aufgrund der Rotation des Tellers der Sprührotoren 3 wird die zugeführte wässrige Behandlungslösung durch die Zentrifugalkraft nach außen zum Tellerrand gefördert. Der Tellerrand ist so geformt, dass die wässrige Behandlungslösung in Form feiner Tröpfchen von dem Tellerrand des rotierenden Tellers wegfliegt. Der Tröpfchendurchmesser liegt, abhängig von der Viskosität und der Oberflächenspannung der verwendeten Behandlungslösung, in der Regel zwischen 30 und 70 Mikrometer. Die vom Tellerrand wegfliegenden Tröpfchen der Behandlungslösung werden vollumfänglich um den rotierenden Teller der Sprührotoren 3 versprüht. Die Sprührotoren 3 sind quer zur Bandlaufrichtung so angeordnet, dass sich die Sprühstrahlen 12 benachbarten Sprührotoren 3 auf der Oberfläche des Stahlbands 1 überlappen, um einen gleichmäßigen Auftrag der wässrigen Behandlungslösung über die gesamte Breite B des Stahlbands 1 sich zu stellen.

[0019] Die den Sprührotoren 3 pro Zeiteinheit zugeführte Menge der wässrigen Behandlungslösung wird dabei zweckmäßig an die Bandgeschwindigkeit v angepasst, mit der sich das Stahlband 1 bewegt. Dabei besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der den Sprührotoren pro Zeiteinheit zugeführten Menge der Behandlungslösung und der Bandgeschwindigkeit v. Die den Sprührotoren pro Zeiteinheit Δt und bezogen auf die Breite B des Stahlbands 1 zugeführte Menge M der Be-

handlungslösung variiert dabei in der Regel zwischen $M/\Delta t \cdot B$ = 0,4 bis 5,5 Liter pro Minute und Meter und liegt bevorzugt zwischen $M/\Delta t \cdot B$ = 1,0 bis 3,5 Liter pro Minute und Meter. Bei einer typischen Bandgeschwindigkeit von 200 bis 700 m/min beträgt die mit den Sprührotoren 3 auf die Oberfläche des Stahlbands 1 aufgesprühte Menge des Nassfilms der Behandlungslösung zwischen 2 und 8 ml/m^2 und bevorzugt zwischen 4 und 6 ml/m^2 und besonders bevorzugt ca. 5 ml/m^2.

[0020] Die wässrige Behandlungslösung kann mittels des Rotationssprühers 2 entweder nur auf eine Seite des Stahlbands 1 oder auch beidseitig auf die Oberflächen des Stahlbands 1 aufgesprüht werden. Ggf. sind hierfür zu beiden Seiten des durchgeführten Stahlbands 1 Rotationssprüher 2 angeordnet.

[0021] Nach dem Aufbringen der wässrigen Behandlungslösung als Nassfilm auf die oder jede Oberfläche des Stahlbands 1 wird das Stahlband 1 zwischen drehend angetriebene Glättrollen 5a, 5b durchgeführt. Die Glättrollen 5 dienen zur Vergleichmäßigung des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Lösung. Bevorzugt wird hierfür ein Glättrollenpaar 5 mit zwei gegeneinander versetzt angeordneten Glättrollen 5a und 5b verwendet. Die versetzte Anordnung der Glättrollen 5a, 5b ist in den Figuren dargestellt. Wie aus den Figuren hervorgeht, sind die Glättrollen 5a, 5b so zueinander angeordnet, dass die Verbindungslinie der parallel zueinander und parallel zur Stahlbandoberfläche verlaufenden Rotationsachsen der Glättrollen im Querschnitt mit dem durch die beiden Glättrollen durchgeführten Stahlband 1 einen Winkel von ca. 30° bis 60° und insbesondere von ca. 45° einschließt. Anders als die aus dem Stand der Technik bekannten Abquetschrollen, welche symmetrisch zum Stahlband angeordnet sind und einen Anpressdruck ausüben, um überschüssige Behandlungslösung von der Stahlbandoberfläche abzuquetschen, üben die hier verwendeten Glättrollen keinen Wesentlichen Anpressdruck auf die Stahlbandoberfläche aus. Dadurch wird keine oder nur ein sehr geringer Anteil der aufgesprühten Behandlungslösung von der Stahlbandoberfläche abgequetscht. Das Glättrollenpaar 5 führt nur zu einer Vergleichmäßigung des Nassfilms der Behandlungslösung über die gesamte Oberfläche des Stahlbands. Dadurch wird ein konstanter Auftrag eines Nassfilms der Behandlungslösung mit homogener Schichtdicke über die gesamte Oberfläche des Stahlbands gewährleistet und es wird erreicht, dass keine überschüssige Behandlungslösung anfällt, welche aufgesammelt und einer Wiederaufbereitung zugeführt werden müsste.

[0022] Im Anschluss an die Glättrollen 5 wird das Stahlband 1 durch eine zweite Trocknungseinrichtung 7 geleitet. Bei der zweiten Trocknungseinrichtung 7 kann es sich um einen Trocknungsofen oder um einen Infrarot- oder Heißluft-Trockner handeln.

[0023] Nach dem Trocknen verbleibt auf der oder jeder Oberfläche des Stahlbands 1 eine gleichmäßige Trockenauflage der Behandlungslösung, wobei die Trockenauflage nach dem Trocknen in der Regel zwischen 1 und 50 mg/m^2 und bevorzugt zwischen 2 und 30 mg/m^2 liegt. Besonders bevorzugt beträgt die Trockenauflage der Behandlungslösung ca. 10 mg/m^2.

[0024] Bei der wässrigen Behandlungslösung kann es sich beispielsweise um eine chromfreie, oberflächenaktive Passivierungslösung handeln, wie sie in der DE 10 2005 045 034 A1 zur chromfreien Passivierung von Weißblechoberflächen beschrieben worden ist. Bei der wässrigen Behandlungslösung kann es sich auch um eine chromfreie Passivierungslösung zur Passivierung von Weißblech handeln, welche wasserlösliche anorganische Verbindungen der Elemente Zirkonium und Titan oder Aluminium enthält. Solche wässrigen Behandlungslösungen können in einem zweistufigen Passivierungsverfahren zur Passivierung von Weißblech verwendet werden, wobei in einer ersten Stufe eine anodische Oxidation der Weißblechoberfläche durchgeführt und in einer zweiten Stufe die Applizierung der wässrigen Behandlungslösung auf die Weißblechoberfläche erfolgt, wobei die Behandlungslösung wasserlösliche anorganische Verbindungen der Elemente Zirkonium und/oder Titan oder Aluminium enthält. Die Applizierung der wässrigen Behandlungslösung kann dabei mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgen.

[0025] Der Applikation der wässrigen Behandlungslösung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist dann noch der erste Schritt der anodischen Oxidation der Weißblechoberfläche voranzustellen. Hierfür wird - wie in Figur 1 schematisch gezeigt - das Stahlband 1 mit der vorgegebenen Bandgeschwindigkeit v durch einen Tank 10 mit einem wässrigen Elektrolyten (bspw. eine Soda-Lösung) geleitet und in einem elektrischen Stromkreis als Anode geschaltet, um die Weißblechoberfläche anodisch zu oxidieren. Es hat sich gezeigt, dass sich durch eine solche anodische Oxidation der Weißblechoberfläche eine besonders inerte Oxidationsschicht an der verzinnten Oberfläche des Weißblechs ausbildet, die im Wesentlichen aus (inertem) vierwertigen Zinnoxid SnO_2 besteht und die Weißblechoberfläche gegen natürliches Anwachsen einer Oxidschicht durch Luftsauerstoff sowie gegen Reaktionen mit schwefelhaltigen Materialien schützt. Eine solche anodische Oxidation einer Weißblechoberfläche mit anschließender Behandlung der oxidierten Oberfläche mit einem chromfreien wässrigen Nachbehandlungsmittel, welches insbesondere Titan und/oder Zirkonium enthält, kann die verzinnte Oberfläche des Stahlbands daher flächendeckend gegen Korrosion und gegen eine Verfärbung der Oberfläche durch Reaktion des Zinns mit Schwefel schützen.

[0026] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann auch eine metallische oder organische Konversionsbeschichtung auf einem Schwarzblech (unbeschichtetes, kalt- oder warmgewalztes Stahlblech) appliziert werden. Es hat sich gezeigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise zum Applizieren von Konversionsbeschichtungen auf Schwarzblech geeignet ist, welche metallische Bestandteile wie Titan, Zirkonium, Mangan, Zink oder auch Phosphor oder organische Bestandteile wie

Polyacrylat oder Polycarboxylat enthalten. Solche Konversionsbeschichtungen bieten einen guten Schutz der Oberfläche des Schwarzblechs gegen Korrosion, so dass entsprechend behandeltes Schwarzblech bspw. als Ersatz für Stahlblech verwendet werden kann, welches mit einer metallischen Korrosionsschutzschicht aus Chrom (wie ECCS, "electrolytic chromium coated steeel") beschichtet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auftragen einer wässrigen Behandlungslösung auf die Oberfläche eines sich mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit in einer Bandlaufrichtung bewegenden Stahlbands (1), mit folgenden Schritten:

- Trocknen des sich bewegenden Stahlbands (1) mit einem Gasstrom,
- Aufbringen der wässrigen Lösung auf wenigstens einer Oberfläche des Stahlbands (1) mit einem Rotationssprüher (2) mit mehreren quer zur Bandlaufrichtung nebeneinander angeordneten Sprührotoren (3), denen die wässrige Behandlungslösung zugeführt wird und welche von einem Antrieb in Rotation versetzt werden, um die Behandlungslösung zentrifugalkraftbedingt in Form eines Sprühstrahls auf die Oberfläche des Stahlbands (1) zu sprühen und dort einen Nassfilm der wässrigen Behandlungslösung auszubilden,
- Vergleichmäßigen des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Behandlungslösung mittels angetriebener Glättrollen (5; 5a, 5b),
- Trocknen des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Behandlungslösung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasstrom zum Trocknen des sich bewegenden Stahlbands mit einem Air-Knife (4) als laminarer Heißluftstrom auf die Oberfläche des sich bewegenden Stahlbands aufgeblasen wird.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Sprührotoren (3) pro Zeiteinheit zugeführte Menge der Behandlungslösung an die Bandgeschwindigkeit angepasst ist, mit der sich das Stahlband (1) bewegt, wobei bevorzugt ein linearer Zusammenhang zwischen der den Sprührotoren pro Zeiteinheit zugeführte Menge der Behandlungslösung und der Bandgeschwindigkeit besteht.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **wobei** die den Sprührotoren (3) pro Zeiteinheit (Δt) und bezogen auf die Breite (B) des Stahlbands zugeführte Menge (M) der Behandlungslösung zwischen $M/\Delta t*B$ = 0,4 bis 5,5 Liter pro Minute und Meter (1/min*m) und bevorzugt zwischen $M/\Delta t*B$ = 1,0 bis 3,5 Liter pro Minute und Meter (1/ min*m) liegt.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **wobei** die Bandgeschwindigkeit zwischen 200 und 700 m/min liegt.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **wobei** die mit den Sprührotoren auf die oder jeder Oberflächenseite des Stahlbands aufgebrachte Menge des Nassfilms der Behandlungslösung zwischen 2 ml/m^2 und 8 ml/m^2 und bevorzugt zwischen 4 ml/m^2 und 6 ml/m^2 liegt und besonders bevorzugt ca. 5 ml/m^2 beträgt.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **wobei** die Trockenauflage der Behandlungslösung nach dem Trocknen zwischen 1,0 mg/m^2 und 50 mg/m^2 und bevorzugt zwischen zwischen 2 mg/m^2 und 30 mg/m^2 liegt und besonders bevorzugt ca. 10 mg/m^2 beträgt.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **wobei** die Vergleichmäßigung des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Lösung mittels eines angetriebenen Glättrollenpaars (5) mit zwei gegeneinander versetzt angeordneten Glättrollen (5a, 5b) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Stahlband um ein verzinntes Stahlband (Weißblech) handelt und dass es sich bei der wässrigen Behandlungslösung um eine Passivierungslösung zur Passivierung der Zinnbeschichtung, insbesondere eine chromfreie Passivierungslösung handelt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Stahlband um ein unbeschichtetes Stahlband (Schwarzblech) handelt und dass es sich bei der wässrigen Behandlungslösung um eine metallhaltige oder eine organische Behandlungslösung zum Aufbringen einer vor Korrosion schützenden Konversionsbeschichtung auf die Oberfläche des Stahlbands (Schwarzblech) handelt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Aufbringen der wässrigen Behandlungslösung eine anodische Oxidation der Oberfläche des Stahlbands (1) durchgeführt wird, welche bevorzugt durch Durchführen des Stahlbands mit der Bandgeschwindigkeit durch einen basischen Elektrolyten erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass die wässrige Behandlungslösung (Passivierungslösung) Copolymere von Acrylaten, Polymethylsiloxane mit Polyetherseitenketten, saure Polyether, Polymere mit heterocyclischen Gruppen und/oder saure Zusammensetzungen mit komplexen Metall-Fluorid-Anionen mit zwei- bis vierwertigen Kationen und polymeren Stoffen enthält.

13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wässrige Behandlungslösung wenigstens einen der folgenden Bestandteile enthält: Titan, Zirkonium, Aluminium, insbesondere Aluminiumnitrat, Mangan, Zink, Phosphor, Polyacrylat oder Polycarboxylat.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der voranstehenden Ansprüche, mit:

- einer Transporteinrichtung zum Transport des Stahlbands (1) in einer Bandlaufrichtung mit einer vorgegebenen Bandgeschwindigkeit (v);
- einer ersten Trocknungseinrichtung (4) zum Trocknen des Stahlbands (1),
- wenigstens einem Rotationssprüher (2) mit mehreren quer zur Bandlaufrichtung nebeneinander angeordneten Sprührotoren (3), wobei der Rotationssprüher (2) zum Aufbringen der wässrigen Behandlungslösung auf wenigstens eine Oberfläche des Stahlbands (1) im Abstand zu dieser Oberfläche des Stahlbands (1) angeordnet ist;
- einer Zufuhreinrichtung (6, 8) zur Versorgung des Rotationssprüher (2) mit der Behandlungslösung, mit einer Zufuhrleitung (6), welche mit dem Rotationssprüher (2) und mit einem Vorratsbehälter (9) für die wässrige Behandlungslösung in Verbindung steht;
- einem Antrieb, mit dem die Sprührotoren (3) des Rotationssprühers (2) in Rotation versetzt werden, um die wässrige Behandlungslösung zentrifugalkraftbedingt in Form eines Sprühstrahls auf die Oberfläche des Stahlbands (1) zu sprühen und dort einen Nassfilm der wässrigen Lösung auszubilden;
- einem Paar von angetriebenen Glättrollen (5a, 5b), welche dem Rotationssprüher (2) in Bandlaufrichtung nachgeordnet sind und welche der Vergleichmäßigung des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Lösung auf der Oberfläche des Stahlbands (1) dienen;
- einer zweiten Trocknungseinrichtung (7) zum Trocknen des aufgetragenen Nassfilms der wässrigen Lösung.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhreinrichtung (6, 8) eine Pumpe (8) umfasst, welche mit einer mit der Transporteinrichtung gekoppelten Steuerung verbunden ist, um die dem Rotationssprüher (2) pro Zeiteinheit zugeführte Menge der Behandlungslösung an die Bandgeschwindigkeit anzupassen.

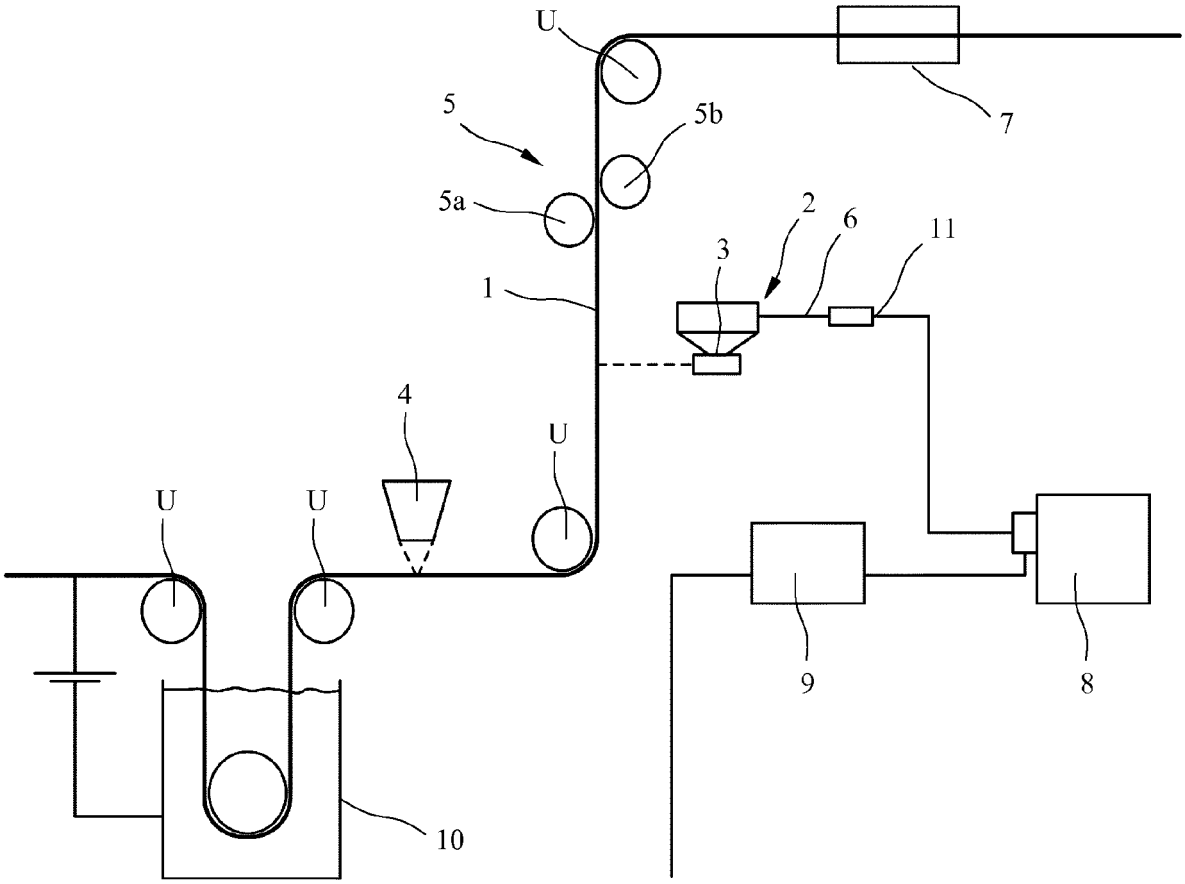


Fig. 1

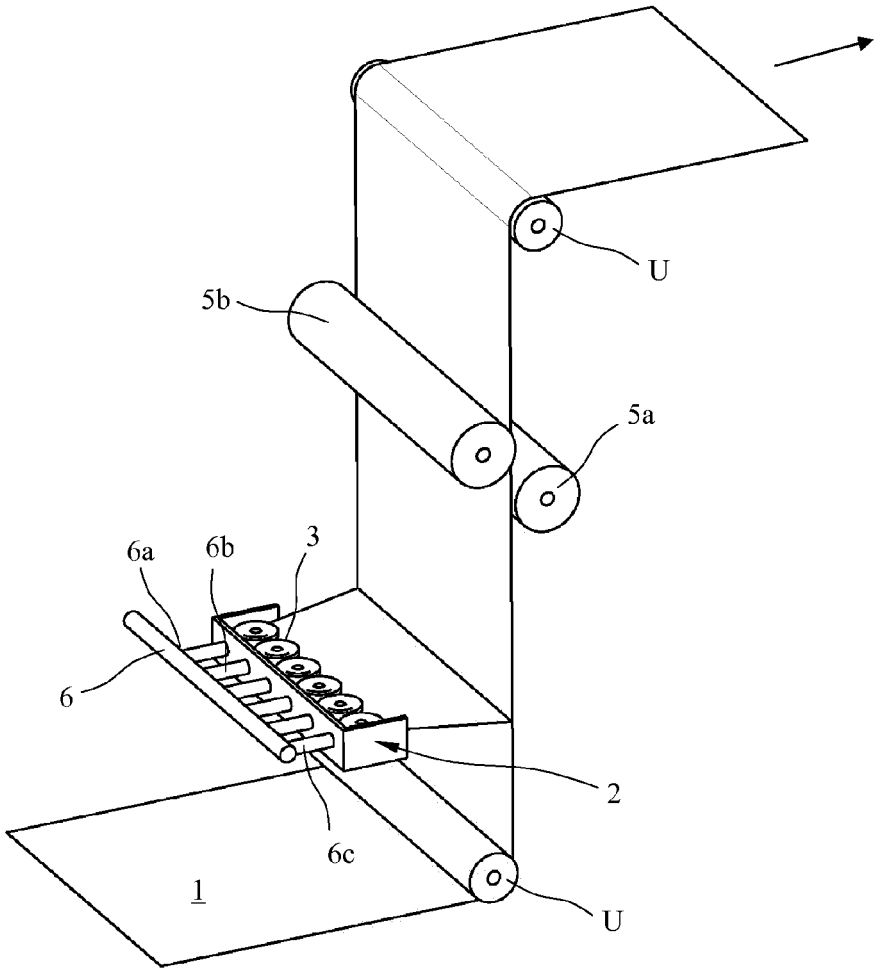


Fig. 2

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 16 1660

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,P	WO 2014/006031 A1 (TATA STEEL IJMUIDEN BV [NL]) 9. Januar 2014 (2014-01-09) * Seite 10, Zeile 31 - Seite 11, Zeile 14 * -----	1,9, 11-14	INV. C23C22/76 C23C22/00 B05D1/02 B05B3/02
A,D	DE 10 2005 045034 A1 (RASSELSTEIN GMBH [DE]) 29. März 2007 (2007-03-29) * Absätze [0010] - [0020]; Ansprüche; Abbildungen * -----	1-15	C25D11/34
A	JP S55 85678 A (SANII DAKURO KK) 27. Juni 1980 (1980-06-27) * Zusammenfassung * -----	1-15	
A	EP 2 055 809 A2 (HYDRO ALUMINIUM DEUTSCHLAND [DE] HYDRO ALUMINIUM ROLLED PROD [DE]) 6. Mai 2009 (2009-05-06) * Absätze [0005], [0006]; Ansprüche * * Absätze [0037] - [0044]; Abbildung 1 * -----	1-15	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

C23C
B05D
B05B
C25D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	5. Dezember 2014	Mauger, Jeremy

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 14 16 1660

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

05-12-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014006031 A1	09-01-2014	KEINE	
DE 102005045034 A1	29-03-2007	AU 2006206063 A1	05-04-2007
		BR PI0603941 A	14-08-2007
		CA 2558562 A1	21-03-2007
		CN 1935392 A	28-03-2007
		DE 102005045034 A1	29-03-2007
		EP 1767665 A2	28-03-2007
		JP 5362951 B2	11-12-2013
		JP 2007084934 A	05-04-2007
		KR 20070033256 A	26-03-2007
		US 2007065589 A1	22-03-2007
JP S5585678 A	27-06-1980	KEINE	
EP 2055809 A2	06-05-2009	DE 102007052770 A1	07-05-2009
		EP 2055809 A2	06-05-2009

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005045034 A1 **[0002] [0024]**
- DE 102012102082 B3 **[0003]**