

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50439/2021
(22) Anmeldetag: 01.06.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2022

(51) Int. Cl.: **B21C 47/04** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3120947 A1
JP 2012250283 A
DE 19836177 A1
DE 102009058875 A1
EP 1157756 A1

(73) Patentinhaber:
Primetals Technologies Austria GmbH
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
Salzmann Christoph
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Mikota Josef Dr.
4031 Linz (AT)

(54) Verfahren zum Haspeln eines metallischen Bandes, Coil und Haspeleinrichtung

(57) Verfahren zum Haspeln eines metallischen Bandes (205) zu einem Coil (200), Coil (200) und Haspeleinrichtung (10), wobei das Band (205) zu einem Haspeldorn (25) geführt wird und auf dem Haspeldorn (25) zu einem Coil (200) mit einer Coilöffnung (215), durch die der Haspeldorn (25) verläuft, um eine Coilachse (20) zu einer ersten Wicklung (230) eines ersten Coilabschnitts (220) gehaspelt wird und während des Haspelns durch wenigstens eine erste Wickelwalze (30) an den Haspeldorn (25) gedrückt wird, wobei auf eine der Coilöffnung (215) abgewandte Außenseite (235) der ersten Wicklung (230) des Bands (205) ein Werkstoff aufgebracht wird, wobei das Band (205) radial außenseitig auf der ersten Wicklung (230) um die Coilachse (20) in wenigstens einer zweiten Wicklung (250) zu einem zweiten Coilabschnitt (225) gehaspelt wird, wobei während des Haspelns durch die erste Wickelwalze (30) das Band (205) an den aufgetragenen Werkstoff gedrückt wird, wobei der Werkstoff zu einer Verbindungsschicht (240) ausgehärtet wird, die das Band (205) der ersten Wicklung (230) mit dem Band (205) der zweiten Wicklung (250) mechanisch verbindet.

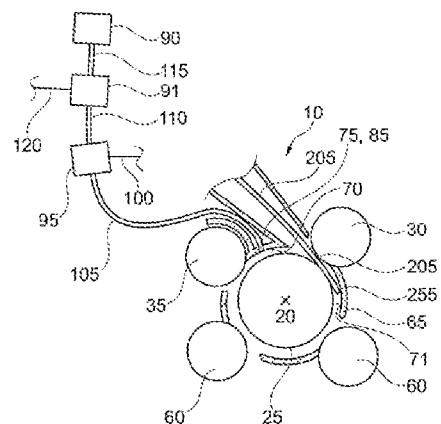


Fig. 3

Beschreibung

VERFAHREN ZUM HASPELN EINES METALLISCHEN BANDES, COIL UND HASPELEINRICHTUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Haspeln eines metallischen Bandes gemäß Patentanspruch 1, ein Coil gemäß Patentanspruch 7 und eine Haspeleinrichtung gemäß Patentanspruch 11.

[0002] Aus der EP 2 982 452 B1 ist ein Verfahren zum Aufwickeln eines metallischen Bandes zu einem Coil mit einer Haspeleinrichtung bekannt.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren, ein verbessertes Coil und eine verbesserte Haspeleinrichtung bereitzustellen.

[0004] Diese Aufgabe wird mittels eines Verfahrens gemäß Patentanspruch 1, eines Coils gemäß Patentanspruch 7 und einer Haspeleinrichtung gemäß Patentanspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Es wurde erkannt, dass ein verbessertes Verfahren zum Haspeln eines metallischen Bands dadurch bereitgestellt werden kann, dass das Band zu einem Haspeldorn geführt wird. Das Band wird auf dem Haspeldorn zu einem Coil mit einer Coilöffnung, durch die der Haspeldorn verläuft, um eine Coilachse zu einer ersten Wicklung eines ersten Coilabschnitt gehaspelt. Während des Haspelns wird das Band an den Haspeldorn gedrückt. Auf einer der Coilöffnung abgewandten Außenseite der ersten Wicklung des Bands wird ein Werkstoff aufgebracht. Das Band wird radial außenseitig auf der ersten Wicklung um die Coilachse in wenigstens einer zweiten Wicklung zu einem zweiten Coilabschnitt gehaspelt, wobei während des Haspelns der zweiten Wicklung das Band an den aufgetragenen Werkstoff gedrückt wird. Der Werkstoff wird zu einer Verbindungsschicht ausgehärtet. Die Verbindungsschicht verbindet das Band der ersten Wicklung mit dem Band der zweiten Wicklung mechanisch.

[0006] Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass ein ungewolltes Hineinfallen eines inneren Endes der ersten Wicklung in die Coilöffnung zuverlässig vermieden werden kann. Ferner ist es nicht notwendig, ein Befestigungsmittel zum Halten des inneren Endes der ersten Wicklung in die Coilöffnung einzubringen. Dadurch kann das Coil besonders gut transportiert, insbesondere besonders gut angehoben werden.

[0007] In einer weiteren Ausführungsform wird die Verbindungsschicht auf das Band in einem Sprühauftrag aufgebracht. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Haspeleinrichtung besonders einfach ausgestaltet werden kann und bestehende Haspeleinrichtungen besonders einfach nachgerüstet werden können, um die Verbindungsschicht herzustellen. Ferner kann mittels des Sprühauftrags eine besonders dünne, aber gleichzeitig besonders breite Verbindungsschicht auf der ersten Wicklung hergestellt werden. Alternativ zu dem Sprühauftrag wäre ein Aufwalzen des Werkstoffs auf die Außenseite der ersten Wicklung möglich. Dadurch kann ein Sprühnebel vermieden werden.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform wird der Werkstoff zeitlich nach Beginn eines Haspelns der zweiten Wicklung zu der Verbindungsschicht ausgehärtet, wobei mehrere zweite Wicklungen zu dem zweiten Coilabschnitt aufgehaspelt werden, wobei das Aushärten des Werkstoffs im Wesentlichen vor Abschluss des Haspelns des zweiten Coilabschnitts abgeschlossen ist.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform wird das Band auf den ersten Coilabschnitt derart in dem zweiten Coilabschnitt aufgehaspelt, dass die zweiten Wicklungen des Bands in dem zweiten Coilabschnitt direkt aneinander liegen.

[0010] Dadurch ist insbesondere das Abwickeln der zweiten Wicklungen im zweiten Coilabschnitt besonders leicht, bevor die innerste zweite Wicklung, die über die Verbindungsschicht mit der ersten Wicklung mechanisch verbunden ist, abgewickelt wird.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform wird die Verbindungsschicht auf das zu der ersten

Wicklung gewickelte Band radial außenseitig auf die erste Wicklung während des Wickelns der zweiten Wicklung aufgebracht. Dadurch ist die Haspeleinrichtung insbesondere zum Einsatz am Ende einer Gieß-Walz-Verbundanlage, die beispielsweise als Endless Strip Production ausgebildet ist, geeignet, da das Haspeln weitergeführt werden kann, während die Verbindungsschicht auf die erste Wicklung aufgetragen wird.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform wird wenigstens einer der folgenden Werkstoffe aufgetragen: Aluminium, Aluminiumoxid, Natriumsilikat, anorganischer Klebstoff, 1-K-Klebstoff, 2K-Klebstoff, Kunststoff, thermoplastischer Kunststoff.

[0013] Die Aufgabe wird aber auch durch ein Coil aus einem gewickelten Band gelöst. Das Coil weist einen ersten Coilabschnitt und einen zweiten Coilabschnitt auf, wobei der erste Coilabschnitt radial innenseitig zu dem zweiten Coilabschnitt angeordnet ist. Der erste Coilabschnitt weist wenigstens eine um eine Coilachse verlaufende erste Wicklung aus dem Band auf. Der zweite Coilabschnitt weist wenigstens eine um die Coilachse verlaufende zweite Wicklung aus dem Band auf. Die zweite Wicklung ist auf die zu der zweiten Wicklung radial innenseitig angeordneten ersten Wicklung aufgehaspelt. Zwischen der ersten Wicklung und der zweiten Wicklung ist eine Verbindungsschicht angeordnet, die mechanisch die erste Wicklung mit der zweiten Wicklung verbindet. Radial innenseitig umschließt die erste Wicklung des Bands eine Coilöffnung.

[0014] Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass ein ungewolltes Hineinfallen eines inneren Endes des Bands der ersten Wicklung in die Coilöffnung zuverlässig durch die Verbindungsschicht verhindert wird.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform ist das Band in dem zweiten Coilabschnitt in mehreren zweiten Wicklungen aufgewickelt, wobei das Band in den zweiten Wicklungen direkt aneinander anliegt. Dadurch ist ein leichtes Abwickeln des Coils bei der Weiterverarbeitung des Bands sichergestellt.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform weist die Verbindungsschicht wenigstens einen der folgenden Materialien auf: Aluminium, Aluminiumoxid, Natriumsilikat, ausgehärteten anorganischen Klebstoff, Kunststoff, thermoplastischen Kunststoff.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform weist das Band ein ferromagnetisches Material auf, wobei die Verbindungsschicht wenigstens ein magnetisches Material, insbesondere ein magnetisches Partikelmaterial, aufweist. Das magnetische Material stellt ein Magnetfeld bereit, wobei das Magnetfeld des magnetischen Materials das Band der ersten Wicklung magnetisch mit dem Band der zweiten Wicklung verbindet. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass zum einen eine hohe Haltekraft sichergestellt werden kann und zum anderen ein gutes Ablösen der Verbindungsschicht möglich ist. Zusätzlich oder alternativ verbindet die Verbindungsschicht die erste Wicklung mit der zweiten Wicklung stoffschlüssig.

[0018] Um das oben beschriebene Coil herzustellen, weist eine Haspeleinrichtung einen drehbar um eine Coilachse gelagerten Haspeldorn auf. Der Haspeldorn ist ausgebildet, ein Band um die Coilachse aufzuhaspeln. Die Haspeleinrichtung weist wenigstens eine erste Wickelwalze und eine zweite Wickelwalze auf, die jeweils ausgebildet sind, das Band um den Haspeldorn zu haspeln. Ferner weist die Haspeleinrichtung wenigstens eine erste Wickelschürze auf, die ausgebildet ist, ein vorderes Ende des Bands in einem Raum zwischen der ersten Wickelwalze und der benachbart zu der ersten Wickelwalze angeordneten zweiten Wickelwalze zu führen. Des Weiteren weist die Haspeleinrichtung eine Sprüheinrichtung und eine Bandzuführung auf. Die Sprüheinrichtung weist wenigstens eine Fördereinheit und eine Düsenanordnung auf, die an einer Führungsfläche der ersten Wickelschürze angeordnet ist. Die Fördereinheit ist ausgebildet, einen Werkstoff zu der Düsenanordnung zu fördern und die Düsenanordnung ist ausgebildet, Werkstoff zur Herstellung der Verbindungsschicht auf das Band aufzutragen. Die Bandzuführung ist in Umfangsrichtung zwischen der ersten Wickelwalze und der ersten Wickelschürze drehrichtungsabwärtsseitig zu der ersten Wickelschürze bezogen auf eine Drehrichtung des Coils um die Coilachse angeordnet. Die Bandzuführung ist ausgebildet, das Band zwischen der ersten Wickelschürze und der ersten Wickelwalze zuzuführen. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass durch

die drehrichtungsabwärtsseitige Anordnung der Bandzuführung eine weitere Verschmutzung von Komponenten der Haspeleinrichtung durch den Sprühauftrag zur Herstellung der Verbindungsschicht vermieden wird.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform weist die Haspeleinrichtung ein Steuergerät auf. Die Sprüheinrichtung weist wenigstens ein Ventil auf, wobei das Ventil mit dem Steuergerät datentechnisch verbunden ist. Das Ventil ist zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung verstellbar. Die Düsenanordnung ist mit dem Ventil fluidisch verbunden. Das Steuergerät ist ausgebildet, beim Wickeln der ersten Wicklung das Ventil in die Offenstellung zu schalten. Das Steuergerät ist weiter ausgebildet, nach Abschluss eines Auftrags des Werkstoffs auf die erste Wicklung das Ventil in die Schließstellung zu schalten. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass nur ein kleiner Teil des zu haspelnden Bands mit dem Matrixmaterial oder dem Vorprodukt zur Herstellung der Verbindungsschicht besprüht wird. Durch das Steuergerät ist der Bereich auf einfache Art und Weise mittels des Ventils zu steuern.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

- [0021]** FIG 1 eine schematische Darstellung einer Haspeleinrichtung für eine Gieß-Walz-Verbundanlage;
- [0022]** FIG 2 eine Seitenansicht mit Blickrichtung von radial innen auf eine erste Wickelschürze der in FIG 1 gezeigten Haspeleinrichtung;
- [0023]** FIG 3 einen in FIG 1 markierten Ausschnitt der in FIG 1 gezeigten Haspeleinrichtung;
- [0024]** FIG 4 eine Schnittansicht durch ein Coil, das mit der in den FIGN 1 bis 3 gezeigten Haspeleinrichtung hergestellt wurde;
- [0025]** FIG 5 einen in FIG 4 markierten Ausschnitt B des in FIG 4 gezeigten Coils;
- [0026]** FIG 6 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung des in den FIGN 4 und 5 gezeigten Coils mittels der in den FIGN 1 bis 3 gezeigten Haspeleinrichtung.

[0027] FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Haspeleinrichtung 10 für eine Gieß-Walz-Verbundanlage 15.

[0028] Die Haspeleinrichtung 10 weist einen drehbar um eine Coilachse 20 gelagerten Haspeldorn 25, wenigstens eine erste bis vierte Wickelwalze 30, 35, 60, 61, wenigstens eine erste Wickelschürze 40, eine zweite Wickelschürze 65, eine Sprüheinrichtung 45, eine Bandzuführung 50 und ein Steuergerät 55 auf.

[0029] Der Haspeldorn 25 ist beispielsweise zwischen einer ersten Endstellung, in der der Haspeldorn 25 in einen nicht in FIG 1 gezeigten Haspelständer eingefahren ist, und einer zweiten Endstellung, in der der Haspeldorn 25 teilweise oder vollständig aus dem Haspelständer herausgefahren ist, entlang der Coilachse 20 verfahrbar. In FIG 1 ist der Haspeldorn 25 in der ersten Endstellung gezeigt.

[0030] Der Haspeldorn 25 ist über ein nicht dargestelltes Getriebe mit einem Antriebsmotor in einer Drehrichtung um die Coilachse 20 drehbar. Zusätzlich ist der Haspeldorn 25 in einer zu der Coilachse 20 senkrechten Ebene durch eine nicht dargestellte Spreizvorrichtung spreizbar. Durch das Spreizen des Haspeldorns 25 wird ein Außendurchmesser des Haspeldorns 25 vergrößert. Die Spreizvorrichtung kann beispielsweise als Keil-Spreizvorrichtung ausgebildet sein, mit der entlang der Coilachse 20 verlaufende Längssegmente des Haspeldorns 25 nach außen spreizbar sind.

[0031] Radial außen zu dem Haspeldorn 25 sind die ersten bis vierten Wickelwalzen 30, 35, 60, 61 in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnet. In der Ausführungsform sind die Wickelwalzen 30, 35, 60, 61 bezogen auf die Coilachse 20 in etwa 90° versetzt in Umfangsrichtung bezogen auf die Coilachse 20 zueinander angeordnet. Dabei ist die zweite Wickelwalze 35 entgegengesetzt zu einer Drehrichtung des Haspeldorns 25 in Umfangsrichtung bezogen auf die Coilachse 20 zu der ersten Wickelwalze 30 beabstandet angeordnet. Auf einer von der zweiten Wickelwalze 35 abgewandten Seite ist die dritte Wickelwalze 60 beabstandet zu der ersten Wi-

Wickelwalze 30 angeordnet. Die vierte Wickelwalze 61 ist in Umfangsrichtung zwischen der dritten Wickelwalze 60 und der zweiten Wickelwalze 35 angeordnet.

[0032] Zwischen der ersten Wickelwalze 30 und der zweiten Wickelwalze 35 mündet die Bandzuführung 50. Die Bandzuführung 50 schließt sich in Umfangsrichtung direkt an die erste Wickelwalze 30 an. In Umfangsrichtung zwischen der Bandzuführung 50 und der zweiten Wickelwalze 35 ist die erste Wickelschürze 40 angeordnet. Die erste Wickelschürze 40 ist entgegen der Drehrichtung aufwärtsseitig der Bandzuführung 50 angeordnet. Die erste Wickelschürze 40 ist in Umfangsrichtung somit schmaler ausgebildet als ein Abstand zwischen der ersten Wickelwalze 30 und der zweiten Wickelwalze 35. Die zweite Wickelschürze 65 ist jeweils zwischen den Wickelwalzen 30, 35, 60, 61 in Umfangsrichtung angeordnet und weist innenseitig jeweils eine zweite Führungsfläche 71 auf. So ist zwischen der ersten Wickelwalze 30 und der in Umfangsrichtung nächstliegenden dritten Wickelwalze 60 die zweite Wickelschürze 65 angeordnet. Auch kann eine weitere zweite Wickelschürze 65 zwischen der dritten und vierten Wickelwalze 60, 61 und der zweiten und vierten Wickelwalze 35, 61 vorgesehen sein.

[0033] FIG 2 zeigt eine Seitenansicht mit Blickrichtung von radial innen auf die erste Wickelschürze 40.

[0034] Die erste Wickelschürze 40 weist an einer der Coilachse 20 zugewandten inneren Umfangsseite eine erste Führungsfläche 70 auf, die im Wesentlichen teilkreisförmig um die Coilachse 20 verlaufend ausgebildet ist. Die Sprüheinrichtung 45 weist eine Düsenanordnung 75 mit mehreren beispielhaft auf einer Geraden 80 angeordneten Düsen 85 auf. Die Düsen 85 sind beispielhaft in regelmäßigem Abstand zueinander auf der Geraden 80 angeordnet. Die Gerade 80 verläuft beispielsweise parallel zu der Coilachse 20. Selbstverständlich können die Düsen 85 auch andersartig an der ersten Führungsfläche 70 angeordnet sein. Von besonderem Vorteil ist hierbei, wenn ein Düsenende der Düse 85 in radialer Richtung nicht über die erste Führungsfläche 70 herausragt.

[0035] FIG 3 zeigt einen in FIG 1 markierten Ausschnitt A der in FIG 1 gezeigten Haspeleinrichtung 10.

[0036] Die Sprüheinrichtung 45 weist beispielsweise einen Behälter 90, eine Fördereinheit 91 und ein steuerbares Ventil 95 auf. Das steuerbare Ventil 95 ist mittels einer ersten Datenverbindung 100 mit dem Steuergerät 55 verbunden. Die Fördereinheit 91 kann beispielsweise als elektrische Förderpumpe ausgebildet sein. Die Fördereinheit 91 ist beispielsweise mittels einer zweiten Datenverbindung 120 mit dem Steuergerät 30 datentechnisch verbunden.

[0037] Das Ventil 95 ist ausgangsseitig über eine erste Fluidleitung 105 fluidisch mit der Düsenanordnung 75 verbunden. Eingangsseitig ist das Ventil 95 mit der Fördereinheit 91 mittels einer zweiten Fluidleitung 110 fluidisch verbunden. Die Fördereinheit 91 ist eingangsseitig mittels einer dritten Fluidleitung 115 mit dem Behälter 90 fluidisch verbunden.

[0038] In dem Behälter 90 kann beispielsweise ein Werkstoff oder ein Gemisch aus mehreren Werkstoffen vorzugsweise in flüssiger Form gespeichert sein. Der Werkstoff kann beispielsweise als ein Matrixmaterial oder als ein erstes Vorprodukt für ein Matrixmaterial beispielsweise in flüssiger Form gespeichert sein. Zusätzlich kann ein Lösungsmittel in dem Behälter 90, das das Matrixmaterial löst, gespeichert sein. Der Behälter 90 kann temperierbar sein, um beispielsweise den Werkstoff thermisch auf eine Temperatur oberhalb einer Glasübergangstemperatur zu erwärmen oder zu halten. Der Werkstoff kann beispielsweise einen der folgenden Inhaltsstoffe aufweisen: Aluminium, Aluminiumoxid, Natriumsilikat, anorganischen Klebstoff, 1-K-Klebstoff oder 2-K-Klebstoff, Kunststoff, thermoplastischen Kunststoff.

[0039] Das Ventil 95 weist eine Offenstellung und eine Schließstellung auf. Das Ventil 95 ist zwischen der Offenstellung und der Schließstellung vorzugsweise stufenlos verstellbar. In der Offenstellung verbindet fluidisch das Ventil 95 die erste Fluidleitung 105 mit der zweiten Fluidleitung 110. In der Schließstellung ist die erste Fluidleitung 105 fluidisch von der zweiten Fluidleitung 110 getrennt.

[0040] FIG 4 zeigt eine Seitenansicht auf ein fertig gehaspeltes Coil 200, das mit der in den FIGN 1 bis 3 gezeigten Haspeleinrichtung 10 gehaspelt wurde.

[0041] Das Coil 200 ist aus einem metallischen Band 205 mit dünner Wandstärke gefertigt. Die Wandstärke beträgt vorzugsweise 0,8 mm bis 2 mm. Das Band 205 kann beispielsweise ein warmgewalztes Fertigwalzband, das mittels der Gieß-Walz-Verbundanlage 15 hergestellt wurde, sein. Vorzugsweise weist das Band 205 einen Stahlwerkstoff auf. Das Band 205 ist vorzugsweise durchgängig und unterbrechungsfrei zu dem Coil 200 gehaspelt.

[0042] Das Coil 200 weist im Wesentlichen eine hohlzylindrische Grundform auf und erstreckt sich entlang der Coilachse 20. Um ein Abwickeln zu vermeiden, kann mittels eines Spannmittels 210, das außenseitig auf das Coil 200 aufgebracht ist, das Abwickeln des Coils 200 verhindert werden. Das Spannmittel 210 kann beispielsweise ein Spannring sein.

[0043] Das Coil 200 begrenzt innenseitig eine Coilöffnung 215, die im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet ist. In der Coilöffnung 215 sind keine weiteren Haltemittel angeordnet, um ein innenseitiges Abwickeln des Bands 205 zu verhindern. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass das Coil 200 besonders mittels durch die Coilöffnung 215 geführten Hebwerkzeugen (in FIG 4 nicht dargestellt) einfach angehoben und transportiert werden kann. Ferner kann durch die offene Coilöffnung 215 ein Haltedorn geführt werden, um das Coil 200 abzuwickeln.

[0044] FIG 5 zeigt einen in FIG 4 markierten Ausschnitt B des in FIG 4 gezeigten Coils 200.

[0045] Das Coil 200 weist einen ersten Coilabschnitt 220 und einen zweiten Coilabschnitt 225 auf. Der erste Coilabschnitt 220 ist radial innenseitig zu dem zweiten Coilabschnitt 225 angeordnet. Der erste Coilabschnitt 220 schließt sich in radialer Richtung außenseitig an die Coilöffnung 215 an. Der zweite Coilabschnitt 225 erstreckt sich zwischen dem ersten Coilabschnitt 220 und einer äußeren Umfangsseite 230 des Coils 200 (in FIG 4 dargestellt).

[0046] In dem ersten Coilabschnitt 220 ist das Band 205 in einer ersten Wicklung 230 um die Coilachse 20 spiralförmig geführt.

[0047] Im ersten Coilabschnitt 220 kann das Coil 200 eine oder mehrere in radialer Richtung nach außen nebeneinander angeordnete erste Wicklungen 230 des Coils 200 aufweisen. Auch kann der erste Coilabschnitt 220 auf nur im Wesentlichen eine erste Wicklung 230 (wie in FIG 5 dargestellt) reduziert sein. Auf einer zur Coilöffnung 215 abgewandten Außenseite 235 des Bands 205 der ersten Wicklung 230 ist eine Verbindungsschicht 240 angeordnet. Die Verbindungsschicht 240 folgt der Außenseite 235 und erstreckt sich somit ebenso schraubenförmig um die Coilachse 20. Die Verbindungsschicht 230 ist stoffschlüssig adhäsiv mit der Außenseite 235 des Bands 205 der ersten Wicklung 230 verbunden.

[0048] Die Verbindungsschicht 240 liegt außenseitig an einer Innenseite 245 der zweiten Wicklung 250 an. Dabei ist die Verbindungsschicht 240 beispielsweise stoffschlüssig adhäsiv mit der Innenseite 245 der zweiten Wicklung 250 verbunden.

[0049] Beispielsweise kann die Verbindungsschicht 240 im Wesentlichen vollflächig die Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 bedecken. Auch kann die Verbindungsschicht 240 nur streifenförmig ausgebildet sein und nur einen Teilbereich der Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 bedecken. Die Verbindungsschicht 240 ist dünnwandig und/oder folienartig ausgebildet und weist eine Wandstärke von 0,05 mm bis 0,25 mm, insbesondere 0,1 mm bis 0,15 mm auf.

[0050] Die Verbindungsschicht 240 kann beispielsweise wenigstens einen der folgenden Materialien aufweisen: Matrixmaterial mit einem thermoplastischen Kunststoff, Aluminium, Aluminiumoxid, Natriumsilikat, anorganischen Klebstoff, 1-K-Klebstoff, Kunststoff.

[0051] Zusätzlich kann die Verbindungsschicht 240 ein magnetisches Material, insbesondere ein magnetisches Partikelmaterial aufweisen. Das magnetische Material ist in dem Matrixmaterial eingebettet, wobei das magnetische Material ein Magnetfeld bereitgestellt, wobei das Magnetfeld die Verbindungsschicht 240 mit der Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 und mit der Innenseite 245 des Bands 205 der zweiten Wicklung verbindet. Das Magnetfeld verbindet über die Verbindungsschicht 240 die erste Wicklung mit der zweiten Wicklung magnetisch, wenn das Band

ein ferromagnetisches Material, insbesondere Stahl aufweist. Die magnetische Kopplung hat den Vorteil, dass sie besonders leicht gelöst werden kann, aber gleichzeitig ein zuverlässiger Halt des inneren Endes 255 der ersten Wicklung 230 des Bands 205 sichergestellt ist.

[0052] Im zweiten Coilabschnitt 225 weist das Coil 200 eine, vorzugsweise mehrere zweite Wicklungen 250 auf. Das Band 205 ist spiralförmig durchgängig in den zweiten Wicklungen 250 aufgewickelt. Im zweiten Coilabschnitt 225 sind die zweiten Wicklungen 250 derart aufgewickelt, dass zwischen den zweiten Wicklungen 250 keine Verbindungsschicht 240 vorgesehen ist, so dass die Außenseite 235 des Bands 205 der zweiten Wicklungen jeweils an einer Innenseite 245 des Bands 205 der nächsten äußeren zweiten Wicklung direkt anliegt. Durch den Verzicht auf die Verbindungsschicht 240 zwischen den zweiten Wicklungen 250 wird ein gutes Abrollen des Coils 200 sichergestellt.

[0053] Die in FIG 5 gezeigte Ausgestaltung des Coils 200 hat den Vorteil, dass die Verbindungsschicht 240 die erste Wicklung 230 mechanisch an der zweiten Wicklung 250, die radial außen-seitig zu der ersten Wicklung 230 angeordnet ist, befestigt. Dadurch wird ein ungewolltes Ablösen eines inneren Endes 255 des Bandes 205 von der zweiten Wicklung 250 vermieden. Durch die mechanische Befestigung der ersten Wicklung 230 an der zweiten Wicklung 250 kann auf weitere Befestigungsmittel in der Coilöffnung 215 verzichtet werden.

[0054] Ferner kann dadurch das Coil 200 mit einem durch die Coilöffnung 215 geführten Hebewerkzeug einfach angehoben werden. Dabei kann das Hebwerkzeug besonders einfach durch die Coilöffnung 215 geführt werden, da weitere Befestigungsmittel nicht einen Querschnitt der Coilöffnung reduzieren.

[0055] FIG 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung des in den FIGN 4 und 5 gezeigten Coils 200 mittels der in den FIGN 1 bis 3 gezeigten Haspeleinrichtung 10.

[0056] In einem ersten Verfahrensschritt 305 wird mittels der Gieß-Walz-Verbundanlage 15 das Band 205 hergestellt. Dazu kann beispielsweise in einer Stranggießmaschine der Gieß-Walz-Verbundanlage 15 eine metallische Schmelze zu einem Dünnbrammenstrang gegossen werden. Die metallische Schmelze erstarrt teilweise in einer Kokille der Stranggießanlage und wird aus der Kokille herausgeführt. Der Dünnbrammenstrang kann bogenförmig geführt gestützt und in eine Horizontale umgelenkt werden, sodass der Dünnbrammenstrang zu einer Vorwalzstraße geführt werden kann. In der Vorwalzstraße kann der Dünnbrammenstrang zu einem Vorwalzband warmgewalzt werden. Das Vorwalzband wird über einen Induktionsofen und einen Entzunderer in eine Fertigwalzstraße geführt, wobei in der Fertigwalzstraße das Vorwalzband auf ein beispielsweise 0,8 mm bis 2 mm dünnes Band 205 gewalzt wird. Das Band 205 wird in eine Kühlstraße geführt und in der Kühlstraße auf eine Temperatur von unter 400 °C, insbesondere auf unter 200 °C, abgekühlt. Nach Durchlaufen einer Bandschneidevorrichtung wird das Band 205 in die in FIGN 1 bis 3 gezeigte Haspeleinrichtung 10 geleitet. Das Band 205 wird an einer Umlenkrolle 260 umgelenkt und über die Bandzuführung in Richtung des Haspeldorns 25 geführt.

[0057] Ferner wird in einem beispielhaften zweiten Verfahrensschritt 310 der Haspeldorn 25 in den Haspelständer eingefahren, bis er in der ersten Endposition angelangt ist. Ferner wird die Spreizvorrichtung gespreizt.

[0058] In einem dritten Verfahrensschritt 315 wird der Haspeldorn 25 durch den Antriebsmotor in Rotation in Drehrichtung versetzt. Das Band 205 tritt zwischen die erste Wickelwalze 30 und den Haspeldorn 25 ein, wobei die erste Wickelwalze 30 das Band 205 an den Haspeldorn 25 anpresst. Beim Einschieben des Bands 205 zwischen den Haspeldorn 25 und die erste Wickelwalze 30 tritt das innere Ende 255 in Kontakt mit der zweiten Führungsfläche 71 der zwischen der ersten Wickelwalze 30 und der dritten Wickelwalze 60 angeordneten zweiten Wickelschürze 65. Die zweite Führungsfläche 71 der zweiten Wickelschürze 65 sorgt dafür, dass das Band 205 in Verbindung mit dem drehenden Haspeldorn 25 und der ersten Wickelwalze 30 zu der ersten Wicklung 230 gekrümmt wird. Der Haspeldorn 25 wickelt dabei das Band 205 zu der ersten Wicklung 230. Die zweite bis vierte Wickelwalze 35, 60, 61 wickeln das Band 205 zu der ersten Wicklung 230 auf und drücken das Band 205 auf den Haspeldorn 25.

[0059] Das Steuergerät 55 erfasst, beispielsweise mit einer entsprechenden Sensorik, wenn das innere Ende 255 in Umfangsrichtung die zweite Wickelwalze 35 passiert und in Umfangsrichtung das innere Ende 255 zwischen der ersten Wickelwalze 30 und der zweiten Wickelwalze 35 angeordnet ist. Bis dahin ist die erste Wicklung 230 etwa um 270° gewickelt.

[0060] In einem auf den dritten Verfahrensschritt 315 folgenden vierten Verfahrensschritt 320 fährt das Steuergerät 55 das Ventil 95 von der Schließstellung in die Offenstellung und aktiviert die Fördereinheit 91. Die Fördereinheit 91 fördert aus dem Behälter 90 den Werkstoff über die dritte Fluidleitung 115 über die zweite Fluidleitung 110 zu dem Ventil 95. Der Werkstoff wird über das Ventil 95 und die erste Fluidleitung 105 zu der Düsenanordnung 75 geführt.

[0061] Ein Druck des von der Fördereinheit 91 geförderten Werkstoffs ist an der Düsenanordnung 75 so hoch, dass der flüssige Werkstoff der Verbindungsschicht 240 in einem Sprühauftrag auf die Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 zur Ausbildung der Verbindungsschicht 240 aufgesprüht wird. Der Sprühauftrag erfolgt vorteilhafterweise wie in FIG 3 gezeigt zwischen der zweiten Wickelwalze 35 und der ersten Wickelwalze 30. Dadurch kann ein weiterer Kontakt der Haspeleinrichtung 10 mit dem Werkstoff vermieden werden.

[0062] Von besonderem Vorteil ist hierbei, wenn ein Beginn des Sprühauftrags durch das Steuergerät 55 derartig mit dem Haspeln der ersten Wicklung 230 synchronisiert wird, dass der Sprühauftrag nach dem Passieren der Düsenanordnung 75 durch das innere Ende 255 des Bands 205 begonnen wird. Dadurch wird kein Werkstoff auf den Haspeldorn 25 gesprüht. Dadurch wird eine sichere Funktion, insbesondere ein sicheres Spreizen und Entspreizen, des Haspeldorns 25 sichergestellt.

[0063] Durch den Sprühauftrag des Werkstoffs auf die Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 bildet sich auf der Außenseite 235 die Verbindungsschicht 240 aus. Der Werkstoff weist eine Aushärtezeit auf, die länger ist als eine Transportzeit des aufgetragenen Werkstoffs zwischen der Düsenanordnung 75 und der ersten Wickelrolle 30.

[0064] In einem fünften Verfahrensschritt 325 tritt das innere Ende 255 des Bands 205 in Kontakt mit der Innenseite 245 des nachgeführten Bands 205 und die Haspeleinrichtung 10 beginnt, die zweite Wicklung 250 zu wickeln. Dabei wird durch die Wickelwalzen 30, 35, 60, 61 das Band 205 beim Haspeln der zweiten Wicklung 250 auf die noch nicht ausgehärtete Verbindungsschicht 240 gepresst.

[0065] Während des Wickelns der zweiten Wicklung 250 wird die Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 weiter mit dem Werkstoff besprüht, um die Verbindungsschicht 240 weiter auszubilden.

[0066] In einem sechsten Verfahrensschritt 330 härtet der Werkstoff zu der Verbindungsschicht 240 aus und bildet jeweils den Stoffschluss zu der Innenseite 245 und der Außenseite 235 aus. Ferner wird während des Aushärtens des Werkstoffs zu der Verbindungsschicht 240 das Band 205 weiter in der zweiten Wicklung 250 aufgewickelt. Von besonderem Vorteil ist hierbei, wenn die Aushärtezeit des Werkstoffs derart gewählt ist, dass während des Aufwickelns des Coils 200 im zweiten Coilabschnitt 225 der Werkstoff im Wesentlichen vollständig zu der Verbindungsschicht 240 aushärtet. Dadurch weist zum Abschluss des Haspelns die Verbindungsschicht 240 ihre Endfestigkeit auf.

[0067] In einem siebten Verfahrensschritt 335 erfasst das Steuergerät 55, dass über einen vordefinierten Winkelbereich das Band mit dem Werkstoff besprüht ist. Das Steuergerät 55 steuert das Ventil 95 in die Schließstellung. Ferner deaktiviert das Steuergerät 55 die Fördereinheit 91, sodass der Sprühauftrag beendet wird. Das Steuergerät 55 steuert jedoch den Antriebsmotor des Haspeldorns 25 weiter derart an, dass dieser das Band 205 aufwickelt, bis das Aufwickeln des Coils 200 abgeschlossen ist.

[0068] In einem achten Verfahrensschritt 340 wird das Band 205 abgetrennt und das Spannmittel 210, beispielsweise der Spannring, über das fertig gewickelte Coil 200 aufgebracht.

[0069] In einem neunten Verfahrensschritt 345 wird der Haspeldorn 25 beispielsweise entspreizt

und von der ersten Endposition in die zweite Endposition gefahren. Dadurch ist die Coilöffnung 215 frei. Dadurch dass der Werkstoff seine Endfestigkeit im Wesentlichen schon erreicht hat, fixiert die Verbindungsschicht 240 zuverlässig das innere Ende 255 des Bands 205 und verhindert ein Abklappen des Bands 205 in die Coilöffnung 215. Dadurch kann nach Wickeln des Coils 200 ohne Weiteres das Hebwerkzeug durch die Coilöffnung 215 geführt werden und das Coil 200 beispielsweise von einem Schlitten oder aus der Haspeleinrichtung 10 gehoben werden.

[0070] Alternativ zu der oben beschriebenen Ausgestaltung des 1-K-Werkstoffs ist es auch möglich, dass die Verbindungsschicht 240 aus einem Zweikomponentenwerkstoff hergestellt wird. Dazu kann beispielsweise ein weiterer Behälter und eine weitere Förderpumpe vorgesehen sein, wobei in dem Behälter 90 ein erstes Vorprodukt und in dem weiteren Behälter ein zweites Vorprodukt gelagert werden. In einer Mischeinrichtung, die beispielsweise dem Ventil 95 nachgeordnet ist, also zwischen der Düsenanordnung 75 und dem Ventil 95 angeordnet ist, werden das erste Vorprodukt und das zweite Vorprodukt in einem vordefinierten Mischungsverhältnis gemischt. Alternativ ist auch denkbar, dass das erste Vorprodukt und das zweite Vorprodukt jeweils über getrennte Düsenanordnungen 75 aufgetragen werden und auf der Außenseite 235 der ersten Wicklung 230 miteinander in Kontakt treten.

[0071] Das oben beschriebene Verfahren sowie das oben beschriebene Coil 200 und die Haspeleinrichtung 10 haben den Vorteil, dass beim Hantieren mit Coils 20 per Kran bzw. in nachfolgenden Bearbeitungslinien eine hohe Betriebssicherheit sichergestellt werden kann. Ferner ist das Hantieren mit dem Coil 200 erleichtert, da keine zusätzlichen weiten Befestigungsmittel aus der Coilöffnung 215 zu entfernen sind, um das Coil 200 anheben zu können. Ferner wird eine Verletzungsgefahr mit in der Coilöffnung 215 hängendem Blechband vermieden.

[0072] Des Weiteren kann beim Abhaspeln des Coils 200 die Verbindungsschicht 240 durch ihre folienartige Ausgestaltung leicht von der ersten Wicklung 230 oder der zweiten Wicklung 250 abgezogen werden.

[0073] Aufgrund des Sprühauftrags kann eine große Fläche der ersten Wicklung 230 außenseitig mit dem Werkstoff besprüht werden, sodass auch bei einem geringen Halt der Verbindungsschicht 240 an der Innenseite 245 bzw. der Außenseite 235 aufgrund der großen Fläche das geringe Gewicht der ersten Wicklung 230 sicher an der zweiten Wicklung 250 befestigt werden kann.

[0074] Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die Düsenanordnung 75 an einer anderen Position, zum Beispiel in der Bandzuführung, angeordnet ist, um den Werkstoff auf das Band 205 aufzusprühen. Auch wäre es möglich, dass der Werkstoff anstatt in einem Sprühauftrag mit einer Walze aufgebracht wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

10 Haspeleinrichtung
15 Gieß-Walz-Verbundanlage
20 Coilachse
25 Haspeldorn
30 erste Wickelwalze
35 zweite Wickelwalze
40 erste Wickelschürze
45 Sprüheinrichtung
50 Bandzuführung
55 Steuergerät
60 dritte Wickelwalze
61 vierte Wickelwalze
65 zweite Wickelschürze
70 erste Führungsfläche
71 zweite Führungsfläche
75 Düsenanordnung
80 Gerade
85 Düse
90 Behälter
91 Fördereinheit
95 Ventil

100 erste Datenverbindung
105 erste Fluidleitung
110 zweite Fluidleitung
115 dritte Fluidleitung
120 zweite Datenverbindung

200 Coil
205 Band
210 Spannmittel
215 Coilöffnung
220 erster Coilabschnitt
225 zweiter Coilabschnitt
230 erste Wicklung
235 Außenseite

- 240 Verbindungsschicht
- 245 Innenseite
- 250 zweite Wicklung
- 255 inneres Ende des Bands
- 260 Umlenkrolle
- 305 erster Verfahrensschritt
- 310 zweiter Verfahrensschritt
- 315 dritter Verfahrensschritt
- 320 vierter Verfahrensschritt
- 325 fünfter Verfahrensschritt
- 330 sechster Verfahrensschritt
- 335 siebter Verfahrensschritt
- 340 achter Verfahrensschritt
- 345 neunter Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Haspeln eines metallischen Bands (205), insbesondere eines warmgewalzten Bands (205),
 - wobei das Band (205) zu einem Haspeldorn (25) geführt wird und auf dem Haspeldorn (25) zu einem Coil (200) mit einer Coilöffnung (215), durch die der Haspeldorn (25) verläuft, um eine Coilachse (20) zu einer ersten Wicklung (230) eines ersten Coilabschnitts (220) gehaspelt wird und während des Haspelns an den Haspeldorn (25) gedrückt wird,
 - wobei auf eine der Coilöffnung (215) abgewandten Außenseite (235) der ersten Wicklung (230) des Bands (205) ein Werkstoff aufgebracht wird,
 - wobei das Band (205) radial außenseitig auf der ersten Wicklung (230) um die Coilachse (20) in wenigstens einer zweiten Wicklung (250) zu einem zweiten Coilabschnitt (225) gehaspelt wird,
 - wobei während des Haspelns das Band (205) an den aufgetragenen Werkstoff gedrückt wird,
 - wobei der Werkstoff zu einer Verbindungsschicht (240) ausgehärtet wird, die das Band (205) der ersten Wicklung (230) mit dem Band (205) der zweiten Wicklung (250) mechanisch verbindet.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 - wobei die Verbindungsschicht (240) auf das Band (205) in einem Sprühauftrag oder einem Walzauftrag aufgebracht wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei der Werkstoff zeitlich nach Beginn eines Haspelns der zweiten Wicklung (250) zu der Verbindungsschicht ausgehärtet wird,
 - wobei mehrere zweite Wicklungen (250) zu dem zweiten Coilabschnitt (225) aufgehaspelt werden,
 - wobei das Aushärten im Wesentlichen vor Abschluss des Haspelns des zweiten Coilabschnitts (225) abgeschlossen ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei das Band (205) auf den ersten Coilabschnitt (220) derart in dem zweiten Coilabschnitt (225) aufgehaspelt wird, dass die zweiten Wicklungen (250) des Bands (205) im zweiten Coilabschnitt (225) direkt aneinander liegen.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei die Verbindungsschicht (240) auf das zu der ersten Wicklung (230) gewickelte Band (205) radial außenseitig auf die erste Wicklung (230) während des Wickelns der zweiten Wicklung (250) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei wenigstens einer der folgenden Werkstoffe aufgebracht wird: Aluminium, Aluminiumoxid, Natriumsilikat, anorganischer Klebstoff, 1-K-Klebstoff, 2K-Klebstoff, Kunststoff, thermoplastischer Kunststoff.
7. Coil (200) aus einem gewickelten Band (205),
 - aufweisend einen ersten Coilabschnitt (220) und einen zweiten Coilabschnitt (225),
 - wobei der erste Coilabschnitt (220) wenigstens eine um eine Coilachse (20) verlaufende erste Wicklung (230) aus dem Band (205) und der zweite Coilabschnitt (225) wenigstens eine um die Coilachse (20) verlaufende zweite Wicklung (250) aus dem Band (205) aufweist,
 - wobei die zweite Wicklung (250) auf die zu der zweiten Wicklung (250) radial innenseitig angeordnete erste Wicklung (230) aufgehaspelt ist,
 - wobei zwischen der ersten Wicklung (230) und der zweiten Wicklung (250) eine Verbindungsschicht (240) angeordnet ist, die mechanisch die erste Wicklung (230) mit der zweiten Wicklung (250) verbindet,

- wobei radial innenseitig die erste Wicklung (230) des Bands (205) eine Coilöffnung (215) umschließt.
8. Coil (200) nach Anspruch 7,
- wobei das Band (205) in dem zweiten Coilabschnitt (225) in mehreren zweiten Wicklungen (250) aufgewickelt ist,
 - wobei das Band (205) in den zweiten Wicklungen (250) direkt aneinander anliegt.
9. Coil (200) nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
- wobei die Verbindungsschicht (240) wenigstens einen der folgenden Materialien aufweist: Aluminium, Aluminiumoxid, Natriumsilikat, ausgehärteten anorganischen Klebstoff, Kunststoff, thermoplastischen Kunststoff.
10. Coil (200) nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
- wobei das Band (205) ein ferromagnetisches Material aufweist,
 - wobei die Verbindungsschicht (240) wenigstens ein magnetisches Material, insbesondere ein magnetisches Partikelmaterial, aufweist,
 - wobei das magnetische Material ein Magnetfeld bereitstellt
 - wobei das Magnetfeld des magnetischen Materials das Band (205) der ersten Wicklung (230) magnetisch mit dem Band (205) der zweiten Wicklung (250) verbindet und/oder
 - wobei die Verbindungsschicht (240) stoffschlüssig die erste Wicklung (230) mit der zweiten Wicklung (250) verbindet.
11. Haspeleinrichtung (10) zur Herstellung eines Coils (200) nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
- aufweisend einen drehbar um eine Coilachse (20) gelagerten Haspeldorn (25), der ausgebildet ist, ein Band (205) um die Coilachse (20) aufzuhaspeln,
 - wenigstens eine erste Wickelwalze (30) und eine zweite Wickelwalze (35), die jeweils ausgebildet sind, das Band (205) um den Haspeldorn (25) zu haspeln,
 - wenigstens eine erste Wickelschürze (40), die ausgebildet ist, ein vorderes Ende des Bands (205) in einen Raum zwischen der ersten Wickelwalze (30) und der benachbart zu der ersten Wickelwalze (30) angeordneten zweiten Wickelwalze (35) zu führen,
 - eine Sprüheinrichtung (45) und eine Bandzuführung (50),
 - wobei die Sprüheinrichtung (45) wenigstens eine Fördereinheit (91) und eine Düsenanordnung (75) aufweist, die an einer Führungsfläche (70) der ersten Wickelschürze (40) angeordnet ist,
 - wobei die Fördereinheit (91) ausgebildet ist, einen Werkstoff zu der Düsenanordnung (75) zu fördern, und die Düsenanordnung (75) ausgebildet ist, den Werkstoff zur Herstellung der Verbindungsschicht (240) auf das Band (205) aufzutragen,
 - wobei die Bandzuführung (50) in Umfangsrichtung zwischen der ersten Wickelwalze (30) und der ersten Wickelschürze (40) drehrichtungsabwärtsseitig zu der ersten Wickelschürze (40) bezogen auf eine Drehrichtung des Coils (200) um die Coilachse (20) angeordnet und ausgebildet ist, das Band (205) zwischen der ersten Wickelschürze (40) und der ersten Wickelwalze (30) zuzuführen.
12. Haspeleinrichtung (10) nach Anspruch 11,
- aufweisend ein Steuergerät (55),
 - wobei die Sprüheinrichtung (45) wenigstens ein Ventil (95) aufweist,
 - wobei das Ventil (95) mit dem Steuergerät (55) datentechnisch verbunden ist und zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung verstellbar ist,
 - wobei die Düsenanordnung (75) mit dem Ventil (95) fluidisch verbunden ist,
 - wobei das Steuergerät (55) ausgebildet ist, beim Wickeln der ersten Wicklung (230) das Ventil (95) in die Offenstellung zu schalten,
 - wobei das Steuergerät (55) ausgebildet ist, nach Abschluss des Auftrags des Werkstoffs auf die erste Wicklung (230) das Ventil (95) in die Schließstellung zu schalten.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

1/4

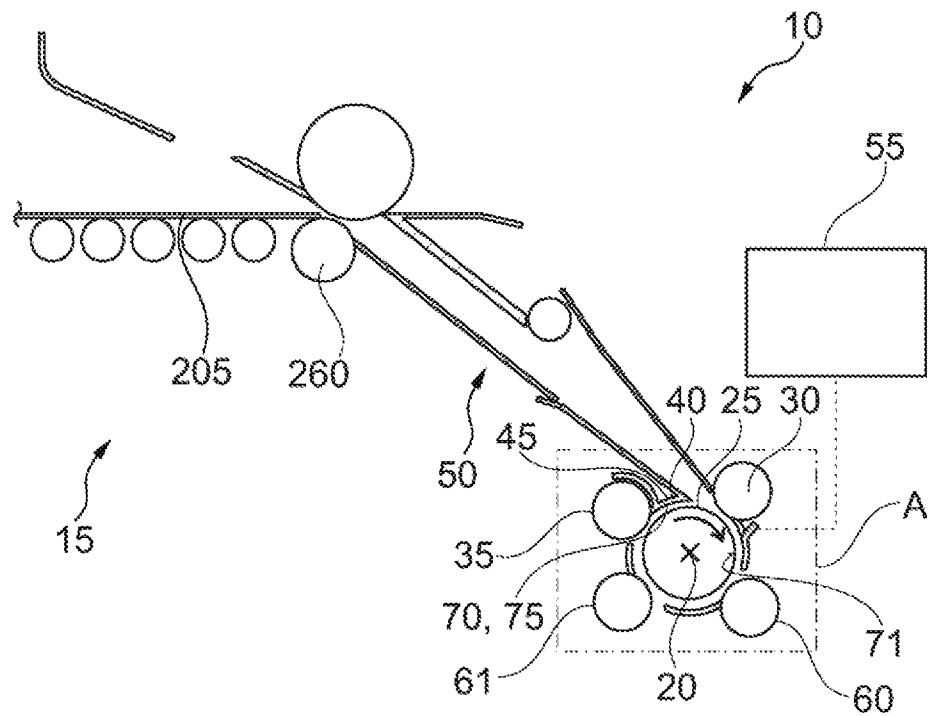


Fig. 1

2/4

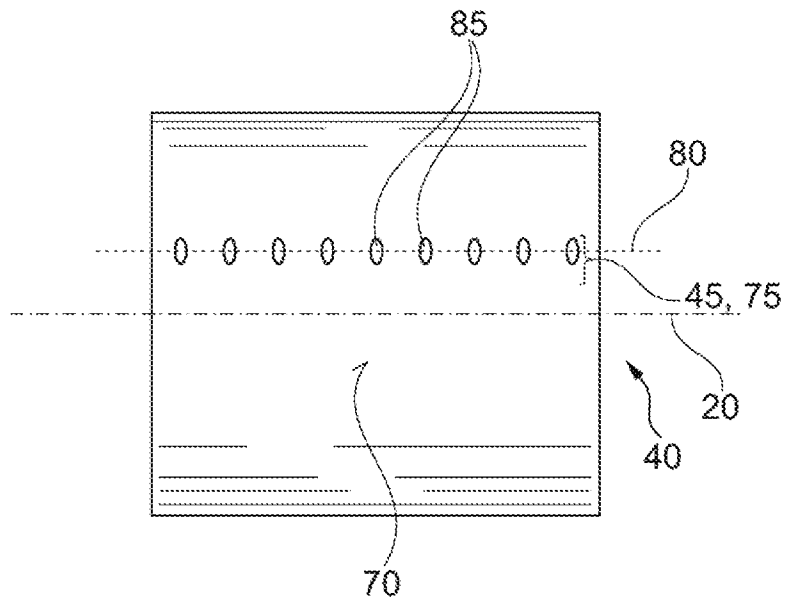


Fig. 2

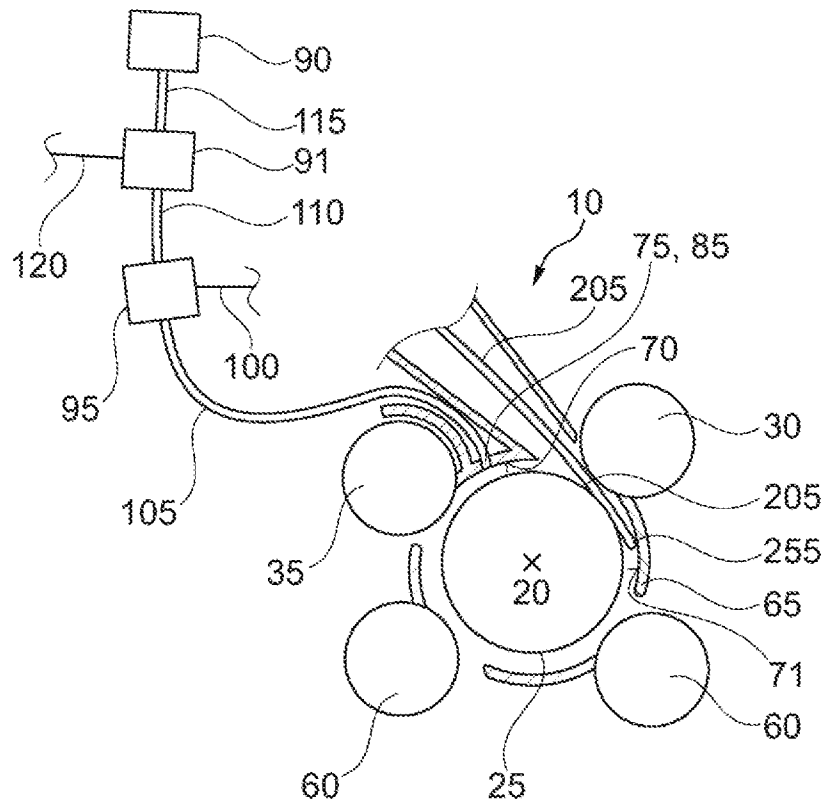


Fig. 3

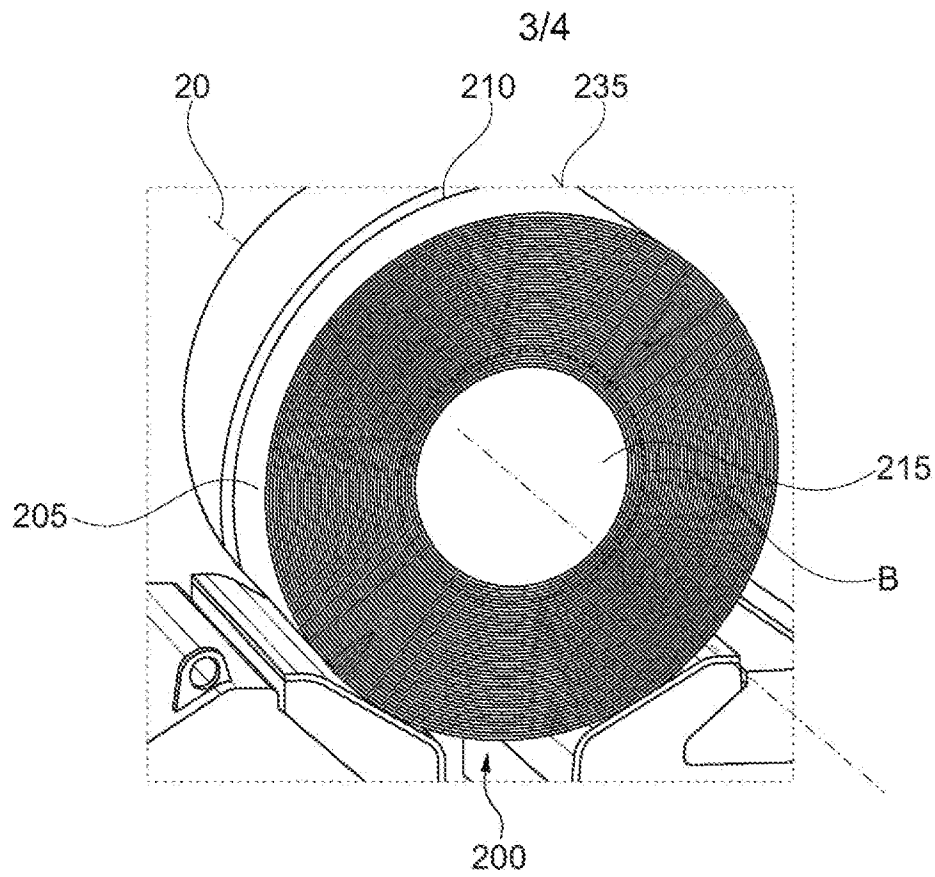


Fig. 4

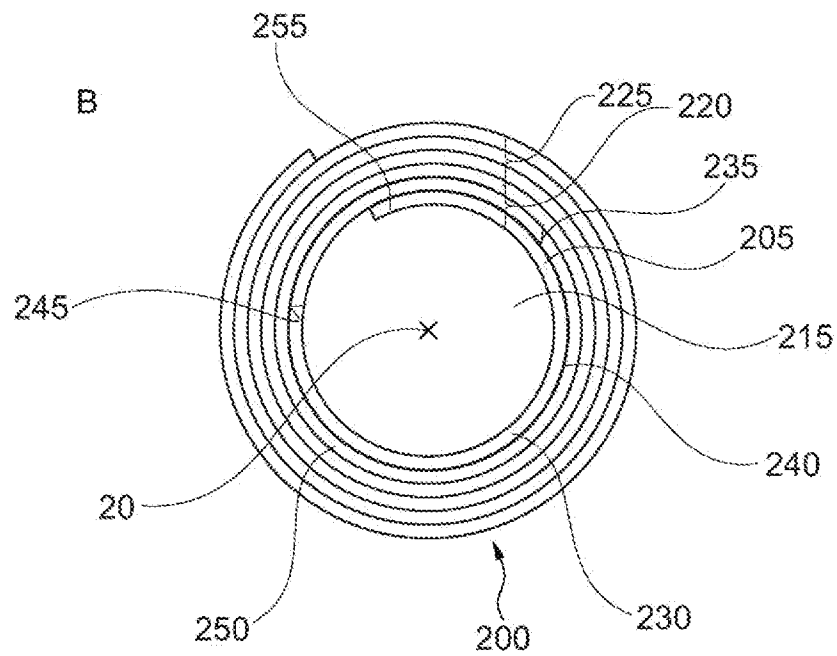


Fig. 5

4/4

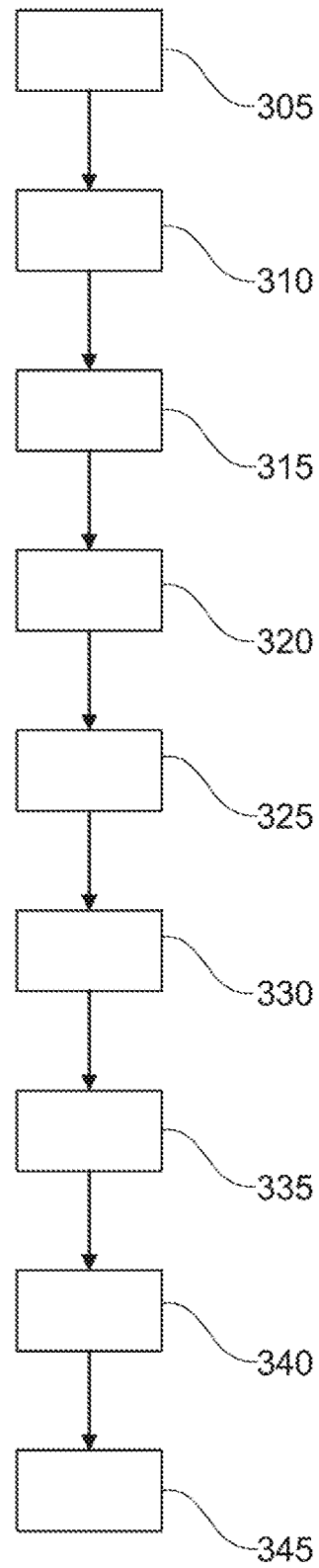


Fig. 6