

(19)



(11)

EP 4 817 748 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.10.2026 Patentblatt 2026/41

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B05C 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **25167262.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**B05C 5/0262; B05C 5/0254; B05C 5/0258;
B05C 11/1005; B05C 11/1013**

(22) Anmeldetag: **31.03.2025**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Jagenberg Converting Solutions
GmbH
46397 Bocholt (DE)**

(72) Erfinder: **Eggerath, Daniel
22527 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **Fink Numrich
Patentanwälte PartmbB
Paul-Gerhardt-Allee 24
81245 München (DE)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESCHICHTUNG EINER MATERIALBAHN MITTELS EINER SCHLITZDÜSE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung einer Materialbahn (1) mittels einer Schlitzdüse (2), wobei während des Transports der Materialbahn (1) in eine Transportrichtung (T) Beschichtungsmaterial (SL) über einen Schlitz (5) der Schlitzdüse (2) austritt und hierdurch auf die Materialbahn (1) aufgebracht wird, wobei der Schlitz (5) eine Beschichtungsbreite (cw) aufweist, die entlang der Materialbahn (1) senkrecht zur Transportrichtung (T) verläuft, wobei der Volumenstrom des durch den Schlitz (5) tretenden Beschichtungsmaterials (SL) mit einem Einstellmittel (7)

variabel entlang der Beschichtungsbreite (cw) einstellbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass während der Beschichtung der Materialbahn (1) Druckmessungen (DM) durchgeführt werden, bei denen jeweils mittels einer Drucksensorik (60) der Druck (p) des Beschichtungsmaterials (SL) im Schlitz (5) der Schlitzdüse (2) an einer Vielzahl von Messpositionen (MP) entlang der Beschichtungsbreite (cw) gemessen wird und hierdurch Druckwerte (pv) für die Vielzahl von Messpositionen (MP) erhalten werden.

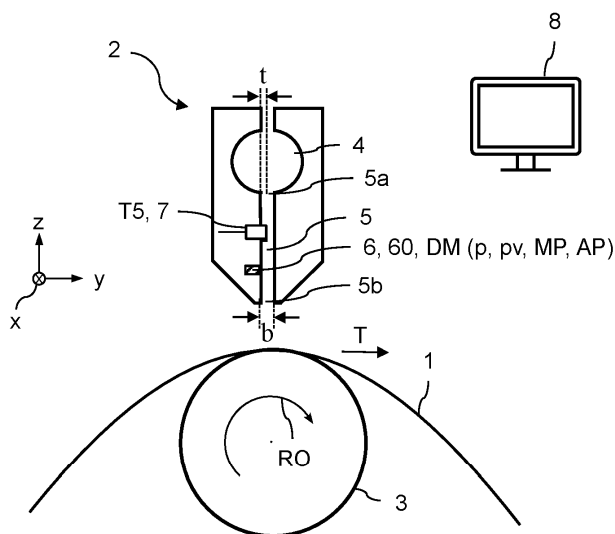


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beschichtung einer Materialbahn mittels eines Schlitzdüse.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Beschichtungsmaterial auf eine Materialbahn über eine Schlitzdüse im Rahmen eines industriellen Fertigungsprozesses, z.B. bei der Batterieherstellung, aufbringen. Die Materialbahn wird während der Beschichtung in eine Transportrichtung bewegt. Nach der Beschichtung wird die Materialbahn in der Regel durch eine Trocknungsanlage transportiert, in der die aufgetragene Beschichtung getrocknet wird.

[0003] Um zu gewährleisten, dass das Beschichtungsmaterial mit gleichmäßiger Schichtdicke in Richtung quer zur Materialbahn aufgebracht wird, werden Dickenmesssysteme genutzt, die zur Messung der Schichtdicke in der Regel elektromagnetische Strahlung, wie z.B. Röntgenstrahlung, oder Ultraschall verwenden. Solche Systeme sind teuer und haben oftmals keine ausreichende Genauigkeit.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, bei der Beschichtung einer Materialbahn mittels einer Schlitzdüse auf einfache Weise Messungen durchzuführen, welche Rückschlüsse auf die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke des auf die Materialbahn aufgetragenen Beschichtungsmaterials ermöglichen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Patentanspruch 1 bzw. die Vorrichtung gemäß Patentanspruch 14 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0006] Im erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Materialbahn mittels einer Schlitzdüse beschichtet. Dabei tritt während des Transports der Materialbahn in eine Transportrichtung Beschichtungsmaterial über einen Schlitz der Schlitzdüse aus, wodurch das Beschichtungsmaterial auf die Materialbahn aufgebracht wird. Der Schlitz weist eine Beschichtungsbreite auf, die entlang der Materialbahn senkrecht zur Transportrichtung verläuft. Der Volumenstrom des durch den Schlitz tretenden Beschichtungsmaterials ist mit einem Einstellmittel variabel entlang der Beschichtungsbreite einstellbar. Je nach Ausgestaltung kann das Einstellmittel zur manuellen Veränderung des Volumenstroms durch einen Bediener und/oder zur automatisierten Änderung des Volumenstroms mittels einer Aktorik konfiguriert sein.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass während der Beschichtung der Materialbahn Druckmessungen durchgeführt werden, bei denen jeweils mittels einer Drucksensorik der Druck des Beschichtungsmaterials im Schlitz der Schlitzdüse an einer Vielzahl von Messpositionen entlang der Beschichtungsbreite gemessen wird, wodurch Druckwerte für die Vielzahl von Messpositionen erhalten werden.

[0008] Die erhaltenen Druckwerte werden zur Weiterverarbeitung zumindest temporär digital gespeichert. Je nach Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens können die erhaltenen Druckwerte unterschiedlich weiterverarbeitet werden. Beispielsweise können sie für einen Bediener an einer Benutzerschnittstelle ausgegeben und vorzugsweise visualisiert werden. Ebenso ist es möglich, dass die Druckwerte dazu verwendet werden, den Volumenstrom des Beschichtungsmaterials im Schlitz der Schlitzdüse automatisiert zu verändern, sofern das Einstellmittel den Volumenstrom automatisiert verändern kann.

[0009] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass über eine Druckmessung im Schlitz der Schlitzdüse Informationen gewonnen werden, die mit der Schichtdicke des auf die Materialbahn aufgetragenen Beschichtungsmaterials korrelieren. Im Besonderen entsprechen höhere Drücke größeren Fließgeschwindigkeiten des Beschichtungsmaterials beim Austritt aus dem Schlitz der Schlitzdüse, was wiederum so größeren Schichtdicken führt. Diese Informationen können einem Bediener über eine Benutzerschnittstelle ausgegeben werden und/oder sie können zu einer geeigneten Veränderung des Volumenstroms des Beschichtungsmaterials genutzt werden, um gleichmäßige Schichtdicken zu erreichen. Durch Simulationen konnte belegt werden, dass ein Zusammenhang zwischen im Schlitz gemessenen Drücken und den Fließgeschwindigkeiten des Beschichtungsmaterials beim Austritt aus dem Schlitz besteht. Dies wird auch nochmals in der detaillierten Beschreibung erläutert.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden für eine jeweilige Druckmessung die Druckwerte in Abhängigkeit von den Messpositionen und/oder ein aus den Druckwerten abgeleiteter Druckverlauf entlang der Beschichtungsbreite über eine Benutzerschnittstelle ausgegeben. Die Benutzerschnittstelle ist vorzugsweise eine visuelle Benutzerschnittstelle, beispielsweise in der Form eines Displays. Das heißt, die Druckwerte bzw. der Druckverlauf werden in geeigneter Weise auf der visuellen Benutzerschnittstelle angezeigt. Der Druckverlauf entlang der Beschichtungsbreite kann beispielsweise dadurch ermittelt werden, dass eine Kurve an die Druckwerte gefittet wird. Dieser Fit wird mit einem geeigneten Rechnereinrichtung durchgeführt.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Variante umfasst die Drucksensorik eine Vielzahl von Drucksensoren, die entlang der Beschichtungsbreite an der Vielzahl von Messpositionen nebeneinander angeordnet sind. Hierbei können an sich bekannte Drucksensoren verwendet werden, wobei Beispiele von solchen Drucksensoren in der detaillierten Beschreibung genannt sind.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform wird unter Verwendung einer geeigneten Rechnereinrichtung für eine jeweilige Druckmessung aus dem Druckwert an einer jeweiligen Messposition mittels einer vorgegebenen Relation ein zugeordneter normalisierter Geschwindigkeitswert berechnet. Der normalisierte Geschwindigkeitswert ist für eine jeweilige Austrittsposition aus einer Vielzahl von Austrittspositionen die Abweichung der Fließgeschwindigkeit des

Beschichtungsmaterials gegenüber der minimalen Fließgeschwindigkeit des Beschichtungsmaterials an der Vielzahl von Austrittspositionen, geteilt durch die mittlere Fließgeschwindigkeit über die Vielzahl von Austrittspositionen und multipliziert mit einem Zahlenwert größer Null. Jede Austrittsposition ist dabei einer Messposition aus der Vielzahl von Messpositionen zugeordnet, wobei eine jeweilige Austrittsposition die Position des Austritts des Beschichtungsmaterials aus dem Schlitz nach Passieren der zugeordneten Messpositionen ist. Dieser Ausführungsform der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es eine vorgegebene Relation zwischen Druckwerten und normalisierten Fließgeschwindigkeiten gibt, so dass sich mittels dieser vorgegebenen Relation auf einfache Weise normalisierte Geschwindigkeitswerte bestimmen lassen, die wiederum mit der Schichtdicke korrelieren. Die vorgegebene Relation beschreibt einen linearen Zusammenhang. Der obige Zahlenwert kann beispielsweise 1 oder 0,5 oder auch ein beliebiger anderer Wert sein.

[0013] In einer bevorzugten Variante der obigen Ausführungsform werden für eine jeweilige Druckmessung die normalisierten Geschwindigkeitswerte und/oder ein aus den normalisierten Geschwindigkeitswerten abgeleiteter Geschwindigkeitsverlauf über eine Benutzerschnittstelle ausgegeben. Der Geschwindigkeitsverlauf kann wiederum durch einen Kurvenfit an die normalisierten Geschwindigkeitswerte berechnet werden. Die Benutzerschnittstelle entspricht vorzugsweise der oben beschriebenen Benutzerschnittstelle.

[0014] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird unter Verwendung einer geeigneten Rechneinrichtung aus einer jeweiligen Druckmessung ein Druckverteilparameter berechnet, der ein Maß für die Streuung der Druckwerte an der Vielzahl von Messpositionen um den mittleren Druckwert über die Vielzahl von Messpositionen (d. h. den über die Messpositionen gemittelten Druckwert) ist. Anschließend wird mit der Rechneinrichtung über eine vorgegebene Relation aus dem Druckverteilparameter ein Geschwindigkeitsverteilparameter bestimmt, der ein Maß für die Streuung der Fließgeschwindigkeiten des Beschichtungsmaterials an einer Vielzahl von Austrittsposition ist, wobei jeder Austrittsposition eine Messposition aus der Vielzahl von Messpositionen zugeordnet ist und eine jeweilige Austrittsposition die Position des Austritts des Beschichtungsmaterials aus dem Schlitz nach Passieren der zugeordneten Messposition ist. Die vorgegebene Relation entspricht der oben beschriebenen vorgegebenen Relation, die zur Berechnung der normalisierten Geschwindigkeitswerte genutzt werden kann. Man macht sich in dieser Ausführungsform die Erkenntnis zunutze, dass sich mit der vorgegebenen Relation auch ein Zusammenhang zwischen einem Druckverteilparameter und einem Geschwindigkeitsverteilparameter beschreiben lässt.

[0015] In einer bevorzugten Variante der obigen Ausführungsform ist der Druckverteilparameter die Differenz zwischen maximalem Druckwert und minimalem Druckwert an der Vielzahl von Messpositionen, geteilt durch den mittleren Druckwert über die Vielzahl von Messpositionen (d. h. den über die Vielzahl von Messpositionen gemittelten Druckwert) und multipliziert mit einem Zahlenwert größer Null. Ferner ist der Geschwindigkeitsverteilparameter vorzugsweise die Differenz zwischen maximaler Fließgeschwindigkeit und minimaler Fließgeschwindigkeit an der Vielzahl von Austrittspositionen, geteilt durch die mittlere Fließgeschwindigkeit über die Vielzahl von Austrittspositionen (d. h. die über die Vielzahl von Austrittspositionen gemittelte Fließgeschwindigkeit) und multipliziert mit einem Zahlenwert größer Null. Der obige Zahlenwert kann beispielsweise 1 oder 0,5 oder auch ein beliebiger anderer Wert sein. Bei der Verwendung des Werts 0,5 wird durch den Druckverteilparameter bzw. den Geschwindigkeitsverteilparameter eine prozentuale Abweichung von dem entsprechenden Mittelwert zum Ausdruck gebracht.

[0016] Der Druckverteilparameter und/oder der Geschwindigkeitsverteilparameter können in einer bevorzugten Variante wiederum über eine Benutzerschnittstelle ausgegeben werden, wobei die Benutzerschnittstelle die gleiche Benutzerschnittstelle sein kann, die oben beschrieben wurde.

[0017] Je nach Ausgestaltung kann die oben beschriebene vorgegebene Relation eine Relation sein, die vorab für die Schlitzdüse experimentell oder über eine Situation bestimmt wurde.

[0018] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Einstellmittel automatisiert mittels einer Steuereinrichtung derart gesteuert, dass Variationen der Druckwerte über die Vielzahl von Messpositionen vermindert werden. Mit anderen Worten dienen die gemessenen Druckwerte dazu, den Volumenstrom in dem Schlitz der Schlitzdüse hin zu einer gleichmäßigen Druckverteilung und damit eine möglichst konstanten Schichtdicke einzustellen.

[0019] In einer bevorzugten Variante der obigen Ausführungsform steuert die Steuereinrichtung das Einstellmittel basierend auf einer Optimierung mit dem Optimierungsziel eines möglichst geringen Geschwindigkeitsverteilparameters. Entsprechende Optimierungsverfahren bzw. Optimisierungsalgorithmen sind dem Fachmann hinlänglich bekannt.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Einstellmittel eine Vielzahl von Blöcken, welche nebeneinander entlang der Beschichtungsbreite angeordnet sind und zur Variation des Volumenstroms des Beschichtungsmaterials in den Schlitz einfahren und aus diesen herausfahren können. Mit einem solchen Einstellmittel kann der Volumenstrom auf einfache Weise durch Justierung der Position der Blöcke angepasst werden. Das Einstellmittel kann derart ausgestaltet sein, dass die Justierung der Blöcke durch einen Bediener manuell durchgeführt wird. Ebenso ist möglich, dass das Einstellmittel eine Aktorik umfasst, um die Justierung der Blöcke automatisiert vorzunehmen.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Beschichtung von beliebigen Materialbahnen mit unterschiedlichen Beschichtungsmaterialien verwendet werden. In einer bevorzugten Variante ist Materialbahn eine Substratfolie, welche mit einer Elektrodenpaste bzw. einem Slurry als Beschichtungsmaterial beschichtet wird, um eine Elektrodenmaterial-

bahn für die Batterie herzustellen.

[0022] Neben dem oben beschriebenen Verfahren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Beschichtung einer Materialbahn mittels einer Schlitzdüse, wobei die Vorrichtung für einen Betrieb eingerichtet ist, bei dem während des Transports der Materialbahn in eine Transportrichtung Beschichtungsmaterial über einen Schlitz der Schlitzdüse austritt und hierdurch auf die Materialbahn aufgebracht wird, wobei der Schlitz eine Beschichtungsbreite aufweist, die entlang der Materialbahn senkrecht zur Transportrichtung verläuft, wobei der Volumenstrom des durch den Schlitz tretenden Beschichtungsmaterials mit einem Einstellmittel variabel entlang der Beschichtungsbreite einstellbar ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dazu eingerichtet, während der Beschichtung der Materialbahn Druckmessungen durchzuführen, bei denen jeweils mittels einer Drucksensorik der Druck des Beschichtungsmaterials im Schlitz der Schlitzdüse an einer Vielzahl von Messpositionen entlang der Beschichtungsbreite gemessen wird und hierdurch Druckwerte für die Vielzahl von Messpositionen erhalten werden.

[0023] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist somit dazu eingerichtet, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. In einer bevorzugten Variante ist die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner dazu eingerichtet, eine oder mehrere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Mit anderen Worten enthält die Vorrichtung entsprechende Mittel, um eine oder mehrere bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, wie z.B. eine Rechneinrichtung, um die oben beschriebenen Berechnungen durchzuführen.

[0024] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Figuren detailliert beschrieben.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Beschichtung einer Materialbahn;

Fig. 2 einen Schnitt senkrecht zur Blattebene der Fig. 1 entlang der T-Blöcke;

Fig. 3 ein Diagramm, welches für unterschiedliche T-Block-Positionen den Zusammenhang zwischen der Position entlang der Beschichtungsbreite und dem Druck im Schlitz der Schlitzdüse während der Beschichtung der Materialbahn wiedergibt.

Fig. 4 ein Diagramm, welches für unterschiedliche T-Block-Positionen den Zusammenhang zwischen der Position entlang der Beschichtungsbreite und der Fließgeschwindigkeit des Beschichtungsmaterials beim Austritt aus dem Schlitz der Schlitzdüse während der Beschichtung der Materialbahn wiedergibt;

Fig. 5 ein Diagramm, welches die Abhängigkeit eines Druckverteilsparameters von einem entsprechenden Geschwindigkeitsverteilsparameter wiedergibt;

Fig. 6 ein Diagramm, welches für eine T-Block-Position den Zusammenhang zwischen der Position entlang der Beschichtungsbreite und einem normalisierten Geschwindigkeitswert wiedergibt; und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Steuereinrichtung, die in einer Variante erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendet wird.

[0026] Fig. 1 zeigt in Schnittansicht eine Schlitzdüse, die in einer Ausführungsform der Erfindung zur Beschichtung einer Materialbahn verwendet wird. Die Schlitzdüse ist mit Bezugszeichen 2 und die Materialbahn mit Bezugszeichen 1 bezeichnet. In Fig. 1 und Fig. 2 ist jeweils ein kartesisches Koordinatensystem mit x-Achse, y-Achse und z-Achse wiedergegeben. Die x-Achse bzw. x-Richtung entspricht der Erstreckung der Materialbahn 1 in Breitenrichtung. Die y-Achse bzw. y-Richtung korreliert mit der Erstreckung der Materialbahn 1 in Längsrichtung. Die z-Achse bzw. z-Richtung stellt die vertikale Richtung bzw. Höhenrichtung dar.

[0027] Die Schlitzdüse 2 ist oberhalb der Materialbahn 1 angeordnet, die während der Beschichtung mittels einer Transportrolle 3 fortbewegt wird. Die Transportrolle dreht sich in die dargestellte Rotationsrichtung RO, so dass die Materialbahn 1 in der dargestellten Transportrichtung T von links nach rechts bewegt wird. Bei der Materialbahn 1 handelt es sich im gezeigten Ausführungsbeispiel um eine Substratfolie, auf die ein Beschichtungsmaterial SL in der Form einer Elektrodenpaste (englisch: slurry) aufgebracht werden soll, um eine Elektrodenmaterialbahn für eine Batterie zu fertigen. Nichtsdestotrotz kann Erfindung auch zur Beschichtung anderer Materialbahnen mit abweichenden Beschichtungsmaterialien genutzt werden.

[0028] Das Beschichtungsmaterial SL wird über eine (nicht gezeigte) Pumpe in eine Verteilkammer 4 der Schlitzdüse 2 gefördert und gelangt über die Verteilkammer 4 zu einem Schlitz 5 innerhalb der Schlitzdüse 2. Das Beschichtungsmaterial SL ist in Fig. 1 aus Übersichtlichkeitsgründen nicht wiedergegeben. Jedoch ist das Beschichtungsmaterial in der

Darstellung der Fig. 2 durch eine schraffierte Fläche angedeutet.

[0029] Der Schlitz 5 weist eine Schlitzbreite b in y -Richtung auf. Die Länge des Schlitzes ist durch seine Erstreckung in z -Richtung von seiner Eintrittsöffnung 5a benachbart zur Verteilkammer 4 bis zu seiner Austrittsöffnung 5b benachbart zur Materialbahn 1 gegeben. Die Ausdehnung des Schlitzes 5 in x -Richtung ergibt sich aus dem Schnitt der Fig. 2. In dieser

Richtung hat der Schlitz 5 eine Beschichtungsbreite c_w , die der Breite entspricht, mit der Beschichtungsmaterial SL auf die Materialbahn 1 aufgebracht wird.

[0030] Das Beschichtungsmaterial SL tritt aus dem Schlitz 5 nach unten aus und wird als dünner Film auf die Materialbahn 1 bei deren Transport in die Transportrichtung T aufgetragen. Die Schichtdicke des aufgetragenen Beschichtungsmaterials soll dabei möglichst konstant sein. Um die Schichtdicke entlang der Beschichtungsbreite c_w geeignet einzustellen, sind zehn sog. T-Blöcke T1 bis T10 (englisch: T-bars) in x -Richtung nebeneinander vorgesehen, die Teil eines Einstellmittels 7 sind. Aus Fig. 1 ist lediglich der T-Block T5 ersichtlich, da durch diesen der Schnitt der Fig. 1 verläuft.

[0031] Die Anordnung der T-Blöcke T1 bis T10 in x -Richtung ergibt sich aus der Ansicht der Fig. 2, die einen Schnitt in der Höhe der T-Blocks entlang der Schnittebene darstellt, die durch die x -Achse und y -Achse aufgespannt ist. Dabei wird ersichtlich, dass die Position der einzelnen T-Blöcke in y -Richtung variiert werden kann. Durch die Variation dieser Position kann die Eindringtiefe der jeweiligen T-Blöcke in den Schlitz 5 verändert werden und auf diese Weise die Fließgeschwindigkeit des Beschichtungsmaterials im Schlitz beeinflusst werden. Je tiefer ein entsprechender T-Block in den Schlitz 5 eindringt, desto geringer sind der Volumenstrom und die Fließgeschwindigkeit des Beschichtungsmaterials im Bereich des entsprechenden T-Blocks. Dies führt wiederum zu einer geringeren Schichtdicke des aufgetragenen Beschichtungsmaterials, denn es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Fließgeschwindigkeit und der Schichtdicke. Die Eindringtiefe t der T-Blocks ist in Fig. 1 mit t bezeichnet. Hieraus resultiert eine verminderte Schlitzbreite $b' = b - t$ im Bereich des entsprechenden T-Blocks.

[0032] In einer Variante der Erfindung können die Positionen der T-Blöcke in y -Richtung manuell durch einen Bediener über eine Justierschraube eingestellt werden. In einer anderen Variante der Erfindung kann das Einstellmittel 7 automatisiert ausgestaltet sein, indem für die einzelnen T-Blöcke elektrisch ansteuerbare Aktuatoren (nicht gezeigt) vorgesehen sind, um die Position der jeweiligen T-Blöcke in y -Richtung zu variieren.

[0033] Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass im Schlitz 5 eine Drucksensorik 60 vorgesehen ist, um den Druck des Beschichtungsmaterials entlang der Beschichtungsbreite c_w zu messen. Die Drucksensorik 60 umfasst zehn Drucksensoren 6, von denen einer aus Fig. 1 ersichtlich ist. Als Drucksensoren können an sich bekannte Sensoren verwendet werden, beispielsweise der Drucksensor der Serie 33X der Firma Keller oder der Drucksensor Cerabar PMC51 der Firma Endress + Hauser. Jeder Drucksensor 6 ist einem der T-Blöcke T1 bis T10 zugeordnet und im Schlitz 5 stromabwärts hinter dem entsprechenden T-Block positioniert. Während der Beschichtung der Materialbahn 1 führt die Drucksensorik 60 in regelmäßigen Abständen Druckmessungen DM durch. Dabei wird mit den einzelnen Drucksensoren 6 der Druck p an der entsprechenden Stelle im Schlitz 5 gemessen. Als Resultat erhält man Druckwerte p_v an Messpositionen MP im Schlitz (d. h. den Positionen der Drucksensoren 6). Jede Messposition MP korreliert dabei eine Austrittsposition AP, bei der das Beschichtungsmaterial SL nach Passieren der entsprechenden Messposition MP aus der Austrittsöffnung 5b des Schlitzes 5 austritt.

[0034] In Fig. 1 ist ferner schematisch eine Benutzerschnittstelle 8 wiedergegeben, bei der es sich um eine visuelle Benutzerschnittstelle in der Form eines Displays handelt. In einer Ausführungsform der Erfindung werden dem Bediener auf dem Display die über die Drucksensoren 6 erfassten Drücke visualisiert, wie weiter unten noch näher erläutert wird.

[0035] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die mittels der Drucksensorik 60 an den Messpositionen MP gemessenen Drücke mit den Fließgeschwindigkeiten des Beschichtungsmaterials an den entsprechenden Austrittspositionen AP und folglich mit der Schichtdicke des auf der Materialbahn aufgetragenen Beschichtungsmaterials korreliert sind. Demzufolge kann mit den Druckmessungen sehr gut die Gleichmäßigkeit der Dicke der aufgetragenen Beschichtung überprüft werden. Mit anderen Worten lassen gleichbleibende Drücke entlang der Beschichtungsbreite darauf schließen, dass die Schichtdicke konstant ist.

[0036] Die obige Erkenntnis konnte durch CFD-Simulationen (CFD = Computational Fluid Dynamics) mittels der an sich bekannten Software OpenFOAM® belegt werden. In den Simulationen wurde eine Schlitzdüse entsprechend dem Aufbau der Fig. 1 simuliert. Diese simulierte Schlitzdüse hat eine Beschichtungsbreite c_w von 250 mm. Die Länge des Schlitzes der Schlitzdüse von der Verteilkammer bis zur Austrittsöffnung des Schlitzes liegt bei 40 mm. Die Schlitzbreite b beträgt 2 mm. Die Schlitzdüse umfasst zehn T-Blöcke mit jeweils einer Breite von 25 mm in Richtung quer zur Materialbahn. Den Simulationen wurde als Beschichtungsmaterial eine Elektrodenpaste für eine Anode zugrunde gelegt, die mit einem Volumenstrom von 500 ml/min aus der Verteilkammer 4 austritt. Die Geschwindigkeit der Materialbahn in Transportrichtung T liegt bei 50 m/min.

[0037] Es wurden acht Simulationen mit unterschiedlichen T-Block-Positionen PO1 bis PO8 durchgeführt. Eine jeweilige T-Block-Position legt dabei die Eindringtiefe t bzw. die verminderte Schlitzbreite $b' = b - t$ für alle zehn T-Blocks fest. Die bei den Simulationen verwendeten T-Block-Positionen ergeben sich aus folgender Tabelle:

	b' für T1 (μm)	b' für T2 (μm)	b' für T3 (μm)	b' für T4 (μm)	b' für T5 (μm)	b' für T6 (μm)	b' für T7 (μm)	b' für T8 (μm)	b' für T9 (μm)	b' für T10 (μm)
5	PO1	750	750	750	750	680	680	750	750	750
	PO2	740	740	740	740	720	720	740	740	740
	PO3	740	740	740	740	740	740	740	740	740
	PO4	750	750	750	740	740	740	750	750	750
10	PO5	750	750	750	750	740	740	750	750	750
	PO6	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	PO7	750	750	750	740	735	735	740	750	750
15	PO8	750	750	745	740	735	735	740	745	750

[0038] Mittels der CFD-Simulationen wurde der Verlauf des Drucks p entlang der Beschichtungsbreite c_w ermittelt. In dem Diagramm der Fig. 3 ist dieser Verlauf beispielhaft für die vier T-Block-Positionen PO1, PO2, PO3 und PO4 durch entsprechende Linien L1, L2, L3 und L4 angedeutet. Die Abszisse der Fig. 3 spezifiziert die Positionen po_{cw} entlang der Beschichtungsbreite. Die Ordinate der Fig. 3 spezifiziert den Druck p an den entsprechenden Positionen. Ferner wurde mittels der CFD-Simulationen der Verlauf der Fließgeschwindigkeit u des Beschichtungsmaterials entlang der Beschichtungsbreite c_w bei Austritt aus dem Schlitz der Düse ermittelt.

[0039] In dem Diagramm der Fig. 4 ist dieser Verlauf beispielhaft für die vier T-Block-Positionen PO1, PO2, PO3 und PO4 durch entsprechende Linien L1', L2', L3' und L4' angedeutet. Die Abszisse der Fig. 4 spezifiziert die Positionen po_{cw} entlang der Beschichtungsbreite. Die Ordinate der Fig. 4 spezifiziert die Fließgeschwindigkeit u des Beschichtungsmaterials an den entsprechenden Positionen.

[0040] Wie man aus Fig. 3 und Fig. 4 erkennt, haben die Drücke p und die Fließgeschwindigkeiten u der gleichen T-Block-Positionen den gleichen qualitativen Verlauf. In einer Variante der Erfindung, in der die Positionen der einzelnen T-Blöcke manuell einstellbar sind, werden deshalb die Druckwerte p_v der jeweiligen Druckmessungen DM auf dem Display der Benutzerschnittstelle 8 visualisiert, so dass der Bediener Rückmeldung darüber bekommt, inwieweit die Fließgeschwindigkeit und damit die Schichtdicke des aufgetragenen Beschichtungsmaterials entlang der Beschichtungsbreite c_w konstant sind. Die Druckwerte p_v können auf dem Display der Benutzerschnittstelle 8 beispielsweise als Liste ausgegeben werden. Vorzugsweise werden sie jedoch in einem Diagramm analog zu Fig. 3 dargestellt, wobei vorzugsweise ein Druckverlauf wiedergegeben wird, indem eine Kurve an die Druckwerte p_v gefittet wird.

[0041] Fig. 5 zeigt Diagramm, welches die Abhängigkeit von Druckverteilparametern $\tilde{p}$, die aus den Druckverläufen der Fig. 3 ermittelt wurden, von Geschwindigkeitsverteilparametern zeigt, die aus den Geschwindigkeitsverläufen der Fig. 4 ermittelt wurden. Dabei entsprechen die Kreise, Dreiecke und das Rechteck, die dem Diagramm der Fig. 5 gezeigt sind, jeweils einem Datenpunkt, der mit einer der T-Block-Positionen PO1 bis PO8 gemäß obiger Tabelle und somit mit den zugeordneten Verläufen aus Fig. 3 und Fig. 4 korreliert ist.

[0042] Der entsprechende Druckverteilparameter ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$\tilde{p} = \frac{p_{\max} - p_{\min}}{2 \cdot \bar{p}} \quad (1)$$

wobei $p_{\max}$ der Maximaldruck aus dem Druckverlauf der Fig. 3 für die entsprechende T-Block-Position ist;

wobei $p_{\min}$ der Minimaldruck aus dem Druckverlauf der Fig. 3 für die entsprechende T-Block-Position ist;

wobei $\bar{p}$ der mittlere Druck aus dem Druckverlauf der Fig. 3 für die entsprechende T-Block-Position ist.

[0043] Der Druckverteilparameter $\tilde{p}$ ist ein Maß für die Streuung der mit den Drucksensoren 6 ermittelten Drücke an den Messpositionen MP.

[0044] Der entsprechende Geschwindigkeitsverteilparameter ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$\tilde{u} = \frac{u_{\max} - u_{\min}}{2 \cdot \bar{u}} \quad (2)$$

wobei $u_{\max}$ die maximale Fließgeschwindigkeit aus dem Geschwindigkeitsverlauf der Fig. 4 für die entsprechende T-Block-Position ist;

wobei $u_{\min}$ die minimale Fließgeschwindigkeit aus dem Geschwindigkeitsverlauf der Fig. 4 für die entsprechende T-Block-Position ist;

wobei $\bar{u}$ der mittlere Fließgeschwindigkeit für den Geschwindigkeitsverlauf der Fig. 4 für die entsprechende T-Block-Position ist.

[0045] Der Geschwindigkeitsverteilerparameter $\bar{u}$ ist ein Maß für die Streuung der Fließgeschwindigkeiten des Beschichtungsmaterials an den Austrittspositionen AP, die mit den jeweiligen Messpositionen MP korrelieren.

[0046] Wie man aus Fig. 5 erkennt, besteht eine lineare Relation RE zwischen dem Druckverteilerparameter $\bar{p}$ und dem Geschwindigkeitsverteilerparameter $\bar{u}$. Mit anderen Worten lässt sich eine Gerade mit einer Steigung a und einem Versatz c an die in Fig. 5 gezeigten Datenpunkte fitten. In einer Variante der Erfindung werden die aus den Druckmessungen DM gewonnenen Druckwerte p_v in einem Rechner (nicht gezeigt) verarbeitet, welcher aus den Druckwerten den entsprechenden Druckverteilerparameter $\bar{p}$ ermittelt. Mittels der Relation RE, die vorab aus den Simulationen gemäß Fig. 3 und Fig. 4 gewonnen wurde, bestimmt der Rechner den zugeordneten Geschwindigkeitsverteilerparameter $\bar{u}$. Der Geschwindigkeitsverteilerparameter kann dann über das Display der Benutzerschnittstelle 8 ausgegeben werden, wobei zusätzlich auch der Druckverteilerparameter $\bar{p}$ auf dem Display angezeigt werden kann. Je größer der Geschwindigkeitsverteilerparameter ist, desto größer ist die Streuung der Fließgeschwindigkeiten des Beschichtungsmaterials beim Austritt aus der Düse, d.h. desto ungleichmäßiger ist die Schichtdicke des auf die Materialbahn aufgetragenen Beschichtungsmaterials. Der angezeigte Geschwindigkeitsverteilerparameter gibt dem Bediener somit Aufschluss darüber, ob die Schichtdicke gleichmäßig ist.

[0047] Mittels der Relation RE lässt sich auch eine normalisierte Fließgeschwindigkeit u_n wie folgt bestimmen:

$$u_n = \frac{u - u_{\min}}{2 \cdot \bar{u}} = a \cdot \frac{p - p_{\min}}{2 \cdot \bar{p}} + c \quad (3)$$

[0048] Der Druckwerte p in der obigen Gleichung (3) korreliert dabei mit dem Druck an der entsprechenden Messposition, die wiederum mit einer Position po_{cw} entlang der Beschichtungsbreite verknüpft ist.

[0049] Fig. 6 zeigt ein Diagramm, welches den Verlauf L der obigen normalisierten Geschwindigkeit u_n in Abhängigkeit von der Position po_{cw} entlang der Beschichtungsbreite für die simulierten Drücke gemäß der T-Block-Position PO2 (Linie L2 aus Fig. 3) wiedergibt.

[0050] In einer Variante der Erfindung werden normalisierte Geschwindigkeiten u_n für über die Drucksensoren 6 gemessene Drücke unter Verwendung der Relation RE mittels eines Rechners (nicht gezeigt) ermittelt und über das Display der Benutzerschnittstelle 8 ausgegeben. Die normalisierten Geschwindigkeiten werden dabei als Datenpunkte in einem Diagramm entsprechend der Fig. 6 dargestellt. Gegebenenfalls kann auch ein Verlauf der normalisierten Geschwindigkeiten ausgegeben werden, indem eine Kurve an die Datenpunkte gefittet wird. Der Bediener bekommt über diese Darstellung wieder eine geeignete Rückmeldung über die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke des aufgetragenen Beschichtungsmaterials.

[0051] Fig. 7 zeigt schematisch eine Steuereinrichtung 9, die in einer Variante der Erfindung zum Einsatz kommt, in der die Positionen der T-Blöcke automatisiert verstellt werden können. Die Steuereinrichtung 9 verfügt über ein Steuerprogramm CO, dass auf einer Rechneinheit der Steuereinrichtung 9 hinterlegt ist. Das Steuerprogramm CO verarbeitet die durch die Drucksensoren 6 gemessenen Druckwerte p_v . Sollten sich hierbei stark abweichende Druckwerte ergeben, wird mittels einer an sich bekannten Optimierung eine Verstellung der T-Blöcke vorgenommen, die zu einer gleichmäßigeren Druckverteilung entlang der Beschichtungsbreite und damit zu einer gleichmäßigeren Schichtdicke führt. Mit anderen Worten gibt das Steuerprogramm CO in Abhängigkeit von den gemessenen Druckwerte p_v geeignete Eindringtiefen t aus, die dann für die entsprechenden T-Blöcke eingestellt werden. Im Rahmen der Optimierung, die durch das Steuerprogramm CO durchgeführt wird, kann beispielsweise der Geschwindigkeitsverteilerparameter $\bar{u}$ verwendet werden, der aus der vorgegebenen Relation RE ermittelt wird. Das Optimierungsziel ist dabei ein möglichst kleiner Wert des Geschwindigkeitsverteilerparameters, der mit einer gleichmäßigen Schichtdicke des auf die Materialbahn aufgetragenen Beschichtungsmaterials korreliert. Entsprechende Optimierungsalgorithmen zur Umsetzung des obigen Optimierungsziels sind dem Fachmann hinlänglich bekannt und werden deshalb nicht weiter erläutert.

[0052] Die im Vorangegangenen beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung weisen eine Reihe von Vorteilen. Insbesondere wird erstmalig direkt im Schlitz einer Schlitzdüse eine Messung durchgeführt, welche Rückschlüsse über die Gleichmäßigkeit der Dicke der über die Schlitzdüse aufgetragenen Beschichtung ermöglicht. Dabei wurde erkannt, dass eine Druckmessung unmittelbar einen Rückschluss auf die Schichtdicke zulässt, weshalb entsprechende Drucksensoren am Schlitz vorgesehen sind. Die Druckwerte der Drucksensoren oder daraus abgeleitete Fließgeschwindigkeiten können über eine Benutzerschnittstelle einem Bediener visualisiert werden, die anschließend die T-Blöcke der Schlitzdüse verstellen kann, um eine gleichmäßige Schichtdicke zu erreichen. Gegebenenfalls können die Positionen der

T-Blöcke auch automatisiert verstellt werden. In diesem Fall können die gemessenen Drücke im Rahmen einer Regelung verwendet werden, welche die Positionen der T-Blöcke derart verstellt, dass gleichmäßigeren Schichtdicken erreicht werden.

5 Bezugszeichenliste

[0053]

- 1 Materialbahn
- 10 2 Schlitzdüse
- 3 Transportrolle
- 4 Verteilkammer
- 5 Schlitz
- 5a Eintrittsöffnung des Schlitzes
- 15 5b Austrittsöffnung des Schlitzes
- 6 Drucksensor
- 60 Drucksensorik
- 7 Einstellmittel
- 8 Benutzerschnittstelle
- 20 9 Steuereinrichtung
- T1, T2, ..., T10 T-Blocks
- SL Beschichtungsmaterial (Elektrodenpaste)
- T Transportrichtung der Materialbahn
- RO Rotationsrichtung der Transportrolle
- 25 t Distanz, mit der ein T-Block in den Schlitz vorsteht
- DM Druckmessung
- p Druck
- p_v Druckwert
- MP Messpositionen
- 30 AP Austrittspositionen
- b Schlitzbreite
- cw Beschichtungsbreite
- x, y, z Koordinaten eines kartesischen Koordinatensystems
- p_{o_{cw}} Positionen entlang der Beschichtungsbreite
- 35 u Fließgeschwindigkeit
- L1, L2, L3, L4 Druckverläufe
- PO1, PO2, PO3, PO4 Positionen von T-Blocks
- L1', L2', L3', L4' Geschwindigkeitsverläufe
- β Druckverteilparameter
- 40 ü Geschwindigkeitsverteilparameter
- RE vorgegebene Relation
- a Steigung der Geraden der vorgegebenen Relation
- c Versatz der Geraden der vorgegebenen Relation
- p_{max} maximaler Druckwert
- 45 p_{min} minimaler Druckwert
- p mittlerer Druckwert
- u_{max} maximale Fließgeschwindigkeit
- u_{min} minimale Fließgeschwindigkeit
- ū mittlere Fließgeschwindigkeit
- 50 u_n normalisierter Geschwindigkeitswert
- L Verlauf der normalisierten Geschwindigkeit
- CO Steuerprogramm

55 **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Beschichtung einer Materialbahn (1) mittels einer Schlitzdüse (2), wobei während des Transports der Materialbahn (1) in eine Transportrichtung (T) Beschichtungsmaterial (SL) über einen Schlitz (5) der Schlitzdüse (2)

austritt und hierdurch auf die Materialbahn (1) aufgebracht wird, wobei der Schlitz (5) eine Beschichtungsbreite (cw) aufweist, die entlang der Materialbahn (1) senkrecht zur Transportrichtung (T) verläuft, wobei der Volumenstrom des durch den Schlitz (5) tretenden Beschichtungsmaterials (SL) mit einem Einstellmittel (7) variabel entlang der Beschichtungsbreite (cw) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

während der Beschichtung der Materialbahn (1) Druckmessungen (DM) durchgeführt werden, bei denen jeweils mittels einer Drucksensorik (60) der Druck (p) des Beschichtungsmaterials (SL) im Schlitz (5) der Schlitzdüse (2) an einer Vielzahl von Messpositionen (MP) entlang der Beschichtungsbreite (cw) gemessen wird und hierdurch Druckwerte (pv) für die Vielzahl von Messpositionen (MP) erhalten werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine jeweilige Druckmessung (DM) die Druckwerte (pv) in Abhängigkeit von den Messpositionen (MP) und/oder ein aus den Druckwerten (pv) abgeleiteter Druckverlauf (L1, L2, L3, L4) entlang der Beschichtungsbreite (cw) über eine Benutzerschnittstelle (8) ausgegeben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drucksensorik (60) eine Vielzahl von Drucksensoren (6) umfasst, die entlang der Beschichtungsbreite (cw) an der Vielzahl von Messpositionen (MP) nebeneinander angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine jeweilige Druckmessung (DM) aus dem Druckwert (pv) an einer jeweiligen Messposition (MP) mittels einer vorgegebenen Relation (RE) ein zugeordneter normalisierter Geschwindigkeitswert (u_n) berechnet wird, welcher für eine jeweilige Austrittsposition (AP) aus einer Vielzahl von Austrittspositionen (AP) die Abweichung der Fließgeschwindigkeit (u) des Beschichtungsmaterials (SL) gegenüber der minimalen Fließgeschwindigkeit des Beschichtungsmaterials (SL) an der Vielzahl von Austrittspositionen (MP), geteilt durch die mittlere Fließgeschwindigkeit über die Vielzahl von Austrittspositionen (MP) und multipliziert mit einem Zahlenwert größer Null, ist, wobei jeder Austrittsposition (AP) eine Messposition (MP) aus der Vielzahl von Messpositionen (MP) zugeordnet ist und eine jeweilige Austrittsposition (AP) die Position des Austritts des Beschichtungsmaterials (SL) aus dem Schlitz (5) nach Passieren der zugeordneten Messposition (MP) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dass für eine jeweilige Druckmessung (DM) die normalisierten Geschwindigkeitswerte (u_n) in Abhängigkeit von den Austrittspositionen (AP) und/oder ein aus den normalisierten Geschwindigkeitswerten (u_n) abgeleiteter Geschwindigkeitsverlauf (L) entlang der Beschichtungsbreite (cw) über eine Benutzerschnittstelle (8) ausgegeben werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einer jeweiligen Druckmessung (DM) ein Druckverteilsparameter ($\tilde{p}$) berechnet wird, der ein Maß für die Streuung der Druckwerte (pv) an der Vielzahl von Messpositionen (MP) um den mittleren Druckwert ($\bar{p}$) über die Vielzahl von Messpositionen (MP) ist, und über eine vorgegebene Relation (RE) aus dem Druckverteilsparameter ($\tilde{p}$) ein Geschwindigkeitsverteilsparameter ($\tilde{u}$) bestimmt wird, der ein Maß für die Streuung der Fließgeschwindigkeiten (u) des Beschichtungsmaterials (SL) an einer Vielzahl von Austrittspositionen ist, wobei jeder Austrittsposition (AP) eine Messposition (MP) aus der Vielzahl von Messpositionen (MP) zugeordnet ist und eine jeweilige Austrittsposition (AP) die Position des Austritts des Beschichtungsmaterials (SL) aus dem Schlitz (5) nach Passieren der zugeordneten Messposition (MP) ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckverteilsparameter ($\tilde{p}$) die Differenz zwischen maximalem Druckwert ($p_{\max}$) und minimalem Druckwert ($p_{\min}$) an der Vielzahl von Messpositionen (MP), geteilt durch den mittleren Druckwert ($\bar{p}$) über die Vielzahl von Messpositionen (MP) und multipliziert mit einem Zahlenwert größer Null, ist und/oder dass der Geschwindigkeitsverteilsparameter ($\tilde{u}$) die Differenz zwischen maximaler Fließgeschwindigkeit ($u_{\max}$) und minimaler Fließgeschwindigkeit ($u_{\min}$) an der Vielzahl von Austrittspositionen (AP), geteilt durch die mittlere Fließgeschwindigkeit ($\bar{u}$) über die Vielzahl von Messpositionen (MP) und multipliziert mit einem Zahlenwert größer Null, ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckverteilsparameter ($\tilde{p}$) und/oder der Geschwindigkeitsverteilsparameter ($\tilde{u}$) über eine Benutzerschnittstelle (8) ausgegeben werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebene Relation (RE) eine Relation ist, die vorab für die Schlitzdüse (2) experimentell oder über eine Simulation bestimmt wurde.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellmittel (7)

automatisiert mittels einer Steuereinrichtung (9) derart gesteuert wird, dass Variationen der Druckwerte (p) über die Vielzahl von Messpositionen (MP) vermindert werden.

- 5 11. Verfahren nach Anspruch 10 in Kombination mit einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (9) das Einstellmittel (7) basierend auf einer Optimierung mit dem Optimierungsziel eines möglichst geringen Geschwindigkeitsverteilparameters ($\bar{u}$) steuert.
- 10 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Einstellmittel (7) eine Vielzahl von Blöcken (T1, ..., T5) umfasst, welche nebeneinander entlang der Beschichtungsbreite (cw) angeordnet sind und zur Variation des Volumenstroms des Beschichtungsmaterials (SL) in den Schlitz einfahren und aus diesen herausfahren können.
- 15 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialbahn (1) eine Substratfolie ist, welche mit einer Elektrodenpaste als Beschichtungsmaterial (SL) beschichtet wird, um eine Elektrodenmaterialbahn für eine Batterie herzustellen.
- 20 14. Vorrichtung zur Beschichtung einer Materialbahn (1) mittels einer Schlitzdüse (2), wobei die Vorrichtung für einen Betrieb eingerichtet ist, bei dem während des Transports der Materialbahn (1) in eine Transportrichtung (T) Beschichtungsmaterial (SL) über einen Schlitz (5) der Schlitzdüse (2) austritt und hierdurch auf die Materialbahn (1) aufgebracht wird, wobei der Schlitz (5) eine Beschichtungsbreite (cw) aufweist, die entlang der Materialbahn (1) senkrecht zur Transportrichtung (T) verläuft, wobei der Volumenstrom des durch den Schlitz (5) tretenden Beschichtungsmaterials (SL) mit einem Einstellmittel (7) variabel entlang der Beschichtungsbreite (cw) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
25 die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, während der Beschichtung der Materialbahn (1) Druckmessungen (DM) durchzuführen, bei denen jeweils mittels einer Drucksensorik (60) der Druck (p) des Beschichtungsmaterials (SL) im Schlitz (5) der Schlitzdüse (2) an einer Vielzahl von Messpositionen (MP) entlang der Beschichtungsbreite (cw) gemessen wird und hierdurch Druckwerte (pv) für die Vielzahl von Messpositionen (MP) erhalten werden.
- 30 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 13 eingerichtet ist.

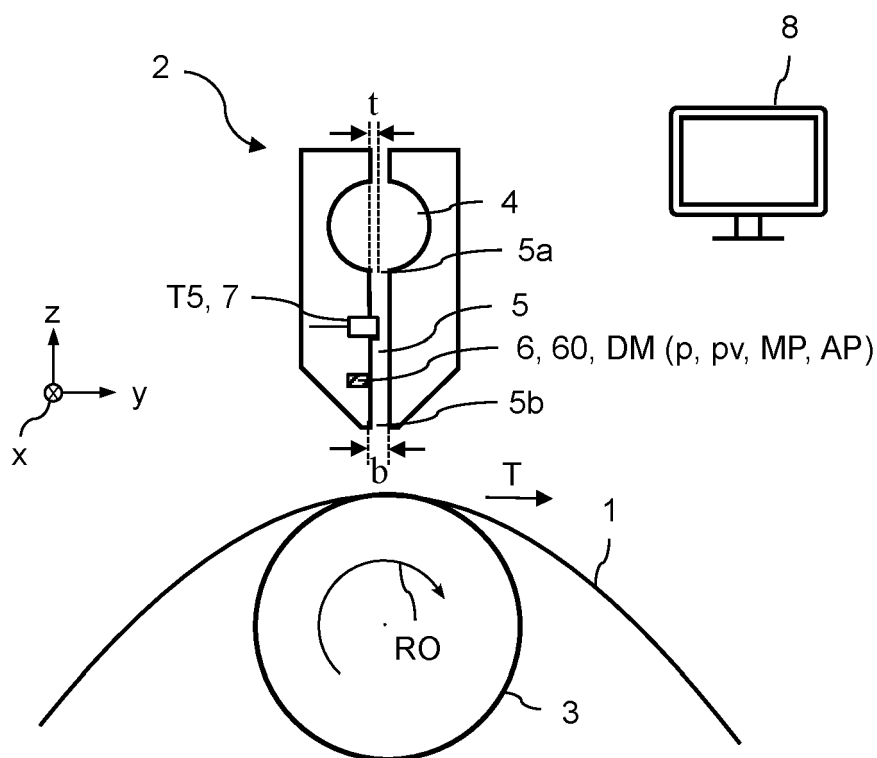


Fig. 1

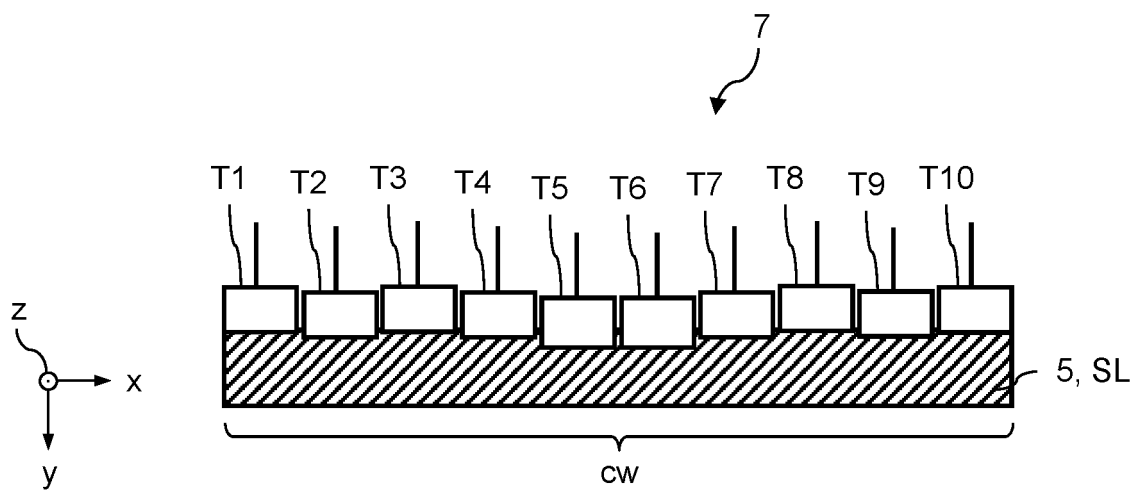


Fig. 2

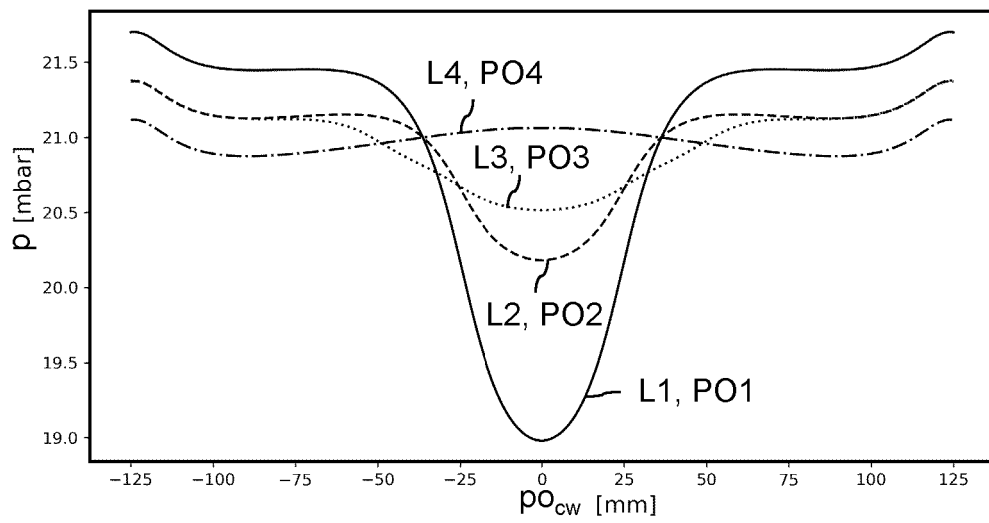


Fig. 3

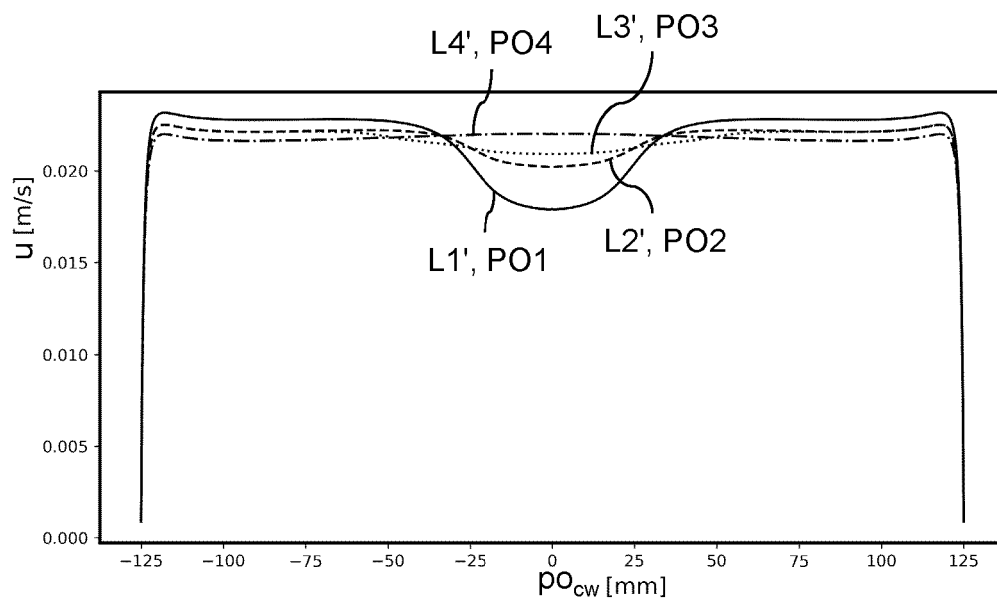


Fig. 4

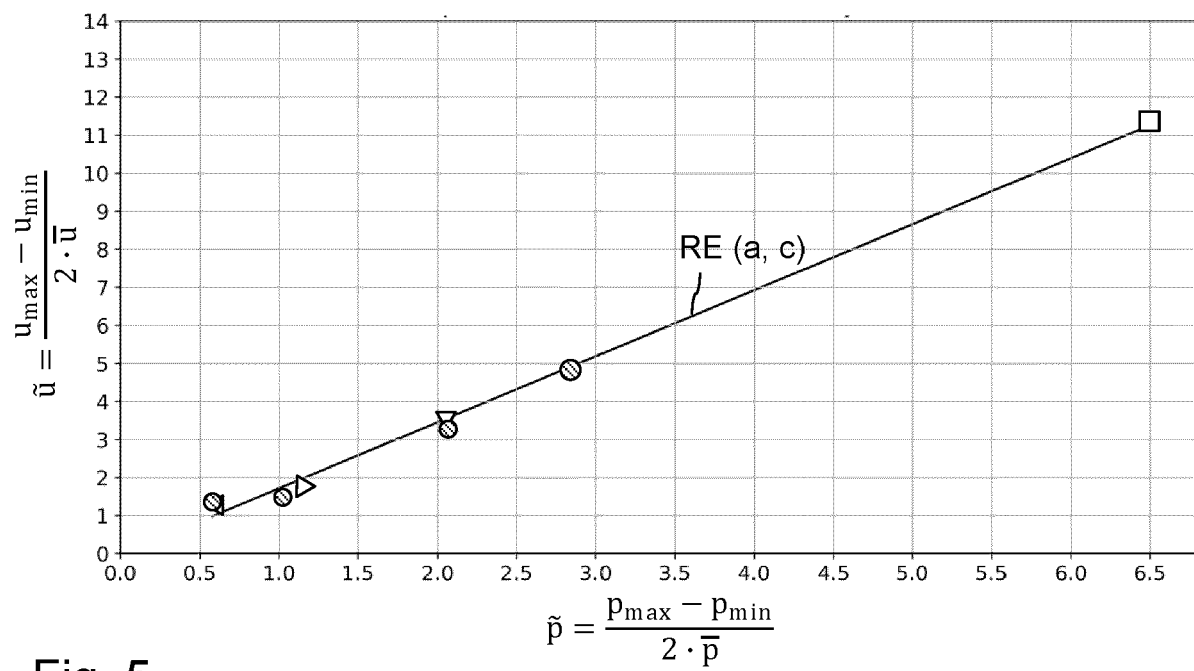


Fig. 5

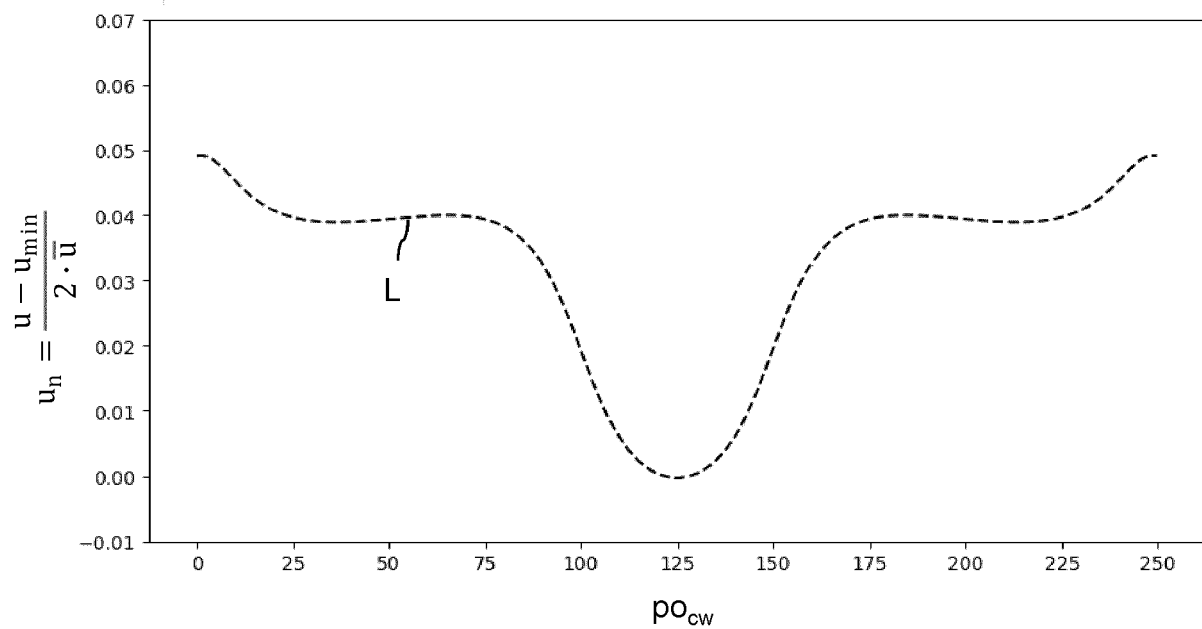


Fig. 6

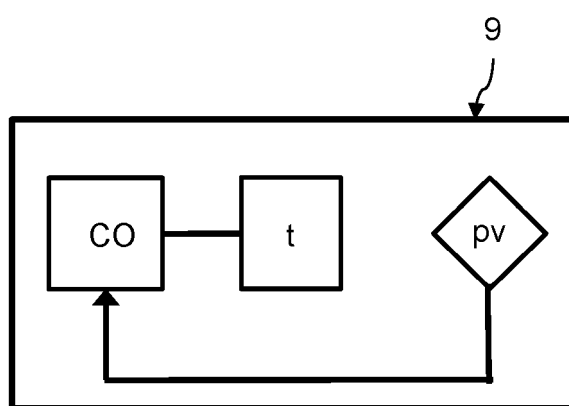


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 16 7262

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P24C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2023/356258 A1 (LIU YANG [CN] ET AL) 9. November 2023 (2023-11-09) * Absatz [0051] - Absatz [0052] * * Absatz [0055] * * Absatz [0057] * * Absatz [0060] * * Abbildungen 2,5,7 * -----	1-15	INV. B05C5/02
X	CN 210 614 182 U (SHENZHEN MANST TECH CO LTD) 26. Mai 2020 (2020-05-26) * das ganze Dokument * * siehe Maschinenübersetzung * * Abbildungen 1,3 * -----	1-15	
X	CN 218 167 601 U (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECH CO LTD) 30. Dezember 2022 (2022-12-30) * das ganze Dokument * * siehe Maschinenübersetzung * * Abbildung 4 * -----	1-3, 10-15	
X	US 2014/000518 A1 (ISHII TAKAYUKI [JP] ET AL) 2. Januar 2014 (2014-01-02) * Absatz [0061] * * Absatz [0068] * * Absatz [0078] * * Absatz [0082] * * Absatz [0085] * * Abbildung 3a * -----	1-3, 10-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B05C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. September 2025	Prüfer Mihé, Julian
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	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 25 16 7262

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

19-09-2025

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2023356258 A1	09-11-2023	CN 216064014 U	18-03-2022
		EP 4265342 A1	25-10-2023
		US 2023356258 A1	09-11-2023
		WO 2023071708 A1	04-05-2023

CN 210614182 U	26-05-2020	KEINE	

CN 218167601 U	30-12-2022	CN 218167601 U	30-12-2022
		EP 4563241 A1	04-06-2025
		US 2025178018 A1	05-06-2025
		WO 2024074117 A1	11-04-2024

US 2014000518 A1	02-01-2014	JP 5775851 B2	09-09-2015
		JP 2014008424 A	20-01-2014
		KR 20140001119 A	06-01-2014
		TW 201417894 A	16-05-2014
		US 2014000518 A1	02-01-2014

EPO FORM P0461

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