



(11)

EP 1 366 331 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.2010 Patentblatt 2010/47

(51) Int Cl.:
F26B 3/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02702389.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/002280

(22) Anmeldetag: **01.03.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/070973 (12.09.2002 Gazette 2002/37)

(54) **VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINER BESCHICHTUNG AUF EINEM QUASI-ENDLOS GEFÖRDERTEN MATERIALBAND**

METHOD FOR PRODUCING A COATING ON A QUASI-CONTINUOUSLY FED MATERIAL STRIP
PROCEDE DE PRODUCTION D'UN REVETEMENT SUR UNE BANDE DE MATERIAU
TRANSPORTEE EN QUASI-CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

- **WIRTH, Rolf**
83052 Bruckmühl (DE)
- **GABEL, Klaus**
82024 Taufkirchen (DE)

(30) Priorität: **01.03.2001 DE 10109847**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.2003 Patentblatt 2003/49

(74) Vertreter: **Meissner, Bolte & Partner**
Anwaltssozietät GbR
Postfach 86 06 24
81633 München (DE)

(73) Patentinhaber: **Adphos Advanced Photonics Technologies AG**
83052 Bruckmühl (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 378 731 EP-A- 0 486 035
EP-A- 0 973 365 EP-A- 1 033 544
WO-A-98/31474 DE-A- 19 857 045
DE-U- 20 020 691 US-A- 3 286 369
US-A- 4 594 266 US-A- 5 930 914

(72) Erfinder:

- **GAUS, Rainer**
83700 Rottach-Egern (DE)
- **BÄR, Kai, K. O.**
83043 Bad Aibling (DE)

EP 1 366 331 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung mittels elektromagnetischer Strahlung auf einem sich in Förderrichtung bewegendem quasi-endlos geförderten, insbesondere bandförmigen, flexiblen Materialband.

[0002] Beschichtungen von Oberflächen spielen nicht nur hinsichtlich der ästhetischen Wirkung eine Rolle, sondern dienen beispielsweise auch dazu, einen bestimmten Gegenstand gegen äußere Einflüsse, wie z.B. gegen Lichtstrahlung, Wasser, Wärme und mechanische Einwirkungen widerstandsfähiger zu machen. Darüber hinaus können durch die Beschichtung physikalische Eigenschaften verliehen werden, die der zu beschichtende Körper an sich nicht besitzt, wie z.B. elektrische Leitfähigkeit oder Magnetisierbarkeit.

[0003] Besondere Bedeutung hat diesbezüglich das Beschichten quasi-endlos geförderter flexibler Materialbänder wie z.B. von Metallbändern, Kunststofffolien, Werkstoffverbundsystemen und Laminaten, die beispielsweise von Rollen oder Stapeln gefördert werden.

[0004] Quasi-endlose beschichtete Metallbleche, insbesondere Stahl- und Aluminiumbleche, werden in riesigen Mengen in der Automobilindustrie und auch zur Herstellung von Haushaltsgeräten (der sogenannten weißen Ware) und des weiteren auch zur Herstellung von Luft- und Wasserfahrzeugen und von Verkleidungen für das Bauwesen verarbeitet. Bei den Stahlblechen handelt es sich um primär blanke, verzinkte oder auch vernickelte (Stahl-)Bleche mit Stärken im Bereich zwischen einigen Zehnteln Millimetern und über einem Millimeter. Derartige Bleche sind auf Rollen, sog. "Coils" aufgewickelt, bevor sie einem bestimmten Umform- oder Stanzprozeß kontinuierlich zugeführt werden. Als Vorbehandlung für eine spätere Lackierung bzw. Kunststoffbeschichtung erhalten die Bleche bereits auf dem "Coil" eine Korrosionsschutzbeschichtung und/ oder eine Grundierung bzw. einen Primerauftrag.

[0005] Das Beschichten dieser Metallbänder erfolgt aus Rationalisierungsgründen vor dem Prozeßschritt des Biegens, Prägens, usw., in dem das Blech letztendlich in die gewünschte Form gebracht wird. In einer solchen Anlage wird üblicherweise an einer ersten Station dieser Anlage mindestens ein Beschichtungsmittel aufgewalzt oder mit einer anderen Technik auf das Metallband aufgetragen. Derartige Beschichtungsmittel werden zumeist im flüssigen Zustand, gelegentlich aber auch als Pulverbeschichtung, aufgebracht.

[0006] Da das Beschichtungsmittel vor den nachfolgenden Prozeßschritten vollständig getrocknet bzw. vernetzt sein muß, wird das Metallband nachfolgend einem Ofen zugeführt, der häufig nach dem Prinzip der Umlufttrocknung arbeitet. In diesem Ofen wird das Beschichtungsmittel zusammen mit dem gesamten Blech des Metallbandes erwärmt, so daß das Beschichtungsmittel trocknet und/oder vernetzt. Aufgrund der starken Erwärmung des Metallbandes ist im Anschluß an den Trock-

nungsprozeß eine Kühlung des Metallbandes notwendig. Da das Metallband nach dem Beschichtungsprozeß häufig Biege-, Präge- und Schweißprozessen unterzogen wird, werden besonders hohe Anforderungen an die Qualität des getrockneten bzw. vernetzten Beschichtungsmittel gestellt. So darf dieses beim Biegen bzw. Prägen nicht abplatzen. Des weiteren muß das beschichtete Metallband schweißbar bleiben.

[0007] Bei einem anderen herkömmlichen Trocknungsverfahren wird die zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels notwendige Wärmeenergie induktiv, d.h. durch elektromagnetische Kopplung auf das Metallband übertragen. Das so erwärmte Metallband gibt die Wärmeenergie durch Wärmeleitung an das Beschichtungsmittel ab, wodurch dieses getrocknet bzw. vernetzt wird.

[0008] Bei den oben geschilderten herkömmlichen Methoden muß das gesamte Metallband von der Umgebungstemperatur außerhalb der Anlage mindestens auf die zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erforderliche Temperatur erwärmt werden. Bei einer mit induktiver Wärmeübertragung arbeitenden Anlage ist es bei dünnen Metallbandstärken und/oder großen Beschichtungsmitteldicken (d.h. abhängig von deren spezifischer Wärmekapazität) notwendig, das Metallband sogar über die zur Trocknung bzw. Vernetzung erforderliche Temperatur aufzuheizen. Das bedeutet, daß bei einem Beschichtungsmittel, das zur Vernetzung eine Temperatur von 180°C benötigt, das Metallband induktiv etwa auf 250°C erwärmt werden muß, um einen ausreichenden Temperaturgradienten zwischen Metallband und Beschichtungsmittel zu erzeugen, so daß das Beschichtungsmittel in einer akzeptablen Zeit getrocknet bzw. vernetzt werden kann.

[0009] Die bei den oben dargestellten Verfahren zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erforderliche Wärmeenergie ist erheblich, da das gesamte Metallband erwärmt werden muß. Dessen Erwärmung ist in bestimmten Fällen sogar nachteilig, weil sie bestimmte, in vorhergehenden Schritten mittels sorgfältig aufeinander abgestimmter thermischer Bearbeitungsverfahren eingestellte physikalische Eigenschaften des Metalls wieder verändern kann. Die durch die unnötige Erwärmung des Metallbandes verlorengelassene Energie summiert sich im übrigen angesichts der sehr großen Tonnagen von auf diese Weise getrocknetem beschichtetem Metallband auf volkswirtschaftlich erhebliche Beträge.

[0010] Darüber hinaus gehen Anlagen zum Beschichten von sich schnell in Förderrichtung bewegendem Materialbändern mit hohen Investitionskosten einher, die es aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich machen, die Anlagen mit der höchstmöglichen Fördergeschwindigkeit und unter höchster Auslastung laufen zu lassen.

[0011] In einer "Coilcoating-Anlage" wird das sich von einer Rolle abwickelnde Metallband beispielsweise mit einer Fördergeschwindigkeit von 120 m/min durch die einzelnen Stationen dieser Anlage geführt. Aufgrund der-

artiger hoher Fördergeschwindigkeiten und der damit verbleibenden geringeren Wechselwirkungszeit beim Trocknen bzw. Kühlen des Metallbandes weisen die einzelnen Stationen, d.h. der Trocknungsöfen und die Kühlstation, erhebliche Längenausdehnungen auf, die bis zu 100 m betragen können.

[0012] Es wird deutlich, daß die Größe einer solchen Anlage aufgrund ihres Platzbedarfes und eines erhöhten Instandhaltungsaufwands erhebliche Kosten verursacht. Darüber hinaus erhöht die lange Trocknungszeit beim Durchlaufen des Metallbandes, bevor dieses einem Umformprozeß zugeführt werden kann, die Herstellungskosten des Metallbandes in entsprechendem Maße. Die erwähnten Nachteile führen insgesamt zu einem heute noch relativ hohen Preis von mit dem sogenannten "Coilcoating" bearbeiteten Blechen, was sich angesichts des zunehmenden Kostendrucks bei den Zulieferern der Automobil- und Konsumgüterindustrie zunehmend nachteilig bemerkbar macht.

[0013] Auch Dünnschichtstrukturen auf großflächigen, dünnen quasi-endlos geförderten Materialbändern bzw. Trägern gewinnen auf verschiedenen Gebieten der Technik zunehmend an Bedeutung. Bekannte und wirtschaftlich höchst bedeutende Beispiele hierfür sind Dünnschicht-Transistorstrukturen, wie sie insbesondere in Flüssigkristall-Anzeigenordnungen eingesetzt werden, und andere Dünnschichtsysteme für Anzeigeeinheiten, etwa für Plasmadisplays. Weitere technisch und wirtschaftlich bedeutsame Dünnschichtstrukturen sind die Separatorstrukturen von elektrochemischen Elementen, insbesondere Primär- oder Sekundärelementen auf Lithiumbasis (Lithiumbatterien und Lithium-Ionen-Akkus etc.) sowie hoch differenzierte Membransysteme für die Stofftrennung und die Energiegewinnung, beispielsweise in Brennstoffzellen.

[0014] Zur Herstellung derartiger Dünnschichtsysteme muß üblicherweise eine in einem Ausgangszustand auf einen dünnen Träger aufgebrachte dünne Beschichtung in eine funktionelle Schicht umgewandelt und fest mit dem Träger verbunden werden. Es kommt hierbei darauf an, einen mit sehr hoher Zuverlässigkeit und unter Ausschluß von Schädigungen des Trägers oder des Beschichtungsmaterials ablaufenden Prozeß mit einer hohen Produktivität, d. h. einem hohen Flächendurchsatz pro Zeiteinheit, zu realisieren.

[0015] Es sind für die verschiedenen Dünnschichtsysteme, die heute große technische Bedeutung erlangt haben, verschiedenartige Herstellungsverfahren bekannt, die diese Anforderungen nur bedingt erfüllen.

[0016] Der Oberbegriff von Ansprüchen 1 und 15 ist aus der US-A-3286369 abgeleitet

[0017] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes, hochgradig universelles und an verschiedenartige konkrete Schichtstrukturen leicht anpaßbares Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Beschichtung auf einem sich schnell in Förderrichtung bewegendem Materialband bereitzustellen, mit welchem bzw. mit welcher besonders rasch und mit

geringem Energieaufwand ein beschichtetes quasi-endlos gefördertes Materialband erzeugt werden kann. Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung gemäß den Merkmalen im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 15. Vorteilhaft Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0018] Somit betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung von quasi-endlosen, geförderten und in Förderrichtung bewegten Materialbändern, die mit einem Beschichtungsmittel versehen werden, das zumindest teilweise mittels elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise getrocknet und/oder vernetzt wird, wobei der wesentliche Wirkanteil der elektromagnetischen Strahlung im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt.

[0019] Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zur Herstellung einer Beschichtung bzw. eines dünnen Schichtaufbaus aus einem bandförmigen, flexiblen, insbesondere quasi-endlosen, Träger mit mindestens einer mit dem Trägerfest verbundenen funktionalen Beschichtung, die eine insbesondere in der Größenordnung der Dicke des Trägers liegende Dicke hat, das die Schritte des Bildens eines Ausgangs-Schichtaufbaus durch flächiges Auftragen eines Beschichtungsmittels auf den Träger und der Bestrahlung des mit dem Beschichtungsmittel versehenen Trägers mit elektromagnetischer Strahlung aufweist, die einen Wirkanteil im Bereich des nahen Infrarot hat, zur Bildung der funktionalen Beschichtung aus dem Beschichtungsmittel bei gleichzeitiger Verbindung mit dem Träger unter Einschluss einer Trocknung und/oder thermischen Vernetzung. Ein wichtiger Anwendungsfall des vorgeschlagenen Verfahrens ist insbesondere die Trocknung und/oder Vernetzung eines Korrosionsschutzmittels oder einer Grundierung bzw. eines Primers für eine nachfolgende Lackierung insbesondere auf der Oberfläche eines blanken, verzinkten oder vernickelten Stahlblechs, insbesondere für die Automobil- oder Haushaltsgeräteproduktion (Coilcoating).

[0020] In einer weiteren wichtigen Anwendung handelt es sich bei dem Beschichtungsmittel (im Ausgangszustand) um eine Pulver- oder Flüssiglackschicht, die zu einer Zwischen- oder Endlackierung getrocknet bzw. vernetzt wird.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch potentiell hohe Produktivität, Einfachheit und Zuverlässigkeit bei weitgehendem Ausschluß von Schädigungen der Beschichtung(en) und/oder des Trägers aus.

[0022] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, die Beschichtung auf einem Materialband mit besonders kurzen Bestrahlungsdauern, vorzugsweise in weniger als 30s, bevorzugt in weniger als 10s, weiter bevorzugt weniger als 5s, insbesondere 2s und daher, verglichen mit einem herkömmlichen Beschichtungs-

bzw. Coil-Coating Verfahren, besonders rasch herzustellen. Durch die kurze Behandlungs- bzw. bestrahlungsdauer wird das Materialband thermisch wenig beansprucht. Dadurch wird es möglich, thermisch empfindliche Materialien wie z.B. Thermoplaste mit Beschichtungsmitteln zu beschichten, die zur Vernetzung Temperaturen benötigen, die höher sind als die Schädigungstemperatur des Materialbandes. Somit wird es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren insbesondere möglich, Materialbänder zu beschichten, deren Beschichten wegen ihrer thermischen Empfindlichkeit zuvor nicht bzw. nur mit großen technischen Schwierigkeiten möglich war.

[0023] Auch können Veränderungen der Materialstruktur und/oder Änderungen von Materialeigenschaften durch Anwenden des erfindungsgemäßen Verfahrens vermieden werden, was bei herkömmlichen Verfahren häufig nicht möglich war, oder nur bei erheblicher Verlängerung der zur Durchführung des Verfahrens benötigten Zeitdauer. Dies gilt insbesondere für Materialien die sich bei starker Wärmezufuhr beispielsweise verformen wie z.B. Kunststoffe. Des weiteren können Materialbänder beschichtet werden, deren mikroskopische Struktur sich bei starker Wärmezufuhr verändert (wodurch sich deren mechanische Festigkeitseigenschaften reduzieren können oder Gefügeveränderungen im Material auftreten können), wie z.B. Aluminium oder Legierungen, oder Materialbänder, deren Materialien sich Entmischen, wie z.B. Verbundwerkstoffe.

[0024] Durch die kurzen Bestrahlungsdauern kann darüber hinaus in vielen Fällen eine höhere Qualität der Beschichtung erzielt werden. Auch kann der zur Erzeugung einer Beschichtung erforderliche Energie- und Kostenaufwand deutlich reduziert werden.

[0025] Um eine möglichst effiziente Übertragung von Strahlungsenergie an das Beschichtungsmittel zu erreichen, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform das Intensitätsmaximum bzw. die spektrale Zusammensetzung der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und Transmissionseigenschaften des Beschichtungsmittels und wahlweise des Materialbandes angepaßt. Bevorzugt wird dabei die Wellenlänge des Intensitätsmaximums und/oder die spektrale Zusammensetzung der elektromagnetischen Strahlung so gewählt, daß das Beschichtungsmittel die Strahlungsenergie im wesentlichen gleichmäßig über seine Schichtdicke absorbiert, wobei eine unzulässige thermische Belastung des Trägers sowie auch einzelner Bereiche der Beschichtung vermieden wird. Dadurch kann erreicht werden, daß das Beschichtungsmittel gleichmäßig und innerhalb kürzester Zeit unmittelbar durch die Strahlung zumindest teilweise erwärmt und/oder vernetzt wird.

[0026] Vorzugsweise wird die spektrale Zusammensetzung der elektromagnetischen Strahlung durch mindestens ein Filter eingestellt.

[0027] Andererseits läßt sich das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung bevorzugt so einstellen, daß relativ wenig Strahlung in dem Materialband ab-

sorbiert wird, um eine nutzlose Erwärmung desselben zu vermeiden. Durch die sehr kurzen Bestrahlungsdauern kann darüber hinaus eine Energieübertragung durch Wärmeleitung, die im Vergleich zur Energieübertragung durch Strahlung langsam abläuft, an das mit dem Beschichtungsmittel in Kontakt stehende Materialband stark reduziert werden.

[0028] Somit wird beim erfindungsgemäßen Verfahren in bestimmten Fällen, abhängig von der Dicke bzw. der spezifischen Wärmekapazität des Materialbandes bzw. Beschichtungsmittels, ein deutlicher Temperaturgradient im Materialband und somit eine Energieseparation zwischen dem Materialband und dem zu trocknenden bzw. zu vernetzenden Beschichtungsmittel erreicht. Es kann ein im Vergleich zu konventionellen Verfahren deutlich höherer Wirkungsgrad erzielt werden und die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderliche Energiemenge kann gegenüber den herkömmlichen Verfahren, abhängig von den Materialeigenschaften, wie z.B. der spezifischen Wärmekapazität, der Dicke des Materialbandes bzw. des Beschichtungsmittels erheblich reduziert werden, da vergleichsweise wenig Wärmeenergie auf das Materialband übertragen wird. Dieser Effekt spielt insbesondere bei Materialien mit besonders hoher Wärmekapazität wie Stahlblech eine große Rolle, da diese Materialien eine große Energiemenge absorbieren. Beispielsweise kann bei Blechstärken von mehr als 0,5 mm beim erfindungsgemäßen Verfahren die Erwärmung des Bleches von 250°C, wie dies z.B. bei einem herkömmlichen induktiven Verfahren der Fall ist, auf 200°C reduziert werden. Entsprechend bedeutet dies eine Reduzierung des zur Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erforderlichen Energieaufwands um ein fünftel. Bei dickeren Materialien sind auch größere Temperaturunterschiede d.h. Energieeinsparungen möglich.

[0029] Neben den Kosten des Beschichtungsverfahrens werden auch die Kosten der hierzu notwendigen Vorrichtung bzw. Anlage deutlich reduziert, da aufgrund der im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren erheblich kürzeren Trocknungs- bzw. Vernetzungszeiten auch die zum Trocknen bzw. Vernetzen notwendige Strecke bei gleichbleibender Fördergeschwindigkeit deutlich reduziert ist. Darüber machen sich insbesondere Infrastruktureinsparungen besonders bemerkbar.

[0030] In vielen Fällen kann durch Reflexionen an der Grenzfläche zwischen dem Beschichtungsmittel und dem Materialband eine erneute Durchstrahlung des Beschichtungsmittels bewirkt werden und somit die Effizienz der Energieübertragung an dieses erhöht werden. Hierzu wird vorzugsweise die Oberfläche des Materialbandes zum Zwecke einer gezielten Einstellung dessen Reflexionsvermögens vor dem eigentlichen Auftragen des Beschichtungsmittels behandelt. Dies erfolgt beispielsweise durch Glätten, Polieren oder Aufräumen der Oberfläche.

[0031] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das

Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und/oder Transmissionseigenschaften des Materialbands derart angepaßt, daß die elektromagnetische Strahlung das Materialband zumindest teilweise durchdringt. Dies ist insbesondere bei beidseitig auf dem Materialband aufgetragenem Beschichtungsmittel sinnvoll. Um auch das auf der anderen Seite des Materialbandes aufgetragene Beschichtungsmittel zu trocknen und/oder zu vernetzen, kann bei bestimmten Beschichtungsmittel/Materialband-Kombinationen die Trocknung bzw. Vernetzung derart durchgeführt werden, daß die zum Trocknen bzw. Vernetzen eingesetzte elektromagnetische Strahlung neben dem Beschichtungsmittel, das auf der der Strahlungsquelle zugewandten Materialbandseite aufgetragen ist, auch das Materialband durchdringt. Dabei wird vorzugsweise im wesentlichen keine Strahlungsenergie im Materialband absorbiert. Die Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung erfolgt in diesem Fall nur von einer Seite des Materialbandes. Das beidseitig auf das Materialband aufgetragene Beschichtungsmittel wird auf beiden Seiten des Materialbandes im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt.

[0032] Entsprechend kann das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt werden, daß das beidseitig aufgetragene Beschichtungsmittel mit einer nur auf einer Seite des Materialbandes angeordneten Strahlungsquelle, welche mindestens einen Emitter aufweist, im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt wird.

[0033] Denkbar ist darüber hinaus der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer Anwendung, bei der das Beschichtungsmittel einseitig, jedoch auf der der Strahlungsquelle abgewandten Seite aufgetragen ist. Die elektromagnetische Strahlung durchdringt vorzugsweise das Materialband, im wesentlichen ohne von diesem absorbiert zu werden, um dann das Beschichtungsmittel zu trocknen bzw. zu vernetzen. Durch diese Anordnung kann die Strahlungsquelle vor aus dem Beschichtungsmittel austretenden flüchtigen und leicht entzündlichen Komponenten desselben durch das Materialband geschützt werden und/oder es können gleichzeitig mit dem Bestrahlungsvorgang auf der Seite des Materialbandes, auf der das Beschichtungsmittel aufgetragen ist, einer oder mehrere weitere Bearbeitungsschritte an dem Beschichtungsmittel und/oder dem Materialband durchgeführt werden, ohne den Bestrahlungsvorgang zu behindern.

[0034] Nach den Erkenntnissen der Erfinder sind die Trocknungs- bzw. Vernetzungsprozesse des Beschichtungsmittels im wesentlichen thermisch bedingt. Das bedeutet, daß bei der Trocknung eines mit Wasser oder Lösungsmittel versehenen Beschichtungsmittels dem Lösungsmittel mit der elektromagnetischen Strahlung aus dem Wellenlängenbereich des nahen Infrarot Energie übertragen wird, um das Lösungsmittel aus dem Beschichtungsmittel abzutrennen. Zum Vernetzen wird Energie auf das Beschichtungsmittel übertragen, die in Form von Wärmeenergie dazu aufgewandt wird, die Aus-

bildung von Polymerketten zu bewirken. Bei vielen Beschichtungsmitteln ist dazu eine bestimmte Temperatur des Beschichtungsmittels erforderlich, damit der Vernetzungsprozeß abläuft.

5 **[0035]** Daneben können durch die elektromagnetische Strahlung aus dem Wellenlängenbereich des nahen Infrarot hervorgerufene Photoreaktionen zu einer zusätzlichen Beschleunigung der Vernetzungsprozesse führen.

10 **[0036]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, Beschichtungsmittel im wesentlichen vollkommen durch Photoreaktionen zu trocknen bzw. zu vernetzen, während thermische Prozesse nur eine untergeordnete oder gar keine Rolle spielen.

15 **[0037]** Das Trocknen bzw. das Vernetzen des Beschichtungsmittels kann entweder vollständig oder nur teilweise durch die elektromagnetische Strahlung erfolgen, deren wesentlicher Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt. Jedoch ist es auch möglich, das Beschichtungsmittel in mehreren zeitlich voneinander getrennten oder versetzten Intervallen zu trocknen oder zu vernetzen. Auch kann das Trocknen bzw. Vernetzen zeitgleich oder zeitlich versetzt mit der oben genannten Bestrahlung durch zumindest eine zusätzliche
25 Strahlungsquelle, insbesondere mit einem Wirkanteil in einem anderen Wellenlängenbereich, und/oder durch zumindest eine andere Energie- oder Wärmequelle unterstützt werden. Um besonders kurze Trocknungszeiten bzw. besonders kurze Bestrahlungsdauern zu erzielen, wird vorzugsweise elektromagnetische Strahlung mit einer hohen Leistungsdichte verwendet. Typische, für das erfindungsgemäße Verfahren charakteristische Leistungsdichten liegen insbesondere oberhalb von 100 kW/m², bevorzugt oberhalb von 200 kW/m² und besonders bevorzugt oberhalb von 500 kW/m². Derartige hohe Leistungsdichten lassen sich beispielsweise durch die
35 Anordnung aus mehreren zusammenwirkenden, insbesondere parallel zueinander angeordneten, über die Gesamtbreite des sich fortbewegenden Materialbandes erstreckenden Strahlern mit entsprechend zugeordnete hochwirksamen Reflektoren bewerkstelligen. Eine weitere Einstellung der Leistungsdichte läßt sich dadurch erzielen, daß gemäß der vorliegenden Erfindung die elektromagnetische Strahlung auf die Oberfläche des mit dem Beschichtungsmittel versehenen Materialbandes
40 fokussiert wird.

[0038] Die Einstellung der Leistungsdichte kann auch über die Betriebsspannung erfolgen; weiterhin können Filter eingesetzt werden. In einer weiter verfeinerten Verfahrensführung ist eine Leistungsregelung auf der Basis von rückgekoppelten Sensorsignalen (beispielsweise von Temperaturfühlern) vorgesehen.

[0039] Erfindungsgemäß wird mit einer elektromagnetischen Strahlung bestrahlt, deren Intensitätsmaximum
45 in dem Wellenlängenbereich von 0,8 µm bis 2 µm liegt. Ein solcher Wellenlängenbereich der elektromagnetischen Strahlung hat sich als besonders effektiv für eine hochwirksame Polymerbildung bzw. Polymer-vernet-

zung der zur Beschichtung von Materialbändern verwendeten Beschichtungsmittel erwiesen.

[0040] Bei Anwendung von Wellenlängen, die den spezifischen Absorptions- und/oder Transmissions- bzw. Reflexionseigenschaften des Materialbandes und/oder des Beschichtungsmittels Rechnung tragen, und/oder bei Verwendung der für das spezifische Materialband und/oder Beschichtungsmittel zu ermittelnden optimalen Leistungsdichten ermöglicht die Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform vorzugsweise die oben genannten kurzen Bestrahlungsdauern. In Abhängigkeit des verwendeten Beschichtungsmittels ist vor dem Aufbringen häufig eine Vorbehandlung des Materialbandes vorgesehen. Insbesondere ist dabei eine Erwärmung des Materialbandes notwendig. Stahlblech muß hierbei meist auf Temperaturen von 900° C bis 1100° C zur Erreichung einer Gefügeveränderung erhitzt werden, was üblicherweise unter einer inerten Atmosphäre oder Wasserstoffatmosphäre durchgeführt wird. Herkömmlich werden dazu Verfahren unter Verwendung von Konvektions- oder Induktionserwärmung verwendet. Die Verfahren, bei welchen Konvektionserwärmung eingesetzt wird, benötigen eine lange Zeit, um das Stahlband auf die hohe Temperatur zu erwärmen. Bei der Induktionserwärmung ist der Wirkungsgrad sowie die homogene Erwärmung problematisch.

[0041] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dieses Vorwärmen ebenfalls mittels elektromagnetischer Strahlung bewirkt, deren wesentlicher Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt. Dadurch wird es möglich, das Stahlband viel schneller zu erwärmen als mit herkömmlichen, auf langsamer Wärmeleitung basierenden Methoden.

[0042] Die hierfür verwendete elektromagnetische Strahlung hat vorzugsweise ihren wesentlichen Wirkanteil ebenfalls im Wellenlängenbereich von 0,8 µm bis 2,0 µm. Vorzugsweise wird die Wellenlänge dabei so angepaßt, daß ein Großteil der elektromagnetischen Strahlung durch das Materialband absorbiert wird.

[0043] Aufgrund der vorzugsweise sehr hohen Fördergeschwindigkeit des Materialbandes ist eine entsprechende Qualitätssicherung und Prozeßsicherheit der Verfahrensführung notwendig. Hierzu wird gemäß der vorliegenden Erfindung zumindest ein meßbarer Prozeßparameter herangezogen, der über eine entsprechende automatisierte Prozeßsteuerung einen Rückschluß auf den Zustand und die Qualität der Beschichtung zuläßt. Insbesondere eignet sich hierfür die Temperatur auf der Oberfläche des Materialbandes, die einerseits über eine entsprechende Abänderung der elektrischen Leistung und damit der Strahlungsleistung des Emitters und andererseits über eine Variation des Abstandes zwischen den Emittlern und der Oberfläche des Materialbandes veränderbar ist. Eine Vorrichtung zur Realisierung einer gegebenenfalls automatischen Einstellung von Bestrahlungsparametern umfaßt mindestens einen Meßfühler zur Erfassung der relevanten phy-

sikalischen Größen, also insbesondere einen oder mehrere photoelektrische Sensoren zur Erfassung der Helligkeit, des Reflektionsvermögens oder des Brechungsindex' oder anderer optischer Parameter, die Aufschluß über den Trocknungs- bzw. Vernetzungszustand des Beschichtungsmittels geben, bzw. einen berührungslos arbeitenden, insbesondere pyrometrischen Temperaturfühler.

[0044] Zur Einstellung der einzelnen Bestrahlungsparameter ist der Sensor, bzw. die Sensoren, über eine Auswertungsschaltung mit einem Steuereingang, bzw. Steuereingängen einer Strahlungssteuereinrichtung verbunden. In Abhängigkeit von den erfaßten Meßwerten bzw. einem Ergebnis der Auswertung dieser Meßwerte können die im weiteren Prozeßverlauf einzustellenden Bestrahlungsparameter, insbesondere die Leistungsdichte und gegebenenfalls die spektrale Zusammensetzung der Strahlung optimiert werden. Durch das Vorsehen einer geschlossenen Regelschleife ist hierbei auch eine automatisch geregelte Echtzeit-Betriebsführung realisierbar.

[0045] Bei speziellen Anwendungen, bei denen flüchtige Bestandteile des Beschichtungsmittels von diesem durch die Wechselwirkung mit der elektromagnetischen Strahlung getrennt werden, ist auch eine Kühlung und/oder Abführung dieser flüchtigen Bestandteile durch eine an diesen, vorzugsweise quer zur Förderrichtung, entlang geführten Gasstrom, insbesondere Luftstrom, sinnvoll.

[0046] Vorzugsweise trifft dieser das Materialband überstreichende Gasstrom mit einer bestimmten zuvor festgelegten Geschwindigkeit auf die abzutransportierenden Teilchen der abgetrennten Feuchtkomponente auf und reißt diese mit, wobei der Gasstrom vorzugsweise messerartig an dem Trocknungsgut auftritt. Insbesondere wird ein trockenes, kaltes Gas mit hohem Impuls zugeführt. Durch einen die Oberfläche des aufgetragenen Beschichtungsmittels und/oder die rückseitige Oberfläche des Trägers überstreichenden Gasstrom kann zum einen eine Vergleichmäßigung der Temperaturverteilung und gegebenenfalls Absenkung der Oberflächentemperatur und zum anderen die schnelle Abführung von flüchtigen Bestandteilen des Beschichtungsmittels erreicht werden. Hierdurch läßt sich die Zuverlässigkeit und Effizienz des Verfahrens weiter erhöhen. Der Gasstrom (Luftstrom) ist vorzugsweise trocken und kalt und wird mit hohem Druck bzw. Impuls zugeführt. Weitere Einzelheiten diesbezüglich sind in der DE-A 198 07 643 der Anmelderin offenbart.

[0047] Vorzugsweise ist das endlos geförderte Materialband ein Metallband, insbesondere ein Stahlband. Bei dem endlos geförderten Materialband kann es sich jedoch auch um Metallfolien bzw. feine Metallgewebe, speziell aus Aluminium oder Kupfer oder deren Legierungen bzw. aus einer aluminium- bzw. kupferhaltigen Legierung, um Kunststoffolien, speziell Polyethylen-(PE), Polypropylen-(PP) oder PVC-Folien, um Glaschichten bzw. -platten, um Werkstoffverbundsysteme,

wie z.B. Holzfurniere, um Lamine, wie z.B. Kondensatoren oder Displays, oder um Thermoplaste oder Duroplaste handeln. Weitere bevorzugte Anwendungsgebiete sind Folien zur Verpackung, wie z.B. Blisterfolien oder Klebefolien. In bevorzugten Schichtaufbauten haben sowohl das Beschichtungsmittel als auch das Materialband bzw. der Träger eine mittlere Dicke im Bereich zwischen 5 μm und 500 μm , insbesondere zwischen 20 μm und 200 μm .

[0048] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform hat das Beschichtungsmittel und die daraus gebildete feste dünne Schicht eine Dicke im Bereich zwischen 1 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 2 μm und 20 μm .

[0049] Die Auftragung des Beschichtungsmittels auf das zu beschichtende Materialband erfolgt in Abhängigkeit von der Beschaffenheit, insbesondere der Oberfläche und/oder der Materialzusammensetzung des Materialbands. Vorzugsweise wird das Beschichtungsmittel als fluides oder pastöses System aufgebracht, was mit an sich bekannten Auftragsverfahren, insbesondere durch Aufwalzen, Aufstreichen, Aufsprühen, Gießen, Aufschleudern, Aufrieseln, Aufblasen oder Rakeln bewerkstelligt werden kann. Das Beschichtungsmittel wird gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in Form eines Pulvers insbesondere unter Ausnutzung elektrostatischer Kräfte aufgebracht, insbesondere aufgeriebelt oder aufgeblasen. Darüber hinaus kann es auch auf das Materialband aufgesputtert werden. Je nach Oberflächenbeschaffenheit des Materialbandes kann u.U. eine Vorbehandlung, insbesondere durch Aufrauen, Anätzen oder auch durch Aufbringen eines Haftvermittlers zweckmäßig sein. Diese Vorbehandlung dient u.a. der Verbesserung der Haftung zwischen dem Beschichtungsmittel und dem sich in Förderrichtung bewegenden Materialbandes.

[0050] Als Beschichtungsmittel sind insbesondere zu nennen: Lacke, insbesondere Pulverlacke, Einkomponenten- oder Zweikomponenten-Naßlacke, sowohl auf Wasserbasis als auch auf der Basis von organischen Lösungsmitteln, Beschichtungen zum Korrosionsschutz, Beschichtungen zur Vorbehandlung sowie zur Funktionalisierung von Metalloberflächen, Leitfähigkeitspasten und Photolack.

[0051] Bei den Lacken handelt es sich um Substanzen, die zumindest teilweise mit Strahlung trockenbar und/oder vernetzbar sind. Lackiermittel sind typischerweise Systeme, die mindestens einen Zusatzstoff, vorzugsweise einen Zusatzstoff und ein Bindemittel, wie jeweils nachfolgend ausführlich diskutiert, enthalten. Die Bestrahlungshärtung geschieht bei vielen Lackiermitteln häufig durch Polymerisation des im Lackiermittel enthaltenen Bindemittels.

[0052] Ein Beispiel hierfür ist die optisch über Photoinitiatoren gestartete Polymerisation von niederviskosen Lackiermitteln mit Bindemitteln reaktiver Monomere, Oligomere und Präpolymere, beispielsweise die radikalische oder die kationische Polymerisation oder die Ver-

netzung linearer Polymere mit reaktiven Seitenketten.

[0053] Für das erfindungsgemäße Verfahren können Naßlacke oder Pulverlacke verwendet werden. Als Naßlacke werden u.a. Wasserlacke und Lösungsmittel-lacke bezeichnet. Naßlacke können Einkomponenten-lacke, wie z.B. UV-Lacke, und Zweikomponentenlacke sein, wobei solche auf Wasserbasis oder aber auch auf der Basis organischer Lösungsmittel eingesetzt werden können. Bei Mehrschichtstrukturen sind auch Kombinationen davon denkbar. Ferner sind für die oben erwähnten Coilcoating-Verfahren auch schweißbare Lacksysteme von Interesse.

[0054] Lösungsmittellacke werden in Abhängigkeit vom Lösungsmittelgehalt in konventionelle, lösungsmittelhaltige Lacke, lösungsmittelarme und lösungsmittelfreie Lacke unterteilt. Der Feststoffgehalt lösungsmittel- armer Lacke ist größer als 70 Massen-%; bei einem Feststoffgehalt kleiner 70 Massen-% spricht man von lösungsmittelhaltigen Lacken. Für festkörperreiche Lacke wie beispielsweise Spritzlacke wird auch der Begriff High-solids verwendet.

[0055] Lösungsmittelarme und lösungsmittelfreie Lacke werden nach der Art der Härtingsreaktion in Ein- und Zweikomponentensysteme unterteilt. Bei Einkomponentenlacken setzt die Polymerisation und damit die Vernetzung nach Zusatz von Initiatoren und Beschleunigern oder durch Einwirkung von UV- oder Elektronenstrahlen ein. Als Einkomponentenlacke werden beispielsweise Vinylchlorid-Polymere oder Copolymere und ungesättigte Polyesterharze, wie niedermolekulare Hydroxylgruppen tragende Acrylat-, Alkyd- und Polyesterharze verwendet. Zweikomponentenlacke härten durch eine Additionsreaktion, bei der im Gegensatz zu den Einkomponentenlacken keine umweltbelastenden Spaltprodukte freigesetzt werden. Die Bindemittel sind in der Regel Epoxidharze in Kombination mit Härtern oder Polyisocyanate in Kombination mit Hydroxylgruppen tragenden Harzen.

[0056] Unter Pulverlacken versteht man thermoplastische oder duromere Kunststoffe, die in Pulverform auf Substrate aufgetragen werden. Hierbei werden verschiedene Auftragsverfahren wie beispielsweise elektrostatisches Pulverspritzen, elektrostatisches Wirbelsintern, Schüttintern, Wirbelsintern, Rotationssintern oder Zentrifugalgießen eingesetzt. Als Pulverlacke werden beispielsweise Epoxidharz-Pulver, Pulver gesättigter Polyesterharze, Polyacrylat-Pulver, Polyethylen-Pulver, Polyvinylchlorid-Pulver, Polyamidpulver, Celluloseacetobutyrat-Pulver, chlorierte Polyether, Ethylen-Vinylacetat-Mischpolymerisatpulver oder Polymethacrylsäuremethylester-Pulver eingesetzt.

[0057] UV-Lacke benötigen einen sogenannten UV-Initiator, der einen teuren Bestandteil des Lackes darstellt, jedoch zur Vernetzung notwendig ist. Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in vielen Fällen auf den Einsatz der UV-Initiatoren verzichtet werden, dennoch lassen sich derartige UV-Lacke mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens trocknen.

[0058] Heutzutage werden in Lackiermitteln, da diese häufig Polyesterharz als Bindemittel verwenden, große Mengen von Lösungsmittel eingesetzt. Jedoch ist die Entwicklung dahingehend, dass zunehmend aus unterschiedlichen Gründen wie z.B. für den Umweltschutz und zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen Versuche unternommen werden, Lacke mit Harzen zum Einsatz zu bringen, die relativ wenig Lösungsmittel benötigen, wie beispielsweise Acrylatharze. Die lösemittelarmen Lacksysteme (high-solids und wasserverdünnbare Systeme) sollen daher künftig verstärkt eingesetzt werden. Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die nachteilige längere Trockenzeit dieser Systeme vermieden werden.

[0059] Als durch strahlungsinduzierte Prozesse vernetzbare Bindemittel können im erfindungsgemäßen Verfahren alle üblichen strahlenhärtbaren Bindemittel oder deren Mischungen eingesetzt werden, die dem Fachmann bekannt sind. Es handelt sich entweder um durch radikalische Polymerisation vernetzbare oder durch kationische Polymerisation vernetzbare Bindemittel. Bei ersteren entstehen durch Einwirkung von elektromagnetischer Strahlung auf die Bindemittel Radikale, die dann die Vernetzungsreaktion auslösen. Bei den kationisch härtenden Systemen werden durch die Bestrahlung aus Initiatoren Lewis-Säuren gebildet, die dann die Vernetzungsreaktion auslösen.

[0060] Andere Beschichtungsmittel enthalten entsprechend ihrem Einsatzgebiet entsprechende Zusatzstoffe wie Polymere, insbesondere Vernetzer, Katalysatoren für die Vernetzung, Initiatoren, insbesondere Pigmente, Farbstoffe, Füllstoffe, Verstärkerfüllstoffe, Rheologiehilfsmittel, Netz- und Dispergiermittel, Haftvermittler, Additive zur Verbesserung der Untergrundbenetzung, Additive zur Verbesserung der Oberflächenglätte, Mattierungsmittel, Verlaufmittel, filmbildende Hilfsmittel, Trockenstoffe, Hautverhinderungsmittel, Lichtschutzmittel, Korrosionsinhibitoren, Biozide, Flammschutzmittel, Polymerisationsinhibitoren, insbesondere Photoinhibitoren oder Weichmacher, wie sie beispielsweise auf dem Lackiermittelsektor üblich und bekannt sind. Die Auswahl der Zusatzstoffe richtet sich nach dem gewünschten Eigenschaftsprofil des Beschichtungsmittels und dessen Verwendungszweck.

[0061] Die Beschichtungsmittel können ferner keramische Farben enthalten, wie beispielsweise Titandioxid, Ruß oder Buntpigmente wie Bleichromat, Mennige, Zinkgelb, Zinkgrün, Cadmiumrot, Cobaltblau, Berliner Blau, Ultramarin, Manganviolett, Cadmiumgelb, Molybdätorange und -rot, Chromorange und -rot, Eisenoxidrot, Chromdioxidgrün und Strontiumgelb.

[0062] Auch organische Farben, beispielsweise natürlich vorkommende Pigmente wie Sepia, Indigo, Chlorophyll, oder insbesondere synthetische Pigmente wie beispielsweise Azo-Pigmente, Indigoide, Dioxazin-, Chinacridon-, Phthalocyanin-, Isoindolidon-, Perylen- und Perinon-, Metallkomplex- und Alkaliblau-Pigmente können Bestandteile der Beschichtungsmittel darstellen.

[0063] Ebenso können die Beschichtungsmittel Leuchtpigmente zur Erzeugung eines Metalleffekts enthalten. Verwendbar sind insbesondere Metall-Plättchen, vorzugsweise Aluminium-Plättchen, die über ihr Reflexionsverhalten einen besonderen optischen Effekt geben. Weitere Metall-Plättchen sind beispielsweise solche auf Basis von Gold-Bronzen, Kupfer-Zink-Legierungen, Nickel, rostfreiem Stahl und Glimmer.

[0064] Die Beschichtungsmittel können außerdem Leuchtpigmente zur Erzeugung von Metamerieeffekten enthalten. Hier können beispielsweise Pigmente zur Erzeugung von Perlglanz eingesetzt werden. Im einzelnen sind zu nennen Bismutoxidchlorid, Titandioxid-Glimmer und Bleicarbonat.

[0065] Als Interferenz-Pigmente zum Wärmeschutz können die Beschichtungsmittel Pigmente mit hohem Reflexionsvermögen für IR-Strahlung enthalten, insbesondere Bleicarbonat und Titandioxid-Glimmer. Durch destruktive Interferenz kommt es zur Auslöschung wesentlicher Strahlungsanteile, wodurch ein Wärmeschutz erzielt wird.

[0066] Die Beschichtungsmittel können im Rahmen der Erfindung auch Pigmente zum Korrosionsschutz enthalten. Vorzugsweise werden Blei(II)orthoplumbat, Chromat-Pigmente, Phosphat-Pigmente, Zinkstaub oder Bleistaub verwendet.

[0067] Darüber hinaus können die Beschichtungsmittel magnetische Pigmente wie Reineisen, Eisenoxid oder Chrom(IV)oxid enthalten.

[0068] Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung einer funktionellen Beschichtung zur Herstellung von Dünnschicht-Transistoranordnungen, insbesondere für Flüssigkristalldisplayanordnungen, von Separatormembranen für elektrochemische Elemente, insbesondere von Lithium-Ionen-Akkus, zur Herstellung von Dünnschichtstrukturen für Plasmasdisplays und zur Herstellung von Membranstrukturen für Brennstoffzellen.

[0069] Durch Anwenden des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es somit möglich ein beschichtetes Substrat herzustellen, das ein Substrat und ein getrocknetes und/oder vernetztes Beschichtungsmittel, das einseitig oder beidseitig aufgebracht ist, aufweist. Das Substrat wird insbesondere ausgewählt unter einem thermoplastischen Substrat, einer Metallfolie bzw. -blech, einer Kunststoffolie, einer Glasplatte, einem Werkstoffverbundsystem, wie z.B. einem Holzfurnier, einem Laminat, wie z.B. Kondensatoren oder Displays. Das Beschichtungsmittel ist vorzugsweise unter einem Lack, insbesondere Pulverlack, einem Einkomponenten- oder Zweikomponenten-Naßlack, sowohl auf Wasserbasis als auch auf der Basis von organischen Lösungsmitteln, einer Beschichtung zum Korrosionsschutz, einer Beschichtung zur Vorbehandlung sowie zur Funktionalisierung von Metalloberflächen, einer Leitfähigkeitspaste oder einem Photolack ausgewählt.

[0070] Eine geeignete Anordnung zur Herstellung eines dünnen Schichtaufbaus aus einem bandförmigen,

flexiblen, insbesondere quasi-endlosen, Träger mit mindestens einer mit dem Träger fest verbundenen funktionalen Beschichtung, die eine insbesondere in der Größenordnung der Dicke des Trägers liegende Dicke hat, mit den Schritten der Bildung eines Ausgangs-Schichtaufbaus durch flächiges Auftragen eines Beschichtungsmittels auf den Träger und der Bestrahlung des mit dem Beschichtungsmittel versehenen Trägers mit elektromagnetischer Strahlung, die einen Wirkanteil im Bereich des nahen Infrarot hat, zur Bildung der funktionalen Beschichtung aus dem Beschichtungsmittel bei gleichzeitiger Verbindung mit dem Träger unter Einschluß einer Trocknung und/oder thermischen Vernetzung, weist vorzugsweise eine Zuführungs- und Vorschubeinrichtung für den Träger, - die insbesondere eine Träger-Vorratsrolle und eine Walzen-Vorschubeinrichtung umfassen kann -, eine Zuführungs- und Schichterzeugungseinrichtung zur, insbesondere kontinuierlichen, Zuführung und Aufbringung des Beschichtungsmittels auf den Träger und eine stromabwärts der Zuführungs- und Schichterzeugungseinrichtung angeordneten und dem mit dem Beschichtungsmittel versehenen Träger zugewandten, Strahlung mit einem Wirkanteil im Bereich des nahen Infrarot erzeugende Bestrahlungseinrichtung auf. Bevorzugt ist die Bestrahlungseinrichtung als eine, insbesondere mit erhöhter Betriebstemperatur betriebene Halogenlampe ausgebildet.

[0071] Ferner ist insbesondere ein Mittel zur Einstellung bzw. eine Regelungseinrichtung zur Regelung der Strahlungsleistung, insbesondere Verstellmittel zur Präzisionsverstellung mindestens einer Strahlungsquelle der Bestrahlungseinrichtung vorgesehen.

[0072] Das erfindungsgemäße Verfahren wird darüber hinaus vorzugsweise mit einer Vorrichtung durchgeführt, welche eine im wesentlichen abgeschlossene Einrichtung, durch welche das einseitig oder beidseitig mit einem Beschichtungsmittel versehene Materialband gefördert wird, aufweist, in welcher zumindest ein Emitter montiert ist und deren innere Wände mit zumindest einer elektromagnetischen Strahlung reflektierenden Vorrichtung, wie z.B. einem Reflektor versehen sind.

[0073] Grundsätzlich ist es in allen Fällen sinnvoll die Anlage zur Steigerung der Effizienz und zur Energieoptimierung mit Reflektoren auszustatten, so daß dort, wo Emitter eingesetzt werden ein abgeschlossener Strahlungsraum erzeugt wird. Neben Gegenreflektoren ist zusätzlich das Vorsehen von Seitenreflektoren und von quer zur Förderrichtung angeordneten Reflektoren sinnvoll.

[0074] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Seitenreflektoren beispielsweise mittels Verschiebeeinrichtungen zustellbar und unter Ausbildung des Strahlungsraumes an die Breite des zu beschichtenden Materialbandes anpaßbar. Dadurch kann die Breite des Strahlungsraumes an die Breite des Materialbandes angepaßt werden und die Effizienz der Anlage unabhängig von der Breite des Materialbandes optimiert werden. Bei der Bearbeitung eines Materialbandes, das eine ge-

ringere als die maximal für die Anlage mögliche Breite aufweist, werden die sich außerhalb der zugestellten Seitenreflektoren befindenden Emitter nicht eingesetzt. So kann immer eine optimale und damit energiesparende Trocknung bzw. Vernetzung des Beschichtungsmittels erreicht werden. Eine derartige Anpassung der zur Trocknung bzw. zum Vernetzen eingesetzten Energiequellen ist bei herkömmlichen Verfahren nicht möglich und stellt ein großes Problem dar.

[0075] Zur beidseitigen Beschichtung von Materialbändern ist es sinnvoll, je nach Art des Beschichtungsmittels bzw. des Materials Emittermodule nur auf einer Seite des Materialbandes oder auch beidseitig des Materialbandes anzuordnen. Kann die zum Trocknen bzw. Vernetzen eingesetzte elektromagnetische Strahlung so gewählt werden, daß neben dem Beschichtungsmittel auch das Materialband von der Strahlung durchdrungen werden kann, ist es sinnvoll aus Investitionsgründen Emittermodule nur auf einer Seite des Materialbandes anzuordnen. Zur Steigerung der Effektivität der Anlage ist es dann sinnvoll auf der dem zumindest einen Emitter gegenüberliegenden Seite einen oder mehrere Reflektoren anzuordnen, um die durch das Materialband und die Schichten des aufgetragenen Beschichtungsmittel hindurchgehende Strahlung zurück durch das Beschichtungsmittel und das Materialband zu reflektieren.

[0076] Bei strahlungsundurchlässigen Materialbändern sowie in den Fällen, in welchen die Vernetzung des Beschichtungsmittels im wesentlichen durch Photoreaktionen bewirkt wird, ist eine beidseitige Anordnung von Emittermodulen vorteilhaft.

[0077] Zur Trocknung und/oder Vernetzung des Beschichtungsmittels weist die Vorrichtung mindestens eine Emitter Laserdiode auf.

[0078] Gegebenenfalls lassen sich auch über die gesamte Breite des sich schnell in Förderrichtung fortbewegenden Materialbandes mehrere Emitter, vorzugsweise parallel zueinander als sogenannte Emittermodule anordnen.

[0079] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Emitter parallel zur Förderrichtung des endlos geförderten Materialbandes angeordnet. Dies hat den wesentlichen Vorteil, daß die Bestrahlungsstärke über das gesamte Materialband sowohl in Förderrichtung wie auch in der Richtung senkrecht dazu homogen bleibt, auch wenn sich beispielsweise durch den Alterungsprozeß der Emitter bedingt, oder durch einen anderen Effekt die Strahlungshomogenität entlang der Längsrichtung der Emitter verändert, wobei die Annahme zugrunde gelegt werden kann, daß diese Änderung für alle Emitter in gleicher Weise abläuft.

[0080] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird zur Bestrahlung linienförmiger beispielsweise gitterförmiger endlos geförderter Materialbänder in Förderrichtung eine spezielle linienförmige Anordnung der Emitter gewählt, so daß sich jeweils gegenüber einem parallel zur Förderrichtung angeordneten Materialteil des gitterartigen Materialbandes ein im wesentlichen

parallel dazu angeordneter Emittter oder gegebenenfalls eine Reihe von hintereinander angeordneten Emitttern befindet. Zusätzlich kann zur Erhöhung der Effizienz die von den Emitttern emittierte Strahlung durch entsprechende reflektierende Einrichtungen auf die Materialteile fokussiert sein. Ferner ist die Anordnung eines Reflektors auf der dem Materialband im Verhältnis zu den Emitttern gegenüberliegenden Seite zur Steigerung der Effizienz der Anlage wünschenswert. Um Beschichtungsmittel, das auf quer zur Förderrichtung verlaufende Materialteile aufgetragen ist, ebenfalls effizient zu Trocknen bzw. zu Vernetzen, sind zusätzlich quer zur Förderrichtung orientierte linienförmige Emittter vorgesehen, die mit den Materialteilen mit deren Fördergeschwindigkeit mitbewegt werden können. Weitere Einzelheiten dieser speziellen Ausführungsform sind in einer von der Anmelderin unter dem Titel "Verfahren und Vorrichtung zum Aufheizen von kontinuierlich gefördertem, gitterförmigem Material oder dergleichen Strukturen" mit der Anmeldenummer DE 10062633 eingereichten Anmeldung offenbart.

[0081] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Raum, in welchem flüchtige Komponenten des Beschichtungsmittels, wie beispielsweise Lösungsmittel beim Trocknungsprozeß entweichen, durch eine Quarzglasscheibe von den Emitttern getrennt. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden zur weiteren Erhöhung der Sicherheit zwischen dem Materialband und dem oder den Emitttern zwei nebeneinander angeordnete Quarzglasscheiben vorgesehen, zwischen welchen zusätzlich ein Kühlgas, z.B. Stickstoffgas strömt.

[0082] In einer bevorzugten Ausführungsform dieser Vorrichtung ist zusätzlich eine Gasstrom-Erzeugungseinrichtung zur Erzeugung und Ausrichtung des oben erwähnten Gasstromes und/oder eine Einrichtung zur Leistungseinstellung oder -regelung vorgesehen, wobei die letztere bevorzugt Mittel zur Abstandseinstellung zwischen Strahlungsquelle und Schichtaufbau umfaßt.

[0083] Bevorzugt ist die Gasstrom-Erzeugungseinrichtung so ausgestaltet, daß ein im wesentlichen parallel zur Oberfläche des Materialbandes gerichteter, dieses im Einwirkungsbereich der der Bestrahlungseinrichtung überstreichender, insbesondere trockener und kalter Gasstrom mit hohem Impuls erzeugt wird.

[0084] Eine Vorrichtung zur Herstellung eines quasi-endlosen beschichteten, wickelfähigen Bleches, insbesondere von Karosserieblech für die Automobilindustrie oder von Gehäuseblech für Haushaltsgeräte, mit den Schritten des Aufbringens eines, insbesondere flüssigen, Beschichtungsmittels und des Trocknens bzw. Vernetzens des Beschichtungsmittels zu einer festen dünnen Schicht, die jeweils am schnell durchlaufenden Blech ausgeführt werden, d.h. eine Vorrichtung zur Durchführung des Coilcoating-Verfahrens weist vorzugsweise eine Bestrahlungseinrichtung zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung mit hoher Leistungsdichte und/oder im Bereich des nahen Infrarot, die insbesondere ihren wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich

zwischen 0,8 μm und 1,5 μm hat.

[0085] Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung bezüglich des Coilcoating-Verfahrens ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Coilcoating-Vorrichtung anhand der einzigen Figur. Diese zeigt skizzenartig eine Coilcoating-Vorrichtung 1 zum Beschichten eines quasi-endlosen Stahlbleches 3, welches auf einen Coil 5 aufgewickelt wird, und zum Trocknen der Beschichtung. Der Coil 5 wird durch einen elektrischen Antrieb 7 in Rotationsbewegung versetzt, und hierdurch wird das Blech 3 unter einem Sprühbeschichter 9 und einer NIR-Trocknungsstrecke 11 entlang bewegt.

[0086] Durch den Sprühbeschichter 9 wird auf das Blech 3 als Ausgangsstoff für eine Korrosionsschutz- oder Grundierungsschicht 13 eine wäßrige Lösung 13' aufgebracht. Diese wird in einer durch der NIR-Trocknungsstrecke 11 ausgebildeten langgestreckten Bestrahlungszone A mit NIR-Strahlung hoher Leistungsdichte, insbesondere oberhalb von 500 kW/m², getrocknet.

[0087] Die NIR-Trocknungsstrecke 11 umfaßt einen massiven A1-Reflektor 15 mit einer Mehrzahl von im Querschnitt annähernd W-förmigen Reflektorabschnitten 15a, der intern wassergekühlt und hierzu über Kühlwasserleitungen 17 mit einem externen (nicht dargestellten) Kühler verbunden ist. Im Zentrum jedes Reflektorabschnitts 15a sitzt ein Emittter 19.

[0088] Die Emittter 19 werden durch eine Bestrahlungssteuereinheit 21 mit Strom versorgt und derart gesteuert, daß sie NIR-Strahlung mit einem Intensitätsmaximum im Bereich zwischen 0,8 μm und 1,5 μm abgeben.

[0089] Die der Bestrahlungseinrichtung zugeordnete Bestrahlungssteuereinrichtung ist vorzugsweise geeignet, die Leistungsdichte der Strahlung auf der Oberfläche des Beschichtungsmittels auf einen Wert von mehr als 500 kW/m², insbesondere mehr als 750 kW/m² einzustellen, und/oder zur Einstellung der Temperatur im Beschichtungsmittel auf einen Wert oberhalb von 200°C, insbesondere auf einen Wert im Bereich zwischen 200 und 250°C.

[0090] Im A1-Reflektor 15 ist ein Pyrometerelement 23 zur Erfassung der Oberflächentemperatur der Beschichtung 13 in einer T-Erfassungszone B angeordnet, der mit einem Signaleingang der Bestrahlungssteuereinheit 21 verbunden ist. Die Bestrahlung wird derart gesteuert, daß in der Beschichtung eine im wesentlichen konstante Temperatur eingehalten wird, die in Abhängigkeit von den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Ausgangsstoffs 13' der Korrosionsschutz- oder Grundierungsschicht 13 gewählt wird und typischerweise bei ca. 200°C liegt.

[0091] Durch geeignete Steuerung des Antriebes 7 wird die Durchlaufgeschwindigkeit des Stahlbleches 13 durch die Bestrahlungszone A derart eingestellt, daß eine Verweildauer der wäßrigen Lösung 13' in der Bestrahlungszone A von wenigen Sekunden erhalten wird, welche zum vollständigen Abdampfen der Lösungsmittel-

komponente und zur thermischen Vernetzung der Schicht 13 ausreichend ist.

[0092] Das Blech wird typischerweise mit einer Geschwindigkeit im Bereich zwischen 50 und 200 m/min, insbesondere zwischen 75 und 150 m/min, durch die Trocknungsvorrichtung gefördert. Zur Erreichung von vorteilhaft kurzen Bestrahlungszeiten unterhalb von 10 s, insbesondere unterhalb von 5 s, ist dann eine Bestrahlungseinrichtung mit 2 bis 5 Metern Länge und mehr als einem Megawatt, bevorzugt 2 bis 5 MW, Leistungsaufnahme einzusetzen, die auf der Oberfläche der zu trocknenden bzw. vernetzenden Beschichtung eine Strahlungsleistungsdichte von mehr als 500 kW/m², insbesondere mehr als 750 kW/m², erzeugt.

[0093] Diese Werte sind für die Primärtrocknung bzw. -vernetzung einer als Flüssigkeit oder in Pulverform aufgetragenen Schicht anzusetzen, wo in der Beschichtung im Trocknungs- bzw. Vernetzungsschritt die Temperatur auf einem Wert oberhalb von 200°C, insbesondere im Bereich zwischen 200°C und 250°C gehalten wird.

[0094] Insbesondere für den Einsatz mit Pulverbeschichtungen kommt das Verfahren bevorzugt ohne eine aktive Gasstromzuführung zur Abfuhr von verdampfenden Beschichtungskomponenten aus; hierzu wird im wesentlichen die Konvektion über der erhitzten Beschichtung ausgenutzt. Bei der Trocknung von flüssigen Systemen kann allerdings durchaus ein die Oberfläche überstreichender Gasstrom, insbesondere ein durch ein geeignetes Gebläse erzeugter Luftstrom, genutzt werden.

[0095] Zur Qualitätskontrolle bei der Verfahrensdurchführung wird bevorzugt mindestens eine prozeßrelevante physikalische Größe des Beschichtungssystems, insbesondere dessen Temperatur und gegebenenfalls auch optische Eigenschaften, gemessen und zur Prozeßsteuerung ausgewertet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Beschichtung von quasi-endlos geförderten und in Förderrichtung bewegten, flexiblen Materialbändern, bei dem ein Beschichtungsmittel auf zumindest eine Seite des Materialbandes aufgebracht und mittels elektromagnetischer Strahlung zumindest teilweise getrocknet und/oder vernetzt wird, wobei die elektromagnetische Strahlung einen wesentlichen Wirkanteil im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot aufweist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlung von mindestens einem Emmitter erzeugt wird, der als Laserdioden ausgebildet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und Transmissionseigenschaften des Beschichtungsmittels angepaßt ist, so daß das Beschichtungsmittel die Strahlungsenergie im wesentlichen gleichmäßig über seine Schichtdicke absor-

biert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Intensitätsmaximum der elektromagnetischen Strahlung an die Absorptions- und/oder Transmissionseigenschaften des Materialbands derart angepaßt ist, daß die elektromagnetische Strahlung das Materialband zumindest teilweise durchdringt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem beidseitig auf das Materialband aufgetragenes Beschichtungsmittel auf beiden Seiten des Materialbandes im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das beidseitig aufgetragene Beschichtungsmittel mit zumindest einer nur auf einer Seite des Materialbandes angeordneten Strahlungsquelle im wesentlichen gleichzeitig getrocknet bzw. vernetzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Trocknen und/oder Vernetzen des Beschichtungsmittels zumindest teilweise durch eine Photoreaktion erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Leistungsdichte der elektromagnetischen Strahlung oberhalb von 100 kW/m², bevorzugt oberhalb von 200 kW/m² und besonders bevorzugt oberhalb von 500 kW/m², insbesondere oberhalb von 750 kW/m² liegt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der wesentliche Wirkanteil der elektromagnetischen Strahlung im Wellenlängenbereich von 0,8 µm bis 2 µm liegt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung weniger als 30s, bevorzugt weniger als 10s, insbesondere weniger als 5s und besonders bevorzugt weniger als 2s dauert.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Oberfläche des Materialbandes vor dem Auftragen des Beschichtungsmittels vorbehandelt, vorzugsweise erwärmt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem von dem Beschichtungsmittel abgetrennte flüchtige Bestandteile mittels eines das Materialband überstreichenden Gasstroms abgeführt werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem es sich bei dem Materialband um ein Metallband, insbesondere um ein blankes, verzink-

tes, oder vernickeltes Stahlblech, insbesondere ein Karosserieblech für die Automobilindustrie oder ein Gehäuseblech für Haushaltsgeräte handelt.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Beschichtungsmittel ein Lack, insbesondere ein Nass- oder Pulverlack, eine Beschichtung zum Korrosionsschutz, zur Vorbehandlung und/oder zur Funktionalisierung der Oberfläche des Materialbandes, eine Leitfähigkeitspaste, oder ein Photolack ist. 5
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 oder 13 wobei ein Substrat, ausgewählt unter einem thermoplastischen Substrat, einer Metallfolie einer Kunststoffolie, einer Glasplatte, einem Werkstoffverbundsystem oder einem Laminat benutzt wird. 10
15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, insbesondere mit den Schritten des Aufbringens eines Beschichtungsmittels und des Trockenens bzw. Vernetzens des Beschichtungsmittels zu einer Beschichtung, die jeweils am durchlaufenden Materialband ausgeführt werden, welche aufweist: 20
 - eine Zuführungs- und Vorschubeinrichtung für das Materialband,
 - eine Zuführungs- und Schichterzeugungseinrichtung zur, insbesondere kontinuierlichen Zuführung und Aufbringung des Beschichtungsmittels auf dem Materialband,
 - eine Strahlungsquelle zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung mit hoher Leistungsdichte und/oder im Bereich des nahen Infrarot **dadurch gekennzeichnet dass** sie als Laserdioden ausgebildet ist. 25
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Schichterzeugungseinrichtung im wesentlichen geschlossen ist und deren innere Wände mit zumindest einer elektromagnetischen Strahlung reflektierenden Vorrichtung versehen sind. 30
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, welche des weiteren Seitenwände aufweist, die im wesentlichen zu dem geförderten Materialband zustellbar und unter Ausbildung des Bestrahlungsbereichs an die Breite des Materialbandes anpaßbar sind. 35
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei welcher zumindest jeweils ein Emittent auf jeder Seite des Materialbandes vorgesehen ist. 40
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, bei welcher der Emittent eine im wesentlichen längliche Form aufweist und längs der Förderrichtung des Materialbandes ausgerichtet ist. 45

Claims

1. Method for producing a coating for quasi-continuously fed flexible material bands moved in the direction of transport, wherein a coating agent is applied to at least one side of the material band and is at least partially dried and/or cross-linked by means of electromagnetic radiation, the electromagnetic radiation having a fundamental active component in the near-infrared wavelength range, **characterized in that** the radiation is generated by at least one emitter being configured as a laser diode. 5
2. Method according to claim 1, wherein the intensity maximum of the electromagnetic radiation is adapted to the absorption and transmission properties of the coating agent so that the coating agent absorbs the radiant energy substantially uniformly across its layer thickness. 10
3. Method according to claim 1 or 2, wherein the intensity maximum of the electromagnetic radiation is adapted to the absorption and/or transmission properties of the material band such that the electromagnetic radiation at least partially penetrates the material band. 15
4. Method according to one of the preceding claims, wherein coating agent applied to both sides of the material band is dried and/or cross-linked on both sides of the material band substantially at the same time. 20
5. Method according to claim 4, wherein the coating agent applied to both sides is dried and/or cross-linked substantially at the same time by means of at least one radiation source disposed on only one side of the material band. 25
6. Method according to one of the preceding claims, wherein the drying and/or cross-linking of the coating agent is at least partially accomplished by a photo-reaction. 30
7. Method according to one of the preceding claims, wherein the power density of the electromagnetic radiation is above 100 kW/m², preferably above 200 kW/m² and even more preferably above 500 kW/m², specifically above 750 kW/m². 35
8. Method according to one of the preceding claims, wherein the fundamental active component of the electromagnetic radiation is in the wavelength range of 0.8 μm to 2 μm. 40
9. Method according to one of the preceding claims, wherein the exposure to the electromagnetic radiation is at least partially accomplished by a photo-reaction. 45

tion lasts less than 30s, preferably less than 10s, specifically less than 5s and even more preferably less than 2s.

10. Method according to one of the preceding claims, wherein the surface of the material band is pretreated, preferably heated, prior to applying the coating agent. 5
11. Method according to one of the preceding claims, wherein volatile components separated from the coating agent are removed by means of a gas flow sweeping over the material band. 10
12. Method according to one of the preceding claims, wherein the material band is a metal band, specifically a bright, galvanized or nickel-plated sheet steel, specifically body sheet metal for the automobile industry or a casing sheet metal for household appliances. 15
13. Method according to one of the preceding claims, wherein the coating agent is a lacquer, specifically a liquid coating or powder coating, a corrosion prevention coating, for pretreating and/or functionalizing the surface of the material band, a conductivity paste or a photoresist. 20
14. Method according to one of claims 1 to 11 or 13, wherein a substrate selected among a thermoplastic substrate, a metal foil, a plastic sheet, a glass plate, a material composite system or a laminate is used. 25
15. Apparatus for performing the method according to one of claims 1 to 14, specifically including the steps of applying a coating agent and drying and/or cross-linking the coating agent to form a coating, each of which are carried out on the material band being passed through, the apparatus comprising: 30
 - a feeding and advancing means for the material band,
 - a supplying and layer producing means for, specifically continuously, supplying and applying the coating agent to the material band, 35
 - a radiation source for generating electromagnetic radiation with a high power density and/or in the near-infrared range, 40

characterized in that 45
it is configured as a laser diode. 50
16. Apparatus according to claim 15, wherein the layer producing means is substantially closed and whose inner walls are provided with at least one device reflecting electromagnetic radiation. 55
17. Apparatus according to claim 16, further comprising

side walls which are substantially arrangeable at the fed material band and can be adapted to the width of the material band whilst defining the radiation area.

18. Apparatus according to one of claims 15 to 17, which has at least one emitter provided on each side of the material band.
19. Apparatus according to one of claims 15 to 18, wherein the emitter has a substantially oblong shape and is aligned along the material band feeding direction.

Revendications

1. Procédé de production d'un revêtement de bandes de matériau flexible quasi sans fin, déplacées dans le sens de la marche, dans lequel un produit de revêtement est appliqué sur au moins un côté de la bande de matériau et séché et/ou réticulé au moins partiellement à l'aide d'un rayonnement électromagnétique, le rayonnement électromagnétique comprenant une composante active principale dans le domaine du proche infrarouge, **caractérisé en ce que** le rayonnement est généré par au moins un émetteur conçu comme une diode laser.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le maximum d'intensité du rayonnement électromagnétique est adapté aux propriétés d'absorption et de transmission du produit de revêtement, de façon à ce que le produit de revêtement absorbe l'énergie du rayonnement de manière régulière sur toute l'épaisseur du revêtement.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le maximum d'intensité du rayonnement électromagnétique est adapté aux propriétés d'absorption et/ou de transmission de la bande de matériau de telle sorte que le rayonnement électromagnétique traverse au moins partiellement la bande de matériau.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le produit de revêtement appliqué des deux côtés sur la bande de matériau est séché ou réticulé simultanément des deux côtés.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel le produit de revêtement appliqué des deux côtés est séché ou réticulé simultanément avec au moins une source de rayonnement située sur un côté de la bande de matériau.
6. Procédé selon l'un des revendications précédentes, le séchage et/ou la réticulation du produit de revê-

tement étant effectué au moins partiellement à l'aide d'une photoréaction.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la densité de puissance du rayonnement électromagnétique est supérieure à 1000 kW/m², de préférence supérieure à 200 kW/m², et plus particulièrement de préférence supérieure à 500 kW/m², plus particulièrement supérieure à 750 kW/m². 5
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la composante active principale du rayonnement électromagnétique se trouve dans le domaine de longueurs d'ondes de 0,8 µm à 2 µm. 10
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'irradiation avec un rayonnement électromagnétique dure moins de 30 s, de préférence moins de 10 s, plus particulièrement moins de 5 s et plus particulièrement moins de 2 s. 15
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la surface de la bande de matériau est prétraitée avant l'application du produit de revêtement, de préférence chauffée. 20
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les composants volatils séparés du produit de revêtement sont évacués à l'aide d'un écoulement de gaz circulant au-dessus de la bande de matériau. 25
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la bande de matériau est une bande métallique, plus particulièrement, une tôle d'acier brute, zinguée ou nickelée, plus particulièrement une tôle de carrosserie pour l'industrie automobile ou une tôle de recouvrement pour des appareils électroménagers. 30
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le produit de revêtement est une peinture, plus particulièrement une peinture appliquée par voie humide ou une peinture en poudre, un revêtement de protection contre la corrosion, pour le prétraitement et/ou pour la fonctionnalisation de la surface de la bande de matériau, une pâte conductrice ou une peinture photorésistante. 35
14. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 13, dans lequel un substrat, pouvant être un substrat thermoplastique, un film métallique, un film de matière plastique, une plaque de verre, un matériau composite ou un laminé est utilisé. 40
15. Dispositif de réalisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 14, plus particulièrement avec les 45

étapes d'application d'un produit de revêtement et de séchage ou de réticulation du produit de revêtement afin d'obtenir un revêtement, exécutées sur la bande de matériau en mouvement, comprenant :

- un dispositif d'alimentation et d'avance pour la bande de matériau
- un dispositif d'alimentation et de production d'une couche pour l'alimentation et l'application en continu du produit de revêtement sur la bande de matériau,
- une source de rayonnement pour la production d'un rayonnement électromagnétique avec une forte densité de puissance et/ou dans le domaine du proche infrarouge, **caractérisée en ce qu'elle est conçue comme une diode laser.**

16. Dispositif selon la revendication 15, le dispositif de production d'une couche étant principalement fermé et ses parois internes étant munies d'au moins un dispositif réfléchissant le rayonnement électromagnétique. 50
17. Dispositif selon la revendication 16, qui comprend en outre des parois latérales réglables par rapport à la bande de matériau transportée et adaptables à la largeur de la bande de matériau afin de former la zone d'irradiation. 55
18. Dispositif selon l'une des revendications 15 à 17, dans lequel au moins un émetteur est disposé sur chaque côté de la bande de matériau.
19. Dispositif selon l'une des revendications 15 à 18, dans lequel l'émetteur présente une forme allongée et est orienté le long de la direction du déplacement de la bande de matériau.

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

- US 3286369 A [0016]
- DE 19807643 A [0046]
- DE 10062633 [0080]