



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2005 Patentblatt 2005/18

(51) Int Cl.7: **B42D 15/10**

(21) Anmeldenummer: **04024924.5**

(22) Anmeldetag: **20.10.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **Giesecke & Devrient GmbH**
81677 München (DE)

(72) Erfinder: **Hoffmann, Lars, Dr.**
85354 Freising (DE)

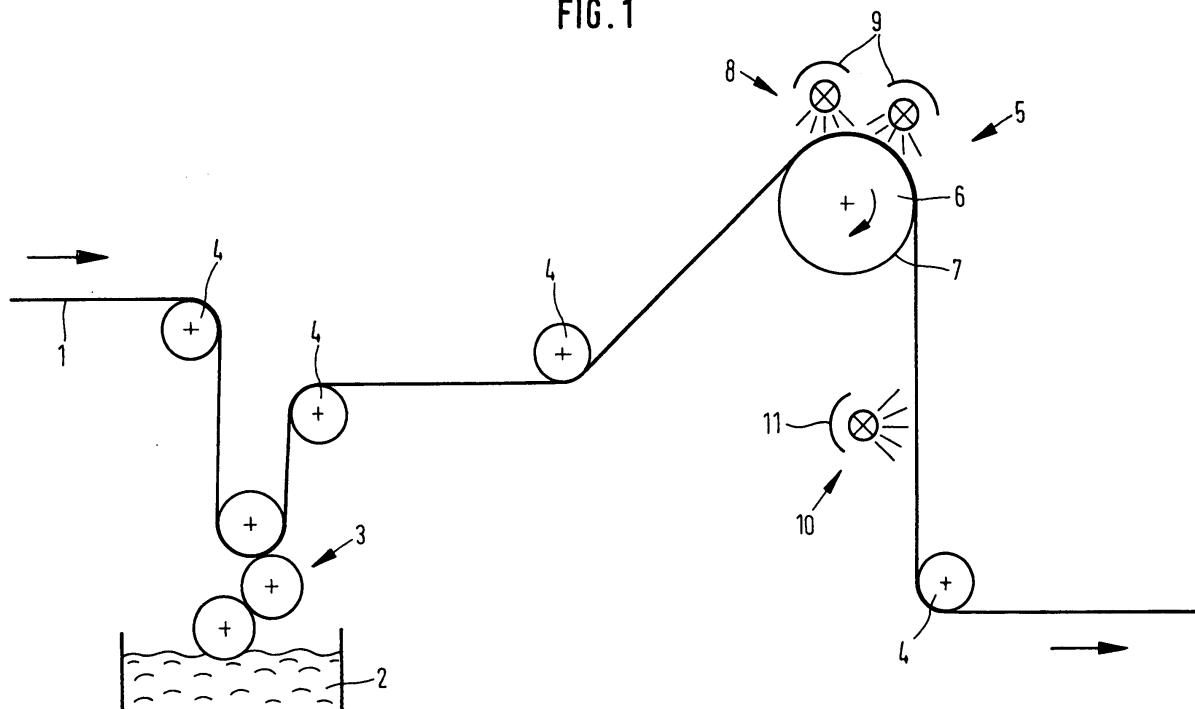
(30) Priorität: **27.10.2003 DE 10350212**

(54) **Verfahren zur Herstellung bahnförmiger Materialien**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung bahnförmiger Materialien mit einer Reliefstruktur, wie einer Beugungsstruktur. Hierfür wird zumindest bereichsweise ein Substrat (1) mit einer strahlungshärtbaren

Lackschicht (2) beschichtet. In diese Lackschicht wird die Reliefstruktur eingebracht, wobei die Lackschicht (2) zum Zeitpunkt der Einbringung im Wesentlichen einen Härtegrad unterhalb des Gelpunktes aufweist.

FIG.1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung bahnförmiger Materialien mit einer Reliefstruktur sowie nach diesem Verfahren hergestellte bahnförmige Materialien und Sicherheitselemente.

[0002] Wertdokumente, wie Banknoten, Schecks, Identitäts-, Kreditkarten und dergleichen, weisen häufig Sicherheitselemente mit Beugungsstrukturen auf, die einen optisch variablen Effekt aufweisen. D.h., bei Änderung des Betrachtungswinkels ändert sich die wahrnehmbare Information und/oder die Farbe der Information. Da ein Kopiergerät lediglich die unter einem bestimmten Betrachtungswinkel sichtbare Information und/oder Farbe wiedergeben kann, bieten derartige Sicherheitselemente einen hohen Fälschungsschutz. Aufgrund der ansprechenden visuellen Effekte und des hohen Kopierschutzes werden derartige Sicherheitselemente auch vielfach auf dem Gebiet der Produktsicherung verwendet. Dabei werden die Sicherheitselemente entweder direkt auf den Wertgegenstand oder die zugehörige Verpackung aufgebracht.

[0003] Um eine wirtschaftliche Produktion derartiger Sicherheitselemente gewährleisten zu können, werden die Beugungsstrukturen meist in eine Reliefstruktur umgesetzt, die in die Oberfläche eines Prägewerkzeugs eingebracht wird. Mit diesem Prägewerkzeug können geeignete Schichten in kontinuierlichen Prozessen geprägt und somit mit den Beugungsstrukturen versehen werden.

[0004] Die EP 1 310 381 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung solcher Sicherheitselemente mit Beugungsstrukturen. Hierbei wird eine Folie mit einem UV-härtbaren Lack beschichtet, der bis zum Gelpunkt vorgehärtet wird. In diesen vorgehärteten Lack wird anschließend die Beugungsstruktur eingeprägt und der Lack während des Prägevorgangs durch UV-Bestrahlung weiter ausgehärtet. Nach dem Prägevorgang wird der Lack mit der Reliefstruktur einer Nachhärtung unterzogen.

[0005] Die Vorhärtung bis zum Gelpunkt sorgt dafür, dass der Lack zum Zeitpunkt der Prägung bereits eine gewisse Festigkeit aufweist. Dies hat den Nachteil, dass die feinen Reliefstrukturen, deren Abmessungen üblicherweise im Bereich der Wellenlänge sichtbaren Lichts liegen, nicht mit ausreichender Konturenschärfe wiedergegeben werden können. Dieser Verlust an Konturenschärfe führt zu Brillanzverlusten am fertigen optisch variablen Element.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, das eine höhere Konturenschärfe der abgeformten Reliefstruktur gewährleistet und damit die Herstellung von optisch variablen Sicherheitselementen mit erhöhter Brillanz ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Bei der Härtung eines Lacks geht der flüssige Lack durch vernetzende Polymerisation in den festen Zustand über. Der Umsatz, bei dem die Flüssigkeitseigenschaften und die Festkörpereigenschaften gleiches Niveau haben, wird als Gelpunkt bezeichnet. Dort treten erstmals unlösliche, so genannte "Gelpartikel" auf.

[0009] Gemäß der Erfindung wird die Reliefstruktur in eine strahlungshärtbare Lackschicht eingebracht, wobei die Lackschicht zum Zeitpunkt der Einbringung einen Härungsgrad unterhalb des Gelpunktes aufweist.

[0010] Die Erfindung beruht dabei auf der Erkenntnis, dass unterhalb des Gelpunktes die Flüssigkeitseigenschaften des Lacks überwiegen und somit die Prägestrukturen ohne Verlust an Konturenschärfe 1 : 1 in den Lack abgeprägt werden können. Dies erhöht die Brillanz des fertigen Produkts.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung bahnförmiger Materialien mit einer Reliefstruktur, insbesondere einer Beugungsstruktur, wird in einem ersten Schritt ein Substrat zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollflächig mit einer strahlungshärtbaren Lackschicht beschichtet. Der strahlungshärtbare Lack kann mit einem beliebigen Druckverfahren aufgebracht werden, vorzugsweise werden Sieb-, Tief- oder Flexodruckverfahren eingesetzt. Das Flexodruckverfahren wird insbesondere dann eingesetzt, wenn der strahlungshärtende Lack nicht vollflächig, sondern nur bereichsweise auf dem Substrat aufgebracht wird. Der Lack kann allerdings auch mit anderen Beschichtungssystemen, wie Rollcoater, Spritzdüsen oder Lacksprühsystemen, erfolgen. Die Dicke der aufgetragenen Lackschicht liegt in der Größenordnung von 1 bis 10 µm, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 5 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 4 µm.

[0012] Als Substrat wird vorzugsweise eine Kunststoffolie, insbesondere eine transparente Kunststoffolie, verwendet. Ein besonders bevorzugtes Material ist Polyester, aber auch andere Kunststoffe, wie PE, PP, MOPP, PPS, PGEK, PEK, PGE, PSO, PAEK, LCP, PEN, PPT, PET, PA, PC, COC, POM, ABS und PVC, können verwendet werden. Die Dicke der Kunststoffolie liegt in der Größenordnung von 4 bis 30 µm, vorzugsweise von 6 bis 25 µm, besonders bevorzugt von 12 bis 23 µm.

[0013] Dieses Substrat kann vor der Beschichtung mit dem strahlungshärtenden Lack in weiteren Verfahrensschritten vorbehandelt sein. Hierbei kann es sich um reine Vorbehandlungen, wie Coronaentladung, handeln, die die Haftungseigenschaften zwischen Substrat und Lack beeinflussen. Das Substrat kann aber auch zumindest bereichsweise mit anderen Beschichtungen versehen sein, die ebenfalls die Ablöse- bzw. Haftungseigenschaften einstellen oder das bahnförmige Material mit weiteren Sicherheitsmerkmalen versehen. Hierbei kann es sich beispielsweise um Schichten mit lumineszierenden und/oder magnetischen und/oder elektrischen und/oder optisch variablen und/oder thermochro-

men Eigenschaften handeln.

[0014] Auch der strahlungshärtende Lack selbst kann derartige Sicherheitsmerkmale enthalten. Alternativ kann der Lack auch mit beliebigen Druckfarben eingefärbt werden. Vorzugsweise werden jedoch transparente Lacke eingesetzt. Als strahlungshärtender Lack werden vorzugsweise UV-härtbare Lacke eingesetzt. Es könne aber auch andere strahlungshärtende Lacke verwendet werden. Auch Lacke mit mehreren Photoinitiatoren sind einsetzbar, die bei Bestrahlung in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen den Polymerisationsprozess auslösen. Dies kann verschiedene Vorteile haben, wie im Folgenden noch näher erläutert wird. Ein im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendbarer Lack kann beispielsweise folgende Zusammensetzung haben:

26,5 %	Polyesteracrylat
6,6 %	Epoxy-novolackacrylat in Trimethylolpropantriacrylat/Hydroxy-ethylmetacrylat
26,5 %	hexafunktionelles aliphatisches Urethanacrylat
5,31 %	Mischung aus Pentaerythritoltri- und tetracrylat
21,2 %	Trimethylethylolpropantriacrylat
6,6 %	tertiäres Amin
6,9 %	Darocure (Initiator für den kurzwelligen UV-Bereich)
0,2 %	BAPO (Initiator für den kurzwelligen UV-Bereich)

[0015] In einem weiteren Schritt wird die Reliefstruktur in die Lackschicht eingebracht, wobei die Lackschicht zum Zeitpunkt der Einbringung im Wesentlichen einen Härungsgrad unterhalb des Gelpunktes aufweist.

[0016] Für die Einbringung der Reliefstruktur wird die Lackschicht vorzugsweise mit einem Prägewerkzeug in Kontakt gebracht, das auf seiner Oberfläche die Reliefstruktur aufweist. Bei diesem Prägewerkzeug kann es sich um einen Prägestempel beliebiger Form handeln. Vorzugsweise wird ein Prägezylinder verwendet, dessen gesamte Zylindermanteloberfläche mit der zu übertragenden Reliefstruktur versehen ist. Die Herstellung dieses Prägezylinders kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Im Falle von Beugungsstrukturen wird das beugende Motiv als so genannte Masterstruktur in einer Nickelfolie bereitgestellt. Mithilfe dieser Masterstruktur können durch Rekombinationsverfahren und anschließendem Abformen, vorzugsweise galvanisches Abformen, Metallfolien, insbesondere Nickelfolien, hergestellt werden, die über ihre gesamte Oberfläche nahtlos mit der Masterstruktur versehen sind. Diese Metallfolien werden beispielsweise mit einem Laser verschweißt und bilden den Zylindermantel des Prägewerkzeugs, der auf einen Spannzylinder aufgezogen wird.

[0017] Zum Zeitpunkt der Einbringung der Reliefstruktur, d.h. zu dem Zeitpunkt, an dem die Lackschicht mit dem Prägewerkzeug in Kontakt gebracht wird, kann die Lackschicht im Wesentlichen ungehärtet oder aber bereits auf einen Härungsgrad unterhalb des Gelpunktes vorgehärtet sein. Sofern die Lackschicht vorgehärtet wird, erfolgt diese Vorhärtung vorzugsweise direkt vor dem Prägevorgang. D.h., das mit der Lackschicht beschichtete Substrat verlässt mittels eines entsprechenden Transportsystems die Einrichtung zur Vorhärtung und wird nach einer geeignet dimensionierten Transportstrecke direkt in die Einrichtung für den Prägevorgang transportiert. Wichtig ist, dass zwischen dem Vorhärtungsprozess und dem Prägevorgang die Folie keiner UV-Strahlung oder anderen härtenden Strahlung ausgesetzt ist, um ein nicht reproduzierbares, unbeabsichtigtes Vorhärten des Prägelackes zu vermeiden. Hierfür wird die Folie in einem lichtdichten Schacht zwischen Auftragswerk und Prägewerk geführt. Die Länge des Transportweges ist so zu wählen, dass bei gegebener Bahngeschwindigkeit der Lack genug Zeit hat, gleichmäßig über die Fläche zu verlaufen und einen homogen glatten Lackfilm zu bilden.

[0018] Die Vorhärtung erfolgt hierbei vorzugsweise von der Lackseite her. Dadurch ist es möglich, lediglich die Oberfläche des Lackes anzuhärten, um die Klebrigkeit des Lacks in diesem Oberflächenbereich zu reduzieren, so dass eine Anhaftung des Lacks auf dem Prägewerkzeug vermieden wird. Da lediglich die Oberfläche des Lacks angehärtet wird, behält der Lack im Volumen seine Fließfähigkeit und kann daher die Reliefstruktur nach wie vor mit der nötigen Konturenschärfe übernehmen.

[0019] Vorzugsweise wird der Lack auch während des Prägevorgangs in einem so genannten Haupthärtungsschritt gehärtet. D.h., während sich die Lackschicht in Kontakt mit dem Prägewerkzeug befindet, wird die Lackschicht vorzugsweise durch das Substrat hindurch durch Strahlungseinwirkung auf einen Härungsgrad > 50 %, vorzugsweise zwischen 80 und 98 %, gehärtet.

[0020] In bestimmten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens kann es auch notwendig sein, die Lackschicht nach dem Einbringen der Reliefstruktur beispielsweise durch weitere Strahlungseinwirkung nachzuhärten. Diese Nachhärtung hat den Vorteil, dass reproduzierbare Lackeigenschaften erzeugt werden, die die Weiterverarbeitung des Substrats mit der geprägten Lackschicht erleichtern und ein Verblocken des Bahnmaterials beim Aufwickeln vermeiden.

[0021] Für die genannten Härtungsschritte - Vor-, Haupt-, Nachhärten - kann die gleiche oder unterschiedliche Strahlung verwendet werden. Bei dieser Strahlung kann es sich um beliebige Licht- oder Teilchenstrahlung handeln. Wird

elektromagnetische Strahlung verwendet, so wird vorzugsweise sichtbares Licht oder UV-Strahlung eingesetzt. IR-Strahlung, insbesondere Wärmestrahlung, ist jedoch auch möglich. Als Strahlungsquellen eignen sich insbesondere Quecksilberdampflampen, kurz auch Hg-Lampen genannt, die sich durch einen hohen Anteil an Ultraviolett-Strahlung auszeichnen. Die jeweiligen benötigten Wellenlängenbereiche können durch entsprechende Dotierung der Hg-Lampen, beispielsweise mit Ga, Fe, Ga/Pb, realisiert werden. Je nach verwendetem Lack und dessen Zusammensetzung können jedoch auch andere Strahlungsquellen, wie Leuchtstoffröhren oder Laser, vorteilhaft sein.

[0022] Die abgestrahlte Wellenlänge bzw. der Wellenlängenbereich der Strahlungsquellen kann in gewissen Zeitabständen oder laufend überwacht werden, da die Strahlungsquellen altern und sich das Strahlungsspektrum ändern kann. Zur besseren Lichtausbeute können die Strahlungsquellen mit Reflektoren, vorzugsweise parabolischen oder Freiflächenreflektoren, ausgerüstet sein.

[0023] Die beschriebenen Verfahrensschritte laufen vorzugsweise in einem kontinuierlichen Prozess ab. Für die eingesetzte Vorrichtung bedeutet dies, dass die einzelnen Einrichtungen für das Beschichten des Substrats, das Einbringen der Reliefstruktur und die unterschiedlichen Härtungsprozesse hintereinander angeordnet und über ein gemeinsames Transportsystem verbunden sind. Hierbei werden vorzugsweise Transportrollen verwendet, die das bahnförmige Material kontinuierlich durch die einzelnen Einrichtungen der Vorrichtung führen.

[0024] Die Vorrichtung kann jedoch weitere Einrichtungen aufweisen, die für die Regelung und Steuerung der einzelnen Prozessparameter nötig sind. So ist es beispielsweise vorteilhaft, die Temperatur des strahlungshärtbaren Lacks während des gesamten Verfahrens kontrolliert zu regeln, um sicherzustellen, dass der Lack in jedem Arbeitsschritt die optimale Viskosität aufweist.

[0025] Die Vorrichtung kann aber auch andere Verarbeitungseinrichtungen aufweisen, die nicht direkt für das erfindungsgemäße Verfahren benötigt werden, aber im Hinblick auf die Weiterverarbeitung bzw. den Verwendungszweck des bahnförmigen Materials sinnvoll sind. So weist die Vorrichtung vor den erfindungswesentlichen Einrichtungen vorzugsweise Einrichtungen zur Oberflächenbehandlung des Substrats auf, die die späteren Haftungs- bzw. Ablöseigenschaften des Lacks bestimmen. Hierbei kann es sich um eine Coronaentladungseinrichtung oder, falls eine Beschichtung aufgebracht werden soll, um ein Druckwerk oder eine Beschichtungsvorrichtung handeln.

[0026] Auch im Nachgang zu den erfindungsgemäßen Einrichtungen können weitere Verarbeitungseinrichtungen, wie beispielsweise ein Druckwerk, angeordnet sein. Derartige Einrichtungen sind besonders vorteilhaft, wenn platziert zu der eingebrachten Reliefstruktur weitere vorzugsweise partielle Beschichtungen aufgebracht werden sollen. So kann registerhaltig zur Reliefstruktur eine lösliche Druckfarbe in Form eines Musters aufgedruckt werden. Diese lösliche Druckfarbe kann nach der vollflächigen Metallisierung des bahnförmigen Materials gelöst und entfernt werden. Da die darüber liegende dünne Metallschicht mit entfernt wird, entstehen in der Metallschicht erkennbare Aussparungen in Form der zuvor mit der löslichen Druckfarbe aufgetragenen Muster, die als zusätzliches Sicherheitsmerkmal dienen.

[0027] Bei dem erfindungsgemäßen Reliefstrukturen handelt es sich vorzugsweise um Beugungsstrukturen. Damit die in den Beugungsstrukturen gespeicherten Informationen visuell gut erkannt werden können, wird das bahnförmige Material nach dem Einbringen der Reliefstruktur vollflächig oder bereichsweise mit einer Metallschicht oder einer dielektrischen Schicht versehen. Selbstverständlich können auch im Anschluss an die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte weitere Sicherheitsmerkmale auf das bahnförmige Material aufgebracht werden.

[0028] Das erfindungsgemäße bahnförmige Material kann anschließend zur Herstellung von Sicherheitselementen für beliebige Wertgegenstände, wie Banknoten, ID-Dokumente, Pässe, Ausweis- oder Kreditkarten, oder beliebige Waren zur Produktsicherung verwendet werden.

[0029] Wird das bahnförmige Material als Transfermaterial, insbesondere Heißprägefolie, verwendet, so wird die Schichtfolge des Sicherheitselements in der umgekehrten Reihenfolge, wie sie später auf dem zu sichernden Wertgegenstand zu liegen kommt, auf dem Substrat vorbereitet und anschließend mittels einer Klebstoff- oder Lackschicht in den gewünschten Umrissformen auf den Wertgegenstand übertragen. Die Umrissform wird dabei durch die Form der aufgetragenen Klebstoff- oder Lackschicht oder eines vorzugsweise beheizten Übertragungsstempels definiert. Bei den so genannten Heißprägeverfahren wird mithilfe des Übertragungsstempels nur ein Teil der Klebstoffschicht aktiviert und damit am Wertgegenstand verankert. Das restliche bahnförmige Material kann anschließend mühelos abgezogen werden. Das Substrat kann nach dem Übertrag ebenfalls von dem Schichtaufbau des Sicherheitselements abgezogen werden oder als Schutzschicht als fester Bestandteil des Sicherheitselements auf dem Schichtaufbau verbleiben. Die einzelnen Sicherheitselemente können auf dem Substrat als separate Einzelelemente in den zu übertragenden Umrissformen vorbereitet werden. Alternativ wird die Schichtfolge der Sicherheitselemente in kontinuierlicher Form auf dem Substrat vorgesehen.

[0030] Wird das bahnförmige Material als Etikettenmaterial oder Sicherheitsfadenmaterial verwendet, so muss für einen festen Verbund zwischen dem Substrat und dem darauf aufgetragenen Schichtaufbau des Sicherheitselements gesorgt werden. Das bahnförmige Material wird in diesem Fall in Fäden oder gewünschte Sicherheitselemente beliebiger Umrissform geschnitten und auf dem zu sichernden Gegenstand aufgebracht, vorzugsweise aufgeklebt. Die Sicherheitsfäden werden üblicherweise während der Papierherstellung in ein Sicherheitspapier zumindest teilweise eingebettet.

[0031] Weitere Ausführungsbeispiele und Vorteile der Erfindung werden anhand der Figuren erläutert. Die Figuren zeigen lediglich schematisch die wesentlichen Aspekte und stellen keine detailgetreue Abbildung dar.

[0032] Es zeigen:

5 Fig.1 bis 3 verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0033] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hier wird als Substrat 1 eine transparente Kunststoffolie verwendet, auf welche ein strahlungshärtbarer Lack 2 zumindest bereichsweise mittels eines Lackauftragswerks 3, hier ein Druckwerk, aufgebracht wird. Anschließend wird der noch feuchte ungehärtete Lack 2 über ein Transportsystem 4 zu einem entsprechenden Prägewerk 5 transportiert. Im gezeigten Beispiel besteht das Prägewerk 5 im Wesentlichen aus einem Prägezylinder 6, auf dessen Oberfläche die zu übertragende Reliefstruktur 7 angeordnet ist. Beim In-Kontakt-Bringen des Lacks 2 mit dem Prägezylinder 5 wird die Reliefstruktur 7 in den Lack 2 übertragen. Um die Reliefstruktur 7 in dem Lack zu fixieren, befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Prägewerk 5 eine Härtungseinrichtung 8, die wenigstens eine Strahlungsquelle 9 aufweist. Diese Strahlungsquelle 9 bestrahlt den Lack 2 durch das Substrat 1 hindurch, das für diese Strahlung zumindest teildurchlässig sein muss. Die Strahlung der Strahlungsquelle 9 härtet den Lack während des Prägevorgangs auf einen Härungsgrad > 50 %, vorzugsweise zwischen 80 und 98 %. Dieser Prozess bildet die Haupthärtung des Lacks 2.

[0034] Durch die Prägung in die noch nasse Lackschicht 2 erhält man eine hervorragende Prägegüte, da die feinen Reliefstrukturen 7 des Prägewerkzeugs 6 zu 100 % abgebildet werden. Üblicherweise ist der Lack nach dem Prägevorgang jedoch noch weich, so dass beim Transport durch nachfolgende Einrichtungen der Vorrichtung die Reliefstruktur 7 beschädigt werden kann. Denn die geprägte Lackoberfläche kommt im weiteren Verlauf der Bearbeitung immer wieder mit Transportrollen und ähnlichen Einrichtungen der Vorrichtung in Kontakt, die die weiche Lackoberfläche eindrücken können. Da dies zu einer sichtbaren Einbuße an Brillanz am fertigen Produkt bzw. Sicherheitselement führt, wird der Lack 2 nach dem Prägevorgang in einer weiteren Härtungseinrichtung 10, vorzugsweise einer weiteren Strahlungsquelle 11, nachgehärtet. Diese ist vorzugsweise auf der geprägten Lackseite des Substrats 1 angeordnet, so dass die geprägte Lackschicht 2 ungehindert mit der entsprechenden Strahlung beaufschlagt wird.

[0035] Dieses Verfahren eignet sich insbesondere für bahnförmige Materialien, bei welchen das Substrat 1 eine gute Haftung zum darauf aufgetragenen Schichtaufbau aufweisen soll. Dies ist insbesondere bei Etikettenmaterialien und Sicherheitsfäden der Fall. Denn in diesem Fall besitzt der Lack 2 eine größere Haftung zum Substrat 1 als zum Prägewerkzeug 6, so dass die Gefahr der Lackablagerung auf dem Prägewerkzeug 6 relativ gering ist.

[0036] Für die Strahlungsquellen 9 und 11 der jeweiligen Härtungseinrichtungen 8, 10 können die gleichen Strahlungsquellen verwendet werden. Als Strahlungsquellen werden vorzugsweise UV-Lampen verwendet.

[0037] Alternativ können jedoch auch unterschiedliche Strahlungsquellen für die verschiedenen Härtungseinrichtungen 8, 10 eingesetzt werden. In diesem Fall enthält der Lack 2 zwei unterschiedliche Photoinitiatoren. Der erste Photoinitiator spricht auf die Strahlung der Strahlungsquellen 9 während der Haupthärtung des Lacks 2 an und initiiert dort die Polymerisation des Lacks 2. Der zweite Photoinitiator spricht dagegen lediglich auf Strahlung der Strahlungsquelle 11 an, die für die Nachhärtung des Lacks 2 verwendet wird. So kann der erste Photoinitiator beispielsweise speziell für Emissionsbanden im sichtbaren Bereich sensitiv sein, indem beispielsweise Ga- oder Fe-dotierte Hg-Lampen emittieren. Der zweite Photoinitiator dagegen kann beispielsweise auf UV-Strahlung geringer Wellenlänge reagieren, so dass für die Strahlungsquelle 11 in der Nachhärtungseinrichtung eine Strahlungsquelle mit entsprechender Emissionsbande gewählt wird.

[0038] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das hier dargestellte Verfahren bzw. die dargestellte Vorrichtung sind weitgehend identisch zu dem in Fig. 1 bereits erläuterten Verfahrensschritten bzw. Einrichtungen. Das Verfahren unterscheidet sich lediglich dadurch, dass vor dem Prägewerk 5 eine Vorhärtungseinrichtung 12 angeordnet ist, die vorzugsweise wenigstens eine Strahlungsquelle 13 aufweist. Dafür wird auf eine Nachhärtungseinrichtung 10 verzichtet. Diese Vorhärtungseinrichtung 12 befindet sich unmittelbar vor dem Prägewerk 5, so dass die vorgehärtete Lackschicht 2 in direktem Anschluss an die Vorhärtungseinrichtung 12 in das Prägewerk 5 transportiert wird. Die Vorhärtungseinrichtung 12 ist vorzugsweise auf der mit Lack beschichteten Seite des Substrats 1 angeordnet, so dass die Strahlung der Strahlungsquelle 13 ungehindert auf den Lack trifft. Dies hat den Vorteil, dass für die Strahlungsquelle 13 auch Strahlungsquellen verwendet werden können, deren Strahlung vom Substrat 1 absorbiert werden würde.

[0039] In der Vorhärtungseinrichtung 12 wird die Lackschicht 2 auf einen Härungsgrad unterhalb des Gelpunktes vorgehärtet. Vorzugsweise wird durch den Vorhärtungsprozess lediglich die Lackoberfläche gezielt angehärtet, so dass sie ihre Klebrigkeit verliert. Dies hat den Vorteil, dass der Lack 2 nicht am Prägezylinder 6 haften bleibt. Gleichzeitig ist der Lack 2 im Volumen noch so weich, dass die Reliefstruktur 7 ungehindert 1 : 1 in den Lack 2 übertragen werden kann.

[0040] Analog zu der bereits anhand von Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform können auch hier für die Strah-

lungsquellen 9 und 13 identische oder unterschiedliche Strahlungsquellen verwendet werden. Ebenso kann der Lack 2 entsprechende Photoinitiatoren enthalten, die auf die jeweilige verwendete Strahlung der Strahlungsquellen 13 und 9 angepasst sind.

[0041] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Sie stellt eine Kombination der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Verfahren bzw. Vorrichtungen dar. Denn hier wird der Lack sowohl vor- als auch nachgehärtet. Dies hat den Vorteil, dass durch das Vorhärten die Klebrigkeit des Lacks verringert werden kann, um ein Verschmutzen des Prägezyinders 6 zu vermeiden. Durch die Nachhärtung in der Nachhärtungseinrichtung 10 wird die Reliefstruktur 7 im Lack 2 stabilisiert. Zudem lassen sich mithilfe der Nachhärtung reproduzierbare Lackeigenschaften erzeugen, die für die weitere Verarbeitung der Folie, wie beispielsweise einen weiteren Druckvorgang, notwendig sind. Schließlich verhindert die Nachhärtung auch ein Verblocken des bahnförmigen Materials beim Aufwickeln.

[0042] Durch die Aufspaltung der Lackhärtung in wenigstens zwei Härtungsprozesse lässt sich zudem die Gefahr der Versprödung des Lacks durch zu starke Strahlungseinwirkung deutlich verringern. Ferner ergibt sich eine wesentlich größere Flexibilität bei der Wahl der Rezeptoren der Lacke, die auf diese Weise wesentlich besser an die spezifischen Anforderungen der mit den Sicherheitselementen zu versehenen Wertgegenstände bzw. die weiteren Verarbeitungsschritte angepasst werden können. Auf diese Weise kann auch die Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöht werden.

[0043] Gemäß einer speziellen Ausführungsform sind auch so genannte Dual Cure-Lackrezepturen verwendbar, die für die vollständige Aushärtung neben dem Strahlungsanteil (Vorhärtung und Haupthärtung oder nur Vorhärtung) durch späteres Einwirken von Wärme vollständig aushärten. In diesem Fall ist die Nachhärtungseinrichtung 10 mit einem Wärmestrahler ausgestattet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung bahnförmiger Materialien mit einer Reliefstruktur, wie einer Beugungsstruktur, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- zumindest bereichsweises Beschichten eines Substrats mit einer strahlungshärtbaren Lackschicht,
- Einbringen der Reliefstruktur in die Lackschicht, wobei die Lackschicht zum Zeitpunkt der Einbringung im Wesentlichen einen Härungsgrad unterhalb des Gelpunktes aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackschicht beim Einbringen der Reliefstruktur mit einem Prägewerkzeug in Kontakt gebracht wird, das auf seiner Oberfläche die Reliefstruktur aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Prägewerkzeug ein Prägezyylinder verwendet wird.

4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackschicht zum Zeitpunkt der Einbringung der Reliefstruktur im Wesentlichen ungehärtet ist.

5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackschicht vor der Einbringung der Reliefstruktur auf einen Härungsgrad unterhalb des Gelpunktes vorgehärtet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorhärtung direkt vor der Einbringung der Reliefstruktur erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorhärtung von der Lackseite her erfolgt.

8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Lack verwendet wird, der wenigstens zwei Photoinitiatoren enthält.

9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein UV-härtbarer Lack verwendet wird.

10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Haupthärtungsschritt aufweist, in dem die Lackschicht während des Einbringens der Reliefstruktur durch Strahlungseinwirkung gehärtet wird.

11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackschicht während der Haupthärtung auf einem Härungsgrad >50%, vorzugsweise zwischen 80 und 98% gehärtet, wird.
- 5 12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haupthärtung durch das Substrat hindurch erfolgt.
13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Vorhärtung die Oberfläche des Lackes angehärtet wird.
- 10 14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lackschicht nach dem Einbringen der Reliefstruktur durch Strahlungseinwirkung nachgehärtet wird.
- 15 15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Härtungsschritte mit der gleichen Strahlung, vorzugsweise UV- oder Elektronenstrahlung, erfolgen.
- 16 16. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die verschiedenen Härtungsschritte unterschiedliche Strahlungen verwendet werden.
- 20 17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reliefstruktur eine Beugungsstruktur darstellt.
18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Substrat eine vorzugsweise transparente Kunststoffolie verwendet wird.
- 25 19. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Substrat eine Kunststoffolie mit einer Dicke im Bereich von 10 bis 30 µm, vorzugsweise 12 bis 23 µm, verwendet wird.
20. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat UV-Strahlung im kurzwelligen Bereich bis ca. 400 nm absorbiert.
- 30 21. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat vor dem Aufbringen der Lackschicht vorbehandelt wird, um die Ablöse bzw. Haftungseigenschaften einzustellen.
- 35 22. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bahnförmige Material nach dem Einbringen der Reliefstruktur vollflächig oder bereichsweise mit einer Metallschicht oder einer dielektrischen Schicht versehen wird.
23. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bahnförmige Material mit weiteren Sicherheitsmerkmalen versehen wird.
- 40 24. Bahnförmiges Material, hergestellt nach einem Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 23.
25. Bahnförmiges Material nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Transfermaterial, Etikettenmaterial oder Sicherheitsfadenmaterial ist.
- 45 26. Sicherheitselement, **dadurch gekennzeichnet, dass** für seine Herstellung ein bahnförmiges Material gemäß Anspruch 24 oder 25 verwendet wird.
27. Sicherheitsdokument, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Sicherheitselement gemäß Anspruch 26 aufweist.
- 50 28. Vorrichtung zur Herstellung bahnförmiger Materialien mit einer Reliefstruktur, wie einer Beugungsstruktur, mit einer Einrichtung zum Aufbringen eines Lackes auf ein Substrat, einer Einrichtung zum Vorhärten des Lackes und einer Einrichtung zum Einbringen der Reliefstruktur in den Lack, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Vorhärten des Lackes direkt vor der Einrichtung zum Einbringen der Reliefstruktur angeordnet ist.
- 55 29. Vorrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Einbringen der Reliefstruktur ein Prägewerk ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Prägewerk einen Prägezylinder aufweist.
31. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine Einrichtung zum Haupthärten des Lackes aufweist.
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Haupthärten im Prägewerk angeordnet ist, so dass die Haupthärtung während des Prägevorgangs erfolgt.
33. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Vorhärten und die Einrichtung zum Haupthärten auf gegenüberliegenden Seiten des mit Lack beschichteten Substrats angeordnet sind.
34. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Vor- und/oder Haupthärten eine Strahlungsquelle ist.
35. Vorrichtung nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Strahlungsquelle ein Elektronenstrahl, ein Laser, eine Leuchtstoffröhre, eine Quecksilberdampflampe oder eine dotierte Hg-Lampe, vorzugsweise eine Ga-, Fe- oder Ga/Pb-dotierte Hg-Lampe verwendet wird.

FIG. 1

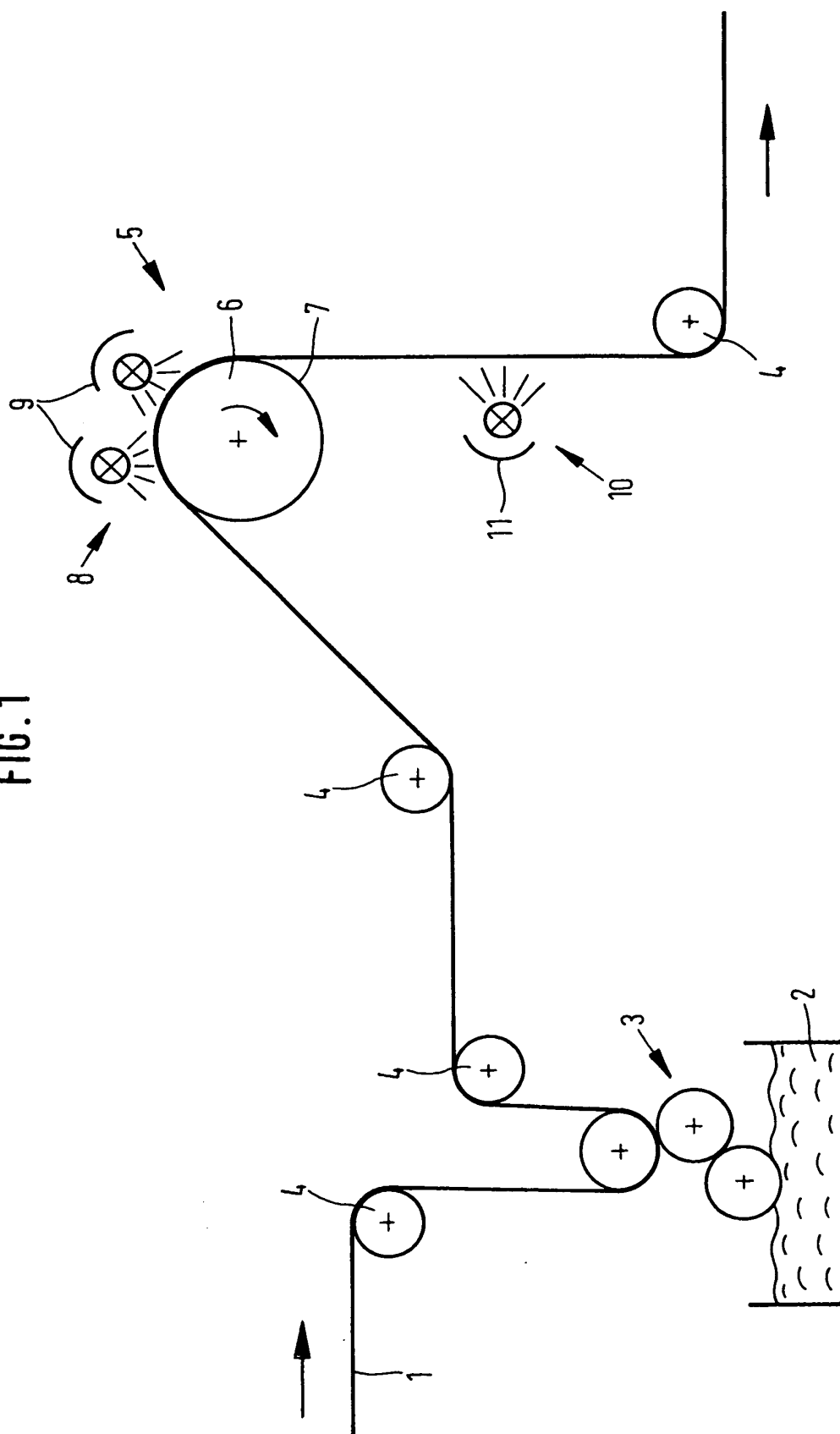


FIG. 2

