

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Juli 2009 (09.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/083148 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 1/10 (2006.01) **B29D 11/00** (2006.01)
B42D 15/00 (2006.01) **G02B 5/18** (2006.01)
B29C 59/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/010744

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Dezember 2008 (17.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 062 123.1
21. Dezember 2007 (21.12.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **GIESECKE & DEVRIENT GMBH** [DE/DE];
Prinzregentenstraße 159, 81677 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HOFFMANN, Lars**

[DE/DE]; Albert-Sigismund-Strasse 3, 85354 Freising
(DE). **DOTZLER, Manfred** [DE/DE]; Steinerfeldstr.
20a, 83661 Lenggries (DE).

(74) Anwalt: **ZEUNER, Stefan**; Zeuner & Summerer, Hed-
wigstr. 9, 80636 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOLD FOR THE CREATION OF A MICROSTRUCTURE

(54) Bezeichnung: WERKZEUGFORM ZUM ERZEUGEN EINER MIKROSTRUKTUR

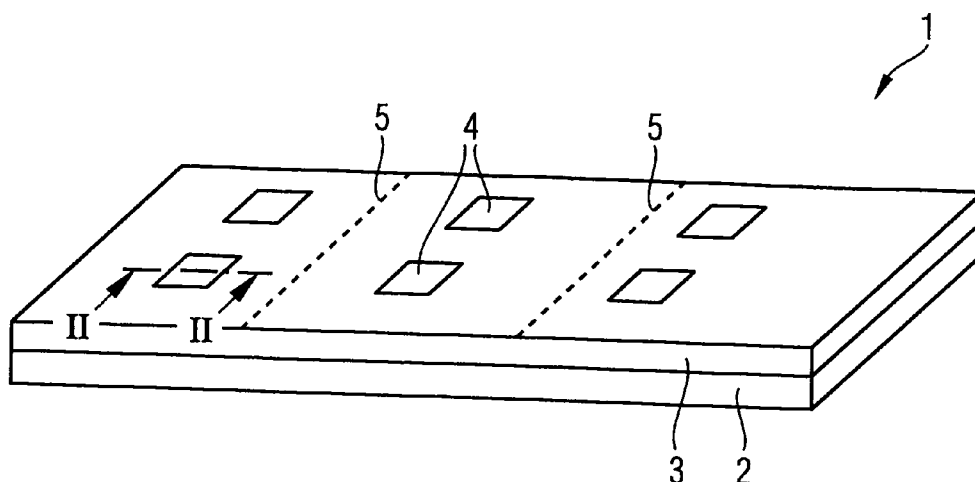


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a mold for creating a microstructure. Said mold comprises a support film and a stamping lacquer that is arranged on the support film. The surface of the stamping lacquer has an arrangement of elevations and depressions in the shape of the desired microstructure. The microstructure of the mold formed by the arrangement of elevations and depressions is formed by microstructure elements having a minimum structure distance of 1 μm and a structure depth ranging from about 1 μm to 20 μm . The invention further relates to a master film for producing a stamping mold, a stamping mold for producing a microstructure, a security element that has a microstructure, and corresponding methods for producing the mold, master film, stamping mold, and security element.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/083148 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, wobei die Werkzeugform eine Trägerfolie und einen auf der Trägerfolie angeordneten Prägelack aufweist, wobei die Oberfläche des Prägelacks eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist, und wobei die durch die Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen gebildete Mikrostruktur der Werkzeugform durch Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 µm oder mehr und einer Strukturtiefe zwischen etwa 1 µm und 20 µm gebildet ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Masterfolie zur Herstellung einer Prägeform, eine Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, ein Sicherheitselement mit einer Mikrostruktur und entsprechende Verfahren zur Herstellung der Werkzeugform, Masterfolie, Prägeform und des Sicherheitselements.

Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur

- Die Erfindung betrifft eine Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, eine Masterfolie zur Herstellung einer Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur und ein Verfahren zur Herstellung einer Masterfolie zum Erzeugen einer Prägeform.
- 10 Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, eine durch ein solches Verfahren hergestellte Prägeform sowie ein Sicherheitselement mit einer Mikrostruktur und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitselements.
- 15 Datenträger, wie Wertpapier- und Ausweisdokumente, oder andere Wertgegenstände, wie etwa Markenartikel, werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen versehen, die eine Überprüfung der Echtheit der Datenträger gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dienen. Die Sicherheitselemente können beispielsweise in Form eines in eine
- 20 Banknote eingebetteten Sicherheitsfadens, eines Aufreißfadens für Verpackungen, eines aufgebrachten Sicherheitsstreifens, einer Abdeckfolie für eine Banknote mit einer durchgehenden Öffnung oder eines selbsttragenden Transferelements ausgebildet sein, wie etwa ein Patch für ein Etikett, das nach seiner Herstellung auf ein Werdokument aufgebracht wird.
- 25 Eine besondere Rolle im Bereich der Absicherung spielen Sicherheitselemente mit betrachtungswinkelabhängigen Effekten, da diese selbst mit modernsten Kopiergeräten nicht reproduziert werden können. Die Sicherheitselemente werden dabei unter anderem mit Mikrostrukturen ausgestattet, die
- 30 dem Betrachter unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln einen unterschiedlichen Bildeindruck vermitteln und beispielsweise je nach Betrachtungswinkel

tungswinkel einen anderen Farb- oder Helligkeitseindruck und/oder ein anderes graphisches Motiv zeigen.

Optisch variable Sicherheitselemente mit Mikrostrukturen sind beispielsweise in der noch unveröffentlichten Anmeldung PCT/EP2007/008953 beschrieben.

In jüngster Zeit finden des Weiteren Moiré-Vergrößerungsanordnungen als Sicherheitselemente mit Mikrostrukturen Verwendung, wie sie beispielsweise in der noch unveröffentlichten Anmeldung PCT/EP2007/005200 beschrieben sind.

Die gegenwärtig für die Erzeugung der vorstehend genannten Sicherheitselemente mit Mikrostrukturen eingesetzten Druck- bzw. Prägewerkzeuge sind für die Erzeugung sehr hochauflöser Mikrostrukturen jedoch noch mit Nachteilen verbunden. Insbesondere Werkzeugformen zur Erzeugung von Mikrostrukturen mit Strichstärken zwischen etwa 1 µm und 4 µm sind entweder nicht verfügbar oder aber nur mit sehr großem Aufwand und Kosten bereitzustellen. So ist es beispielsweise mit konventionell hergestellten Druckzylindern für den Flexodruck, laserbelichteten Tiefdruckzylindern oder Tiefdruckzylindern, die im THINK-Verfahren erstellt wurden, nur mit sehr großem technischen Aufwand möglich, Mikrostrukturen mit Strukturabständen (Strichstärken) von ca. 3 µm bis 4 µm zu erzeugen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden, insbesondere eine Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur anzugeben, die mit vertretbarem technischen Aufwand hergestellt werden kann und die Erzeugung von Mikrostrukturen mit hoher Auflösung ermöglicht.

Aufgabe ist es ferner, eine Masterfolie zur Herstellung einer Prägeform, eine Prägeform und ein Sicherheitselement anzugeben, die jeweils eine Mikrostruktur mit gegenüber dem Stand der Technik verbesserter Auflösung aufweisen und mit vertretbarem technischen Aufwand herstellbar sind.

5

Schließlich besteht eine weitere Aufgabe darin, Verfahren zur Herstellung einer Werkzeugform, einer Masterfolie, einer Prägeform und eines Sicherheitselements anzugeben, mit denen die jeweiligen Erzeugnisse mit vertretbarem technischen Aufwand und hoher Auflösung der Mikrostrukturen erzeugt werden können.

10

Die gestellte Aufgabe wird durch die Werkzeugform mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Eine Masterfolie, eine Prägeform, ein Sicherheitselement und Verfahren zur Herstellung der Werkzeugform, Masterfolie, Prägeform und des Sicherheitselements sind in den nebengeordneten Ansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

15

Gemäß der Erfindung ist die Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Trägerfolie und einen auf der Trägerfolie angeordneten Prägelack aufweist, wobei die Oberfläche des Prägelacks eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist, und die durch die Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen gebildete Mikrostruktur durch Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und einer Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm gebildet sind.

20

25

Unter Mikrostrukturen werden im Sinne der vorliegenden Erfindung Strukturen verstanden, die eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen

- zur Bildung von Mikrostrukturelementen aufweisen, wobei die Mikrostrukturelemente durch einen Strukturabstand von 1 μm oder mehr charakterisiert sind. Ein Strukturabstand, auch als Strukturgröße bezeichnet, von 1 μm oder mehr stellt z. B. bei Sicherheitselementen mit solchen Mikrostrukturen sicher, dass diese Mikrostrukturen weitgehend achromatisch, also ohne störende Farbaufspaltung wirken. Mikrostrukturen im Sinne der folgenden Erfindung zeigen demnach keine Farbaufspaltung durch wellenlängenabhängige Beugungseffekte, wie sie bei diffraktiven oder beugenden Mikrostrukturen auftreten. In Abgrenzung zu diffraktiven oder beugenden Mikrostrukturen, deren Strukturabstand (Strukturgröße) kleiner als 1 μm ist und sich damit in der Größenordnung des sichtbaren und nahen infraroten Lichts bewegt, weisen die in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Mikrostrukturen der erfindungsgemäßen Werkzeugform, Masterfolie, Prägeform und des erfindungsgemäßen Sicherheitselements einen Strukturabstand (Strukturgröße) von 1 μm oder mehr auf. Wie später anhand der Figuren weiter erläutert werden wird, bedeutet „Strukturabstand“ beispielsweise der Abstand zweier benachbarter Linien (Mikrostrukturelemente) einer Mikrostruktur einer erfindungsgemäßen Werkzeugform.
- Die erfindungsgemäße Werkzeugform spiegelt die überraschende Erkenntnis wider, dass Mikrostrukturen in einem auf einer Trägerfolie angeordneten Prägelack mit technisch vertretbarem Aufwand und sehr großer Auflösung gefertigt werden können. So können für die Prägung der Mikrostrukturen in den Prägelack der Werkzeugform bekannte Prägetechniken verwendet werden. Überraschenderweise werden nämlich die gegebenenfalls auf dem für die Prägung vorgesehenen Prägewerkzeug vorhandenen Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten, insbesondere Schweißnähte, sogenannte Rekombinationsnähte zwischen mehreren Prägewerkzeubereichen sowie andere Fehlstellen an der Oberfläche des Prägewerkzeugs, beim Prägen in den Prägelack

der Werkzeugform „gedämpft“. In diesem Zusammenhang bedeutet die Dämpfung von Unebenheiten des zur Prägung vorgesehenen Prägewerkzeugs, dass die Unebenheiten sich in sehr viel geringerem Maße in dem geprägten Lack wiederfinden als dies auf dem Prägewerkzeug der Fall ist. Beispiels-

5 weise kann sich die Höhe einer auf dem Prägewerkzeug vorhandenen Schweißnaht beim Abformen in den Prägelack der erfindungsgemäßen Werkzeugform so stark verringern, dass die abgeformte Schweißnaht geringer Höhe/Tiefe keine oder nur noch eine geringfügige Beeinträchtigung für die ebenfalls abgeformte Mikrostruktur darstellt.

10

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Dämpfung der Unebenheiten der Prägeform in der erfindungsgemäßen Werkzeugform durch eine geeignete Parameterwahl so optimiert werden kann, dass die Mikrostrukturen mit der gewünschten Auflösung im Prägelack erzeugt werden können und gleich-

15 zeitig die Übertragung von Unebenheiten weitestgehend unterbunden wird. Als Stellparameter stehen erfindungsgemäß z. B. die Temperatur des Prägewerkzeugs, die Stärke der Vorhärtung des Prägelacks und die Verweildauer des Prägewerkzeugs auf dem Prägelack zur Verfügung.

20 Die bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Werkzeugform herbeigeführte Dämpfung der Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten der Oberfläche des eingesetzten Prägewerkzeugs führt nicht nur zu einer verbesserten Reproduzierbarkeit der Mikrostrukturen in der Werkzeugform und damit bei den Mikrostrukturen der erfindungsgemäß hergestellten Sicherheitselemente,

25 sondern auch zu einer wesentlich exakteren Übertragung des Lacks in denjenigen Fällen, in denen die Werkzeugform zur Erzeugung einer Mikrostruktur auch oder ausschließlich zur Übertragung eines farbigen oder farblosen Lacks dient. Ein solches Mikrotiefdruckverfahren und eine dafür erforderli-

che Werkzeugform sind in der Patentanmeldung PCT/EP2007/005200 beschrieben.

Im Zusammenhang mit dem in der vorstehenden Patentanmeldung beschriebenen Mikrotiefdruckverfahren hat sich nun gezeigt, dass durch den Einsatz einer erfindungsgemäßen Werkzeugform die Übertragung des farbigen oder farblosen Lacks auf den Träger des auszubildenden Sicherheitselements wesentlich genauer erfolgen kann als dies bisher möglich war. Der Grund für die nicht befriedigende Übertragungsgenauigkeit im Stand der Technik ist darin zu sehen, dass die Rakel, die den Lack außerhalb der zu übertragenden Bereiche der bekannten Werkzeugformen abstreifen sollen, den verhältnismäßig scharfen Kanten, die durch die Schweißnähte bzw. die Rekombinationsnähte zwischen benachbarten Bereichen der Werkzeugform gebildet werden, nicht folgen kann. Die dadurch unter dem Rakel gebildeten hohlen Bereiche führen bei den bisher bekannten Werkzeugformen deshalb dazu, dass der Lack nicht vollständig abgerakelt und damit unsauber auf das Zielsubstrat übertragen wird. Des Weiteren führen ausgeprägte Schweiß- und Rekombinationsnähte in den bekannten Werkzeugformen dazu, dass das Rakel kurzzeitig von der Werkzeugform entfernt wird und mit verhältnismäßig großer Kraft wieder auf die Werkzeugform aufsetzt. Die sich daraus ergebenden Schwingungen führen bei Werkzeugformen des Standes der Technik zu einem unsauberen Abrakeln des überschüssigen Lacks, so dass nur ein Mikrotiefdruck mit nicht befriedigender Auflösung erzeugt werden konnte.

25

Das Abheben der Rakel an den Schweiß- und Rekombinationsnähten der Werkzeugformen des Standes der Technik führt des Weiteren zu einer starken mechanischen Belastung des Rakels, womit weitere Fehlstellen an dem

Rakel und der Oberfläche der Werkzeugform entstehen und das Resultat der Übertragung der Mikrostrukturen weiter verschlechtern.

- Die erfindungsgemäße Werkzeugform mit einer Trägerfolie und einem auf
- 5 der Trägerfolie angeordneten Prägelack mit in die Oberfläche des Prägelacks eingebrachten Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostrukturen führt zu einer Verbesserung der Auflösung der hergestellten Mikrostrukturen bzw. Beseitigung der vorstehend genannten Nachteile im Zusammenhang mit den Werkzeugformen des Standes der Technik. Ne-
- 10 ben der bereits beschriebenen Dämpfung der Unebenheiten des Prägewerkzeugs in dem Prägelack der erfindungsgemäßen Werkzeugform, können die für das bereits beschriebene Mikrotiefdruckverfahren erforderlichen farblosen bzw. farbigen Lacke auf der erfindungsgemäßen Werkzeugform exakt abgerakelt werden, so dass die übertragene Mikrostruktur mit sehr hoher
- 15 Auflösung gefertigt werden kann. Darüber hinaus werden die in dem Zusammenhang mit bekannten Werkzeugformen beschriebenen Probleme durch die mechanische Belastung der Werkzeugform und des Rakels durch die erfindungsgemäße Werkzeugform vermieden.
- 20 Ferner sei als Vorteil der vorliegenden Erfindung erwähnt, dass die in den Prägelack der erfindungsgemäßen Werkzeugform eingebrachte Mikrostruktur Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und einer Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und 20 μm aufweisen, was eine deutliche Verbesserung im Hinblick auf den Strukturabstand und die Struk-
- 25 turtiefe bekannter Werkzeugformen darstellt.

Bei dem erfindungsgemäß auf der Trägerfolie angeordneten Prägelack handelt es sich bevorzugt um einen durch Strahlung, insbesondere durch UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, vernetzbaren Prägelack.

Mit Vorteil kann auch ein thermoplastisch verformbarer Prägelack eingesetzt werden. Sowohl strahlenvernetzbare als auch thermoplastisch verformbare Prägelacke lassen sich mit an sich bekannten Prägetechniken mit Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostrukturen versehen.
5 hen.

Der Prägelack weist mit Vorteil eine Schicht mit einer Dicke von etwa 1 μm bis etwa 25 μm , bevorzugt von 4 μm bis 8 μm , auf, so dass die erfindungsgemäß für die Mikrostrukturen geforderte Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm
10 und etwa 20 μm problemlos realisiert werden kann.

Die Mikrostrukturelemente der Mikrostruktur der Werkzeugform weisen mit Vorteil eine Strukturtiefe von 1 μm bis 10 μm , bevorzugt von 2 μm bis 6 μm , auf. Mikrostrukturelemente der bevorzugten Größenordnung stellen
15 zusammen mit dem erfindungsgemäß geforderten Strukturabstand von 1 μm oder mehr sicher, dass die durch die Mikrostruktur der Werkzeugform erzeugten Mikrostrukturen eines Sicherheitselements weitgehend achromatisch, also ohne Farbaufspaltung wirken.

20 Die mit der Mikrostruktur versehene Oberfläche des Prägelacks ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform gehärtet. Die gehärtete Oberfläche schützt so die Mikrostrukturelemente der Werkzeugform vor mechanischem Verschleiß, insbesondere Abrasion. Ein Abrasionsschutz ist z. B. sinnvoll, wenn die Werkzeugform möglichst lange mit einer möglichst gut reproduzierbaren Mikrostruktur zur Erzeugung von Sicherheitselementen, insbesondere bei einer Fertigung sehr großer Stückzahlen, eingesetzt werden soll.
25 Ein guter Abrasionsschutz wird beispielsweise durch eine nachträglich aufgebrachte, insbesondere aufgedampfte Schicht aus TiN erreicht. Alternativ ist es auch denkbar, einen Abrasionsschutz durch galvanische Abscheidung

eines Metalls, insbesondere von Chrom oder einer metallischen Verbindung, zu erreichen. Bei einer solchen galvanischen Abformung wird zunächst die Oberfläche des Prägelacks durch eine dünne Metallschicht, insbesondere einer Nickel, Kupfer-, Silber- oder Chromschicht, elektrisch leitfähig gemacht
5 und im folgenden Galvanikbad mit einer dünnen Schicht aus z. B. Chrom überzogen. Die als eigentlicher Abrasionsschutz dienende Chromschicht weist dabei vorteilhafterweise eine Schichtdicke von 1 μm bis 20 μm , besonders bevorzugt von 2 μm bis 4 μm , auf.

- 10 Zusätzlich oder alternativ kann die Oberfläche des Prägelacks des Weiteren mit einer Antihaftbeschichtung versehen sein. Bei einer solchen Beschichtung kann mit Vorteil eine CrN-Beschichtung eingesetzt werden. Die Antihaftbeschichtung ermöglicht ein leichtes Entfernen der Werkzeugform von dem durch die Werkzeugform mit einer erfindungsgemäßen Mikrostruktur
15 versehenen Träger bzw. Substrat.

Bei der Trägerfolie der Werkzeugform handelt es sich bevorzugt um eine Kunststofffolie, insbesondere um eine Kunststofffolie aus PET, PP, PE, PC, ABS, PVC. Die eingesetzten Trägerfolien weisen dabei bevorzugt eine Dicke
20 von 5 μm bis etwa 40 μm , besonders bevorzugt von 12 μm bis 23 μm , auf.

Besonders bevorzugt ist die Trägerfolie bahnförmig ausgebildet. Die durch die bahnförmige Ausbildung der Trägerfolie bereitgestellte Werkzeugform hat den Vorteil, dass sie beispielsweise in Form einer Rolle aufgerollt, gelagert und bei Bedarf abgerollt und zur Erzeugung erfindungsgemäßer Sicherheitselemente mit Mikrostruktur eingesetzt werden kann. Mit besonders
25 großem Vorteil kann eine solche bahnförmig ausgebildete Werkzeugform in dem in der Anmeldung PCT/EP2007/005200 beschriebenen Tiefdruckverfahren eingesetzt werden.

Selbstverständlich kann die Trägerfolie der Werkzeugform (in geeigneter Größe) auch auf einem im Wesentlichen zylindrischen Körper angeordnet werden, um einen Prägezyylinder zu bilden.

- 5 Alternativ kann die Trägerfolie mit der Werkzeugform als (zylindrische) Hülse zur Verwendung mit einem Spannzylinder ausgebildet sein. Die prinzipielle Funktionsweise eines Spannzylinders zum Aufspannen zylindrischer Prägeformen (Hülsen) wird z. B. in der EP 1 442 883 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die vorliegende Anmeldung aufgenommen
10 wird.

Auch die auf einem zylindrischen Körper, insbesondere Spannzylinder, angeordneten Werkzeugformen können mit Vorteil in dem in der PCT/EP2007/005200 beschriebenen Mikrotiefdruckverfahren eingesetzt
15 werden.

Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch die Schritte:

- 20
- a) Bereitstellen einer Trägerfolie mit einer ersten und einer zweiten Seite,
 - b) Aufbringen eines Prägelacks auf einer Seite der Trägerfolie,
 - 25 c) Erzeugen von Erhebungen und Vertiefungen in dem Prägelack zur Bildung einer Mikrostruktur, die Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und eine Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm aufweist, und

d) Härten des Prägelacks.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Werkzeugformen, weist gegenüber bekannten Verfahren zur Herstellung von Werkzeugformen
5 insbesondere die eingangs zu der erfindungsgemäßen Werkzeugform beschriebenen Vorteile auf.

Die Auftragung des Prägelacks auf der Trägerfolie kann durch verschiedene an sich aus dem Stand der Technik bekannte Beschichtungsverfahren erfolgen. Neben einigen Druckverfahren, z. B. Tiefdruck, Flexodruck, Offsetdruck, kommen alle klassischen Verfahren zum Filmgießen und Beschichtungsverfahren infrage. So ist die Aufbringung mit z. B. Walzenbeschichtungsverfahren, Spaltbeschichtungsverfahren, Drahttrakelbeschichtungsverfahren, Slot Die Coating, Dip Coating, Spray Coating, Curtain Coating und
15 Airknife Coating möglich.

In einer vorteilhaften Verfahrensvariante wird in Schritt b) ein durch Strahlung, bevorzugt durch UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, vernetzbarer Prägelack aufgebracht, und in Schritt d) das Härten des Prägelacks durch
20 Beaufschlagung mit Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, durchgeführt.

Ferner kann es von Vorteil sein, wenn der Prägelack nach Schritt b) und vor Schritt c) durch Beaufschlagung von Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung, vorgehärtet wird. Die Vorhärtung des Prägelacks hat den Vorteil, die weiter
25 oben beschriebenen Dämpfungseigenschaften des Prägelacks gegenüber Unebenheiten der Oberfläche des Prägewerkzeugs in gewissem Umfang einstellen zu können. In der Praxis hat sich eine Vorhärtung als geeignet erwiesen, bei der zwischen ca. 40 % und 100 % des Prägelacks vorgehärtet werden.

Alternativ kann allerdings in Schritt b) ein thermoplastisch verformbarer Prägelack aufgebracht werden und in Schritt d) das Härten des Prägelacks durch Abkühlen unter die Glasübergangstemperatur (Glaspunkt) des Prägelacks und/oder durch Beaufschlagung mit Strahlung, insbesondere UV-
5 Strahlung oder Ionenstrahlung, erfolgen.

In einer bevorzugten Verfahrensvariante werden die Erhebungen und Vertiefungen in Schritt c) des erfindungsgemäßen Verfahrens durch ein Prägewerkzeug, insbesondere durch einen Prägestempel, eine Prägeplatte oder
10 einen Prägezylinder, erzeugt.

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Temperatur des Prägewerkzeugs einstellbar ist. Insbesondere bei der Prägung eines thermoplastischen Prägelacks kann über die Temperatur des Prägewerkzeugs die bereits erwähnte Dämpfungseigenschaft des Prägelacks für Unebenheiten des Prägewerkzeugs in
15 gewissen Grenzen eingestellt werden. In der Praxis hat sich herausgestellt, dass der Temperaturbereich von ca. 100 °C bis 250 °C, vorzugsweise 170 °C bis 190 °C, für ein Prägewerkzeug geeignet ist, um die gewünschten Mikrostrukturen in einem thermoplastischen Prägelack einzubringen.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Prägelack in Schritt b) des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Schichtdicke von etwa 1 µm bis etwa 25 µm, bevorzugt von 4 µm bis 8 µm, auf die Trägerfolie aufgebracht und die Mikrostrukturelemente in Schritt c) mit einer Struktur-
25 dicke von etwa 1 µm bis 10 µm, bevorzugt von 2 µm bis 6 µm, erzeugt.

Wie bereits erwähnt, kann die Trägerfolie mit Vorteil bahnförmig ausgebildet und zu einer Rolle aufgewickelt werden, um eine abrollbare, bahnförmige Werkzeugform bereitzustellen.

Alternativ kann die Trägerfolie aber auch in einer geeigneten Größe auf einen im Wesentlichen zylindrischen Körper aufgespannt, aufgeklebt und/oder aufgeschrumpft werden. Dabei können die Endbereiche der Trägerfolie auf dem im Wesentlichen zylindrischen Körper auch überlappend angeordnet sein, ohne dass die Werkzeugform ihre Eignung zum Erzeugen erfindungsgemäßer Mikrostrukturen verliert. Allerdings können die überlappend angeordneten Endbereiche auch durch z. B. Schneiden entfernt werden.

10 Um die überlappend angeordneten Endbereiche der Trägerfolie oder den gegebenenfalls durch Entfernung der überlappenden Endbereiche entstandenen Stoßbereich der Trägerfolie zu glätten, kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform eine Füllung, insbesondere ein strahlenvernetzbarer Lack, in den erwähnten Bereichen aufgebracht werden.

15 Die Trägerfolie kann ferner als (zylindrische) Hülse ausgebildet werden, um sie auf einem Spannzylinder zu befestigen.

Mit Vorteil kann die Oberfläche des Prägelacks mit einer Abrasionsschutzschicht beschichtet werden, beispielsweise durch eine Beschichtung mit TiN, 20 sogenanntem DLC (Diamond Like Carbon) oder metallischem Chrom.

Auch ist es denkbar, die Oberfläche des Prägelacks mit einer Antihafbeschichtung, wie etwa einer CrN-Beschichtung, zu versehen.

25 Die Oberflächenbeschichtung erfolgt dabei mit Vorteil mittels eines CVD (Chemical Vapor Deposition), PVD (Physical Vapor Deposition) oder Sputter-Verfahrens und/oder mittels eines Verfahrens zur galvanischen Abscheidung.

Es versteht sich, dass eine Oberflächenbeschichtung für den Fall, dass die Trägerfolie bahnförmig ausgebildet und zu einer Rolle aufgewickelt wird, vor dem Aufrollen erfolgt. Für den Fall der Anordnung der Trägerfolie auf einem im Wesentlichen zylindrischen Körper, kann die Oberflächenbeschichtung
5 tungen hingegen sowohl vor als auch nach der Anordnung auf dem zylindrischen Körper auf die Oberfläche des Prägelacks aufgebracht werden.

Die Erfindung umfasst ferner eine Masterfolie zur Herstellung einer Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, wobei die Masterfolie durch eine
10 Trägerfolie und einen auf der Trägerfolie angeordneten Prägelack gekennzeichnet ist, wobei die Oberfläche des Prägelacks eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist, und wobei die durch die Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen gebildete Mikrostruktur der Masterfolie durch Mikrostrukturelemente
15 mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und einer Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm gebildet ist.

Die erfindungsgemäße Masterfolie weist demnach dieselben Merkmale wie die erfindungsgemäße Werkzeugform auf. Im Unterschied zu der Werkzeugform dient die Masterfolie aber nicht unmittelbar der Erzeugung einer
20 Mikrostruktur, sondern zunächst zur Herstellung einer Prägeform, mit der dann eine Mikrostruktur erzeugt wird.

Nähere technische Einzelheiten zur Verwendung einer Masterfolie und der
25 Herstellung einer Prägeform durch Abformung können z. B. der EP 1 369 262 A2 entnommen werden, wobei zu beachten ist, dass die in dem genannten Dokument beschriebene Masterfolie eine Metallfolie ist und als sogenannte „Master-Shim“-Metallfolie bezeichnet wird. Im Kontext der vorliegenden Anmeldung wird hingegen als „Masterfolie“ stets die Kombinati-

on einer Trägerfolie und eines auf der Trägerfolie angeordneten und mit Mikrostrukturelementen versehenen Prägelacks bezeichnet, wie dies im nebengeordneten Anspruch 28 ausgeführt ist.

- 5 Darüber hinaus ist zu beachten, dass die in der EP 1 369 262 A2 beschriebenen Reliefstrukturen zur Erzeugung von Beugungsstrukturen ausgebildet sind, nach der in vorliegenden Anmeldung verwendeten Nomenklatur also einen Strukturabstand von weniger als 1 µm aufweisen.
- 10 Zur Vermeidung von Wiederholungen sei in Bezug auf die Trägerfolie und deren Dicke, den Prägelack, die Schichtdicke des Prägelacks und die Strukturtiefen der Mikrostruktur des Prägelacks der Masterfolie auf die entsprechenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Werkzeugform bzw. deren Herstellung verwiesen.
- 15 Auch können bei der erfindungsgemäßen Masterfolie dieselben Vorteile erreicht werden, wie sie in Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Werkzeugform bereits weiter oben beschrieben wurden.
- 20 Nach einer bevorzugten Ausführungsform weisen die erfindungsgemäßen Oberflächen der Masterfolie eine elektrisch leitfähige Beschichtung, insbesondere eine metallische Beschichtung, auf. Eine in einem gewissen Umfang elektrisch leitfähige Beschichtung ist Voraussetzung für eine galvanische Abscheidung weiterer Metallschichten. Die elektrisch leitfähige Beschichtung
- 25 besteht dabei mit Vorteil aus Nickel, Silber, Chrom, Kupfer oder Aluminium, ganz besonders bevorzugt aus Chrom oder Nickel.

Die gegebenenfalls beschichtete Trägerfolie kann wiederum mit Vorteil bahnförmig ausgebildet sein oder aber in einer solchen Größe vorliegen, dass

sie in einem Hohlzylinder, insbesondere in einem geschlitzten Hohlzylinder, ohne Überlappung angeordnet werden kann. Im letzteren Fall kann die Masterfolie zur Herstellung einer (nahtlosen) Prägeform nach dem z. B. in der EP 1 369 262 A2 beschriebenen Rundgalvanik-Verfahren eingesetzt werden.

5

Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Masterfolie zum Erzeugen einer Prägeform, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Bereitstellen einer Trägerfolie mit einer ersten und einer zweiten Seite,
- 10 b) Aufbringen eines Prägelacks auf einer Seite der Trägerfolie,
- c) Erzeugen von Erhebungen und Vertiefungen in dem Prägelack zur Bildung einer Mikrostruktur, die Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und eine Strukturtiefe zwischen
15 etwa 1 μm und etwa 20 μm aufweist, und
- d) Härten des Prägelacks.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung der Masterfolie weist die in Zusammenhang mit dem Verfahren zur Herstellung der Werkzeugform bzw. im Zusammenhang mit der Masterfolie beschriebenen Vorteile auf, weshalb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden Textstellen verwiesen wird. Auch die bevorzugten Verfahrensvarianten gemäß
25 der abhängigen Ansprüche 40 bis 50 wurden im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Masterfolie im Wesentlichen bereits erläutert, weshalb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden Ausführungen verwiesen wird.

Zu ergänzen ist noch, dass die Oberflächenbeschichtungen auf dem Prägelack der Masterfolie bevorzugt mittels des Verfahrens zur galvanischen Abscheidung aufgebracht werden.

5 Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zur Herstellung einer Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, wobei das Verfahren durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- 10 a) Bereitstellen einer Masterfolie, die nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 38 ausgebildet bzw. nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 50 hergestellt ist,
- b) Abformen der Mikrostruktur der Masterfolie durch einen galvanischen Prozess, und
- 15 c) Lösen der Masterfolie von der durch galvanische Abformung gebildeten Prägeform.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Prägeform
20 wird eine erfindungsgemäße Masterfolie eingesetzt, um die Mikrostruktur der Masterfolie durch einen galvanischen Prozess in eine Prägeform abzuformen. Die im Zusammenhang mit der Masterfolie beschriebenen Vorteile, insbesondere die in der Masterfolie gegenüber dem eingesetzten Prägewerkzeug gedämpften Unebenheiten in Form von z. B. Schweiß- oder Rekombi-
25 nationsnähten, gelten aufgrund des galvanischen Abformungsprozesses auch für die Prägeform bzw. die in der Prägeform erzeugten Mikrostrukturen. D. h., in der Prägeform sind Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten, wie sie sich in Prägeformen des Standes der Technik finden, nicht oder nur in sehr viel geringerem Maße vorhanden. Die Prägeform gemäß der vorlie-

genden Anmeldung weist damit gegenüber Prägeformen des Standes der Technik dieselben Vorteile auf, wie die erfindungsgemäße Werkzeugform gegenüber bekannten Werkzeugformen. Während sowohl die erfindungsgemäße Prägeform als auch die erfindungsgemäße Werkzeugform zum Er-

5 zeugen einer Mikrostruktur eines Sicherheitselements eingesetzt werden, besteht der wesentliche Unterschied zwischen Präge- und Werkzeugform darin, dass die Prägeform durch einen galvanischen Abformprozess von der Masterfolie gewonnen wurde, wohingegen die erfindungsgemäße Werkzeugform ohne den Zwischenschritt über eine Masterfolie unmittelbar zum

10 Erzeugen einer Mikrostruktur eingesetzt wird.

In einer bevorzugten Verfahrensvariante wird die Masterfolie nach Schritt a) in einen in Längsachsenrichtung geschlitzten Hohlzylinder derart einge-

15 bracht, dass die Oberfläche mit den Mikrostrukturen zum Hohlzylinderinneren weist, und dass zwei eingefärbte Seitenkanten der Masterfolie zueinander benachbart liegen, und die Weite des Schlitzes des Hohlzylinders reduziert wird, bis die beiden Seitenkanten der Masterfolie aneinanderstoßen.

Eine solche Vorgehensweise entspricht grundsätzlich dem in der

20 EP 1 369 262 A2 näher beschriebenen Rundgalvanikverfahren, weshalb zum weitergehenden technischen Verständnis auf dieses Dokument verwiesen wird.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, wenn der Schritt des Bereitstellens der

25 Masterfolie durch Zuschneiden, insbesondere durch Laserstrahlschneiden, der Masterfolie aus einer größeren, insbesondere bahnförmigen Masterfolie erfolgt.

Mit besonders großem Vorteil wird die Prägeform als selbsttragende, nahtlose Hülse, insbesondere zur Verwendung mit einem Spannzylinder ausgebildet. Die selbsttragende Hülse kann somit grundsätzlich mit einem beispielsweise in der EP 1 442 883 A1 beschriebenen Spannzylinder eingesetzt werden.

Um das Lösen der Masterfolie von der durch galvanische Abformung erhaltenen Prägeform zu erleichtern, kann die Oberfläche der Masterfolie vor dem Schritt des Abformens mit einem Trennmittel versehen werden.

Vorteilhafterweise wird die galvanische Abformung in Schritt d) durch Abscheiden eines Metalls, insbesondere durch Abscheiden von Chrom, Nickel oder Kupfer, durchgeführt.

Besonders bevorzugt ist dabei eine Verfahrensvariante, bei der ein mehrschichtiges Abscheiden unterschiedlicher Metalle, insbesondere ein zweischichtiges Abscheiden, durchgeführt wird, wobei zunächst bevorzugt Chrom in einer Dicke von 1 μm bis 20 μm , vorzugsweise von 2 μm bis 4 μm , und danach bevorzugt Nickel in einer Dicke von 8 μm bis 200 μm , vorzugsweise von 10 μm bis 50 μm , auf der Masterfolie abgeschieden werden. Das vorstehend beschriebene zweischichtige Abscheiden hat den Vorteil, dass mit der ersten Schicht die für die galvanische Abformung erforderliche Leitfähigkeit des Prägelacks bereitgestellt wird, während mit der zweiten Beschichtung eine ausreichende Stabilität und Biegebarkeit der hergestellten Prägeform sichergestellt wird. Da die erste Schicht nach dem Ablösen der Prägeform von der Masterfolie die äußere Schicht der Mikrostruktur der Prägeform bildet, kann diese des Weiteren auch zugleich als Abrasionsschutzschicht dienen. Die durch die zweischichtige galvanische Abformung erhaltenen Prägeformen zeichnen sich demnach z. B. durch eine sehr hohe

Abrasions- und Kratzbeständigkeit aus und sind zugleich ausreichend stabil und biegsam. Des Weiteren kann eine solche verhältnismäßig dünne Prägeform im Vergleich zu einer ebenfalls denkbaren, deutlich dickeren Prägeform schneller gefertigt werden (höherer Durchsatz bei der galvanischen Abscheidung). Auch ist eine Befestigung, z. B. auf einem zylindrischen Körper, auch ohne Verschweißen der Endbereiche der Prägeform durch Kleber oder magnetischer Befestigung möglich.

Neben der bereits beschriebenen Ausbildung einer im Wesentlichen zylindrischen Prägeform nach dem z.B. aus der EP 1 369 262 A2 bekannten Rundgalvanik-Verfahren kann die Prägeform grundsätzlich auch als bahnförmige, flächige Prägeform mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden. Mit Vorteil kann dann eine solche Prägeform mit einem Schneidverfahren, insbesondere einem Laserstrahlschneidverfahren, auf eine solche Größe zugeschnitten werden, dass sie auf einem im Wesentlichen zylindrischen Körper ohne Überlappungsbereiche angeordnet werden kann.

Die Prägeform kann auf den im Wesentlichen zylindrischen Körper, insbesondere durch Verschweißen der Stöße zweier Endbereiche der Prägeform, befestigt werden.

Des Weiteren ist es nach einer anderen Verfahrensvariante möglich, dass die Prägeform auf den im Wesentlichen zylindrischen Körper durch Kleben, Spannen und/oder durch eine magnetische Halterung befestigt wird.

In jedem Fall stellt die auf die im Wesentlichen zylindrischen Körper befestigte Prägeform einen Prägezylinder dar, der zur Erzeugung von Mikrostrukturen mit sehr hoher Auflösung eingesetzt werden kann.

Die erfindungsgemäß hergestellten Prägeformen können sowohl bahnförmig als auch in Form eines oben beschriebenen Prägezylinders für das in der Anmeldung PCT/EP2007/005200 beschriebene Mikrotiefdruck-Verfahren eingesetzt werden.

5

Die Erfindung betrifft ferner eine Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements mit einer Mikrostruktur, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass die Mikrostruktur mit einer erfindungsgemäßen Werkzeugform oder mit einer erfindungsgemäßen Prägeform erzeugt wird.

In einer besonderen Verfahrensvariante, die sich insbesondere zur Herstellung des Sicherheitselements mit einer farbigen oder farblosen Mikrostruktur auf einem Träger eignet, ist vorgesehen, dass

- a) die Werkzeugform oder Prägeform derart bereitgestellt wird, dass ihre Oberfläche eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist,
- b) die Vertiefungen der Werkzeugform oder Prägeform mit einem härtbaren farbigen oder farblosen Lack befüllt werden,
- c) der Träger für eine gute Verankerung des farbigen oder farblosen Lacks vorbehandelt wird,
- d) die Oberfläche der Werkzeugform oder Prägeform mit dem Träger in Kontakt gebracht wird,

- e) der in Kontakt mit dem Träger stehende Lack in den Vertiefungen der Werkzeugform oder Prägeform gehärtet und dabei mit dem Träger verbunden wird, und
- 5 f) die Oberfläche der Werkzeugform oder Prägeform wieder von dem Träger entfernt wird, so dass der mit dem Träger verbundene, gehärtete Lack aus den Vertiefungen der Werkzeugform oder Prägeform gezogen wird.
- 10 Schließlich umfasst die Erfindung auch ein Sicherheitselement mit einer Mikrostruktur, das mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in
15 den Figuren auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung verzichtet.

Es zeigen:

- 20 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Werkzeugform im Bereich der in Fig. 1 gezeigten Linie II-II,
- 25 Fig. 3 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Werkzeugform, die zur Bildung eines Prägewerkzeugs auf einem zylindrischen Körper angeordnet ist,

- Fig. 4 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Prägeform, die durch galvanische Abformung auf einer erfindungsgemäßen Masterfolie gebildet wurde,
- 5 Fig. 5 einen geschlitzten Hohlzylinder mit darin angeordneter erfindungsgemäßer Masterfolie während des Galvanisierungsprozesses zur Bildung einer erfindungsgemäßen Prägeform,
- Fig. 6 eine auf einem Spannzylinder aufgezogene erfindungsgemäße nahtlose Prägeform, und
- 10 Fig. 7 eine auf einem Zylinder angeordnete erfindungsgemäße Prägeform, bei der die beiden Endbereiche der Prägeform in einem Stoßbereich aneinandergrenzen.

15

Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur näher erläutert. Fig. 1 zeigt dazu eine Werkzeugform 1, die aus einer bahnförmigen Trägerfolie 2 und einem auf der Trägerfolie angeordnetem Prägelack besteht. Im gezeigten Beispiel handelt es sich um eine

20 Folie aus PET mit einer Dicke von ca. 16 μm . Der UV-härtbare Prägelack wurde mittels eines geeigneten Beschichtungsverfahrens in einer Dicke von ca. 4 μm bis 8 μm auf der Trägerfolie aufgebracht.

Mittels eines nicht dargestellten Prägewerkzeugs, insbesondere eines Prägezylinders, wurden in dem Prägelack 3 Mikrostrukturen 4 erzeugt, welche

25 aus einer Vielzahl von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur bestehen. Um die Dämpfungseigenschaften bei der Übertragung der Mikrostrukturen von dem eingesetzten Prägewerkzeug auf den Prägelack einzustellen, wurde der Prägelack vor dem Einprägen der

Mikrostrukturen durch Beaufschlagung mit Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung, vorgehärtet und nach der Prägung vollständig ausgehärtet.

- Ein weiterer Parameter zur Einstellung der Dämpfungseigenschaften stellt
- 5 die Verweildauer des Prägewerkzeugs in dem Prägelack dar. Eine Verweildauer von ca. 0,1 sec. bis 2 sec. hat sich im Allgemeinen als geeignet herausgestellt, um die Mikrostrukturen der erfindungsgemäßen Werkzeugform bei guter Dämpfung der Unebenheiten des Prägewerkzeugs zu erzeugen.
- 10 In Fig. 1 ist im Prägelack ferner eine punktierte Linie eingezeichnet, bei der es sich um eine Schweiß- oder Rekombinationsnaht handelt, die von dem eingesetzten Prägewerkzeug, insbesondere Prägezyylinder, in den Prägelack 3 der Werkzeugform 1 abgeformt wurde. Es versteht sich, dass bei Verwendung eines nahtlosen Prägewerkzeugs keine Abformung in den Prägelack
- 15 erfolgt. Aber auch bei Verwendung eines Prägewerkzeugs mit Schweiß- oder Rekombinationsnähten, werden diese aufgrund der Dämpfungseigenschaften der erfindungsgemäßen Werkzeugform mit beispielsweise wesentlich geringerer Höhe bzw. Tiefe in dem Prägelack abgeformt, als dies bei Werkzeugformen des Standes der Technik der Fall ist. Insofern steht die punktiert
- 20 eingezeichnete Linie 5 für sämtliche Unregelmäßigkeiten bzw. Unebenheiten des Prägewerkzeugs, die durch die Erfindung idealerweise nicht oder aber in sehr viel geringerem Maße als dies im Stand der Technik bisher möglich war, in den Prägelack der erfindungsgemäßen Werkzeugform abgeformt werden.

25

In Fig. 2 ist nun ein Querschnitt durch eine Mikrostruktur 4 des Prägelacks 3 der Werkzeugform 1 entlang der Linie II-II gezeigt. Aus Fig. 2 ist zu erkennen, dass die Mikrostruktur 4 aus einer Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur gebildet wird. Mit

anderen Worten wird die Mikrostruktur von einer Vielzahl von Mikrostrukturelementen gebildet, wobei im vorliegenden Beispiel die Mikrostrukturelemente mit den Erhebungen 6 zusammenfallen, die durch Vertiefungen 7 im Prägelack 3 voneinander getrennt sind.

5

Aus Fig. 2 ist ferner zu entnehmen, dass der Strukturabstand S_a , im vorliegenden Beispiel durch den Abstand zweier z. B. als Linien ausgebildeter Mikrostrukturelemente 6 definiert wird. Der Strukturabstand ist erfindungsgemäß größer $1\text{ }\mu\text{m}$ und beträgt im vorliegenden Beispiel ca. $4\text{ }\mu\text{m}$. Die Mikrostrukturelemente 6 und die Vertiefungen 7 der Mikrostruktur weisen jeweils eine Breite von ca. $2\text{ }\mu\text{m}$ auf.

10

Die in Fig. 2 gezeigte Mikrostruktur weist des Weiteren Mikrostrukturelemente 6 mit einer Strukturtiefe S_t von ca. $4\text{ }\mu\text{m}$ auf.

15

Die in Fig. 1 dargestellte bahnförmige Werkzeugform kann nun unmittelbar zum Erzeugen einer Mikrostruktur in einem verformbaren Substrat, z. B. einem strahlenvernetzbaaren Prägelack, eingesetzt werden. Um den mechanischen Verschleiß der Mikrostrukturelemente 6 der Mikrostruktur 4 der Werkzeugform 1 zu verringern, ist es darüber hinaus auch möglich, die Oberfläche des Prägelacks zumindest im Bereich der Mikrostruktur zu härten. Dies kann beispielsweise durch eine aufgedampfte Schicht, beispielsweise aus TiN, erfolgen, wobei die Gasphasenabscheidung bevorzugt durch Physical Vapor Deposition (PVD) besonders geeignet ist. Alternativ kann die Oberfläche des Prägelacks aber auch mit einer Abrasionsschutzschicht versehen werden, bei der es sich beispielsweise um eine galvanisch abgeschiedene Chromschicht handeln kann.

20

25

Bei der galvanischen Abscheidung ist in der Regel zunächst eine dünne leitfähige Schicht auf der Oberfläche des Prägelacks auszubilden, um die für die galvanische Abscheidung erforderliche Leitfähigkeit bereitzustellen. In der Praxis haben sich z. B. Chromschichten als Abrasionsschutzschicht mit einer
5 Schichtdicke von ca. 2 μm bis 4 μm als ausreichend erwiesen.

Zusätzlich oder alternativ kann die Mikrostruktur des Weiteren auch mit einer Antihafbeschichtung versehen sein, um beispielsweise das Ablösen der Werkzeugform von einer durch die Werkzeugform in einem Prägelack
10 geprägten Mikrostruktur zu erleichtern.

Die vollständig fertiggestellte Werkzeugform kann grundsätzlich sofort als bahnförmige Werkzeugform zur Erzeugung von Mikrostrukturen eingesetzt werden. Zweckmäßig ist es allerdings, sie zunächst zu einer Rolle aufzuwickeln, um eine abrollbare, bahnförmige Werkzeugform bereitzustellen. Die
15 in Form einer Rolle vorliegende Werkzeugform kann dann bis zu dem Zeitpunkt gelagert werden, an dem die Werkzeugform zur Herstellung von Mikrostrukturen eingesetzt werden soll.

20 Wie bereits erwähnt, kann eine bahnförmige Werkzeugform nach Fig. 1 als Werkzeugform für das in der Anmeldung PCT/EP2007/005200 beschriebene Mikrotiefdruckverfahren eingesetzt werden, um farbige oder farblose Mikrostrukturen zu erzeugen.

25 Die erfindungsgemäße Werkzeugform kann gemäß einer alternativen Ausführungsform aber auch auf einem Körper, insbesondere einem im Wesentlichen zylindrischen Körper, angeordnet werden, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist. Zur Anordnung der Werkzeugform 1 auf dem im Wesentlichen zylindrischen Körper 11 werden insbesondere solche Bereiche der bahnförmigen

- Werkzeugform vorgesehen, die zwischen den punktiert eingezeichneten Abformungen 5 der Unebenheiten eines Prägewerkzeugs liegen (siehe Fig. 1). Dazu kann die Werkzeugform mittels eines Schneidverfahrens, insbesondere eines Laserschneidverfahrens, auf die erforderliche Größe geschnitten werden und dann auf dem Zylinder 11 angeordnet werden. Die Werkzeugform 1 kann dabei auf dem Zylinder 11 aufgespannt, aufgeklebt und/oder aufgeschrumpft werden, wobei sämtliche Befestigungsmaßnahmen dem Fachmann an sich bekannt sind.
- 10 Sofern die Werkzeugform nicht, wie oben beschrieben, durch ein Schneidverfahren auf die erforderliche Größe gebracht werden soll oder kann, ist es grundsätzlich auch denkbar, die Endbereiche der Trägerfolie auf dem Zylinder 11 überlappend anzuordnen, was allerdings in Fig. 3 nicht dargestellt ist. Soweit der Überlappungsbereich nicht zu groß ist, kann der durch eine solche Werkzeugform 1 und den Zylinder 11 gebildete Prägezyylinder 12 mit einer definierten Laufrichtung eingesetzt werden. Die Laufrichtung muss dabei in Richtung der Überlappung so gewählt werden, dass ein Festhaken des zu prägenden Substrats oder eines Rakels nicht möglich ist.
- 20 Um die Abrolleigenschaften einer solchen Werkzeugform mit Überlappungsbereich zu verbessern, kann im Überlappungsbereich (überlappende Endbereiche der Trägerfolie) auch eine Füllung, insbesondere ein strahlenhärter Lack aufgebracht werden.
- 25 Alternativ ist es aber auch möglich, die überlappenden Endbereiche der Folie in geeigneter Weise, z. B. durch ein Schneidverfahren, zu entfernen und die so entstandenen Stoßbereiche 8 und 9 der Werkzeugform 1 im Wesentlichen nahtlos nebeneinander auf dem Zylinder anzuordnen, wie dies in Fig. 3 näher gezeigt ist. Gemäß der dort dargestellten Ausführungsform ist der

zwischen den in den Bereichen 8 und 9 der Werkzeugform 1 entstandene Stoßbereich durch eine Füllung 10, im vorliegenden Fall ein UV-vernetzbarer Lack, geglättet.

- 5 Der durch die Werkzeugform 1 und den Zylinder 11 gebildete Prägezyylinder 12 kann nun als Druckwerkzeug zur Herstellung von Mikrostrukturen, beispielsweise in prägbarem Lack, eingesetzt werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, den Prägezyylinder 12 als Werkzeugform in dem in der Anmeldung PCT/EP/2007/005200 beschriebenen Mikrotiefdruckverfahren
10 einzusetzen.

Sofern die Oberfläche der Werkzeugform 1 des Prägezyinders 12 nicht bereits vor Anordnung auf dem zylindrischen Körper 11 mit einer Beschichtung versehen wurde, ist es denkbar, eine solche Oberflächenbeschichtung
15 auf die gemäß Fig. 3 angeordnete Werkzeugform aufzubringen. Denkbar ist hier wiederum die bereits weiter oben beschriebene Abrasionsschutzschicht aus z. B. TiN und/oder eine Antihafschicht aus z. B. CrN.

Weitere Aspekte der Erfindung werden nun mit Bezug auf die Figuren 4 bis
20 7 beschrieben. Fig. 4 zeigt eine Masterfolie 21, die im Wesentlichen aus einer Trägerfolie 22 und eines darauf angeordneten Prägelacks 23 gebildet wird. Die erfindungsgemäße Masterfolie 21 kann dieselben Merkmale und Eigenschaften aufweisen, wie die mit Bezug auf die Figuren 1, 2 und 3 beschriebene Werkzeugform. Da die Masterfolie 21 aber nicht unmittelbar zur Erzeugung der Mikrostrukturen z. B. eines Sicherheitselements eingesetzt wird,
25 sondern als Halbzeug zur Erzeugung einer erfindungsgemäßen Prägeform zur Erzeugung solcher Mikrostrukturen, soll zur Vermeidung von begrifflichen Unklarheiten in der vorliegenden Anmeldung stets die Unterscheidung zwischen Werkzeugform und Masterfolie beibehalten werden. Zur Vermei-

5 dung von Wiederholungen, insbesondere im Hinblick auf spezifische Eigenschaften der Mikrostruktur 24 (siehe Fig. 5), der Trägerfolie 22 und des Prägelacks 23 der Masterfolie sei jedoch auf die vorstehenden Erläuterungen zu der entsprechenden Mikrostruktur 4, Trägerfolie 2 und Prägelack 3 der Werkzeugform 1 verwiesen.

10 Wie aus Fig. 4 zu entnehmen ist, weist die Masterfolie 21 einen auf einer Trägerfolie 22 angeordneten Prägelack 23 mit einer Vielzahl von Erhebungen 26 und Vertiefungen 27 auf, welche eine Mikrostruktur 24 bilden. Die Mikrostrukturelemente weisen einen Strukturabstand von ca. 6 μm auf, wobei dieser gemäß den Ausführungen zum Strukturabstand S_a in Fig. 2 auch für die in Fig. 4 gezeigte Masterfolie 21 als Abstand zweier Mikrostrukturelemente 26, z. B. zweier linienförmiger Elemente, definiert ist. Die Strukturtiefe der Mikrostrukturelemente 26 beträgt etwa 6 μm .

15 Um nun ausgehend von der in Fig. 4 gezeigten Masterfolie 21 eine erfindungsgemäße Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur herzustellen, wird die Mikrostruktur 24 der Masterfolie 21 durch einen galvanischen Prozess abgeformt. Die galvanische Abformung erfordert eine leitfähige Schicht auf der Oberfläche des geprägten Lacks 23. Als leitfähige Schicht kommen
20 insbesondere metallische Beschichtungen aus Chrom, Silber, Kupfer oder Aluminium in Betracht. Bevorzugt ist dabei unter anderem deshalb Chrom, weil die auf der Mikrostruktur 24 des Prägelacks 23 der Masterfolie 21 abgeschiedene Chromschicht später als oberste Schicht und damit als Abrasionsschutzschicht einer erfindungsgemäßen Prägeform dienen kann.
25

In der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform wurde eine Chromschicht 32 in einer Dicke von ca. 3 μm aufgebracht. Über der Chromschicht 32 wurde sodann eine weitere Metallbeschichtung, im vorliegenden Fall eine Nickel-

schicht 33, durch einen galvanischen Prozess abgeschieden. Die Nickelschicht 33 fungiert später als Trägerschicht und weist deshalb eine größere Schichtstärke von ca. 20 µm bis 60 µm auf. Dabei ist zu beachten, dass die in der Masterfolie 21 vorhandenen Vertiefungen 27 später als Erhebungen der
5 Prägeform 31 und die Erhebungen 26 der Masterfolie 21 in der Prägeform 31 als Vertiefungen abgeformt werden. Insofern kann, anders als in Fig. 4 gezeigt, die metallische Beschichtung, insbesondere die gegebenenfalls dickere Nickelschicht 33, die gesamten Vertiefungen 27 der Masterfolie ausfüllen. Die Mikrostruktur der Prägeform 31 verhält sich zu der Mikrostruktur der
10 Masterfolie 21 demnach wie eine Positivstruktur zu einer Negativstruktur. Für den Fachmann stellt die Festlegung der Struktur der auf einem Sicherheitselement zu erzeugenden (positiven) Mikrostruktur auch bei Verwendung einer Zwischenform, wie die vorliegend eingesetzte Masterfolie, kein grundsätzliches Problem dar.

15

Die galvanisch abgeschiedene Prägeform 31 kann nun von der Masterfolie 21 gelöst werden (nicht abgebildet) und steht als eine selbsttragende metallische Prägeform zur Verfügung. Die galvanische Abformung kann dabei, wie anhand von Fig. 4 beschrieben, ausgehend von einer bahnförmigen Masterfolie
20 21 erfolgen, um eine ebenfalls bahnförmige Prägeform zu erhalten.

Eine alternative Herstellung der Prägeform ist in Fig. 5 gezeigt. Dabei wird die Masterfolie in geeigneter Größe, gegebenenfalls nach Zuschneiden einer bahnförmigen Masterfolie, in einen geschlitzten Hohlzylinder 40 derart eingebracht, dass die Oberfläche mit den Mikrostrukturen 24 der Masterfolie 21
25 zum Hohlzylinderinneren weist, und dass zwei entfernte Seitenkanten der Masterfolie zueinander benachbart liegen. Gemäß Fig. 5 stoßen die beiden Seitenkanten der Masterfolie im Stoßbereich 25 aneinander. Die Weite des Schlitzes 42 des Hohlzylinders 40 wird nun so weit reduziert bis die beiden

Seitenkanten der Masterfolie, wie in Fig. 5 gezeigt, im Stoßbereich 25 bündig aneinanderstoßen.

Die gemäß Fig. 5 im Inneren des Hohlzylinders 40 angeordnete Masterfolie
5 21 wird nun, wie im Zusammenhang mit Fig. 4 beschrieben, einem galvanischen Abformungsprozess unterzogen. Dies ist in Fig. 5 durch die Spannungsversorgung 50 symbolisiert. Die durch galvanische Abformung gewonnene nahtlose Prägeform stellt eine selbsttragende, nahtlose Hülse dar und kann mit einem Zylinder, insbesondere mit einem Spannzylinder, ver-
10 wendet werden.

Die Anordnung einer solchen nahtlosen Prägeform 31 mit Mikrostrukturen 34 auf einem Spannzylinder 51 zur Ausbildung eines Prägezylinders 52 ist in Fig. 6 dargestellt. Nähere Einzelheiten zur Erzeugung einer nahtlosen zy-
15 lindrischen Prägeform (Hülse), ausgehend von einer Masterfolie, und zur Anordnung der erzeugten Prägeform auf einem Zylinder zur Bildung eines Prägezylinders können der Anmeldung EP 1 369 262 A2 entnommen werden.

20 Selbstverständlich kann eine durch galvanische Abformung erhaltene Prägeform 31 auch anders als mit dem mit Bezug auf Fig. 5 und Fig. 6 beschriebene Verfahren erhalten werden. Dazu wird die Prägeform 31, wie dies mit Bezug zu Fig. 4 allgemein beschrieben wurde, von der Masterfolie 21 gelöst und in geeigneter Größe, gegebenenfalls nach Zuschneiden, auf einem im
25 Wesentlichen zylindrischen Körper angeordnet.

Wie in Fig. 7 dargestellt, kann dies ohne Überlapp auf einem Zylinder 61 erfolgen. Die Endbereiche der Prägeform 31 grenzen im Stoßbereich 35 unmittelbar aneinander. Die Befestigung der Prägeform kann grundsätzlich

- durch Verschweißen, insbesondere durch Verschweißen im Stoßbereich 35 erfolgen. Alternativ kann die Prägeform auf dem zylindrischen Körper durch Kleben, Spannen und/oder durch eine magnetische Halterung erfolgen. Für die in Fig. 7 gezeigte Ausführungsform wird die Prägeform 31
- 5 durch eine Magnethalterung auf dem Zylinder 61 befestigt, so dass ein Prägezyylinder 62 mit einer Prägeform 31 ohne äußere Schweißnähte gebildet wird. Eine Magnethalterung ist gemäß Fig. 7 insbesondere deshalb möglich, weil die Prägeform 31 verhältnismäßig dünn und flexibel ist.
- 10 Auch die in den Figuren 4, 6 und 7 gezeigten Prägeformen 31 können zur Erzeugung von Mikrostrukturen, insbesondere nach dem in der Anmeldung PCT/EP2007/005200 beschriebenen Tiefdruckverfahren, eingesetzt werden.
- Die mit den Prägeformen der Figuren 4, 6 und 7 bzw. der Werkzeugform der
- 15 Figuren 1, 2 und 3 hergestellten Mikrostrukturen können mit Vorteil ein nicht näher gezeigtes Sicherheitselement bilden, das sich entsprechend dem erfindungsgemäßen Konzept insbesondere durch eine sehr hohe Auflösung der abgeformten Mikrostruktur auszeichnet und damit einen erhöhten Fälschungsschutz für die mit dem Sicherheitselement gesicherten Gegenstände
- 20 ermöglicht.

Patentansprüche

1. Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, **gekennzeichnet durch** eine Trägerfolie und einen auf der Trägerfolie angeordneten Prägelack, wobei die Oberfläche des Prägelacks eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist, und wobei die durch die Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen gebildete Mikrostruktur der Werkzeugform durch Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und einer Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm gebildet ist.
2. Werkzeugform nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack ein durch Strahlung, bevorzugt durch UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, vernetzbarer Prägelack ist.
3. Werkzeugform nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack ein thermoplastisch verformbarer Prägelack ist.
4. Werkzeugform nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack eine Schichtdicke von etwa 1 μm bis etwa 25 μm , bevorzugt von 4 μm bis 8 μm , aufweist.
5. Werkzeugform nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mikrostrukturelemente eine Strukturtiefe von 1 μm bis 10 μm , bevorzugt von 2 μm bis 6 μm , aufweisen.

6. Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks gehärtet ist.
- 5 7. Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks mit einer Antihafbeschichtung versehen ist.
8. Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie eine Kunststoffolie, insbesondere aus PET, PP, PE, PC, ABS, PVC, ist.
- 10 9. Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie eine Dicke von etwa 5 µm bis etwa 40 µm, bevorzugt von 12 µm bis 23 µm, aufweist.
- 15 10. Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie bahnförmig ausgebildet ist.
- 20 11. Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie auf einem im Wesentlichen zylindrischen Körper angeordnet ist.
- 25 12. Werkzeugform nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie eine Hülse zur Verwendung mit einem Spannzylinder darstellt.

13. Verfahren zur Herstellung einer Werkzeugform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:
- 5 a) Bereitstellen einer Trägerfolie mit einer ersten und einer zweiten Seite,
- b) Aufbringen eines Prägelacks auf einer Seite der Trägerfolie,
- 10 c) Erzeugen von Erhebungen und Vertiefungen in dem Prägelack zur Bildung einer Mikrostruktur, die Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und eine Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm aufweist, und
- 15 d) Härten des Prägelacks.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Schritt b) ein durch Strahlung, bevorzugt durch UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, vernetzbarer Prägelack aufgebracht wird und in Schritt d) das Härten des Prägelacks durch Beaufschlagung mit Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, erfolgt.
- 20 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack nach Schritt b) und vor Schritt c) durch Beaufschlagung mit Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung, vorgehärtet wird.
- 25 16. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Schritt b) ein thermoplastisch verformbarer Prägelack aufgebracht wird und in Schritt d) das Härten des Prägelacks durch Abkühlen unter die Glasübergangstemperatur (Glaspunkt) des Prägelacks und/

oder durch Beaufschlagung mit Strahlung, insbesondere UV- oder Ionenstrahlung, erfolgt.

- 5 17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erzeugen der Erhebungen und Vertiefungen in Schritt c) durch ein Prägewerkzeug, insbesondere durch einen Prägestempel, eine Prägeplatte oder einen Prägezylinder, erfolgt.
- 10 18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur des Prägewerkzeugs einstellbar ist.
- 15 19. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack in Schritt b) mit einer Schichtdicke von etwa 1 μm bis etwa 25 μm , bevorzugt von 4 μm bis 8 μm , aufgebracht wird und die Mikrostrukturelemente in Schritt c) mit einer Strukturtiefe von 1 μm bis 10 μm , bevorzugt von 2 μm bis 6 μm , erzeugt werden.
- 20 20. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie bahnförmig ausgebildet und zu einer Rolle aufgewickelt wird, um eine abrollbare, bahnförmige Werkzeugform bereitzustellen.
- 25 21. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie in einer geeigneten Größe auf einen im Wesentlichen zylindrischen Körper aufgespannt, aufgeklebt und/oder aufgeschrumpft wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie Endbereiche aufweist, die auf dem im Wesentlichen zylindrischen Körper überlappend angeordnet und gegebenenfalls durch Schneiden entfernt werden.
- 5
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich der überlappenden Endbereiche der Trägerfolie oder der gegebenenfalls durch Entfernung der überlappenden Endbereiche entstandene Stoßbereich der Trägerfolie durch Aufbringung einer Fül-
- 10 lung, insbesondere eines strahlenvernetzbaren Lacks, geglättet wird.
24. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie als Hülse ausgebildet wird, um sie auf einem Spannzylinder zu befestigen.
- 15
25. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks mit einer Abrasionsschutzschicht beschichtet wird.
- 20
26. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks mit einer Antihafbeschichtung beschichtet wird.
- 25
27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberflächenbeschichtung mittels eines CVD-, PVD- oder Sputter-Verfahrens und/oder mittels eines Verfahrens zur galvanischen Abscheidung erfolgt.

28. Masterfolie zur Herstellung einer Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, **gekennzeichnet durch** eine Trägerfolie und einen auf der Trägerfolie angeordneten Prägelack, wobei die Oberfläche des Prägelacks eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in
5 Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist, und wobei die durch die Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen gebildete Mikrostruktur der Masterfolie durch Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und einer Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm gebildet ist.
- 10 29. Masterfolie nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack ein durch Strahlung, bevorzugt durch UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, vernetzbarer Prägelack ist.
- 15 30. Masterfolie nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack ein thermoplastisch verformbarer Prägelack ist.
- 20 31. Masterfolie nach einem der Ansprüche 28 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack eine Schichtdicke von etwa 1 μm bis etwa 25 μm , bevorzugt von 4 μm bis 8 μm , aufweist.
- 25 32. Masterfolie nach einem der Ansprüche 28 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mikrostrukturelemente eine Strukturtiefe von 1 μm bis 10 μm , bevorzugt von 2 μm bis 6 μm , aufweisen.
33. Masterfolie nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks eine elektrisch leitfähige Beschichtung, insbesondere eine metallische Beschichtung, aufweist.

34. Masterfolie nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitfähige Beschichtung aus Nickel, Silber, Chrom, Kupfer oder Aluminium, besonders bevorzugt aus Chrom oder Nickel, besteht.
- 5
35. Masterfolie nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie eine Kunststofffolie, insbesondere aus PET, PP, PE, PC, ABS, PVC, ist.
- 10
36. Masterfolie nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie eine Dicke von etwa 5 µm bis etwa 40 µm, bevorzugt von 12 µm bis 23 µm, aufweist.
- 15
37. Masterfolie nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie bahnförmig ausgebildet ist.
- 20
38. Masterfolie nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Masterfolie in einer Größe vorliegt, dass sie in einem Hohlzylinder, insbesondere in einem geschlitzten Hohlzylinder, ohne Überlapp angeordnet werden kann.
- 25
39. Verfahren zur Herstellung einer Masterfolie zum Erzeugen einer Prägeform, **gekennzeichnet durch folgende Schritte**:
- a) Bereitstellen einer Trägerfolie mit einer ersten und einer zweiten Seite,
 - b) Aufbringen eines Prägelacks auf einer Seite der Trägerfolie,

- c) Erzeugen von Erhebungen und Vertiefungen in dem Prägelack zur Bildung einer Mikrostruktur, die Mikrostrukturelemente mit einem Strukturabstand von 1 μm oder mehr und eine Strukturtiefe zwischen etwa 1 μm und etwa 20 μm aufweist, und

5

- d) Härten des Prägelacks.

40. Verfahren nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Schritt b) ein durch Strahlung, bevorzugt durch UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, vernetzbarer Prägelack aufgebracht wird und in Schritt d) das Härten des Prägelacks durch Beaufschlagung mit Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung oder Elektronenstrahlung, erfolgt.

10

41. Verfahren nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack nach Schritt b) und vor Schritt c) durch Beaufschlagung mit Strahlung, bevorzugt mit UV-Strahlung, vorgehärtet wird.

15

42. Verfahren nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Schritt b) ein thermoplastisch verformbarer Prägelack aufgebracht wird und in Schritt d) das Härten des Prägelacks durch Abkühlen unter die Glasübergangstemperatur (Glaspunkt) des Prägelacks und/oder durch Beaufschlagung mit Strahlung, insbesondere UV- oder Ionenstrahlung, erfolgt.

20

43. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erzeugen der Erhebungen und Vertiefungen in Schritt c) durch ein Prägewerkzeug, insbesondere durch einen Prägestempel, eine Prägeplatte oder einen Prägezylinder, erfolgt.

25

44. Verfahren nach Anspruch 43, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur des Prägewerkzeugs einstellbar ist.

5 45. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 44, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prägelack in Schritt b) mit einer Schichtdicke von etwa 1 μm bis etwa 25 μm , bevorzugt von 4 μm bis 8 μm , aufgebracht wird und die Mikrostrukturelemente in Schritt c) mit einer Strukturtiefe von 1 μm bis 10 μm , bevorzugt von 2 μm bis 6 μm , erzeugt werden.

10

46. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 45, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung, insbesondere einer metallischen Beschichtung, beschichtet wird.

15

47. Verfahren nach Anspruch 46, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Prägelacks mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung aus Nickel Silber, Chrom, Kupfer oder Aluminium, besonders bevorzugt aus Chrom oder Nickel, beschichtet wird.

20

48. Verfahren nach Anspruch 46 oder 47, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberflächenbeschichtung mittels eines Verfahrens zur galvanischen Abscheidung und/oder mittels eines CVD-, PVD- oder Sputter-Verfahrens erfolgt.

25

49. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 48, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerfolie bahnförmig ausgebildet und zu einer Rolle aufgewickelt wird, um eine abrollbare, bahnförmige Masterfolie bereitzustellen.

50. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 49, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Masterfolie in einer solchen Größe gefertigt wird, dass sie in einem Hohlzylinder, insbesondere in einem geschlitzten Hohlzylinder, ohne Überlapp angeordnet werden kann.

5

51. Verfahren zur Herstellung einer Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- 10 a) Bereitstellen einer Masterfolie, die nach wenigstens einem der Ansprüche 28 bis 38 ausgebildet bzw. nach wenigstens einem der Ansprüche 39 bis 50 hergestellt ist,
- b) Abformen der Mikrostruktur der Masterfolie durch einen galvanischen Prozess, und
- 15 c) Lösen der Masterfolie von der durch galvanische Abformung gebildeten Prägeform.

20 52. Verfahren nach Anspruch 51, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Masterfolie nach Schritt a) in einen in Längsachsenrichtung geschlitzten Hohlzylinder derart eingebracht wird, dass die Oberfläche mit den Mikrostrukturen zum Hohlzylinderinneren weist und dass zwei entfernte Seitenkanten der Masterfolie zueinander benachbart liegen, und dass die Weite des Schlitzes des Hohlzylinders reduziert

25 wird, bis die beiden Seitenkanten der Masterfolie aneinanderstoßen.

53. Verfahren nach Anspruch 52, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des Bereitstellens der Masterfolie durch Zuschneiden, ins-

besondere Laserstrahlschneiden, der Masterfolie aus einer größeren, insbesondere bahnförmigen Masterfolie erfolgt.

5 54. Verfahren nach Anspruch 52 oder 53, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prägeform als selbsttragende, nahtlose Hülse, insbesondere zur Verwendung mit einem Spannzylinder, ausgebildet wird.

10 55. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 51 bis 54, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche der Masterfolie vor dem Schritt des Abformens mit einem Trennmittel versehen wird.

15 56. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 51 bis 55, **dadurch gekennzeichnet**, dass die galvanische Abformung in Schritt b) durch Abscheiden eines Metalls, insbesondere durch Abscheiden von Chrom, Nickel, Silber, Aluminium oder Kupfer, erfolgt.

20 57. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 51 bis 56, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein mehrschichtiges Abscheiden unterschiedlicher Metalle, insbesondere ein zweischichtiges Abscheiden, durchgeführt wird, wobei zunächst bevorzugt Chrom in einer Dicke von 1 µm bis 20 µm, vorzugsweise von 2 µm bis 4 µm, und danach bevorzugt Nickel in einer Dicke von 8 µm bis 200 µm, vorzugsweise von 10 µm bis 50 µm, auf der Masterfolie abgeschieden werden.

25 58. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 51 oder 55 bis 57, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prägeform mit einem Schneidverfahren, insbesondere mittels Laserstrahlschneiden, auf eine solche Größe zugeschnitten wird, dass sie auf einem im Wesentlichen zylindrischen Körper ohne Überlappungsbereiche angeordnet werden kann.

59. Verfahren nach Anspruch 58, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prägeform auf dem im Wesentlichen zylindrischen Körper, insbesondere durch Verschweißen zweier Endbereiche der Prägeform (Stöße), befestigt wird.

5

60. Verfahren nach Anspruch 58, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prägeform auf dem im Wesentlichen zylindrischen Körper durch Kleben, Spannen und/oder durch eine magnetische Halterung befestigt wird.

10

61. Prägeform zum Erzeugen einer Mikrostruktur, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prägeform nach wenigstens einem der Ansprüche 51 bis 60 hergestellt ist.

15

62. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements mit einer Mikrostruktur, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mikrostruktur mit einer Werkzeugform nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12 oder einer nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 27 hergestellten Werkzeugform oder mit einer Prägeform nach Anspruch 61 oder einer nach wenigstens einem der Ansprüche 51 bis 60 hergestellten Prägeform erzeugt wird.

20

63. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements nach Anspruch 62, insbesondere eines Sicherheitselements mit einer farbigen oder farblosen Mikrostruktur auf einem Träger, bei dem

25

a) die Werkzeugform oder Prägeform derart bereitgestellt wird, dass ihre Oberfläche eine Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen in Gestalt der gewünschten Mikrostruktur aufweist,

- 5 b) die Vertiefungen der Werkzeugform oder Prägeform mit einem
 härtbaren farbigen oder farblosen Lack befüllt werden,
- c) der Träger für eine gute Verankerung des farbigen oder farblosen
 Lacks vorbehandelt wird,
- d) die Oberfläche der Werkzeugform oder Prägeform mit dem Trä-
 ger in Kontakt gebracht wird,
- 10 e) der in Kontakt mit dem Träger stehende Lack in den Vertiefungen
 der Werkzeugform oder Prägeform gehärtet und dabei mit dem
 Träger verbunden wird, und
- 15 f) die Oberfläche der Werkzeugform oder Prägeform wieder von
 dem Träger entfernt wird, so dass der mit dem Träger verbunde-
 ne, gehärtete Lack aus den Vertiefungen der Werkzeugform oder
 Prägeform gezogen wird.
- 20 64. Sicherheitselement mit einer Mikrostruktur, **dadurch gekenn-**
 zeichnet, dass das Sicherheitselement nach Anspruch 62 oder 63 her-
 gestellt ist.

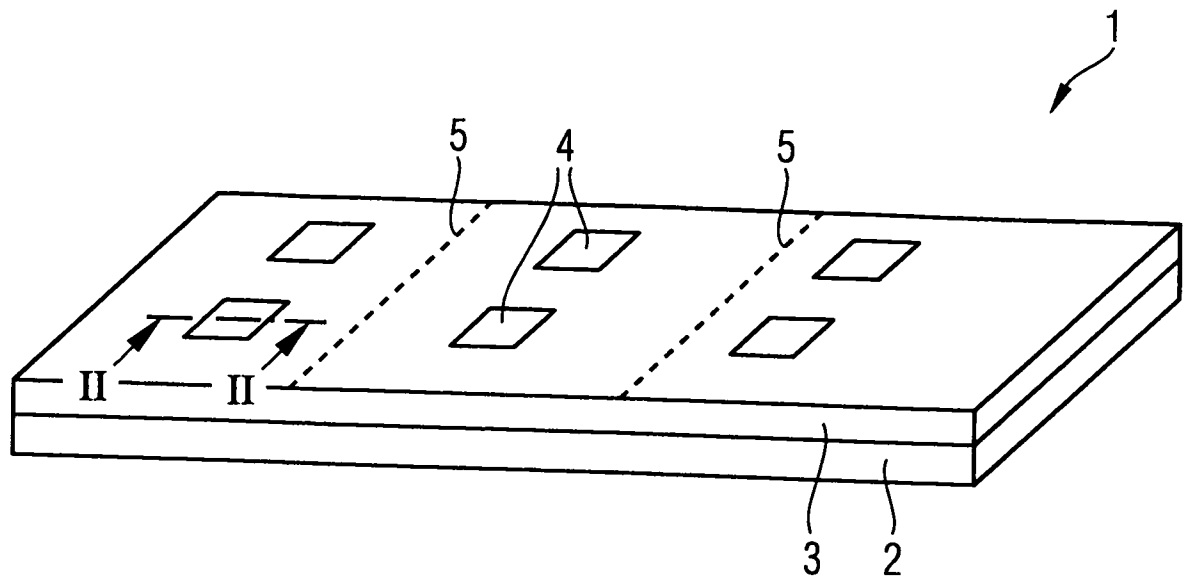


Fig. 1

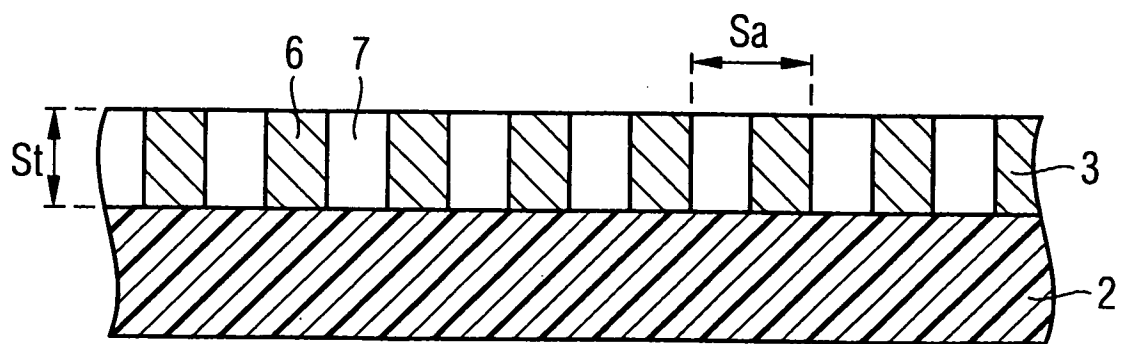


Fig. 2

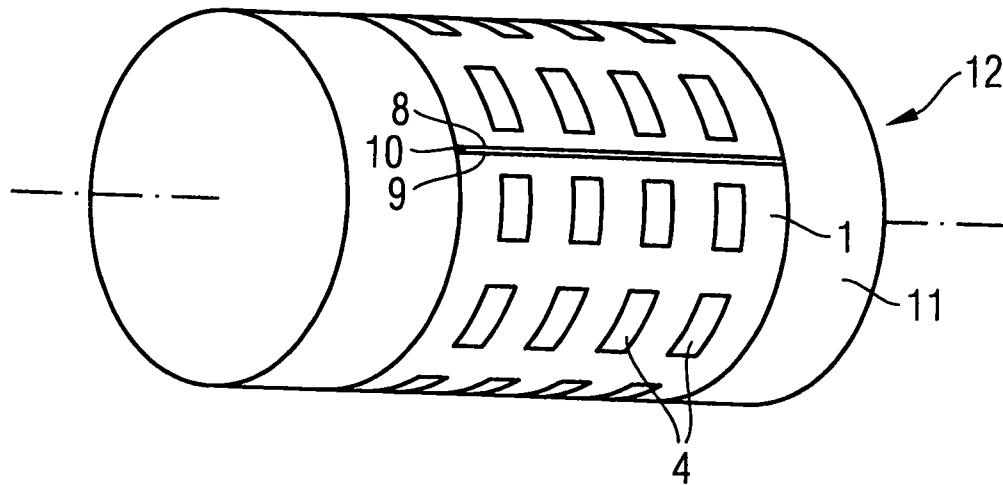


Fig. 3

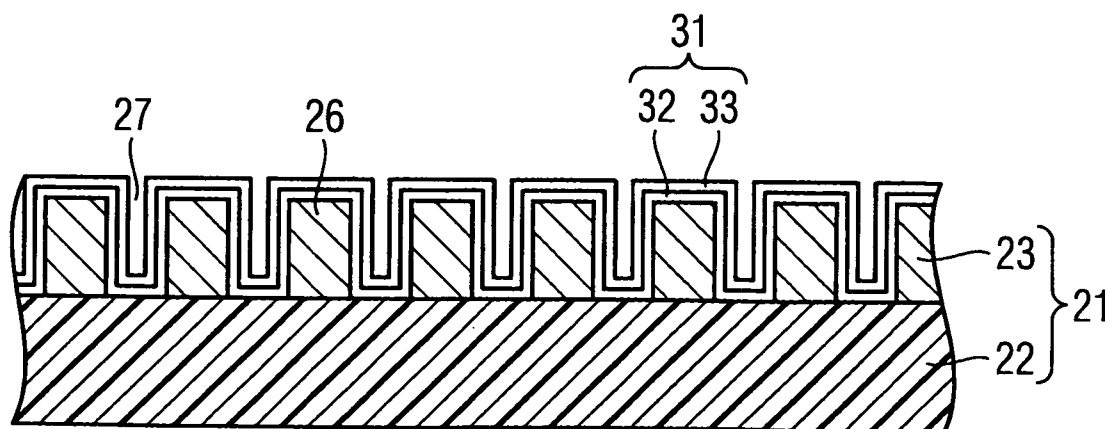


Fig. 4

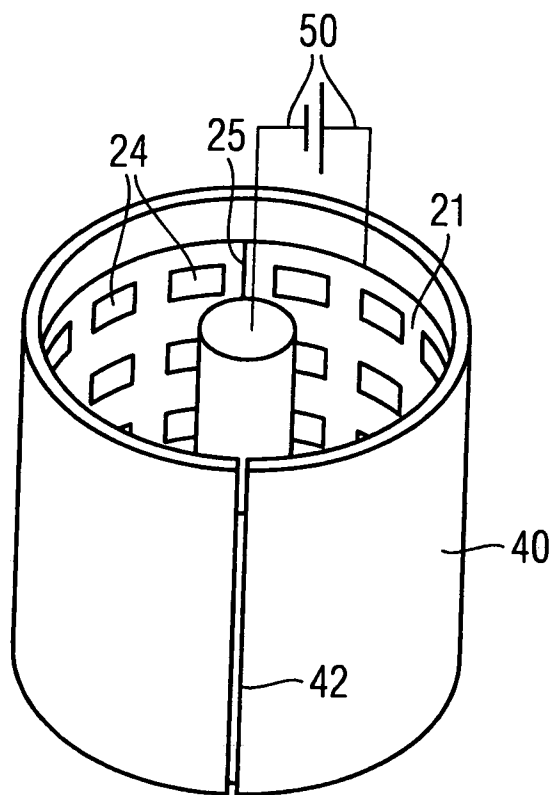


Fig. 5

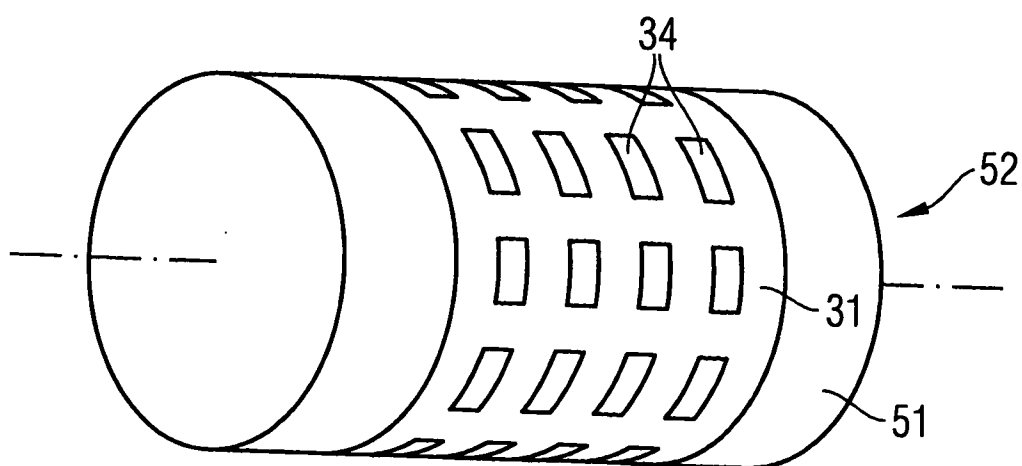


Fig. 6

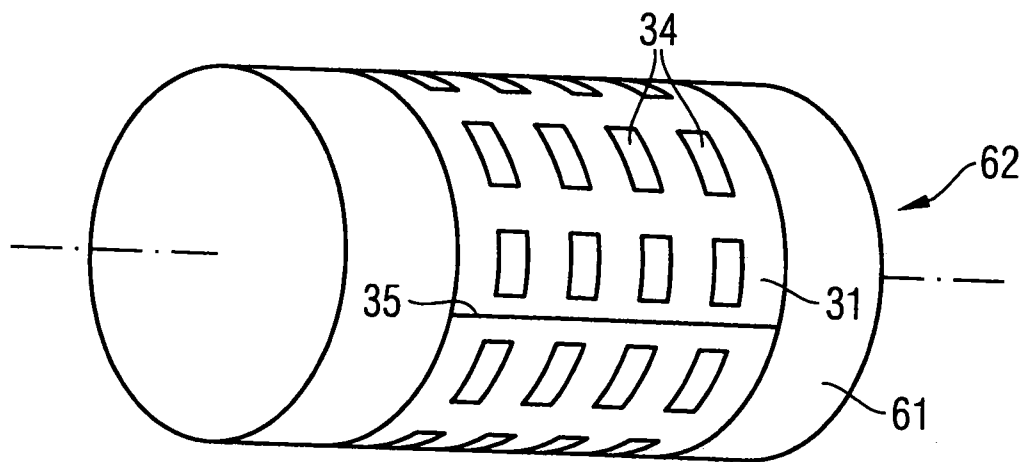


Fig. 7