

(19)



(11)

EP 2 826 915 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.01.2015 Patentblatt 2015/04

(51) Int Cl.:
D21F 1/00 (2006.01) D21F 1/44 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14002434.0**

(22) Anmeldetag: **15.07.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Arledter, Hans Peter**
83088 Kiefersfelden (DE)

(72) Erfinder: **Arledter, Hans Peter**
83088 Kiefersfelden (DE)

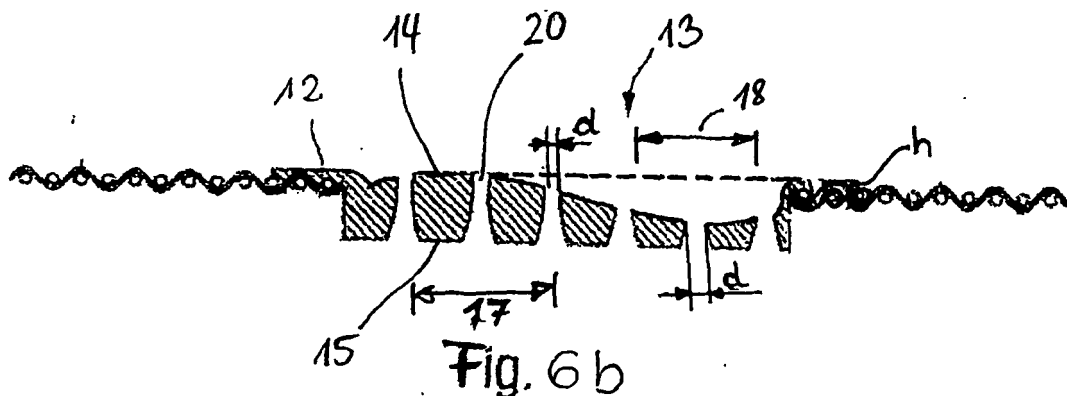
(74) Vertreter: **Zinken-Sommer, Rainer**
Roseggerweg 22
83026 Rosenheim (DE)

(30) Priorität: **18.07.2013 DE 102013012007**

(54) Entwässerungssieb und Verfahren zu seiner Herstellung

(57) Die Erfindung betrifft ein Entwässerungssieb für die Herstellung von Papier mit mehrstufigen Wasserzeichen, mit einem Trägersieb, das in Teilbereichen ein mehrstufiges Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein

Verfahren zur Herstellung eines derartigen Entwässerungssiebs. Erfindungsgemäß ist das mehrstufige Relief durch einen mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren erzeugten, perforierten Wasserzeicheneinsatz gebildet.



EP 2 826 915 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Entwässerungssieb für die Herstellung von Papier mit mehrstufigen Wasserzeichen, mit einem Trägersieb, das in Teilbereichen ein mehr-stufiges Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Entwässerungssiebs.

[0002] Bei Banknoten- und Sicherheitspapieren stellt das echte Wasserzeichen ein wichtiges Sicherheitselement zum Schutz vor unerlaubter Reproduktion dar. Die Qualität der Darstellung hinsichtlich Detailschärfe der Abbildung sowie die Variantenvielfalt der Darstellungsmöglichkeiten stellt eine wichtige Voraussetzung für die zukünftige Akzeptanz des Sicherheitsmerkmals dar.

[0003] Heute wird Papier mit echtem Wasserzeichen entweder auf Rundsiebpapiermaschinen oder auf Langsiebpapiermaschinen mit Egoutteur erzeugt. Das Wasserzeichenmotiv befindet sich dabei auf dem Sieb des Rundsiebzylinders oder im Fall der Langsiebmaschine auf dem Sieb des Egoutteurs. Man spricht von einem Wasserzeichenrundsieb oder von einem Wasserzeichen-Egoutteur.

[0004] Auf dem Wasserzeichensieb ist das Relief des gewünschten Wasserzeichens am Umfang und in Querrichtung mehrfach platziert (Fig. 1), damit verfügt das mit diesem Entwässerungssieb erzeugte Papier über eine entsprechende Vielzahl von Wasserzeichen in seiner gesamten Produktionslänge.

[0005] Das Wasserzeichen ist zudem im fertigen Papier bereits derart positioniert, dass es sich bei der Weiterverarbeitung des Papiers, beispielsweise zu einem Sicherheitsdokument oder einer Banknote, an der dafür vorgesehenen Stelle im Endprodukt befindet (Fig. 2).

[0006] Bei der Papierherstellung lagert sich Papiermasse kontinuierlich auf dem bewegten Entwässerungssieb an. Zum Wasserzeichen kommt es, indem sich die Fasern um das Wasserzeichenmotiv, das sich als Relief auf dem Sieb befindet, unterschiedlich anlagern. An den tiefen Stellen lagern sich mehr Fasern ab, als an den höheren Stellen. Die an den tieferen Stellen erhöhte Fasermasse des Papiers erscheint im Durchblick dunkler als die faserarmen Stellen der höheren Reliefstellen.

[0007] Beim Entwässerungsvorgang wird die Papiermasse soweit verfestigt, dass sie als feuchte Papierbahn vom Entwässerungssieb abgezogen werden kann. Im kontinuierlichen Prozess der Papiermaschine wird die Bahn in der Presse noch weiter entwässert, getrocknet und am Ende der Maschine geglättet und als trockenes Papier aufgerollt.

[0008] Je nach Qualität des Wasserzeichens bezüglich seiner Hell-Dunkel-Ausprägung unterscheidet man zwischen dem zweistufigen Wasserzeichen mit einem starken Hell-Dunkel-Effekt und mehrstufigen (schattierten) Wasserzeichen mit weichen Übergängen zwischen Hell und Dunkel. Das schattierte (mehrstufige) Wasserzeichen ist die höchst entwickelte Form des echten Was-

serzeichens und findet vor allem bei bildhaften Darstellungen Verwendung. Durch die hellen bzw. dunklen Abstufungen können bildhafte Darstellungen mit hoher "Tiefenwirkung" erzeugt werden. Der Begriff "mehrstufig" oder "schattiert" ist dabei in Abgrenzung zu zweistufigen Hell-Dunkel-Wasserzeichen zu verstehen und umfasst alle Wasserzeichen mit mehr als zwei Helligkeitsstufen und schließt insbesondere auch Wasserzeichen mit kontinuierlichen Hell-Dunkel-Übergängen ein.

[0009] Schattierte (mehrstufige) Wasserzeichen werden heute zum überwiegenden Teil auf langsam laufenden Rundsiebmaschinen erzeugt, zweistufige Wasserzeichen hingegen vorzugsweise auf Langsiebmaschinen mit Egoutteur. Bei entsprechender feiner Ausprägung des Wasserzeichenreliefs auf dem Egoutteursieb ist es jedoch möglich, auch hier einfache schattierte (mehrstufige) Wasserzeichen im Papier zu erzeugen.

[0010] Zur Erzeugung von zweistufigen Wasserzeichen werden typischerweise Metalldrähte oder Metallformteile, auf das Entwässerungssieb (Wasserzeichenrundsieb oder Wasserzeichen-Egoutteur) aufgelötet, um die Siebstruktur an diesen Stellen zu verschließen und scharf abgegrenzte zweistufige Wasserzeichen zu erhalten. Sind diese Metallformteile ohne Perforierung zur Entwässerung, spricht man von Elektrotypen. Das Aufbringen von perforierten Metallformteilen wird heute auch verwendet, um zweistufige Wasserzeichen mit dunklen Pixelpunkten auf hellem Hintergrund zu erzeugen (Pixel Watermark/Trademark).

[0011] Das mehrstufige Wasserzeichensieb wird heute hingegen vornehmlich durch Prägen eines dreidimensionalen Reliefs in die Sieboberfläche mittels Prägestempel oder Prägeplatte erzeugt. Als Siebmaterial werden metallische Siebe aus Bronze, Edelstahl, Kupfer oder anderen Kupferlegierungen verwendet.

[0012] Das Prägewerkzeug besteht aus einer aufwendig hergestellten Metallform mit einem Negativ- und einem Positivrelief. Zwischen diesen beiden metallischen Platten wird das Entwässerungssieb gelegt. Durch festes Zusammenpressen werden die Formen in das Sieb übertragen.

[0013] Das Prägeverfahren kann feine Strukturen eines Bildes nur begrenzt im Wasserzeichenrelief abbilden und darstellen. Diese Begrenzung resultiert aus den minimal möglichen Prägeradien des relativ dicken Siebes. Somit sind auch der Auflösung der Bilddarstellung im Wasserzeichen Grenzen gesetzt. Dazu kommt noch, dass der Entwässerungswiderstand im geprägten Bereich nicht gezielt beeinflusst werden kann, sieht man vom dem aufwendigen und begrenzten Einfluss durch Auflöten von perforierten Formteilen ab.

[0014] Eine weitere bekannte Möglichkeit ein mehrstufiges Wasserzeichensieb herzustellen, ist in der Offenlegungsschrift DE 10 2006 058 513 A1 beschrieben. In diesem Fall wird die Siebprägung durch einen spritzgegossenen perforierten Einsatz ersetzt. Das spritzgegossene perforierte Relief kann entweder auf dem Entwässerungssieb befestigt sein oder in einem entsprechend

ausgeschnittenen Bereich des Entwässerungssiebes angeordnet und nur im Randbereich mit diesem verbunden sein.

[0015] Bei diesem Verfahren lassen sich zwar deutlich feinere Strukturen abbilden im Gegensatz zur Prägetechnik, die Werkzeugherstellung für Spritzgussformen, die aufwendige Einbringung in das Sieb sowie die Bearbeitung zur Erzeugung der für die Entwässerung notwendigen Perforierung sind als Nachteile dieses Verfahren zu sehen.

Beschreibung der Erfindung

[0016] Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Entwässerungssieb der eingangs genannten Art zu schaffen, das die Nachteile des Stands der Technik vermeidet. Insbesondere soll das Entwässerungssieb die Herstellung von Papier mit mehrstufigen Wasserzeichen hoher Detailgenauigkeit bei geringerem Werkzeugaufwand und hoher Geschwindigkeit ermöglichen.

[0017] In dieser Art hergestellte Entwässerungssiebe mit Wasserzeichenrelief sollen zusätzlich zu den bekannten Anwendungen am Egoutteur von Langsiebmaschinen und an Rundsiebmaschinen auch direkt am Entwässerungssieb von Langsiebpapiermaschinen (also ohne Egoutteur), an Schrägsiebpapiermaschinen und Kurzformern einsetzbar sein.

[0018] Diese Aufgabe wird durch das Entwässerungssieb mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Mehrere Verfahrensvarianten zur Herstellung erfindungsgemäßer Entwässerungssiebe, ein Wasserzeicheneinsatz, der mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird und ein Verfahren zur Herstellung eines Papiers mit mehrstufigem Wasserzeichen sind angegeben und Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Stand der Technik ist es, dass weder ein Prägewerkzeug noch eine Spritzgussform zur Herstellung des Wasserzeichenreliefs erforderlich sind.

[0020] Grundlage der Erfindung ist es, eine am Computer zuvor erstellte dreidimensionale CAD-Zeichnung, die ein Volumenmodell ist, mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren in einen Wasserzeicheneinsatz umzusetzen. Dieses "gedruckte" 3D-Wasserzeichenrelief ersetzt das geprägte oder durch ein anderes Verfahren hergestellte Relief, das heute verwendet wird.

[0021] In bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsformen wird ein Volumenmodell erstellt, das es ermöglicht, Wasserzeicheneinsätze einschließlich der Entwässerungsperforation und definierter Kontaktflächen mit dem Sieb herzustellen.

[0022] Im Folgenden wird in der Regel die Bezeichnung 3D-Druck verwendet, weil das im Umgang der am häufigsten genutzte Oberbegriff für das Rapid Prototyping ist. Bei dem Verfahren werden CAD-Daten mög-

lichst ohne manuelle Umwege oder teure Formen direkt in ein Werkstück (hier Wasserzeicheneinsatz) umgesetzt. Das Objekt wird schichtweise aus formlosem oder formneutralem Material aufgebaut. Der Grundgedanke bei dieser werkzeuglosen Fertigung ist es, ein Objekt aus einzelnen Schichten generativ aufzubauen. Schicht für Schicht wird das formlose Material verfestigt. Die einzelnen Schichten werden so miteinander verbunden und formen nach und nach das fertige Objekt. Als Werkstoff sind unter anderem Kunststoffe, Kunstharze, Metalle oder Keramik verwendbar.

[0023] Typische Rapid-Prototyping/3-D -Druck-Verfahren sind beispielsweise

- selektive Lasersysteme, bei denen Kunststoff- oder Metallpulver schichtweise zu einem Element aufgebaut wird,
- Stereolithografie, bei der ein flüssiger Kunststoff schichtweise zum Modell aufgebaut wird,
- Multijet Printing, bei dem ein Polymer (Photopolymer) in Form extrem feiner Teilchen schichtweise aufgetragen wird und mit Licht (z.B. UV) nachgehärtet wird.

[0024] Bei jenen Verfahrensvarianten, bei denen das Wasserzeichenrelief einschließlich der erforderlichen Entwässerungsperforation erzeugt wird, haben sich stereolithografische Verfahren des Rapid Prototyping als besonders geeignet herausgestellt. Diese Verfahren verwenden flüssige Kunststoffe (Photopolymer) zum schichtweisen Aufbau des Wasserzeichenreliefs. Mit diesem Verfahren lassen sich die erforderlich feinen Entwässerungsstrukturen ausbilden. Weiters sind die lichtaushärtenden Kunststoffe (UV-Licht, oder Laser-Licht) bezüglich ihrer Materialeigenschaften den Erfordernissen des Trägersiebmaterials und der Einsatzbedingungen in der Papiererzeugung bezüglich Steifigkeit, Verschleißfestigkeit und der kraftschlüssigen Verbindung zum Trägersieb anpassbar.

[0025] Es sind hier zwei Methoden der Stereolithografie, die hier besonders angesprochen sind. Im ersten Fall geschieht die Reliefeinsatzerzeugung in einem Bad, welches mit den Basismonomeren des lichtempfindlichen (photosensitiven) Kunststoff gefüllt ist. Das Relief wird im dem Bad schichtweise entweder auf dem Trägersieb oder unabhängig vom Trägersieb aufgebaut. Bei dem zweiten zur Stereolithografie gehörenden Methode wird der Reliefeinsatz analog aus einem Photopolymer erzeugt. Das Material wird über einen Druckkopf (ähnlich einem Tintenstrahldrucker) schichtweise aufgetragen. Zusätzlich sorgt eine Lichtquelle für Belichtung und damit Aushärtung der Polymere. Dieses System arbeitet häufig mit einem Wachs als Stützmaterial, welches durch Erwärmen verflüssigt wird. Beide Materialien werden zeitgleich schichtweise aufgetragen.

[0026] Gemäß eines ersten Aspekts der Erfindung ist bei einem Entwässerungssieb der eingangs genannten Art das mehrstufige Relief mittels 3D-Druck/ Rapid Pro-

totyping gebildet. Die erfindungsgemäße Verwendung des 3D-Drucks oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahrens erlaubt dabei die Erzeugung von mehrstufigen Wasserzeicheneinsätzen mit außerordentlich detaillierten Reliefdarstellungen und ohne zusätzliche Präge- oder Gussform. Bei entsprechend hoher Druckauflösung kann zudem die Entwässerungsperforation des Wasserzeicheneinsatzes im selben Arbeitsgang erzeugt werden.

[0027] In einer bevorzugten Erfindungsvariante wird der Wasserzeicheneinsatz mit der Reliefstruktur einschließlich der erforderlichen Perforierung in einem Arbeitsgang hergestellt (gedruckt).

[0028] Es gibt nun mehrere Arten, das derart gebildete Wasserzeichenrelief in das Entwässerungssieb zu integrieren.

[0029] In einer Variante der Erfindung wird das Wasserzeichenrelief direkt auf das Entwässerungssieb aufgedruckt (Fig. 5a bis Fig. 5d). Das Kunststoff- oder Metallsieb muss dabei so beschaffen, beziehungsweise vorbereitet sein, dass es zu einer festen Verbindung zwischen dem gedruckten Werkstoff und der Sieboberfläche kommt. Aufrauen oder die Verwendung von Haftprimer sind hier beispielhaft genannt. Es ist aber auch möglich, die Beschaffenheit der zu verbindenden Werkstoffe (Sieb und Wasserzeicheneinsatz) so zu wählen, dass der Druck ohne zusätzliche Hilfsmittel eine feste Verbindung mit dem Sieb eingeht.

[0030] In einer alternativen, ebenfalls vorteilhaften Erfindungsvariante wird der Wasserzeicheneinsatz unabhängig vom Sieb erzeugt und in einem weiteren Arbeitsschritt mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden (Fig. 4a bis 4d).

[0031] In beiden Varianten kann der Wasserzeicheneinsatz in einem ausgeschnittenen Bereich des Trägersiebs angeordnet und nur im Randbereich mit diesem verbunden sein. Es kann dabei vorteilhaft sein, die Sieboberfläche im Umfeld des ausgeschnittenen Siebes und /oder die Schnitt-Kontur zu scannen und diese in dem 3D-CAD-Modellen bei der Herstellung des Einsatzes zu berücksichtigen.

[0032] Bei allen genannten Aufbringungsvarianten kann der Wasserzeicheneinsatz gegenüber dem allgemeinen Siebniveau abgesenkt eingebracht sein. Dies kann beispielsweise durch eine Tiefprägung des Siebes (Fig. 4b, 4d, 5b, 5d und 6c) erreicht werden. Es ist bei ausgeschnittenem Sieb ohne tiefer liegenden Siebrand auch möglich, den Wasserzeicheneinsatz so zu drucken, dass die maximale Höhe des Wasserzeichenreliefs im Wesentlichen dem Siebniveau entspricht (Fig. 6b).

[0033] Der Druckrand 12 kann zudem im Übergang zwischen Sieb und Wasserzeicheneinsatz dabei nach unterschiedlichen Kriterien bezüglich Verschleiß, Entwässerungsperforation gestaltet sein (Fig. 5a, 5b, 5c, 6c). Wird das Sieb im Bereich der Vertiefung zudem ausgeschnitten, so dass nur ein tiefer liegender Rand im

Sieb verbleibt, wird der Wasserzeicheneinsatz nur mit diesem verbunden (Fig. 5d, 6c). Der Umfang des Druckrandes 12, ob mit geringer Materialstärke (Fig. 6b) oder mit Auffüllen des vertieften Randbereiches des ausgeschnittenen Siebes (Fig. 4d, 5d), sind je nach Einsatzbedingungen des Wasserzeichensiebes mögliche Optionen.

[0034] Weiter weist der Wasserzeicheneinsatz vorzugsweise eine Mehrzahl von Perforationen (Poren, Bohrungen, Kanäle) oder eine materialstrukturbedingte Porosität auf, die die Entwässerung bei der Blattbildung sicherstellen. Die offene Fläche kann in verschiedenen Bereichen des Reliefs zudem unterschiedlich sein und liegt in der Regel zwischen 10% und 90% offener Fläche, vorzugsweise 15% und 75%, besonders bevorzugt zwischen 25% und 40%.

[0035] Der Durchmesser der Perforierung an der Designseite reicht in der Regel von 0,15 mm bis 1,3 mm, bevorzugt von 0,2 mm bis 0,5 mm, besonders bevorzugt von 0,2 bis 0,4 mm.

[0036] Bevorzugt verjüngen sich die Perforationsöffnungen zur oben liegenden Designfläche des Wasserzeicheneinsatzes hin.

[0037] Im Fall der beim Druck erzeugten Perforationsöffnungen, können diese in jeder Form gestaltet sein, z. B. kreisförmig, sternförmig, oval, schlitzförmig etc. Die Perforierung kann dazu auch in Z-Richtung derart gestaltet sein, dass sie sich von einer kreisförmigen Öffnung in der Designoberfläche beispielsweise kegelförmig zu einem Vieleck an der Unterseite erweitert (Fig. 7a und b). Dabei ergibt sich beispielsweise eine wabenförmige Auflagefläche mit definierten Stegen an der dem Sieb zugewandten Seite des Wasserzeicheneinsatzes. Die dabei gebildeten Stege zwischen den einzelnen Durchgangslöchern sind als Verbindungsfläche zum Trägersieb bestens geeignet.

[0038] Durch die gezielte Gestaltung der kegelförmigen Erweiterung, wie diese nur beim 3-D-Druck/Rapid Prototyping möglich ist, kann der Druckverlust in den Perforationsöffnungen gezielt beeinflusst werden. Dies ist eine Voraussetzung für die Applikation auf der geschlossenen Sieboberfläche, d. h. ohne ausgeschnittene Siebfläche. Der Fertigungsaufwand des Siebes gegenüber der Ausführung mit ausgeschnittenem Trägersieb ist dabei wiederum geringer.

[0039] Die Abmessungen der Perforationen können auch so groß gewählt sein (0,7 mm bis 1,2 mm), dass sie im fertigen Papier als dunkle Markierungen, vorzugsweise Markierungspunkte, visuell erkennbar sind. In diesem Fall bietet es sich an, die Perforationen und damit die entstehenden Markierungen in Form von Zeichen, Muster oder einer Codierung anzuordnen.

[0040] Entsteht die Perforation nicht beim Druckvorgang, wird diese nachträglich in einem separaten Arbeitsgang unter Verwendung von Laserstrahl, Bohrer, Plasmaschneiden, Wasserstrahlschneiden etc. eingebracht. Dabei kann das Wasserzeichenrelief bereits mit dem Sieb verbunden sein oder der Arbeitsgang wird au-

ßerhalb in einer vom Sieb unabhängigen Position durchgeführt.

[0041] Die Perforationen werden dabei vorzugsweise mittels Laserstrahl erzeugt, insbesondere mittels eines Infrarot-Lasers, wie beispielsweise eines CO₂-Lasers. Vorzugsweise wird der Wasserzeicheneinsatz dabei von seiner der Designfläche abgewandten Rückseite mit Laserstrahlung beaufschlagt, so dass sich zur Designfläche des Wasserzeicheneinsatzes hin verjüngende Perforationen ergeben.

[0042] Besonders bei jenen Varianten, bei denen die Perforierung bereits beim Druck entsteht, aber auch bei der Variante, wo der Wasserzeicheneinsatz in einem separaten Arbeitsgang perforiert wird, kann der Übergang von Wasserzeicheneinsatz zum Trägersieb im fertigen Papier durch die Gestaltung der Entwässerungsperforierung kaschiert werden. Im fertigen Papier stellt sich die Kaschierung in der Gestalt des gewünschten Hell- Dunkel Überganges dar.

[0043] Die Erfindung umfasst auch die im Folgenden beschriebenen Verfahrensvarianten gemäß den Patentansprüchen 14,15,16,17 und 18 zur Herstellung eines Entwässerungssiebes für die Papierherstellung mit mehrstufigen Wasserzeichen.

[0044] Die Verfahrenslösung nach Anspruch 14 ist dadurch gekennzeichnet, dass

- a) ein Trägersieb bereitgestellt wird, und
- b) der Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens einschließlich der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren schichtweise aus formlosem oder formneutralem Material direkt auf dem Trägersieb hergestellt (gedruckt) und mit diesem im selben Arbeitsgang verbunden wird. Optional kann das Trägersieb im Bereich des Wasserzeicheneinsatzes vertieft sein und/oder ausgeschnitten, wodurch der Einsatz nur am Rand mit diesem verbunden ist.

[0045] Die Verfahrenslösung nach Anspruch 15 ist dadurch gekennzeichnet, dass

- a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
- b) der Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens ohne der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren direkt auf dem Trägersieb erzeugt (gedruckt) und verbunden wird, und
- c) die Perforierung des Wasserzeicheneinsatz vorzugsweise mittels Laserstrahl am Sieb erzeugt wird. Optional kann das Trägersieb im Bereich des Wasserzeicheneinsatzes vertieft sein und /oder ausgeschnitten, wodurch der Einsatz nur am Rand mit diesem verbunden ist.

[0046] Die Verfahrenslösung nach Anspruch 16 ist dadurch gekennzeichnet, dass

- a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
- b) ein separater Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens einschließlich der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Drucker oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird, und
- c) der Wasserzeicheneinsatz mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden wird.

[0047] Optional kann das Trägersieb im Bereich des Wasserzeicheneinsatzes vertieft sein und/ oder ausgeschnitten, wodurch der Einsatz nur am Rand mit diesem verbunden ist.

[0048] Die Verfahrenslösung nach Anspruch 17 ist dadurch gekennzeichnet, dass

- a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
- b) ein separater Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens ohne der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Drucker oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird,
- c) die Perforierung des Wasserzeicheneinsatz vorzugsweise mittels Laserstrahl in einem eigenen Arbeitsgang erzeugt wird, und
- d) der Wasserzeicheneinsatz nachträglich mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden wird. Optional kann das Trägersieb im Bereich des Wasserzeicheneinsatzes vertieft sein und/ oder ausgeschnitten, wodurch der Einsatz nur am Rand mit diesem verbunden ist.

[0049] Die Verfahrenslösung nach Anspruch 18 ist dadurch gekennzeichnet, dass

- a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
- b) ein separater Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens ohne der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird,
- d) der Wasserzeicheneinsatz mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden wird und
- c) die Perforierung des Wasserzeicheneinsatzes vorzugsweise mittels Laserstrahl in einem eigenen Arbeitsgang an dem im Sieb fixierten Wasserzei-

cheneinsatz erzeugt wird. Optional kann das Trägersieb im Bereich des Wasserzeicheneinsatzes vertieft sein und oder ausgeschnitten, wodurch der Einsatz nur am Rand mit diesem verbunden ist.

[0050] Die Erfindung enthält weiter einen Wasserzeicheneinsatz für ein Entwässerungssieb der beschriebenen Art, wobei der Wasserzeicheneinsatz ein mittels 3D-Druck/ Rapid Prototyping erzeugten, perforierten Einsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichen darstellt.

Ausführungsbeispiel

[0051] Die Erfindung soll nachstehend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

[0052] Es zeigen:

Fig. 1 ein Rundsiebzyylinder mit aufgezo-
genem Entwässerungssieb, welches als Trägersieb für
die Wasserzeicheneinsätze dient,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Banknote
mit einem mehrstufigen Wasserzeichen hoher
Detailschärfe,

Fig. 3 in a und b einen in einem Trägersieb fixierten
Wasserzeicheneinsatz. In a als Aufsicht und
in b den Querschnitt des mit dem Siebgewebe
eines Trägersiebs im Randbereich des aus-
geschnittenen Siebes verbundenen, perfori-
erten Wasserzeicheneinsatzes (Perforation
nicht dargestellt).

Fig. 4 in a bis d vier mögliche Varianten, um einen
Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen
Relief in Form des zu erzeugenden Wasser-
zeichens mittels 3D-Druck oder eines zum
Rapid Prototyping gehörenden Verfahren un-
abhängig vom Trägersieb herzustellen und
nachträglich mit dem Sieb zu verbinden (Per-
foration nicht dargestellt), in (a) auf das ge-
schlossene Trägersieb, in (b) auf ein Träger-
sieb mit Vertiefung, in (c) auf ein Trägersieb
mit ausgeschnittenem Sieb in Form des Was-
serzeicheneinsatzes, in (c) auf ein Trägersieb
mit ausgeschnittenem Sieb in Form des Was-
serzeicheneinsatzes, in (d) auf ein Trägersieb
mit Vertiefung und mit ausgeschnittenem Sieb
in Form des Wasserzeicheneinsatzes,

Fig. 5 in a bis d vier mögliche Varianten, um einen
Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen
Relief in Form des zu erzeugenden Wasser-
zeichens, mittels 3D-Drucker oder eines
zum Rapid Prototyping gehörenden Verfah-
ren direkt auf das Sieb zu "Drucken" (Perfo-
ration nicht dargestellt), in (a) auf das ge-

schlossene Trägersieb, in (b) auf ein Träger-
sieb mit Vertiefung, in (c) auf ein Trägersieb
mit ausgeschnittenem Sieb in Form des Was-
serzeicheneinsatzes, in (d) auf ein Trägersieb
mit Vertiefung und mit ausgeschnittenem Sieb
in Form des Wasserzeicheneinsatzes,

Fig. 6 in a bis c im Querschnitt: drei auf einem Trä-
gersieb fixierte Wasserzeicheneinsätze ein-
schließlich der Perforierung (nicht maßstäb-
lich). In a ein auf dem Sieb, deutlich erhaben
gegenüber dem Siebniveau, aufgebrachten
Einsatz, in b ein Wasserzeicheneinsatz bei
dem der Wasserzeicheneinsatz gegenüber
dem Ausführungsbeispiel Fig. 6 a in einem
ausgeschnittenen Bereich des Siebes ange-
bracht ist und der Einsatz deutlich gegenüber
dem Siebniveau abgesenkt ist, in Fig. 6c ein
in einer Siebvertiefung ohne ausgeschnitte-
nem Sieb aufgebrachter Wasserzeichenein-
satz, bei dem das Relief gegenüber dem all-
gemeinem Siebniveau abgesenkt ist.

Fig. 7 in a einen Querschnitt und b eine Aufsicht ei-
nes Wasserzeicheneinsatzes mit spezieller
wabenförmiger Perforierung,

Fig. 8 einen Querschnitt einer Variante eines im Ent-
wässerungssieb eingebrachten Wasserzei-
chensatzes,

Fig. 9 einen Ausschnitt aus einem Volumenmodell,

Fig. 10 einen Ausschnitt eines typischen Siebes.

[0053] Die Erfindung wird nachfolgend am Beispiel ei-
ner Banknote erläutert. Fig. 2 zeigt dazu eine Darstellung
einer Banknote 15, die ein mehrstufiges Wasserzeichen
16 hoher Detailschärfe in Gestalt eines in Fig. 2 nur an-
gedeuteten Portraits enthält. Die Herstellung von Bank-
noten mit derartigen detailscharfen mehrstufigen Was-
serzeichen erfolgt erfindungsgemäß unter Verwendung
eines der nachfolgend beschriebenen Entwässerungs-
siebe mit am 3D-Drucker erzeugten Wasserzeichenein-
sätzen. Fig. 1 zeigt wie das Entwässerungssieb (Träger-
sieb) 11 beispielsweise auf einem Rundsiebzyylinder 10
aufgezogen ist, durch das die Entwässerung erfolgt und
die initialisierte Papierbahn mit den Wasserzeichen ge-
bildet wird.

[0054] Das Wasserzeichenmotiv befindet sich als
Wasserzeicheneinsatz 13 auf dem Sieb des Rundsieb-
zylinders. Auf dem Wasserzeichensieb ist das Relief des
gewünschten Wasserzeichen am Umfang und in Quer-
richtung mehrfach platziert, somit verfügt das mit diesem
Entwässerungssieb erzeugte Papier über eine entspre-
chende Vielzahl von Wasserzeichen in seiner gesamten
Produktionslänge.

[0055] Das Wasserzeichen ist zudem im fertigen Pa-

pier bereits derart positioniert, dass es sich bei der Weiterverarbeitung des Papiere, beispielsweise zu einem Sicherheitsdokument oder einer Banknote, an der dafür vorgesehenen Stelle im Endprodukt befindet (Fig. 2).

[0056] In einer ersten, mit Bezug auf die Fig. 4a bis d beschriebenen Erfindungsvariante werden zunächst separate Wasserzeicheneinsätze mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt. Diese werden, wie bereits in den Verfahrensvarianten gemäß Patentansprüchen 16, 17 und 18 beschrieben, mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden.

[0057] Der entstandene Wasserzeicheneinsatz 13, der in Fig. 3a in Aufsicht und in Fig. 3b im Querschnitt dargestellt ist, zeigt einen sehr detaillierte Abbildung des als 3-D-Volumenmodell vorgegebenen CAD-Bildmotivs.

[0058] Wie in Fig. 3 und in den folgenden Figuren ist der Querschnitt des detaillierten Reliefs jeweils jedoch nur schematisch durch eine geschwungene Linie dargestellt.

[0059] In Fig. 4a wird der Wasserzeicheneinsatz mit einem Sieb verbunden. In Fig. 4b wird der Einsatz in eine Siebvertiefung platziert. Fig. 4c und 4d zeigen entsprechende Varianten mit ausgeschnittenem Trägersieb.

[0060] In weiteren, mit Bezug auf die Fig. 5a bis d, beschriebenen Erfindungsvarianten werden die Wasserzeicheneinsätze mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren direkt am Sieb erzeugt und mit diesem verbunden. Der Ablauf zur Herstellung der Wasserzeicheneinsätze ist bereits in den o. g. weiteren Verfahrensvarianten beschrieben.

[0061] In Fig. 5a wird der Wasserzeicheneinsatz auf einem ebenen Sieb "gedruckt". In Fig. 5b wird der Einsatz in eine Siebvertiefung gedruckt. Fig. 5c und 5d zeigen entsprechende Varianten mit ausgeschnittenem Trägersieb.

[0062] In allen Varianten ist es vorteilhaft, die Sieboberfläche, die Vertiefung im Sieb oder das Umfeld des ausgeschnittenen Siebes und/ oder die Schnitt-Kontur zu scannen und diese in dem 3D-CAD-Modellen bei der Herstellung des Einsatzes zu berücksichtigen. Auf diese Art kann ein Wasserzeicheneinsatz passgenau für den Siebausschnitt oder die Siebvertiefung hergestellt werden oder es ist möglich, die Stege der Perforierung der Siebstruktur anzupassen.

[0063] Der 3D-Druck/ Rapid Prototyping erlaubt die Erzeugung außerordentlich detaillierter Reliefdarstellungen in den Wasserzeicheneinsätzen 13. Auch wenn in den Figuren stets nur die Designfläche 14 mit einer Formgebung gezeigt ist, kann bei entsprechender Gestaltung des CAD-Modells selbstverständlich auch die Rückseite 15 eine Form entsprechend einer gescannten Oberfläche aufweisen, so dass beispielsweise ein Wasserzeicheneinsatz mit der Oberflächenstruktur des Trägersiebes oder ein Einsatz bestimmten Materialstärke entsteht

[0064] Die Abbildungen der perforierten Wasserzei-

cheneinsätze in Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 sind ohne Perforation dargestellt.

[0065] Die Perforationslöcher der Wasserzeicheneinsätze die zur Entwässerung bei der Papierherstellung erforderlich sind, entstehen, wie bereits im Anspruch 14, 15, 16, 17 und 18 beschrieben, entweder beim Druck des Wasserzeicheneinsatzes oder diese werden in einem separaten Arbeitsgang am Sieb oder außerhalb des Siebes nachträglich eingebracht.

[0066] Die Erzeugung der Perforation der Wasserzeicheneinsätze beim "Druck" ist nur in Verbindung mit entsprechend hochauflösendem 3D-Druck möglich, da der Durchmesser der Perforation an der Designfläche etwa 0,1 mm bis 0,7 mm, vorzugsweise 0,2 mm bis 0,7 mm beträgt. Dabei kann der Durchmesser wie auch der Lochabstand innerhalb eines Reliefs variieren. Durch die dabei entstehende unterschiedliche freie Oberfläche wird die Schattierung im Wasserzeichen gezielt beeinflusst.

[0067] Die im Querschnitt (Fig. 6a, 6b, 6c) dargestellten Entwässerungsperforationen 20 sind beispielsweise derart ausgeführt, dass sich ihre Durchmesser von der Siebauflagefläche (Unterseite) zur Designfläche verjüngen. Auf diese Art ist sichergestellt, dass der Entwässerungswiderstand, der sich aus Sieb und Wasserzeicheneinsatz ergibt, nicht unzulässig erhöht wird. Auf diese Art kann eine ausreichende Entwässerungsleistung auch beim Aufbringen des Einsatzes auf eine Sieboberfläche, wie im Beispiel Fig. 6a und Fig. 6c dargestellt, gewährleistet werden. Es ist auch vorstellbar, das Sieb in Teilbereichen mit Öffnungen zu versehen.

[0068] Die Perforierung kann zudem, wie in Fig. 7a und b, derart gestaltet sein, dass die Perforationsöffnungen in der Designoberfläche beispielsweise rund sind und sich kegelförmig zu einem Vieleck erweitern. Die dabei gebildeten Stege 30 zwischen den einzelnen Durchgangslöchern sind als Kontaktfläche zum Sieb bestens geeignet. Dies gilt sowohl im Fall des auf das Sieb aufgedruckten Wasserzeicheneinsatzes, wie auch für den mit dem Sieb verschweißten, verschmolzenen, verklebten, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbundenen Einsatz. Die Herstellung derart komplexer Durchgangsöffnungen ist nur im 3-D-Druck möglich.

[0069] Es besteht auch die Möglichkeit, die Siebstruktur durch eine Laserperforation im Vorfeld der Perforationsstruktur des Einsatzes anzupassen.

[0070] Bei nachträglich erzeugter Perforation geschieht dies durch Wasserstrahl oder Laser. Die Entwässerungsperforationen werden mit Vorteil mit einem Laserstrahl gebohrt, beispielsweise mit dem Strahl eines CO₂-Lasers. Der Fokussdurchmesser des Lasers entspricht dabei dem gewünschten maximalen Perforationsdurchmesser und beträgt beispielsweise 500 µm. Die Laserbestrahlung erfolgt vorzugsweise von der Rückseite des Wasserzeicheneinsatzes 13 her, so dass aufgrund der Energieverteilung bzw. der Wärmeeinwirkung des Laserstrahls sich zur vorderseitigen Designfläche 14 des Einsatzes hin verjüngende Perforationen 20 entstehen,

wie in Fig. 6 (b) dargestellt. Die Gestaltungsmöglichkeiten der Durchgangsöffnungen sind gegenüber dem 3-D-Druck jedoch sehr begrenzt.

[0071] In speziellen Ausführungsformen kann in Bereichen mit hoher lokaler Materialstärke zumindest teilweise auf die Perforierung verzichtet werden, so dass in diesen Bereichen im Prinzip nur eine geringe bzw. keine Entwässerung erfolgt und so sich nur sehr wenige bis keine Papierfasern ablageren. In diesen Bereichen wird somit ein zweistufiges Wasserzeichen bzw. ein Loch im Papier erzeugt. Die nicht perforierten Bereiche mit hoher Materialstärke wirken in diesem Fall wie Elektrotypen. Mit einem derartigen Einsatz können detailreiche Wasserzeichen mit zweistufigen Wasserzeichen kombiniert werden.

[0072] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 6a bis c beträgt der Durchmesser der Perforationen auf der Rückseite 15 des Wasserzeicheneinsatzes zwischen 0,2 mm und 1,8 mm. Der Durchmesser an der Designfläche 14 hängt bei lasergebohrten Perforationen, wegen der Verjüngung der Perforationen, von der lokalen Materialstärke des Einsatzes ab. Wie bei Fig. 3 (b) ersichtlich, fällt der Perforationsdurchmesser d an der Designfläche 14 in Bereichen großer Materialstärke 17 kleiner aus, als in Bereichen geringer Materialstärke 18. Beispielsweise liegen die Perforationsdurchmesser bei lasergebohrten Durchgangsperforationen an der Designfläche 14 zwischen $150\text{ }\mu\text{m}$ bei großer Materialstärke und $350\text{ }\mu\text{m}$ bei geringer Materialstärke. Bei "gedruckten" Perforationsöffnungen entspricht der Durchmesser der Konstruktionsvorgabe und ist in weiten Bereichen variabel.

[0073] Die sich zur Designfläche hin verjüngenden Perforationen 20 bieten gegenüber geradflächigen Perforationen zwei Vorteile: Zum einen schaffen sie einen Freilauf in Fließrichtung der Fasersuspension bei der Papierherstellung und verhindern so wirkungsvoll ein dauerhaftes Zusetzen der Entwässerungsperforationen.

[0074] Zum anderen dienen die Bereiche großer Materialstärke 17 der Erzeugung von Dünnstellen im Papier. Da die kleineren Perforationsdurchmesser in diesen Bereichen die Entwässerung stärker, als in den Bereichen geringer Materialstärke 18 hemmen, wird die Dünnstellenbildung in den Bereichen durch die sich verjüngenden Perforationen weiter unterstützt.

[0075] Der Abstand der Perforationen hängt von der gewünschten Entwässerungswirkung ab und beträgt beispielsweise etwa $500\text{ }\mu\text{m}$.

[0076] Die Perforationsdurchmesser können auch so groß gewählt werden, dass sie nach der Papierherstellung im Papier zusätzlich zum Wasserzeichen als dunkle Markierungspunkte zu erkennen sind. Vorzugsweise beträgt der Lochdurchmesser zur Erzeugung dunkler Markierungspunkte mindestens $300\text{ }\mu\text{m}$.

[0077] Diese dunklen Punkte können als zusätzliches Sicherheitsmerkmal und/ oder als Erkennungsmerkmal für das verwendete Herstellungsverfahren dienen. Die Perforationen und damit die Markierungspunkte können auch in einem vorgegebenen Muster angeordnet sein.

Beispielsweise können die Perforationen, die dunkle Punkte im Papier ergeben, in einem Muster angeordnet sein, das beispielsweise als Wertzahl innerhalb der bildhaften Darstellung zu erkennen ist.

[0078] Zurückkommend auf die in Fig. 4 und Fig. 5 möglichen Fertigungsvarianten des Wasserzeicheneinsatzes mit "gedrucktem" Wasserzeicheneinsatz, ist fast jedes zur Papierherstellung geeignete Sieb (ein- oder mehrlagig) als Trägersieb für einen "gedruckten" Wasserzeicheneinsatz vorstellbar. Erfindungsgemäß kann das Siebgewebe ein Metallgewebe, insbesondere ein Bronzegewebe, ein Metall-Kunststoff-Mischgewebe, insbesondere ein Bronze-Kunststoff-Mischgewebe oder auch ein reines Kunststoffgewebe sein.

[0079] Wird als Trägersieb 11 ein Bronzesieb eingesetzt, so wird der Wasserzeicheneinsatz 13 durch die Perforierung mittels Laserstrahl allerdings nur an den Stellen durchlässig, an denen eine Perforation des Einsatzes 13 mit einer offenen Stelle im Sieb 11 zusammenfällt, da das Bronzesieb selbst von dem CO_2 -Laser nicht perforiert wird, ein weiterer Vorteil die Perforation zu "drucken".

[0080] Um den Verschleiß des Wasserzeicheneinsatzes 13 bei der Papierherstellung zu reduzieren, kann die Wasserzeichenhöhe h , die bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6a etwa $1,0\text{ mm}$ beträgt, verringert werden. Wie in Fig. 6b oder 6c gezeigt, kann der Wasserzeicheneinsatz 13 dabei soweit abgesenkt werden, dass seine maximale Höhe h gerade dem Siebniveau entspricht. Neben einem reduzierten Verschleiß der Wasserzeicheneinsätze führt diese Absenkung zu Wasserzeichen, die bei gleich bleibend hohem Kontrast ein gegenüber der Gestaltung der Fig. 3b oder Fig. 6a etwas dunkleres visuelles Erscheinungsbild aufweisen.

[0081] In Fig. 8 ist eine weitere Variante gezeigt, einen Wasserzeicheneinsatz (13) in ein Entwässerungssieb einzubringen. Das Trägersieb ist in diesem Fall in einem Entwässerungssiebverbund integriert. Dieser besteht aus dem feinmaschigen Sieb (11), einem ausgeschnittenen Zwischensieb (31) und einem Stützsieb (32). Das feine Trägersieb ist ebenfalls ausgeschnitten und im Randbereich mit einer Tiefprägung versehen. Dadurch liegt die Oberkante des Wasserzeicheneinsatzes im eingebauten Zustand etwa auf Siebniveau. Der Wasserzeicheneinsatz verfügt zudem an der Unterseite über eine umlaufende Rasterverbindung (33). Diese kann einstufig oder mehrstufig ausgeführt sein und gegebenenfalls auch durch Verkleben unterstützt werden.

[0082] Um die Positionsgenauigkeit und Positionsstabilität des Wasserzeicheneinsatzes sicherzustellen, kann der Einsatz an der Unterseite über Noppen (34) verfügen, die der Rasterung des Stützsiebstruktur entsprechen und somit in den Siebzwischenräumen des Stützsiebes einrasten. Diese Noppen verfügen über dieselben Perforationslöcher mit derselben Perforationsstruktur wie der Wasserzeicheneinsatz. Somit ist eine ausreichende Entwässerungsleistung im Bereich der Noppen gewährleistet. Über die Noppen kann der Was-

serzeicheneinsatz mit dem Stützsieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden sein. Durch diese Noppen wird zudem ein Verschieben des Wasserzeicheneinsatzes verhindert.

[0083] Anhand der Fig. 9 und 10 wird eine bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform beschrieben. Bei dieser wird ein Volumenmodell erstellt, das es ermöglicht, Wasserzeicheneinsätze einschließlich der Entwässerungsperforation und definierter Kontaktflächen mit dem Sieb herzustellen.

[0084] Standardmäßig ist der Ausgangspunkt bei der Herstellung eines Wasserzeicheneinsatzes ein im CAD konstruiertes Volumenmodell. Dabei wird die Abbildung des zu erzeugenden Wasserzeichens als "Graustufenmodell" mit feinen Hell-Dunkel-Schattierungen erzeugt. Die Graustufen werden danach für das Volumenmodell in Höhenknoten übersetzt und bestimmen die Dicke des Volumenmodells an den entsprechenden Stellen. Dieses Verfahren entspricht dem heutigen Vorgehen zur Erstellung von Prägestempeln bzw. Spritzgussformen.

[0085] Erfindungsgemäß erfüllt das Volumenmodell noch folgende beide Voraussetzungen. Die zur Entwässerung erforderlichen Perforationen sind Bestandteil des Volumenmodells und werden im CAD berücksichtigt. Des Weiteren ist die Oberfläche, auf die der Wasserzeicheneinsatz aufgebracht bzw. aufgedruckt wird, Bestandteil des Volumenmodells, d.h. das Volumenmodell stellt die Sieboberfläche als negatives Abbild des Siebes an der Unterseite im Bereich der Kontaktfläche zwischen Sieb und Wasserzeicheneinsatz dar.

[0086] Im CAD-Modell sind diese drei Voraussetzungen über Funktionen verknüpft. Diese können auch als "Varianten-Programme" gestaltet sein.

[0087] Fig. 9 zeigt einen kleinen Ausschnitt 90 (Breite $b = 2,5\text{ mm}$; Länge $l = 2,5\text{ mm}$) eines Volumenmodells zu einem Wasserzeicheneinsatzes. Der Einfachheit halber wird die komplexe Oberfläche 91 durch eine gewellte Fläche dargestellt. Im dargestellten Fall ist die Dicke C des Volumelements durch eine ebene Fläche an der Unterseite und die genannte gewellte Fläche an der Oberseite begrenzt.

[0088] In dieser Abbildung ist auch die Perforation dargestellt. Es handelt sich um kegelförmige Durchgangsporen 92, die sich zur Oberfläche des Wasserzeicheneinsatzes verjüngen. Die mittleren Kegeldurchmesser liegen in der Größenordnung von etwa $0,3\text{ mm}$ bis $0,5\text{ mm}$. Je nachdem, an welcher Stelle die Spitzen der Kegel von der gewellten Oberflächenkontur geschnitten werden, ergeben sich größere oder kleinere Durchgangslöcher. Im dargestellten Volumenmodell sind alle Kegel bezüglich Höhe und Basisdurchmesser gleich. Varianten mit vieleckigen Kegeln oder mit Kegeln unterschiedlicher Höhe bzw. unterschiedlicher Grundfläche sind möglich. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die offene Fläche an der Oberseite des Wasserzeicheneinsatzes in der Gesamtheit bzw. lokal zu variieren.

[0089] Fig. 10 zeigt einen Ausschnitt 11 eines typi-

schen Siebs (Breite $B = 5\text{ mm}$; Länge $L = 7,5\text{ mm}$) mit seiner Oberflächenstruktur. Um direkt auf eine derartige Oberfläche zu drucken, ist es vorteilhaft, die dargestellte Oberfläche im Volumenmodell an der Kontaktfläche zwischen Wasserzeicheneinsatz und Sieb im CAD-Modell zu berücksichtigen. Dies gilt sowohl für ein vollflächig aufgebrachtes Wasserzeichenrelief als auch für den Fall, dass das Relief in einem ausgeschnittenen Bereich des Siebes platziert wird. Im letzteren Fall wird sich die Sieboberfläche nur im Bereich der Überlappung zwischen Sieb und Einsatz finden. Im ausgeschnittenen Bereich des Siebes kann die Unterseite des Wasserzeicheneinsatzes eine ebene Fläche sein oder auch die Siebstruktur oder eine andere Gestaltung haben.

[0090] Im Stand der Technik werden Wasserzeicheneinsätze im Spritzguss hergestellt und nachträglich mittels Laser perforiert. Die Perforation ist hinsichtlich ihrer Form kein Konstruktionselement. Die sich ergebenden Durchgangsperforationen hängen im Wesentlichen von der eingesetzten Leistung des Lasers ab und können damit nur begrenzt hinsichtlich ihrer Form beeinflusst werden. Ebenso erfolgt die Einbringung des Wasserzeichenelementes in die Sieboberfläche ohne Berücksichtigung der Sieboberfläche. Die Verankerung des Wasserzeicheneinsatzes erfolgt willkürlich durch das Verfließen des verflüssigten Materials in der Siebstruktur. Gemäß der Erfindung werden diese Nachteile vermieden.

30 Patentansprüche

1. Entwässerungssieb für die Herstellung von Papier mit mehrstufigen Wasserzeichen, mit einem Trägersieb, das in einem Teilbereich ein mehrstufiges Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mehrstufige Relief durch einen mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahrens erzeugten, perforierten Wasserzeicheneinsatz gebildet ist.
2. Entwässerungssieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden ist.
3. Entwässerungssieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz direkt auf das Trägersieb gedruckt ist.
4. Entwässerungssieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz in einer Siebvertiefung liegt.
5. Entwässerungssieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Wasserzeicheneinsatz in einem ausgeschnittenen Bereich des Trägersiebs angeordnet und nur im Randbereich mit diesem verbunden ist.

6. Entwässerungssieb nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Höhe des Wasserzeicheneinsatzes im Wesentlichen dem Siebniveau entspricht. 5
7. Entwässerungssieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entwässerungssieb aus Kunststoff, Metall oder Kombinationen beider Werkstoffe als Trägersieb für den Wasserzeicheneinsatz besteht. 10
8. Entwässerungssieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz aus jedem für den 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren geeignetem Werkstoff hergestellt ist. 15 20
9. Entwässerungssieb nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz Perforationen mit einem Durchmesser zwischen 0,10 mm bis 2,0 mm aufweist. 25
10. Entwässerungssieb nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforationen in unterschiedlichen Bereichen des Wasserzeicheneinsatzes unterschiedliche Durchmesser aufweisen. 30
11. Entwässerungssieb nach Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz eine offene Fläche zwischen 10% und 90% aufweist. 35
12. Entwässerungssieb nach Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforationen sich zur oben liegenden Designfläche des Wasserzeicheneinsatzes hin verjüngen. 40
13. Entwässerungssieb nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Perforationsöffnungen von einer runden Öffnung in der Designfläche zu einem Vieleck an der Unterseite erweitern. 45
14. Verfahren zur Herstellung eines Entwässerungssiebs für die Papierherstellung mit mehrstufigen Wasserzeichen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** 50
 - a) ein Trägersieb bereitgestellt wird und
 - b) der Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens einschließlich der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehö-

renden Verfahren schichtweise aus formlosem oder formneutralem Material direkt auf dem Trägersieb hergestellt (gedruckt) und mit diesem im selben Arbeitsgang verbunden wird.

15. Verfahren zur Herstellung eines Entwässerungssiebs für die Papierherstellung mit mehrstufigen Wasserzeichen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
 - b) der Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens ohne die erforderliche Entwässerungsperforierung mittels 3D-Drucker oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren direkt auf dem Trägersieb erzeugt (gedruckt) und verbunden wird und
 - c) die Perforierung des Wasserzeicheneinsatz vorzugsweise mittels Laserstrahl am Sieb erzeugt wird.
16. Verfahren zur Herstellung eines Entwässerungssiebs für die Papierherstellung mit mehrstufigen Wasserzeichen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
 - b) ein separater Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens einschließlich der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird und
 - c) der Wasserzeicheneinsatz mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden wird.
17. Verfahren zur Herstellung eines Entwässerungssiebs für die Papierherstellung mit mehrstufigen Wasserzeichen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
 - b) ein separater Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens ohne die erforderliche Entwässerungsperforierung mittels 3D-Drucker oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird,
 - c) die Perforierung des Wasserzeicheneinsatz vorzugsweise mittels Laserstrahl in einem eigenen Arbeitsgang erzeugt wird und
 - d) der Wasserzeicheneinsatz nachträglich mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, formschlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) ver-

bunden wird.

18. Verfahren zur Herstellung eines Entwässerungssiebs für die Papierherstellung mit mehrstufigen Wasserzeichen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) ein Trägersieb bereitgestellt wird,
- b) ein separater Wasserzeicheneinsatz mit einem mehrstufigen Relief in Form des zu erzeugenden Wasserzeichens ohne der erforderlichen Entwässerungsperforierung mittels 3D-Drucker oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren hergestellt wird,
- c) der Wasserzeicheneinsatz mit dem Trägersieb verschweißt, verschmolzen, verklebt, form-schlüssig oder mittels mechanischer Verbindung (z.B. Rasterverbindung) verbunden wird und
- d) die Perforierung des Wasserzeicheneinsatzes vorzugsweise mittels Laserstrahl in einem eigenen Arbeitsgang an dem im Sieb fixierten Einsatz erzeugt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14, 15, 16, 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz auf einem Trägersieb derart aufgebracht wird, dass die maximale Höhe des Wasserzeicheneinsatzes deutlich über dem Siebniveau liegt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz auf einem Trägersieb in einer etwa der Wasserzeichen-größe entsprechenden Vertiefung im Sieb derart aufgebracht wird, dass die maximale Höhe des Wasserzeicheneinsatzes entweder unter, auf oder über dem Siebniveau liegt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14, 15, 16, 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz in einem ausgeschnittenen Bereich des Trägersiebs angeordnet und nur im Randbereich mit diesem verbunden wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14, 15, 16, 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entwässerungssieb aus Kunststoff, Metall oder Kombinationen beider Werkstoffe als Trägersieb für den Wasserzeicheneinsatz besteht.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14, 15, 16, 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz aus jedem für den 3D-Druck oder eines zum Rapid Prototyping gehörenden Verfahren geeignetem Werkstoff hergestellt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Perforationen mittels Laserstrahl erzeugt werden, vorzugsweise mittels Infrarot-Laser.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 14, 15, 16, 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzeicheneinsatz mit einer Mehrzahl von Perforationen versehen wird, die einen Perforationsdurchmesser von 0,1 mm bis 2,0 mm aufweisen.

26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforationen zur oben liegenden Designfläche des Wasserzeicheneinsatzes hin verjüngend ausgeführt werden.

27. Verfahren nach Anspruch 14 und 26 oder 16 und 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Perforationsöffnungen von einer runden Öffnung in der Designfläche zu einem Vieleck an der Unterseite erweitern.

28. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforierung des Wasserzeicheneinsatzes im Rahmen der Herstellung des 3D-Reliefs erzeugt wird.

29. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforierung des Wasserzeicheneinsatzes in einem separaten Arbeitsgang erzeugt wird.

FIG. 1

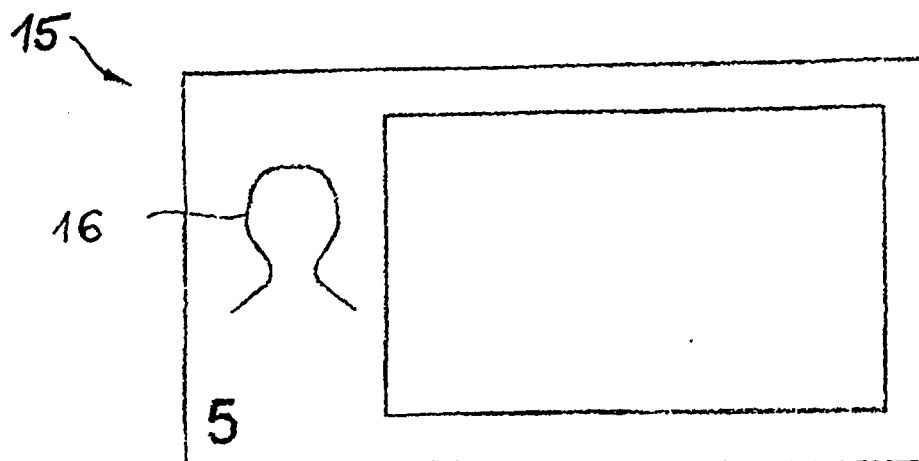
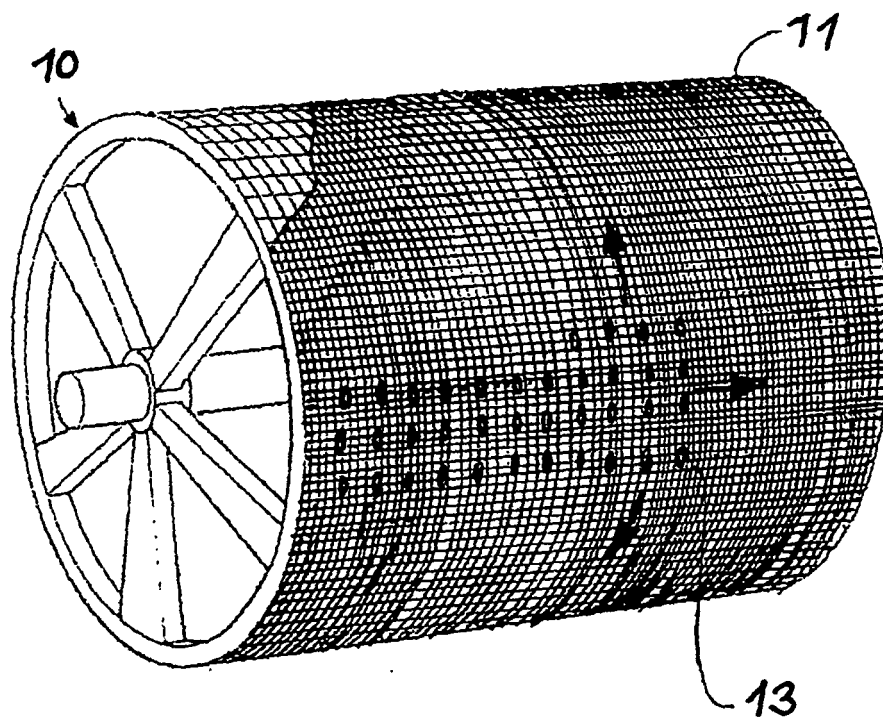


Fig. 2

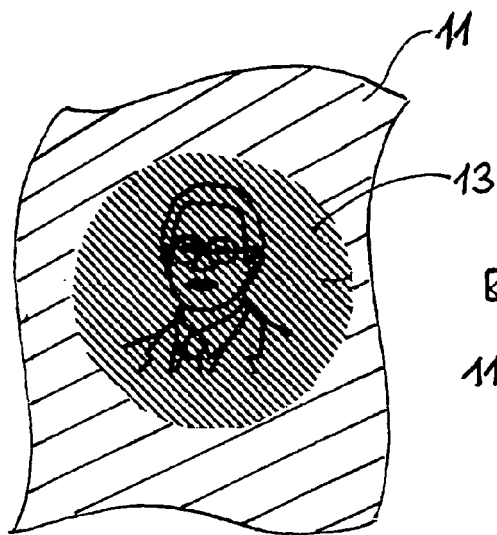


Fig. 3a

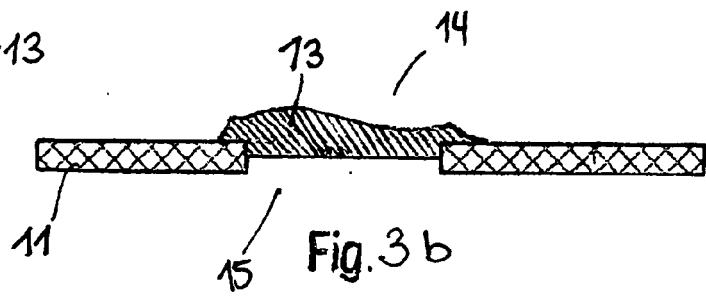


Fig. 3b

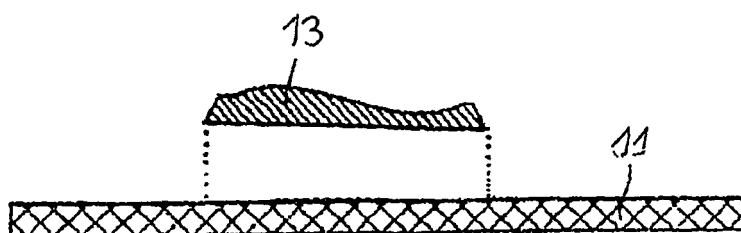


Fig. 4 a

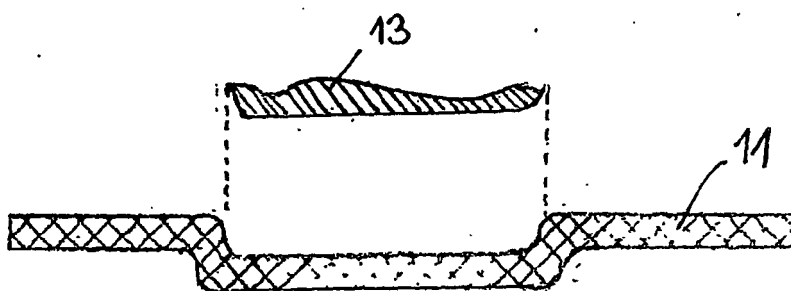


Fig. 4 b

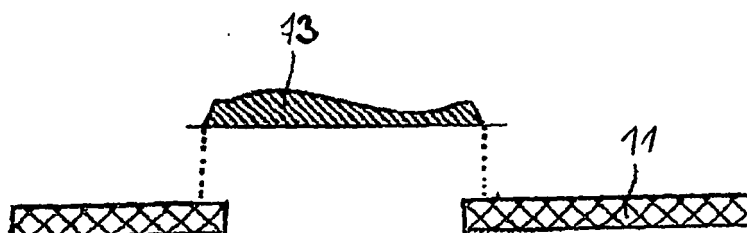


Fig. 4 c

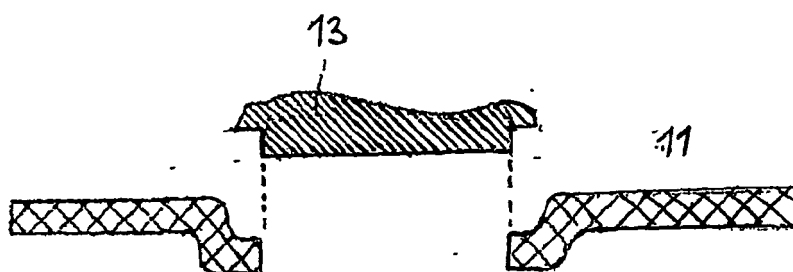


Fig. 4 d

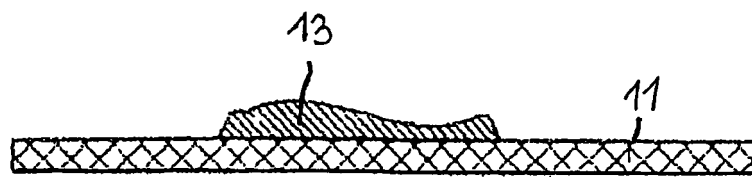


Fig. 5a

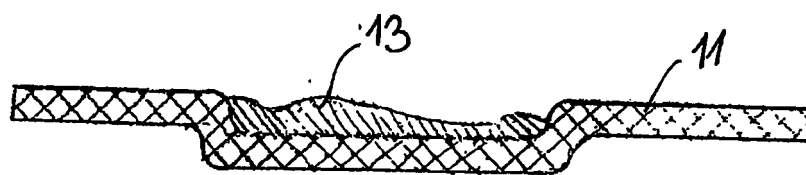


Fig. 5b

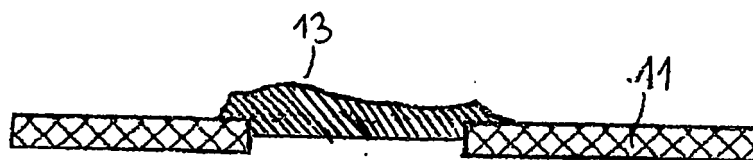


Fig. 5c

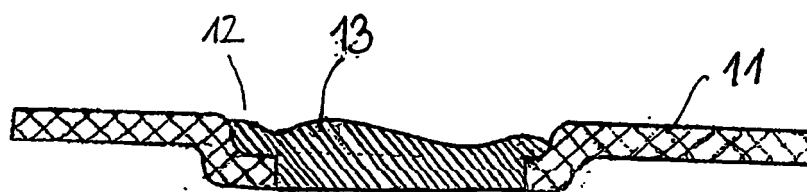


Fig. 5d

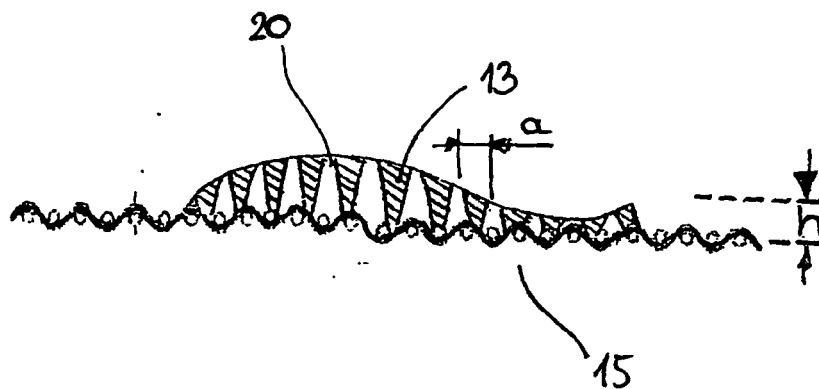


Fig. 6a

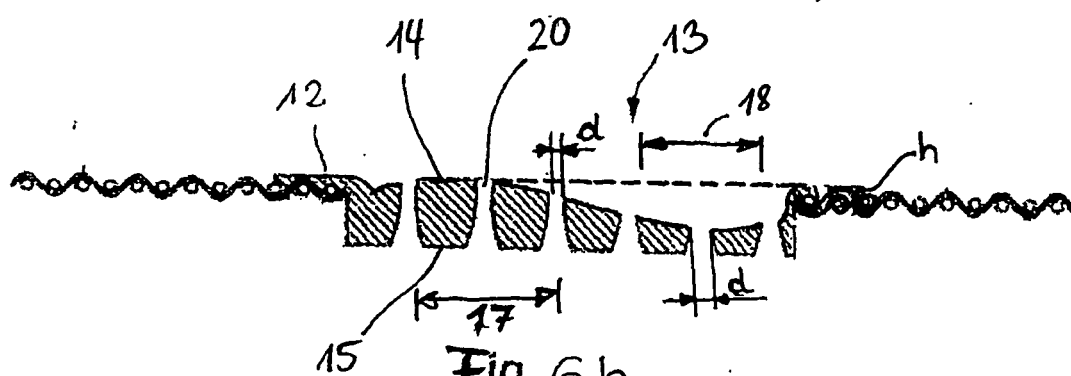


Fig. 6b

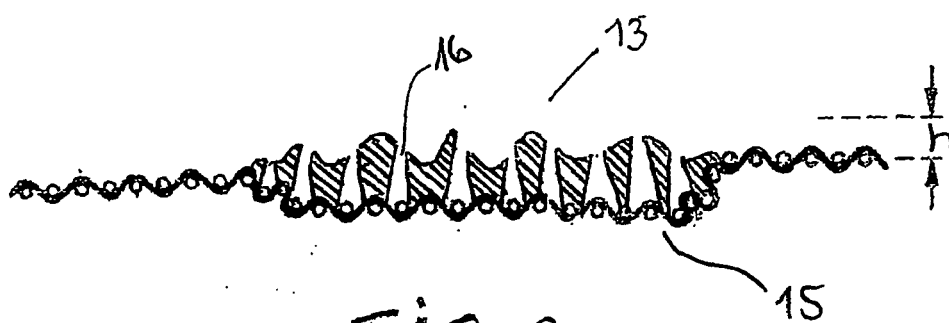


FIG 6c

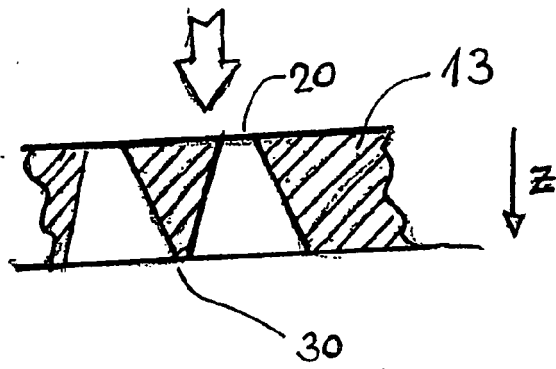


Fig 7a

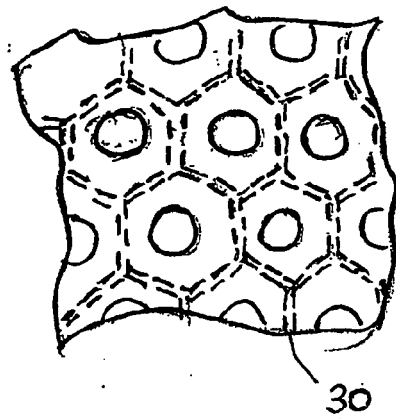


Fig 7b

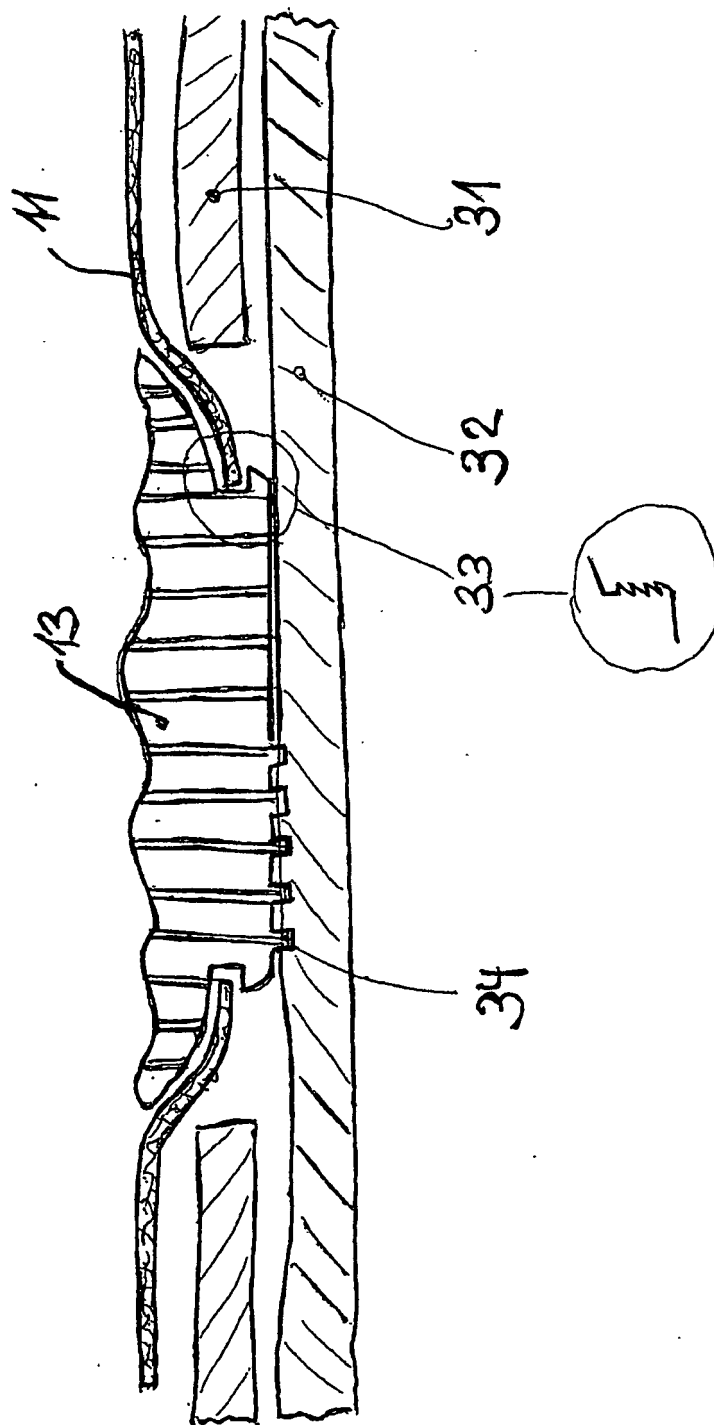


Fig. 8

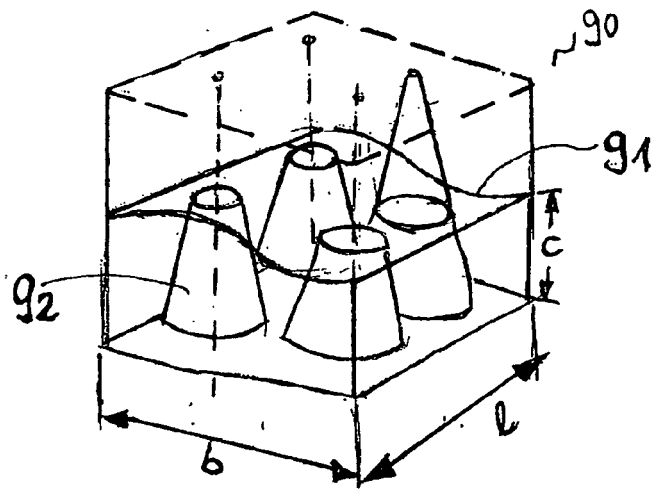


Fig. 9

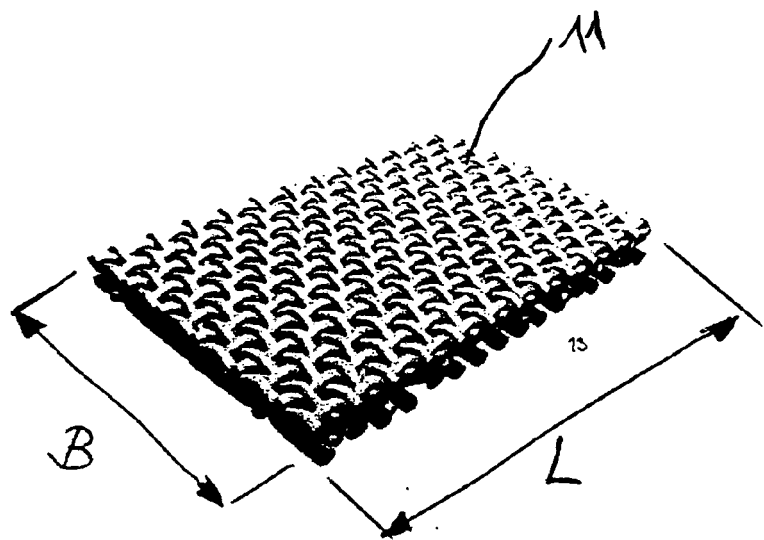


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 00 2434

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2011/117828 A1 (ARJOWIGGINS SECURITY [FR]; DOUBLET PIERRE [FR]; THIERRY IVAN [FR]) 29. September 2011 (2011-09-29)	1-13, 16, 19-23, 25-28	INV. D21F1/00 D21F1/44
Y	* Seite 5, Zeile 22 - Seite 13, Zeile 9; Abbildungen 3, 6 *	14, 15, 17, 18, 24, 29	
X, D	DE 10 2006 058513 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 19. Juni 2008 (2008-06-19)	1-13	
Y	* Absätze [0001], [0007] - [0023], [0039] - [0064]; Abbildungen 1-7 *	14, 15, 17, 18, 24, 29	
A	WO 2009/141134 A1 (GROSSMANN HANS [DE]) 26. November 2009 (2009-11-26)	1-29	
	* Seite 10, Zeile 18 - Seite 17, Zeile 27; Abbildungen *		
A	WO 2004/045834 A1 (VOITH FABRICS PATENT GMBH [DE]; SAYERS IAN CHRISTISON [GB]; HAY STEWAR) 3. Juni 2004 (2004-06-03)	1-29	
	* Seite 5, Zeile 14 - Seite 11, Zeile 10 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D21F
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. November 2014	Prüfer Maisonnier, Claire
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 (03.82) (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 00 2434

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-11-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011117828 A1	29-09-2011	CN 102971461 A	13-03-2013
		EP 2550395 A1	30-01-2013
		FR 2957943 A1	30-09-2011
		RU 2012144579 A	27-04-2014
		US 2013255896 A1	03-10-2013
		WO 2011117828 A1	29-09-2011

DE 102006058513 A1	19-06-2008	CN 101558198 A	14-10-2009
		DE 102006058513 A1	19-06-2008
		EP 2115217 A1	11-11-2009
		ES 2454643 T3	11-04-2014
		KR 20090094133 A	03-09-2009
		RU 2009126284 A	20-01-2011
		SI 2115217 T1	30-05-2014
		US 2010175843 A1	15-07-2010
		US 2013092337 A1	18-04-2013
		WO 2008071325 A1	19-06-2008

WO 2009141134 A1	26-11-2009	DE 102008024401 B3	07-01-2010
		WO 2009141134 A1	26-11-2009

WO 2004045834 A1	03-06-2004	AT 432811 T	15-06-2009
		AU 2003292125 A1	15-06-2004
		EP 1567322 A1	31-08-2005
		US 2005280184 A1	22-12-2005
		WO 2004045834 A1	03-06-2004

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006058513 A1 [0014]