



(10) **DE 10 2007 030 307 B4** 2011.04.28

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 030 307.8**
(22) Anmeldetag: **29.06.2007**
(43) Offenlegungstag: **02.01.2009**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.04.2011**

(51) Int Cl.: **B29C 69/00 (2006.01)**
B29C 45/14 (2006.01)
B29C 51/00 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Saueressig, Kilian, 48691 Vreden, DE

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

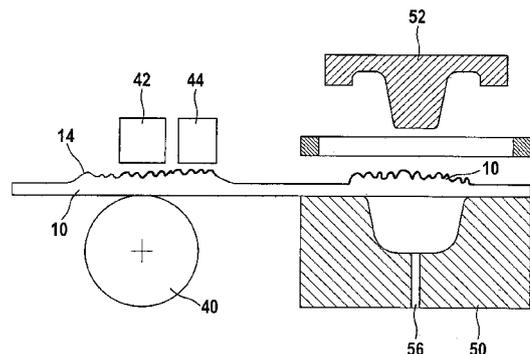
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2005 051126 A1
DE 21 00 374 A
EP 08 39 625 A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen, mit den Schritten:

- Bereitstellen einer strukturierten Oberfläche (10, 140);
- Aufbringen der dreidimensionalen Farbinformation auf die strukturierte Oberfläche (10, 140) mittels eines berührungslosen digitalen Druckprozesses als mindestens eine farbgebende Schicht (20), wobei bei zumindest einer der farbgebenden Schichten auf schrägstehenden Flächenelementen der dreidimensionalen Struktur ein entsprechend der Schräge stärkerer Farbauftrag erfolgt, als auf planen Flächenelementen, und wobei der Farbauftrag flächenhomogen bzw. auf die Projektionsfläche unterschiedlich erfolgt;
- Verfestigen der mindestens einen farbgebenden Schicht (20);
- Abziehen der farbgebenden Schicht (20) von der strukturierten Oberfläche (10, 140);
- Tiefziehen der verbleibenden mindestens einen farbgebenden Schicht (20); und
- Hinterspritzen der tiefgezogenen mindestens einen farbgebenden Schicht (20) mit einer formbildenden Masse.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen, bei dem die dreidimensionale Struktur durch eine strukturierte Oberfläche bereitgestellt wird.

[0002] Die nicht vorveröffentlichte DE 10 2006 021 477 A1 offenbart ein Verfahren, mit dem hochwertige, verzerrungsfreie strukturierte Freiformflächen erzeugt werden können. Allerdings ist bisher kein wirtschaftliches Verfahren bekannt, um derartige Freiformflächen mit einer ebenso dreidimensionalen Farbschicht zu versehen. Entweder wird im Stand der Technik eine planare Oberfläche mit einer strukturierten farbringenden Schicht versehen, oder es wird eine Vielzahl von Schichten benötigt, um Farbinformation auf eine Freiformfläche zu übertragen.

[0003] So beschreibt die EP 0 210 620 A2 ein Verfahren zur Herstellung einer texturierten Lackschicht aufweisenden Folie, bei dem auf eine Trägerfolie eine härtbare Lackschicht aufgebracht wird, die zunächst nur teilweise gehärtet oder getrocknet und dann mit der gewünschten Texturierung versehen wird. Anschließend wird die Lackschicht vollständig ausgehärtet.

[0004] Die EP 0 412 492 A1 offenbart eine Prägefolie, bei der eine opake Zwischenschicht, die unter einer transparenten Deckschicht liegt, großflächig mit einer unifarbigen Farbschicht abgedeckt ist.

[0005] Die EP 0 412 493 A2 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen von Karten, bei dem lediglich planare Flächen mit einer farbringenden Schicht versehen werden.

[0006] Die DE 10 2005 051 126 A1 offenbart eine mehrschichtige Folie zu Dekorzwecken mit einer Deckschicht aus einer Polyamidzusammensetzung, die eine gute Chemikalien- und Spannungsrissebeständigkeit sowie eine hohe Kratzfestigkeit besitzt und keine Neigung zur Bildung von Belägen aufweist sowie darüber hinaus einen verbesserten Glanz besitzt.

[0007] Die DE 21 00 374 A offenbart ein Verfahren zum Formen eines Gegenstands in einer Spritzgussvorrichtung, bei dem eine vakuumverformbare Folie über ein Formelement gelegt, gegen die Formoberfläche des Formelements vakuumverformt und im Zusammenwirken mit einem zweiten Formelement eingehüllt wird, so dass geschmolzener Kunststoff in einen ausgebildeten Hohlraum gespritzt werden kann.

[0008] Die EP 0 839 625 A2 offenbart eine Dekorschicht, die aus einem Acrylharz besteht und im Zu-

sammenwirken mit einem Flachglas einen Gleitreibungskoeffizienten im Bereich von 0,2 bis 0,9 aufweist.

[0009] Bei allen Verfahren kann keine zur Strukturinformation passgenaue Farbinformation erstellt werden. Die nachträgliche, ganzheitliche Farbgebung beispielsweise über einen Tampon- oder Flexodruck, ist für strukturierte Oberflächen nicht geeignet und liefert sehr minderwertige Qualität. Ebenso sind Verfahren, bei denen eine Folie zunächst bedruckt und anschließend geprägt wird, ungenau, da bei der anschließenden Umformung ein Fließprozess stattfindet, der nicht oder nur sehr schwer zu kontrollieren ist. Zudem müssen Materialien, die anschließend geprägt werden, entsprechende plastische oder thermoplastische Eigenschaften besitzen und bei der Umformung immer auch einen elastischen und plastischen Verformungsanteil zeigen, der zu Kopierverlusten führt, beispielsweise mit der Folge, dass beim Insert Moulding zwei Formen benötigt werden. Ebenso geht bei starken Aspektverhältnissen der dreidimensionalen Struktur aufgrund der hohen Temperaturen beim Tiefziehen und der hohen Drücke beim Hinterspritzen Qualität verloren. Bei der Formgebung im Werkzeug sind lange Zykluszeiten notwendig, wobei die Oberflächenstruktur des Werkzeuges zu Beschädigungen der farbigen Tiefziehfolie führen kann und die Passgenauigkeit zwischen Form und Farbe ist praktisch nicht zu kontrollieren.

[0010] Es kann daran gedacht werden, die Farbschicht auf eine bereits tiefgezogene Folie aufzubringen, was jedoch mit Qualitätseinbußen im Hinblick auf die dreidimensionale Struktur einhergeht. Die Qualitätseinbußen sind dabei von der Dicke der Farbschicht und der Feinheit der Mikrostrukturierung abhängig. Dies gilt insbesondere für Matt/Glanzeffekte, die auf der Lichtbrechung der Mikrostruktur der Oberfläche des Bauteils basieren. Werden diese Mikrostrukturen durch einen Farbauftrag verschlossen bzw. geglättet, gehen die Matt/Glanzeffekte verloren.

[0011] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen zur Verfügung zu stellen, bei dem die Farbinformation passgenau mit der dreidimensionalen Strukturfläche ist.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 3 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Nach einer ersten Ausgestaltung weist das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen das Bereitstellen einer strukturierten Oberfläche, das Aufbringen der auf Flächenelementen aufgeteilten dreidimensionalen Farbinformation

auf die strukturierte Oberfläche mittels eines berührungslosen digitalen Druckprozesses als mindestens eine farbgebende Schicht, wobei bei zumindest einer der farbgebenden Schichten auf schräg stehenden Flächenelementen der dreidimensionalen Struktur ein entsprechend der Schräge stärkerer Farbauftrag erfolgt, als auf planen Flächenelementen, das Verfestigen der mindestens einen farbgebenden Schicht; das Abziehen der farbgebenden Schicht von der strukturierten Oberfläche, das Tiefziehen der verbleibenden mindestens einen farbgebenden Schicht und das Hinterspritzen der tiefgezogenen mindestens einen farbgebenden Schicht mit einer formbildenden Masse auf.

[0014] Die strukturierte Folie kann über eine Direktstrukturierung mittels Laserstrahl, Abformung einer dreidimensional strukturierten Platte oder eines dreidimensional strukturierten Zylinders, die beispielsweise mittels Laserstrukturierung oder 3D-Druckern hergestellt werden, oder auch über eine Abformung einer strukturierten Form erzeugt werden. Um die farbgebende Schicht vor Einflüssen beim Tiefziehen und Hinterspritzen zu schützen, kann die strukturierte Oberfläche bei einer Folie vorgesehen sein, die erst bei Beendigung des Verfahrens von der mindestens einen formgebenden Schicht abgezogen wird.

[0015] Daher weist nach einer zweiten Ausgestaltung das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen das Bereitstellen einer strukturierten tiefziehbar Folie, das Aufbringen der auf Flächenelementen aufgeteilten dreidimensionalen Farbinformation auf die Folie mittels eines berührungslosen digitalen Druckprozesses als mindestens eine farbgebende Schicht, wobei bei zumindest einer dieser farbgebenden Schichten auf schrägstehenden Flächenelementen ein entsprechend der Schräge stärkerer Farbauftrag erfolgt, als bei planen Flächenelementen, Verfestigen der nicht notwendig geschlossenen mindestens einen farbgebenden Schicht; das Tiefziehen der Folie mit der mindestens einen farbgebenden Schicht, das Hinterspritzen der tiefgezogenen Folie mit einer formbildenden Masse, wobei die mindestens eine farbgebende Schicht der Masse zugewandt ist; und das Abziehen der Folie auf, wobei die farbgebende Schicht auf der Masse verbleibt.

[0016] Das Tiefziehen kann durch das Hinterspritzen bewirkt werden.

[0017] Das Hinterspritzen kann mittels des Spritzgießverfahrens erfolgen. Auch ein RIM(Reaction Injection Moulding)-Prozess ist geeignet, ein Sprühprozess oder ein anderes formgebendes Verfahren.

[0018] „Auf Flächenelemente aufgeteilte dreidimensionale Farbinformation“ meint, dass die Farbinfor-

mation entsprechend der gewünschten Auflösung digitalisiert ist. Zur Farbgebung wird bei der Erfindung ein speziell angepasster Digitaldruck eingesetzt, mit dem auf die dreidimensional strukturierte Folie eine passgenaue Farbinformation aufgebracht wird. Der Farbauftrag ist dabei derart an die dreidimensionale Struktur der Folie angepasst, dass auf Schrägen ein höherer Farbauftrag als bei planen Flächenelementen erzeugt wird, so dass im Ergebnis der Farbauftrag flächenhomogen erfolgt bzw. auf die Projektionsfläche unterschiedlich erfolgt. Die Übertragungsfunktion zwischen Oberflächendaten und Farbdaten kann linear sein. Es können photorealistic Bilder auf dreidimensionalen Oberflächen erzeugt werden, ohne dass die mikrostrukturierten Oberflächen verloren gehen. Die photorealistic Bilder werden beispielsweise über einen Vierfarbdruck mit Zyan, Magenta, Gelb und Schwarz (CMYK) erzeugt.

[0019] Zusätzlich zu farbgebenden Schichten können Funktionsschichten eingearbeitet werden, auch sehr dünne Funktionsschichten, wie sie insbesondere für die Photovoltaik benötigt werden. Anders als im Stand der Technik ist bei der Erfindung nicht zu befürchten, dass diese Schichten bei einer Umformung beschädigt werden.

[0020] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die farbgebende Schicht aus einem elastisch härtenden Material, oder aus einem Material, das nach dem Harten beispielsweise durch Erwärmen elastisch wird, aufgebaut. So wird sie die Verformung des Tiefziehprozesses überstehen, ohne selbst zu brechen oder zu reißen.

[0021] Weiter vorteilhaft haftet die farbgebende Schicht an der Folie weniger stark als an der formbildenden Masse, und die Kohäsion der farbgebenden Schicht ist größer als die Adhäsion der farbgebenden Schicht zur formbildenden Masse. Somit ist ein problemloses Entformen des Bauteils möglich. Da die für das Hinterspritzen verwendete Form selbst keine strukturierte Designoberfläche aufweist, wird ein automatisches Entformen auch von sehr tiefen Strukturen problemlos möglich.

[0022] Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird auf die strukturierte Oberfläche vor dem Aufbringen der farbgebenden Schicht eine weitere Schicht aufgebracht, die zumindest teilweise transparent, zumindest teilweise halbtransparent oder zumindest teilweise deckend ist. Diese Schicht kann eine Oberflächenschutzschicht, eine Haftvermittlerschicht oder eine Farbgrundierungsschicht sein.

[0023] Es ist besonders bevorzugt, dass die strukturierte Folie ausschließlich elastisch verformt wird. Dann kann die strukturierte Folie mehrfach eingesetzt werden.

[0024] Weiter vorteilhaft weist die strukturierte Seite der farbgebenden Schicht eine Versiegelungsschicht auf, die eine im wesentliche glatte freiliegende Oberfläche haben kann. Diese Ausgestaltung des Verfahrens ermöglicht es, dreidimensionale Farbinformation mit einer glasklaren oder teiltransparenten glatten Oberfläche herzustellen, ohne dass die dreidimensionale Anmutung verloren geht. Dies wäre immer der Fall, wenn eine dreidimensionale farbige Oberfläche zum Schutz oder zur einfacheren Reinigung mit einer transparenten glatten Oberfläche versiegelt wird, da die Lichtbrechung nicht mehr an der dreidimensionalen Oberfläche, sondern an der glatten transparenten Oberfläche erfolgt. Vorzugsweise wird daher die Versiegelungsschicht im Hinblick auf Farbe und/oder Gradation definiert eingefärbt. Dabei können die Farb- und/oder Gradationsdaten mit den Daten der dreidimensionalen Struktur abgeglichen werden. Die Versiegelungsschicht sollte zweckmäßigerweise ein geringeres Reflexionsvermögen als die darunterliegende farbgebende Schicht aufweisen.

[0025] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die strukturierte Folie transparent. Dann ist ein nachträgliches Aushärten von farbgebenden Schichten oder Funktionsschichten anschließend an den Tiefzieh- und Hinterspritzprozess möglich.

[0026] Nach einer Ausgestaltung des Verfahrens berührt die strukturierte Folie eine beim Hinterspritzen verwendete Form an einem Ort oder an einer Vielzahl von Orten. Die beim Hinterspritzen verwendete formgebende Masse berührt an diesen Orten die Form nicht. Damit ist die Herstellung eines perforierten Bauteiles oder eines Bauteiles mit Aussparungen möglich.

[0027] Im folgenden soll die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigt:

[0028] Fig. 1 in schematischer Darstellung den Ablauf zum Herstellen eines farbigen, dreidimensionalen strukturierten Bauteils nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0029] Fig. 2 Einzelheiten des Hinterspritzens bei dem Verfahren nach Fig. 1;

[0030] Fig. 3 ein mit dem Verfahren nach Fig. 1 hergestelltes Bauteil;

[0031] Fig. 4 einen Verfahrensschritt beim Herstellen eines perforierten Bauteils;

[0032] Fig. 4a eine Draufsicht auf den Ausschnitt A der Fig. 4;

[0033] Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines Verfahrensschrittes gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0034] Fig. 5a ein mit dem Verfahrensschritt der Fig. 5 hergestelltes Bauteil;

[0035] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Herstellen einer Folie, die aus einer farbgebenden, einer strukturgebenden und einer elastischen Schicht besteht;

[0036] Fig. 7 eine Variation des Verfahrens zum Herstellen einer Folie; und

[0037] Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel einer dreidimensionalen Struktur mit teiltransparenten, transparenten und deckenden Farbbereichen.

[0038] Fig. 1 zeigt in schematischer Weise ein Verfahren zum Herstellen eines farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteils mit Freiformflächen gemäß der vorliegenden Erfindung. Zunächst wird eine Folie **10** bereitgestellt, deren Ausgestaltung an die zu bildende Freiformfläche angepasst ist, wie es in der DE 10 2006 021 477 A1 beschrieben ist. Die Folie **10** ist mit einer Strukturierung **12** versehen und zeichnet sich weiterhin durch ein variables Dickenprofil aus, das genau auf die zu bildende Freiformfläche abgestimmt ist und somit eine optimierte, nahezu verzerrungsfreie strukturierte Freiformfläche liefert. Die Folie **10** wird als Band über ein nicht weiter im Detail dargestelltes Transportsystem **40** zunächst unter eine Druckereinheit **42** geführt, welche die Folie **10** passgenau in einem berührungslosen Digitaldruckprozess mit einer Farbschicht **20** versieht, die eine zur dreidimensionalen Strukturierung **12** der Folie **10** passgenaue Farbinformation aufbringt. In einer nachfolgenden Härtestation **44** wird die Farbschicht **20** ausgehärtet. Die so bedruckte, strukturierte Folie **10** wird nun zu einer Spritzgussform **50**, **52** geführt. Auf an sich bekannte Weise schließt sich zunächst ein über der Folie **10** liegender Tiefziehrahmen **54** und hält die Folie **10** auf der Patrize **50** der Spritzgussform. Anschließend wird die Matrize **52** der Spritzgussform in Richtung auf die Patrize **50** abgesenkt.

[0039] Fig. 2 zeigt die tiefgezogene Folie **10** mit der Farbschicht **20** in der geschlossenen Spritzgussform **50**, **52**. Durch einen Vakuumkanal **56** wird sichergestellt, dass sich zwischen der Patrize **50** und der strukturierten Folie **10** keinerlei Luft oder Gleitmittel befindet. Anschließend wird der durch die Lage der Matrize **52** definierte Freiraum zwischen Farbschicht **20** und Matrize **52** mit Spritzgussmasse **22** gefüllt. Anschließend kann entformt werden. Dabei wird nach dem Öffnen der Spritzgussform die Folie **10** abgezogen.

[0040] Es kann vor dem Durchlaufen der Druckeinheit **42** eine transparente Schicht aufgebracht werden, die beispielsweise als Haftvermittler oder Oberflächenschutz dient. Ebenso kann auf die Farbschicht **20** eine weitere Deckschicht aufgetragen werden, die beispielsweise als Farbgrundierung oder als Haftvermittler zur Spritzgussmasse **22** dient.

[0041] Das fertiggestellte Bauteil ist in **Fig. 3** gezeigt. Die Farbschicht **20** hat die Strukturierung der Folie **10** abgeformt. Somit ist ein Freiformflächen-Bauteil mit einer passgenauen farbigen und strukturierten Oberfläche entstanden. Die Farbschicht **20** kann dabei auch sehr dick sein, ohne die dreidimensionale Struktur zu beeinträchtigen, da die Farbschicht **20** Mikrostrukturen, Nanostrukturen usw. nicht verschleißt.

[0042] Die strukturierte Folie **10** kann als Platte oder Band vorliegen und dem Drucker **42** und der Spritzgussform **50, 52** vereinzelt oder als Band zugeführt werden. Die strukturierte Folie **10** ist vorzugsweise eine Folie, die sich ausschließlich elastisch verformt und somit einen Spritzgießprozess mehrmals durchlaufen kann. Die Farbschicht **20** wird während des Tiefziehens ebenfalls in einen elastischen Zustand gebracht, dass sie die Verformung des Tiefziehprozesses ohne Beschädigung übersteht. Wenn auch für die Farbschicht **20** elastische Materialien eingesetzt werden, bedarf es keiner Vorbehandlung, wie dem Aufwärmen auf der strukturierten Folie **10**.

[0043] Der Tiefziehprozess muss kein separater Verfahrensschritt sein, denn er kann durch das Einspritzen der Spritzgussmasse **22** ersetzt werden. In diesem Fall dient der Kanal **56** lediglich zur Entlüftung.

[0044] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die strukturierte Folie **10** durch die Farbschicht **20** und gegebenenfalls weitere Funktionsschichten beispielsweise vor Verschleiß durch Abrasion oder eine mögliche thermische Überlastung durch die Spritzgussmasse **22** geschützt ist. Da ebenso keine thermoplastische Umwandlung der strukturierten Folie **10** erforderlich ist, können auch vergleichsweise kalte Spritzgussmassen **22** verarbeitet werden. So können zum Beispiel duromere, thermoplastische oder keramische Spritzgussmassen **22** zum Einsatz kommen.

[0045] Durch Austauschen der Folie **10** gegen eine mit anderer Strukturierung können bei gleichem Werkzeug verschiedenste dreidimensionale Farbstrukturen erzeugt werden, ohne dass man beispielsweise die Spritzgussform **50, 52** wechseln müsste. Farbwechsel können leicht vorgenommen werden, ohne das Werkzeug oder die Folie **10** zu wechseln. Da das Werkzeug selbst keine Design-Struktur aufweist, können keine Beschädigungen an Farbschichten auftreten. Da die strukturierte Folie **10** ein Be-

standteil des fertiggestellten Bauteils ist, entstehen keine Folien-Schnittkanten. Die Design-Struktur der Folie **10** kommt mit dem Werkzeug nicht in Berührung und kann somit auch nicht verformt oder auf andere Weise geschädigt werden.

[0046] Die strukturierte Folie **10** kann transparent sein, so dass ein Nachhärten von vorgehärteten UV-Schichten durch die Folie **10** hindurch möglich ist. Bei schwierig zu verarbeitenden und nicht elastischen Funktionsschichten werden diese erst nach dem Tiefziehen gehärtet. Das Härten kann thermisch, mittels Strahlung über die Spritzgussmaschine oder von der Vorderseite her erfolgen. Beim Einsatz von keramischen Spritzmassen zur Herstellung von Grünlingen können diese ebenso mit Farbschichten und/oder mit Funktionsschichten versehen werden. So lassen sich farbige Keramiken oder Keramiken mit besonderen Oberflächeneigenschaften herstellen. Die Keramikformlinge können auch für den Metallguss eingesetzt werden.

[0047] In **Fig. 3** ist schematisch die Herstellung eines perforierten Bauteils veranschaulicht. Der Verfahrenslauf entspricht im wesentlichen dem der **Fig. 1**, mit der Ausnahme, dass eine besonders strukturierte Folie **10** eingesetzt wird. Diese ist so strukturiert, dass sie die Matrize **52** an verschiedenen Stellen **24** berührt. **Fig. 4a** zeigt die Situation in der Draufsicht. Die Farbschicht **20** ist am Ort **24** unterbrochen bzw. im Drucker **40'2** diskontinuierlich erfolgt, so dass an diesem Ort **24** die Struktur der Folie **10** freiliegt. Beim Hinterspritzen liegt somit die Folie **10** direkt an der Matrize **50**, so dass der Ort **24** frei von Spritzgussmasse **22** gehalten wird.

[0048] **Fig. 4** zeigt eine Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung, bei dem nach dem Bedrucken und Aushärten die Farbschicht **20** von der strukturierten Folie **10** (**Fig. 1**) abgezogen wird, bevor sie in die Spritzgussform **50, 52** gelangt. Der so hergestellte elastische Film, der die strukturierte Farbschicht **20** enthält, wird nun in dem Spritzgusswerkzeug **50, 52** auf die bereits beschriebene Art tiefgezogen. Der Film verhält sich bei den Temperaturen beim Tiefziehen als auch beim Spritzgießen nicht thermoplastisch. Da die dreidimensionale Farbschicht **20** mit der Matrize **50** direkt in Kontakt kommt, besteht die Gefahr einer plastischen irreversiblen Verformung der Farbschicht **20**. Daher wird die Oberfläche der Matrize vorzugsweise mit einer viskoelastischen Schicht versehen, die sich hinter einer elastischen Membran befinden kann und die die strukturierte Farbschicht **20** vor Beschädigung schützt. Die Schicht ist dabei so dünn wie nötig und hat gute wärmeleitende Eigenschaften.

[0049] In **Fig. 5a** ist das entformte Bauteil dargestellt. Der Film **30** mit der strukturierten Farbschicht **20** hat sich mit der Spritzgussmasse **22** verbunden. Die drei-

dimensionale Struktur des Films **30** bleibt dabei vollständig erhalten. Die über die Spritzgussmasse **22** überstehenden Enden des Films **30** werden nun entfernt.

[0050] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Herstellen einer Folie, die aus einer farbgebenden, strukturgebenden und elastischen Schicht **130**, die auf einer strukturierten Walze **140** erzeugt wird. Dabei wird die Schicht **130** vorzugsweise im Digitaldruck durch eine Druckeinheit aufgebracht. Anschließend wird die Schicht **130** in einer Erhärtereinheit **44** ausgehärtet bzw. getrocknet.

[0051] In einem weiteren Schritt können eine oder mehrere Funktionsschichten **132** auf die Schicht **130** aufgebracht werden. Dazu wird eine entsprechende Applikationseinheit **46** eingesetzt, beispielsweise ein Sprühleiste, die Kalandrierung einer thermoplastischen Masse usw. Die Funktionsschicht **132** kann dabei über Bereiche **134**, **136** variabler Dicke verfügen. Auch die farb- und strukturgebende Schicht **130** kann ein variables Dickenprofil oder Aussparungen **138** aufweisen. Nach dem Aufbringen der Funktionsschicht wird der Verbund in einer geeigneten Einheit **48** ausgehärtet und gegebenenfalls geglättet. Der fertiggestellte Verbund **130**, **132** wird über eine Umlenkwalze **142** geführt und dadurch bei B von der strukturierten Walze **140** entformt. Der Verbund **130**, **132** kann nun tiefgezogen und hinterspritzt werden.

[0052] Es kann auch eine Folie auf die dreidimensional strukturierte Farbschicht aufkaschiert werden, wobei dickenvariable Folie oder auch Folien mit Aussparungen hergestellt werden können. Damit die Herstellung derartiger Folien kostengünstig ist, wird vorzugsweise mit einer strukturierten Walze gearbeitet, die rotiert und mit einem Digitaldruck wie oben beschrieben bedruckt wird.

[0053] Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine mit einer Folie **70** kaschierten farb- und strukturgebenden Schicht **130**, bei dem die farb- und strukturgebende Schicht **130** zunächst über eine Druckeinheit **42** auf eine strukturierte Walze **140** aufgebracht und anschließend in eine Härteeinheit **44** ausgehärtet wird.

[0054] Es kann vorab auf die strukturierte Walze **140** eine transparente Funktionsschicht aufgetragen werden.

[0055] Mittels einer Applikatoreinheit wird auf die ausgehärtete Schicht **130** ein Haftvermittler aufgebracht. Über ein Walzensystem **144**, **146** wird eine Folie **70** in Richtung auf die strukturierte Walze **140** bzw. die darauf aufgetragene Schicht **130** geführt. Falls eine thermoplastische Folie **70** eingesetzt wird, wird diese zweckmäßigerweise über Aufwärmeeinheiten **148**, **150** von beiden Seiten her aufgewärmt und

plastifiziert. Die Walze **146** weist dabei eine Oberflächenstruktur auf, die für eine Rückseitenprägung **72** der Folie **70** sorgt. Der fertiggestellte Verbund wird dann von der strukturierten Walze **140** abgezogen und bei einem späteren Tiefziehprozess lediglich elastisch umgeformt, wobei die Folie **70** abhängig von der Stabilität der farb- und strukturgebenden Schicht **130** sowohl elastisch als auch thermoplastisch umgeformt werden kann. Diese Kombination der Eigenschaften gewährleistet bei einem späteren Tiefziehprozess, dass die farb- und strukturgebende Schicht **130** ihre zuvor erzeugte Struktur beibehält.

[0056] Neben Folien können auch Textilien, Schäume, Schrumpffolien usw. aufkaschiert werden.

[0057] Das erfindungsgemäß hergestellte Freiformflächen-Bauteil mit einer dreidimensionalen Farbstruktur kann anschließend mit einer nahezu glatten und teiltransparenten bzw. transparenten Oberfläche versiegelt werden, ohne dass die dreidimensionale Anmutung verloren geht.

[0058] Um einen ausgeprägteren dreidimensionalen Tiefeneffekt zu erzielen, wird eine Versiegelungsschicht so eingefärbt, dass sie über eine definierte Transparenz verfügt. Dies wird durch definierte Abstufung von Farbe und/oder Gradation erreicht. So kann beispielsweise eine transparente Schicht schwarz eingefärbt werden, so dass bei tiefen Strukturen ein deutlich dunklerer Farbton entsteht, als bei flachen Strukturen. Ebenso ist die Einfärbung mit unterschiedlichsten Farbgebungen möglich. Es können Farbstoffe oder Pigmente unterschiedlichster Farbe und mit unterschiedlichen Absorptions- und Reflexionsvermögen eingesetzt werden.

[0059] Die Versiegelungsschicht kann auch angepasste Farbinformation enthalten, die den dreidimensionalen Effekt verstärkt. Dazu wird die Information der dreidimensionalen Struktur mit den Daten der Farbinformation abgeglichen. So kann beispielsweise ein tief gelegenes dreidimensionales Element mit einem dunkleren Farbton versehen werden als ein höher gelegenes dreidimensionales Element. Die Datenaufbereitung kann dabei auf einfache Art und Weise erfolgen, indem die Tiefeninformation der dreidimensionalen Daten in eine Halbtoninformation umgewandelt wird und als Farbgradation über die Farbinformation gelegt wird. Dieser Vorgang verstärkt auch dreidimensionale Strukturen, die nicht mit einer transparenten Oberfläche versiegelt werden.

[0060] Um die Spiegelung an der Oberfläche möglichst gering zu halten, werden Versiegelungsschichten mit geringem Reflexionsvermögen eingesetzt, so dass die Lichtbrechung und Reflexion an der transparenten Oberfläche reduziert wird. Durch eine Kombination mit möglichst stark reflektierenden Farbschichten der dreidimensionalen Struktur wird

eine deutlich verbesserte dreidimensionale Anmutung erzielt. So kann auch vorgesehen sein, als unterste Schicht eine stark reflektierende transparente Schicht auf die strukturgebende Oberfläche aufzubringen, danach erst die farbgebenden Schichten.

[0061] Alle Ausgestaltungen für die Versiegelungsschicht können beliebig miteinander kombiniert werden.

[0062] Der Druckprozess in der Druckeinheit **42** kann mit transparenten, teiltransparenten oder deckenden Farbschichten erfolgen, diese können auch beliebig kombiniert werden. Der Druckprozess kann wiederholt werden, ohne die spätere Struktur der Bauteiloberfläche zu beeinträchtigen. Ebenso können geschlossene, sehr dünne Funktionsschichten übereinander gedruckt werden, ohne dass diese zerstört werden, da die Farb- bzw. Funktionsgebung und die Strukturbildung ohne eine Umformung erfolgen, die die Schichten zerstören könnte. Derartige strukturierte und funktionelle Oberflächen haben ein sehr weites Einsatzgebiet, von dekorativen Effekten bis hin zur Photovoltaik, für elektrische oder optische Schaltkreise bzw. Speichermedien bis hin zur Wärmeisolation bzw. -absorption, ohne dabei Einbußen im Hinblick auf das Design nehmen zu müssen.

[0063] Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem teiltransparente, transparente und deckende Farbbereiche **20a 20b, 20c** mit der dreidimensionalen Struktur kombiniert sind. Auf einer struktur- und farbgebenden Folie **10** als Kopiervorlage wird teiltransparente Bildinformation **20a** aufgebracht, darüber werden die nicht transparenten Bildbereiche **20b** gelegt. Der Verbund wird durch eine transparente glasklare Schicht **20c** abgeschlossen. Im Bereich C sind nicht transparente Bildbereiche ausgespart. Diese Ausführung eignet sich beispielsweise für strukturierte Displays, beleuchtbare Schalter und vergleichbare Anwendungen. So können beispielsweise Schalter erst dann als Schalter erscheinen, wenn sie berührt werden. Im passiven Zustand unterscheiden sie sich nicht von ihrer Umgebung. Auch hier kann mit unterschiedlich reflektierenden Schichten bzw. Unterlagen gearbeitet werden, zum Beispiel mit Reflektoren, die nur einen Teil des sichtbaren Lichts reflektieren.

[0064] Die Erfindung stellt somit Verfahren zur Verfügung, mit denen Freiform-Bauteile mit farbigen Informationen hergestellt werden können, die passgenau zur strukturierten Oberfläche sind und sich über die gesamte Tiefe der strukturierten Oberfläche erstrecken können und nicht durch eine Umformung gestört werden. So können beispielsweise Formteile für das Automobilinterieur, Möbeloberflächen, Verpackungen, Label, Etiketten, teiltransparente Displays, Bildschirmoberflächen, Schalter, Beleuchtungssysteme usw. hergestellt werden, die zudem noch über zahlreiche weitere Funktionen ver-

fügen können, indem beispielsweise holographische oder sicherheitsrelevante Strukturen erzeugt werden. Die Erfindung eignet sich zur Herstellung von Freiformbauteilen mit photorealistischen, dreidimensionalen Bildern, wobei unterschiedliche farbige Bildinformation eingebaut werden kann, die Bildinhalte abhängig vom Betrachtungswinkel darstellen. Die Freiformbauteile können mit Lentikular-Linsen versehen werden, indem entsprechende transparente oder halbtransparente Schichten entsprechend strukturiert werden.

[0065] Diverse Lacksysteme können verwendet werden, beispielsweise lösemittelhaltige, wasserlösliche, thermoplastische, auf Pulver basierende Lacksysteme, die getrocknet oder ausgehärtet werden, beispielsweise durch ultraviolette oder infrarote Strahlung, oder vernetzt werden.

[0066] Die erfindungsgemäßen Verfahren sind für den Spritzgussprozess optimiert.

[0067] Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen, mit den Schritten:

- Bereitstellen einer strukturierten Oberfläche (**10, 140**);
- Aufbringen der dreidimensionalen Farbinformation auf die strukturierte Oberfläche (**10, 140**) mittels eines berührungslosen digitalen Druckprozesses als mindestens eine farbgebende Schicht (**20**), wobei bei zumindest einer der farbgebenden Schichten auf schrägstehenden Flächenelementen der dreidimensionalen Struktur ein entsprechend der Schräge stärkerer Farbauftrag erfolgt, als auf planen Flächenelementen, und wobei der Farbauftrag flächenhomogen bzw. auf die Projektionsfläche unterschiedlich erfolgt;
- Verfestigen der mindestens einen farbgebenden Schicht (**20**);
- Abziehen der farbgebenden Schicht (**20**) von der strukturierten Oberfläche (**10, 140**);
- Tiefziehen der verbleibenden mindestens einen farbgebenden Schicht (**20**); und
- Hinterspritzen der tiefgezogenen mindestens einen farbgebenden Schicht (**20**) mit einer formbildenden Masse.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die strukturierte Oberfläche an einer Folie (**20**), Platte oder Walze (**140**) vorgesehen ist.

3. Verfahren zum Herstellen von farbigen, dreidimensional strukturierten Bauteilen mit Freiformflächen, mit den Schritten:

- Bereitstellen einer strukturierten tiefziehbaren Folie (**10**);
- Aufbringen der auf Flächenelemente aufgeteilten dreidimensionalen Farbinformation auf die Folie mittels eines berührungslosen digitalen Druckprozesses als mindestens eine farbgebende Schicht (**20**), wobei bei zumindest einer dieser farbgebenden Schichten auf schrägstehenden Flächenelementen ein entsprechend der Schräge stärkerer Farbauftrag erfolgt, als bei planen Flächenelementen, und wobei der Farbauftrag flächenhomogen bzw. auf die Projektionsfläche unterschiedlich erfolgt;
- Verfestigen der nicht notwendig geschlossenen mindestens einen farbgebenden Schicht (**20**);
- Tiefziehen der Folie (**10**) mit der mindestens einen farbgebenden Schicht (**20**);
- Hinterspritzen der tiefgezogenen Folie mit einer formbildenden Masse, wobei die farbgebende Schicht der Masse zugewandt ist; und
- Abziehen der Folie (**10**), wobei die mindestens eine farbgebende Schicht (**20**) auf der Masse (**22**) verbleibt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, bei dem das Tiefziehen durch das Hinterspritzen bewirkt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, bei dem die farbgebende Schicht (**20**) aus einem elastisch härtenden Material oder aus einem Material, das nach dem Härten beispielsweise durch Erwärmen elastisch wird, aufgebaut wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die farbgebende Schicht (**20**) an der Folie (**20**) weniger stark haftet als an der formbildenden Masse (**22**) und die Kohäsion der farbgebenden Schicht größer als die Adhäsion der farbgebenden Schicht zur formbildenden Masse ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, bei dem auf die strukturierte Oberfläche (**10**, **140**) bzw. Folie vor dem Aufbringen der farbgebenden Schicht eine weitere Schicht aufgebracht wird, die zumindest teilweise transparent, zumindest teilweise halbtransparent oder zumindest teilweise deckend ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die weitere Schicht eine Oberflächenschutzschicht, eine Haftvermittlerschicht oder eine Farbgrundierungsschicht ist.

9. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die strukturierte Folie (**10**) ausschließlich elastisch verformt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die farbgebende Schicht (**20**) mit einer Versiegelungsschicht versehen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Versiegelungsschicht eine im Wesentlichen glatte freiliegende Oberfläche aufweist.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Versiegelungsschicht im Hinblick auf Farbe und/oder Gradation definiert eingefärbt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Farb- und/oder Gradationsdaten mit den Daten der dreidimensionalen Struktur abgeglichen werden.

14. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Versiegelungsschicht ein geringeres Reflexionsvermögen als die darunterliegende farbgebende Schicht aufweist.

15. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte Folie eine beim Hinterspritzen verwendete Form (**52**) an einem Ort (**24**) oder an einer Vielzahl von Orten berührt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

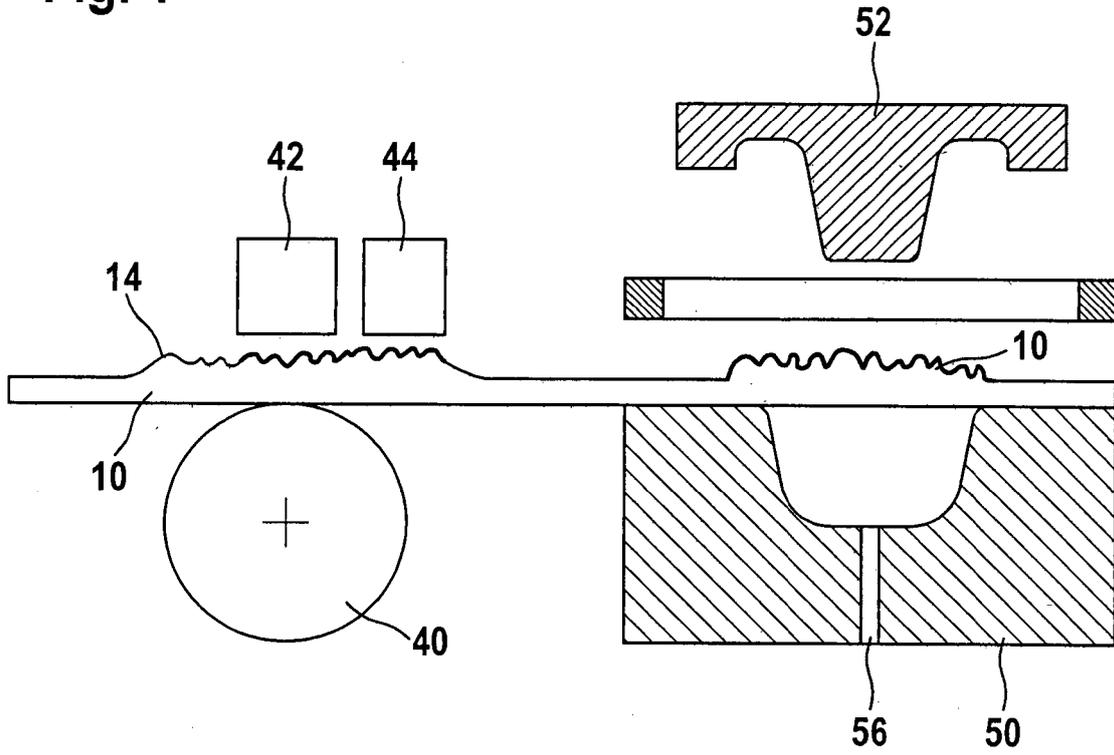


Fig. 2

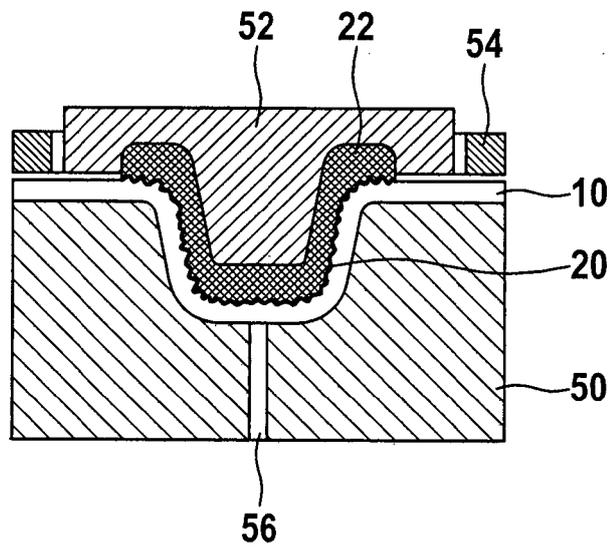


Fig. 3

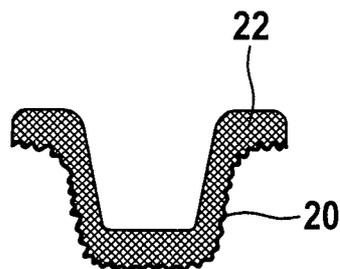


Fig. 4

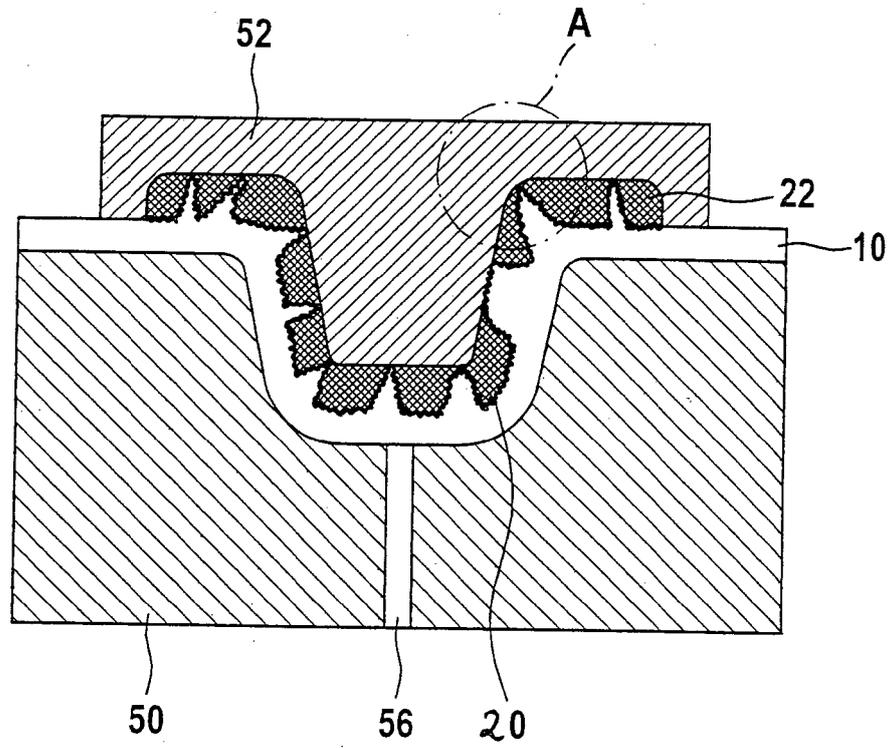


Fig. 4a

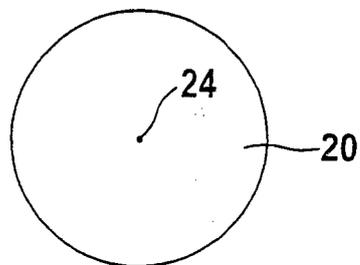


Fig. 5

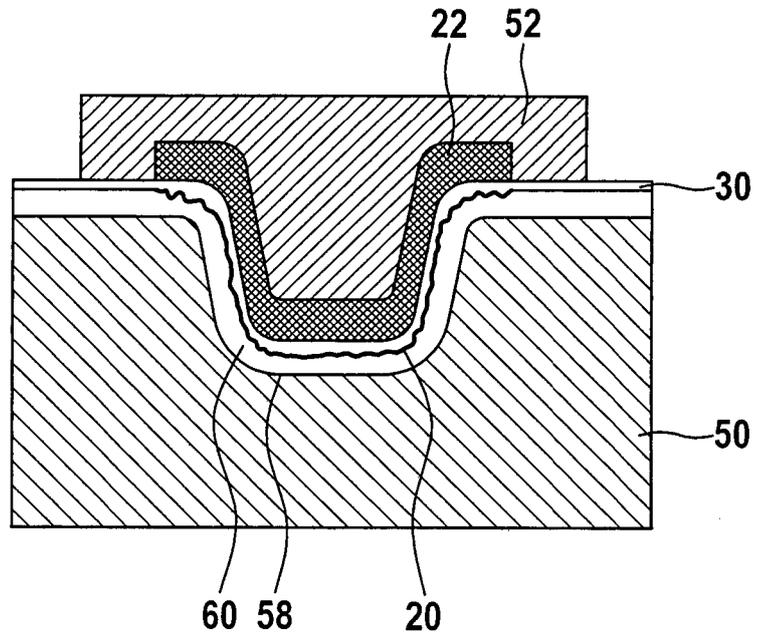


Fig. 5a

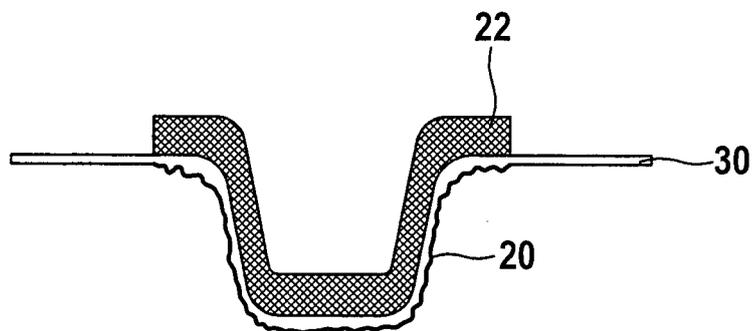


Fig. 6

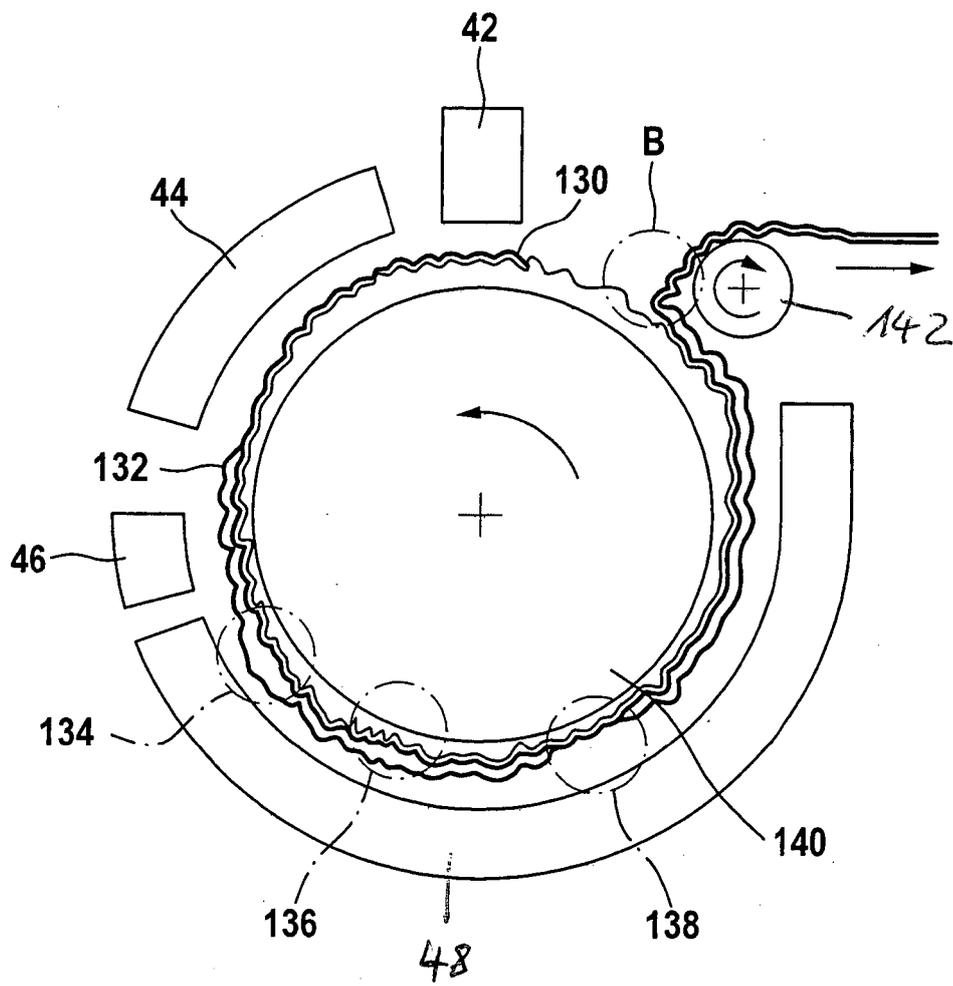


Fig. 7

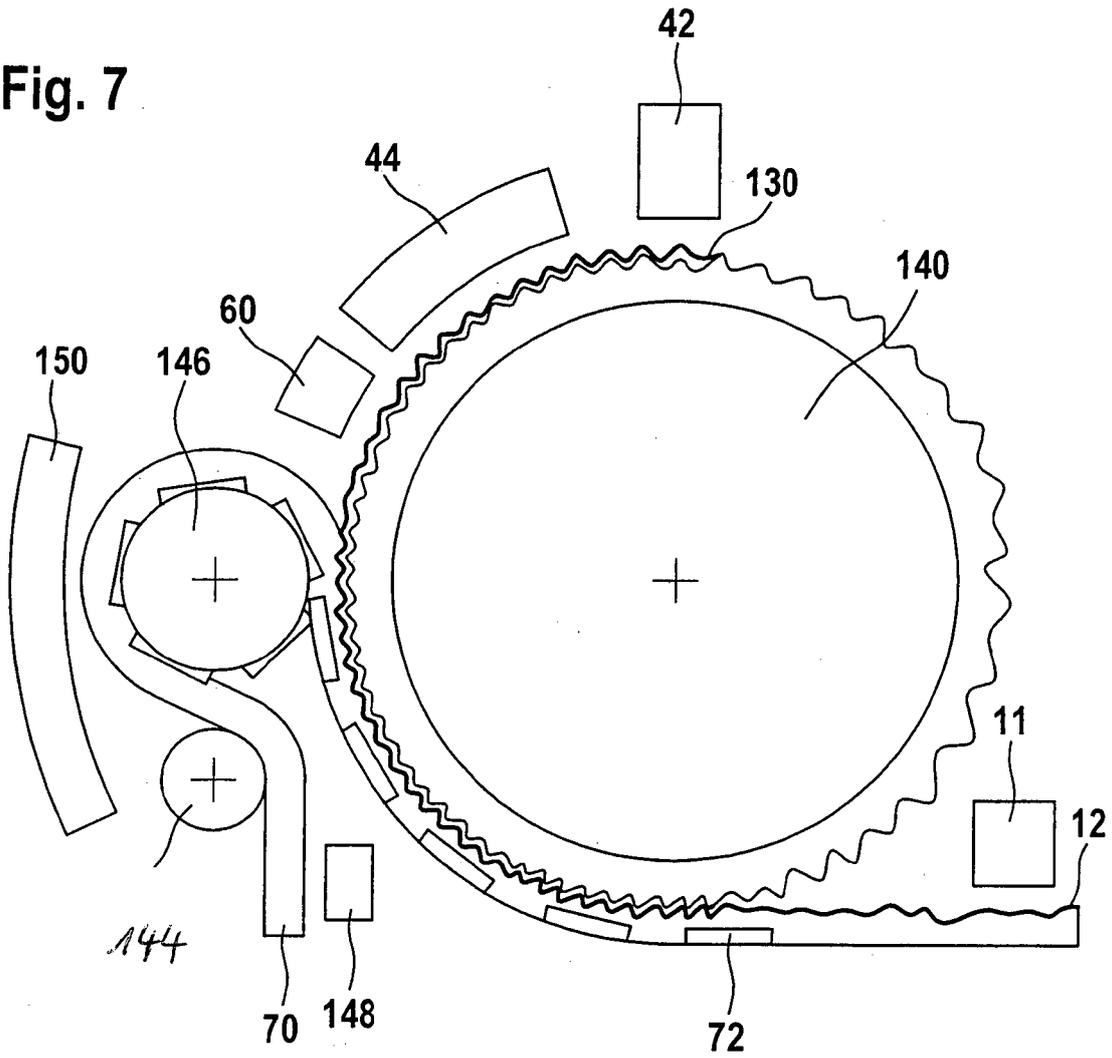


Fig. 8

