



(10) **DE 10 2018 218 842 A1** 2020.05.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 218 842.4**

(22) Anmeldetag: **05.11.2018**

(43) Offenlegungstag: **07.05.2020**

(51) Int Cl.: **B21D 11/08** (2006.01)

**B21D 26/021** (2011.01)

(71) Anmelder:

**Ingenieurgesellschaft Peil, Ummenhofer mbH,  
38112 Braunschweig, DE; Karlsruher Institut  
für Technologie (KIT), 76344 Eggenstein-  
Leopoldshafen, DE**

(72) Erfinder:

**Ummenhofer, Thomas, Prof. Dr.-Ing., 76229  
Karlsruhe, DE; Rzepecki, Michael Philipp, Dr.-Ing.,  
76137 Karlsruhe, DE**

(74) Vertreter:

**Grosse, Schumacher, Knauer, von Hirschhausen,  
80335 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

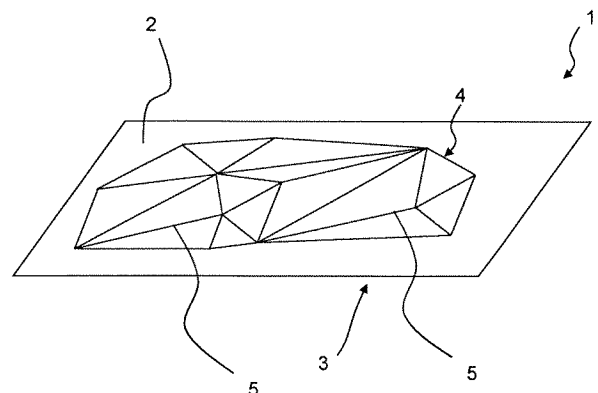
<b>DE</b>	<b>10 2006 052 696</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>19 44 355</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>0 726 102</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>2 455 169</b>	<b>A1</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines räumlich strukturierten Bauteils, Halbzeug zur Erzeugung eines solchen Bauteils und Bauteil mit einer räumlich strukturierten Oberfläche**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils 10 mit einer räumlich strukturierten Oberfläche aus einem Halbzeug 1, ein dafür benötigtes Halbzeug 1 und ein solchermaßen hergestelltes Bauteil 10. Dabei ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass eine musterförmige Sollbiegestelle (4) im Halbzeug (1) erzeugt wird, und dass danach das Halbzeug (1) flächig mit einem Druck beaufschlagt wird, der so dosiert ist, dass der Druck eine plastische Umformung des Halbzeugs (1) entlang der Sollbiegestelle (4) bewirkt, sodass ein Bauteil (10) mit einer räumlich strukturierten Oberfläche entsteht.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einer räumlich strukturierten Oberfläche aus einem Halbzeug, ein Halbzeug zum plastischen Umformen desselben zu einem Bauteil mit einer räumlich strukturierten Oberfläche und ein solches Bauteil.

**[0002]** Unter Halbzeug soll vorliegend ein Halbfabrikat verstanden werden, das aus einem Rohmaterial besteht und welches bereits in eine grundlegende geometrische Form gebracht wurde. Insbesondere handelt es sich bei Halbzeug im Sinne der vorliegenden Anmeldung um Platten, Schalen und/oder Scheiben aus Metall, Kunststoff, Holz, künstlichen Steinen und/oder Mischungen daraus.

**[0003]** Unter einer räumlich strukturierten Oberfläche soll eine Oberfläche verstanden werden, die sich gegenüber einer glatten unbearbeiteten Oberfläche durch verschiedene Tiefen und Höhen, Knicke, Beulen und/oder Erhebungen auszeichnet.

**[0004]** Um aus einem Halbzeug Bauteile mit einer räumlich strukturierten Oberfläche herzustellen, muss in der Regel eine entsprechende Umformarbeit geleistet werden, die üblicherweise mittels Tiefziehverfahren oder mechanischer Falzprozesse in das Halbzeug eingetragen wird. Auch werden Bauteile mit derartiger Oberfläche zum Teil aus dem Vollen gefräst. Mit zunehmender räumlicher Struktur nimmt allerdings die notwendige Umformenergie stark zu, was dazu führt, dass gerade bei komplexen bzw. ausgeprägten Geometrien des Bauteils erhebliche Kräfte in das Halbzeug eingetragen werden. Dies kann insbesondere bei Halbzeugen aus Verbundwerkstoffplatten von Nachteil sein, da hier der mehrschichtige Aufbau grundsätzlich nicht zerstört werden soll, um die Funktion der Verbundwerkstoffplatte auch nach dem Umformen gewährleisten zu können. Bei Vollmaterialplatten ist der wesentliche Nachteil der, dass mit zunehmender Dicke immer größere Energiemengen notwendig sind, um das Halbzeug entsprechend zu verarbeiten.

**[0005]** Um diesem Problem entgegenzutreten, werden im Stand der Technik üblicherweise mehrere separate Halbzeugteile zu einem Gesamtbauteil zusammengesetzt. Gelegentlich werden auch Schnitte in das Halbzeug eingebracht, um einen Kraftfluss im Werkstoff des Halbzeugs zu unterbrechen. In beiden Fällen wird der Ansatz verfolgt, Kraftflüsse im Halbzeug mittels Schnittkanten zu unterbrechen.

**[0006]** In vielen Fällen ist die Herstellung der Schnitte recht aufwendig und oft sind derartige Schnittkanten auch unerwünscht. Dies ist beispielweise der Fall, wenn mit der räumlich strukturierten Oberfläche gezielte optische Eindrücke erweckt und gleich-

zeitig funktionale Aufgaben, etwa die Dichtheit oder Funktion einer vollflächigen Abdeckung, eines Fassadenteils, Schrankelements oder dergleichen erfüllt werden sollen. In solchen Fällen ist besonders wünschenswert, dass das Bauteil eine möglichst einheitliche, spaltfreie Oberfläche hat.

**[0007]** Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung ein erheblich vereinfachtes Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einer räumlich strukturierten Oberfläche und ein Halbzeug zum plastischen Umformen desselben zu einem Bauteil mit einer räumlich strukturierten Oberfläche aufzuzeigen.

**[0008]** Die Lösung der Aufgabe gelingt mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1 und dem Halbzeug gemäß Anspruch 16 sowie dem Bauteil gemäß Anspruch 32. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen beschrieben.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich also dadurch aus, dass eine musterförmige Sollbiegestelle im Halbzeug erzeugt wird, und dass danach das Halbzeug flächig mit einem Druck beaufschlagt wird, der so dosiert ist, dass der Druck eine plastische Umformung des Halbzeugs entlang der Sollbiegestelle bewirkt, sodass ein Bauteil mit einer insgesamt räumlich strukturierten Oberfläche entsteht.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren setzt also zunächst an der Erzeugung einer relativ komplex geformten Sollbiegestelle im Halbzeug an. Es handelt sich bei der Sollbiegestelle ganz allgemein um eine auf beliebige Weise erzeugte lokale Reduktion der Biegesteifigkeit des Halbzeugs, z.B. durch Schwächung der Dicke, aber eben immer entlang eines Musters. Dabei kann es sich um ein regelmäßiges und/oder unregelmäßiges Muster handeln. Das Muster der Strukturschwächungen bzw. der Sollbiegestelle kann aus beliebigen bekannten Grundgeometrien und/oder aus freien Geometrien bestehen. Es können Muster in Mustern sein. Es kann aus linearen, nichtlinearen, aus sich kreuzenden und/oder nicht kreuzenden Linien, Polylinien, Splines, Kreisen, etc. bestehen. Logos, Schriften, Zeichnungen sind ebenfalls möglich.

**[0011]** Wichtig ist vor allem, dass eine gegenüber einer einfachen, z.B. linienförmigen Form eine komplexer gestaltete Form der Sollbiegestelle erzeugt wird, entlang derer sich dann in einem folgenden, dafür aber umso schneller durchführbaren Verfahrensschritt der Druckaufbringung bzw. Umformung eine relativ großflächige plastische Verformung einstellt. So lässt sich die räumlich strukturierte Oberfläche sehr einfach und schnell herstellen.

**[0012]** Die plastische Umformarbeit muss demnach nur noch zur Überwindung der lokal herabgesetzten

Biegesteifigkeit in der Sollbiegestelle geleistet werden und nicht mehr zur Überwindung der Biegesteifigkeit des ursprünglichen Halbzeugs ohne Sollbiegestelle. Dadurch können erheblich einfachere und energieärmere Umformverfahren herangezogen werden.

**[0013]** Unter Druck ist in diesem Zusammenhang allgemein eine während der Umformung flächig auf das Halbzeug eingebrachte Kraft pro Flächeneinheit zu verstehen, die an zumindest einer Oberfläche des Halbzeugs angreift. Wichtig ist, dass sich durch diese flächige Kraftaufbringung ein Druckgefälle im Halbzeug einstellt, das zur Umformung führt. Je nachdem wie ausgeprägt die Sollbiegestellen ausgebildet sind, kann der für die plastische Umformung notwendige Druck entsprechend niedrig sein. Die Aufbringung des Drucks bzw. die damit einhergehende Umformung kann durch Verwendung beliebiger, geeigneter Mittel erfolgen. So kann beispielsweise eine Differenzdruckvorrichtung verwendet werden. Auch kann es sich beim aufgebrachten Druck um einen Unter- oder Überdruck handeln.

**[0014]** Vorteilhaft ist dabei insbesondere, dass das Umformverfahren nicht exakt auf die Geometrie der musterförmigen Sollbiegestelle eingerichtet werden muss, wie dies etwa beim Tiefziehverfahren oder einem Pressverfahren der Fall ist. Es müssen insbesondere keine speziellen Stempelgeometrien oder Formteile hergestellt werden, um die gewünschte Form des Halbzeugs herzustellen. Vielmehr verhält es sich so, dass sich die verschiedenen Teilflächen bei entsprechend aufgebrachter Umformarbeit einfach entlang des musterförmigen Sollbiegestelle ausbilden. Die Form des Musters der Sollbiegestelle muss dabei nicht exakt mit den herzustellenden Teilflächen übereinstimmen. Vielmehr wird durch jenes Muster eine Grundstruktur vorgegeben, entlang derer sich die Teilflächen ausbilden. Die räumlich strukturierte Oberfläche ist demnach als die Summe der Teilflächen anzusehen, die sich auf Basis der eingebrachten Sollbiegestelle ausbilden.

**[0015]** Das gezielte Einbringen einer musterförmigen Sollbiegestelle beruht auf der Erkenntnis, dass die relativ komplexe Struktur der Sollbiegestelle mit verhältnismäßig wenig Aufwand vor dem Umformprozess in das unverformte Halbzeug eingebracht werden kann. Zugleich führt das sich entlang dieser musterförmigen Sollbiegestelle einstellende örtliche plastische Verformen dazu, dass sich quasi in einem Schritt eine räumlich stabilisierte Oberfläche bildet und dies trotz etwaiger Querschnittsschwächungen. Dies liegt auch daran, dass sich aufgrund der musterförmigen Sollbiegestelle beim Umformen eine größere Anzahl an Teilflächen bildet. Diese bilden eine die ursprüngliche Querschnittsschwächung wieder wettmachende, sich gegenseitig stabilisierende, räumliche Oberflächenstruktur aus versetzt zueinander

der angeordneten Teilflächen. Wenn dabei darauf geachtet wird, dass die Sollbiegestelle das Halbzeug nicht durchtrennt bzw. perforiert, ergibt sich dann sogar auch nach der Umformung noch immer eine geschlossene Oberfläche.

**[0016]** Anders ausgedrückt bildet sich gerade aufgrund der musterförmigen Sollbiegestelle beim Umformen ein Falzwerk mit einer räumlich mehrfach strukturierten Oberfläche, das eine aufgrund der so erzeugten räumlichen Stabilisierung des Falzwerkes eine hohe Festigkeit des Bauteils mit sich bringt. Diese ist nämlich größer, als die Festigkeit, die sich mit nur einem einzelnen Knickfalz einer herkömmlichen Sollbiegestelle ausbilden würde.

**[0017]** Weiterbildend wird die musterförmige Sollbiegestelle dadurch erzeugt, dass im Halbzeug wenigstens eine Aussparung angeordnet wird, die sich vorzugsweise von einer Oberfläche des Halbzeugs in Richtung des Inneren des Halbzeugs oder umgekehrt erstreckt. Die Aussparung kann durch eine im Querschnitt beliebig ausgestaltete Ausnehmung erfolgen. So ist etwa eine V-Form, eine U-Form, ein Rechteck-Form, eine Halbkreis-Form, etc. denkbar.

**[0018]** Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn wenigstens eine Aussparung zumindest teilweise linienförmig ausgebildet wird und/oder mehrere Aussparungen entlang einer gedachten Linie angeordnet werden. Die Aussparungen können also zumindest teilweise rillenartig sein. So können auf einfache Weise musterförmige Sollbiegestellen im Halbzeug erzeugt werden.

**[0019]** Dabei kann wenigstens eine linienförmige Aussparung zumindest teilweise geradlinig und/oder gekrümmt, insbesondere spiralförmig, ausgeführt werden. Linienförmige Aussparungen mit geradem Verlauf lassen sich besonders einfach herstellen.

**[0020]** Auch ist es denkbar, dass mehrere Aussparungen entlang wenigstens einer zumindest geraden und/oder teilweise gekrümmten Linie im Halbzeug angeordnet werden. So kann mit mehreren derart gezielt ausgerichteten Ausnehmungen ebenfalls eine musterförmige Sollbiegestelle auf einfache Art erzeugt werden.

**[0021]** Vorteilhafterweise wird wenigstens eine Aussparung so im Halbzeug erzeugt, dass sich deren Tiefe und/oder Breite entlang des Musters der Sollbiegestelle zumindest teilweise ändert. Beispielsweise kann die Aussparung im Randbereich der Oberfläche des Halbzeugs stärker oder schwächer ausgeprägt sein als im mittleren Bereich des Halbzeugs. Alternativ und/oder zusätzlich können spezielle einzelne Linien, Kurven der Aussparung oder eine Teilmenge von Aussparungen stärker oder schwächer ausgeprägt sein als Linien, Kurven oder Teil-

mengen von Aussparungen an anderen Orten auf dem Halbzeug. Dies hat den Vorteil, dass so die spätere Kontur des Bauteils mit einer räumlich strukturierten Oberfläche noch präziser vorgegeben werden kann, da das Ausmaß der Umformung mit der Intensität, in der die Aussparung ausgebildet ist, korreliert.

**[0022]** Durch die auf diese Weise eingebrachten Strukturschwächungen mit unterschiedlichen Tiefen und/oder Breiten besitzen die reduzierten Querschnitte des Halbzeugs entsprechend verminderte Steifigkeiten mit einem Verlauf entlang des Musters der Sollbiegestelle. Im anschließenden Umformvorgang sind entsprechend verschiedene Widerstände im Muster der Sollbiegestelle vorhanden, die zum „Ausknicken“ entlang der Schwächungen zu überwinden sind. Je nach Restquerschnitt ist also ein anderer definierter kritischer Umformdruck erforderlich. Bereiche mit einem kleinen Restquerschnitt werden frühzeitig bei geringen Umformdrücken ausknicken, Bereiche mit einem größeren Restquerschnitt erst bei größeren Umformdrücken. Somit kann der Ablauf des Umformvorgangs bzw. das Einstellen der Umformgeometrie durch eine gezielte Anordnung aber eben auch durch die Formgebung der Strukturschwächungen in Abhängigkeit des Restquerschnittes gesteuert werden. Dadurch wird der Gestaltungsspielraum enorm vergrößert, die Reproduzierbarkeit der Formen sichergestellt und sanfte Übergangsbereiche werden innerhalb der Strukturschwächungsgeometrie ermöglicht. Kritische Umformbereiche können durch numerischer Analysen lokalisiert und ein frühzeitiges Versagen kann durch entsprechende Wahl der Geometrien der Ausnehmung bzw. der Sollbiegestelle verhindert werden.

**[0023]** Die musterförmige Sollbiegestelle kann dabei zumindest teilweise als spiralförmige Struktur ausgeführt sein. Die spiralförmige Struktur kann dabei eckig und/oder rund sein. In jedem Fall lassen sich so auf sehr einfache Weise kegelförmig ausgebauchte Bauteile herstellen.

**[0024]** Auch kann die musterförmige Sollbiegestelle zumindest teilweise als netzartige Struktur ausgeführt werden, vorzugsweise mit einer offenzelligen und/oder geschlossenzelligen Struktur. Unter netzartiger Struktur ist ganz allgemein ein aus mehreren Linien (geraden wie ungeraden) und/oder Punkten zusammengesetztes Muster verstehen. So kann die netzartige Struktur durch eine oder mehrere entsprechend geformte linienförmige Aussparungen oder auch durch mehrere entlang gedachter Linien gesetzter punktueller und/oder kurzer linienförmiger Aussparungen erzeugt werden. Die von der Aussparung bzw. den Aussparungen entsprechend umrandete Flächen können mit Zellen oder Maschen eines Netzes verglichen werden. Die so definierten Flächen sorgen bei der Umformung dafür, dass sich mehrere zueinander aus der Ursprungsform (das kann eine

ebene Fläche aber auch eine einfache Schalenform sein) des Halbzeuges heraus bewegte und zueinander angewinkelte Teilflächen bilden.

**[0025]** Dabei kann die netzartige Struktur der musterförmigen Sollbiegestelle zumindest teilweise eine geschlossenzellige und/oder offenzellige Struktur aufweisen. Die geschlossenzellige Struktur hat gegenüber einer offenzelligen Struktur den Vorteil, dass die Netzstruktur entlang der kompletten Umfangslinie der Zelle durch einen geschwächten Querschnitt definiert ist. So ist bei der Umformung relativ gut sichergestellt, dass sich verhältnismäßig klar begrenzte zueinander angewinkelte Teilflächen bilden. Die offenzellige Struktur hat den Vorteil, dass sich gerade bei relativ engmaschigen Mustern nicht zu viele Ausnehmung in einem Knotenpunkt treffen. Eine Mischung beider Strukturen kombiniert deren Vorteile.

**[0026]** Eine besonders gut geeignete netzartige Struktur ist ein polyedrisches Muster, das zum Beispiel aus Dreiecken aufgebaut sein oder Dreiecke enthalten kann. Mithin können beliebige Variationen von Vielecken im Muster vorhanden sein. Durch Verwendung von polyedrischen Mustern können sogenannte Stealth-Oberflächen im Bauteil erzeugt werden.

**[0027]** Weiterbildend wird die Aussparung thermisch, mechanisch, chemisch und/oder durch eine Materialauftragung neben der Sollbiegestelle hergestellt. Unter der thermischen Herstellung kann z.B. ein Einschmelzen oder Einbrennen der Aussparung verstanden werden. Unter der mechanischen Herstellung kann zum Beispiel ein spanendes, verdrängendes oder ähnliches Verfahren verstanden werden. Auch eine chemische Herstellung beispielsweise durch Ätzen ist denkbar. Die spanenden Verfahren umfassen sowohl Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide wie etwa Drehen, Bohren, Senken, Fräsen und Räumen als auch solche mit geometrisch unbestimmter Schneide wie etwa Schleifen Honen, Läppen, Strahlspanen und Gleitspanen. Unter einem verdrängenden Verfahren wird beispielsweise das Einpressen eines Profils oder Geometrie in eine Oberfläche des Halbzeugs verstanden. Vorteilhaft ist dabei die kostengünstige Anwendung solcher Verfahren zur Bearbeitung des Halbzeugs. Der Begriff Materialauftragung umfasst sämtliche Verfahren, die eine zusätzliche Schicht, Beschichtung oder andere Gegenstände auf die Oberfläche aufbringen, die dazu führen, dass sich die Biegesteifigkeit an der betreffenden Stelle - also neben der Biegestelle - erhöht.

**[0028]** Vorteilhafterweise wird zumindest eine Oberfläche des Halbzeugs mit einem Über- und/oder Unterdruck beaufschlagt. Dabei kann der Druck insbesondere veränderlich, gleichförmig und/oder alternierend aufgebracht werden. Unter einem veränderli-

chen Druck ist allgemein ein zeitabhängiger Druckgradient zu verstehen, der sich während des Umformens einstellt. Insbesondere kann der veränderliche Druck allmähliche, gleichförmige und/oder schlagartige Druckveränderungen aufweisen. Die Druckänderung kann dabei entweder rein im Über- oder Unterdruckbereich, oder vom Über- in den Unterdruckbereich oder umgekehrt wechselnd ausgebildet sein. Ein veränderlicher Druck hat den Vorteil, dass die plastische Umformung präziser gesteuert oder ausgelöst werden kann.

**[0029]** Weiterbildend wird zum Aufbringen des Drucks ein Druckmedium verwendet. Dieses kann ein Fluid, ein Schaum, ein Sand, eine Platte mit elastischer Oberfläche und/oder ähnliches sein. Das Fluid kann kompressibel, wie etwa ein Gas, Gasgemisch, insbesondere Luft, oder inkompressibel, wie etwa eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser oder ein Öl, insbesondere ein Hydrauliköl, sein. Die Verwendung eines Fluids, hat den Vorteil, dass ein über die Oberfläche des Halbzeugs hinweg örtlich konstanter Druck erzielt wird. Dadurch, dass keine Druckspitzen ausgebildet werden, verläuft die Umformung des Halbzeugs vorhersehbarer und materialschonender.

**[0030]** Es kann zweckmäßig sein, dass vor dem Beaufschlagen des Halbzeugs mit Druck auf zumindest einer der ersten Oberfläche und/oder der zweiten Oberfläche des Halbzeugs eine schützende Abdeckung aufgebracht wird. Unter einer schützenden Abdeckung ist ganz allgemein eine Schicht oder Lage zu verstehen, die es ermöglicht, während des Umformverfahrens zu vermeiden, dass das Druckmedium direkten Kontakt mit der betreffenden Halbzeugoberfläche hat. Dies kann mehrere Vorteile haben. Zum einen kann dadurch gewährleistet werden, dass das Druckmedium während des Umformens nicht durch etwaig vorhandene Perforationen im Halbzeug austritt. Zum anderen kann eine Benetzung oder ein direkter Kontakt allgemein von Druckmedium und Halbzeugoberfläche vermieden werden. Die schützende Abdeckung wird dabei vorzugsweise nach Einbringen der Sollbiegestelle und vor dem Umformen des Halbzeugs aufgebracht.

**[0031]** Es kann zweckmäßig sein, dass das Halbzeug gegen ein Dämpfungsmittel umgeformt wird. Das Dämpfungsmittel kann ein elastischer Gegenstand sein, der während der gesamten Umformung oder auch nur gegen Ende der Umformung mit dem Halbzeug in Kontakt kommt. Das Dämpfungsmittel kann statisch angeordnet oder während der Umformung mitgeführt werden. Vorteilhaft ist dabei, dass eine stellenweise oder großflächige übermäßige Umformung des Halbzeugs vermieden und die Umformung insgesamt besser kontrolliert werden kann. Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn die Umformung mit hohen Dehnraten, schnell und/oder durch hohe Energiemengen erzeugt, abläuft.

**[0032]** In einer bevorzugten Weiterbildung wird das Halbzeug und/oder ein Druckmedium so erwärmt, dass die plastische Umformung des Halbzeugs begünstigt wird. Die Erwärmung kann dabei einen rein Werkstoff-bezogenen Einfluss auf die Biegesteifigkeit des Halbzeugs haben, was zum Beispiel beim Erreichen einer Erweichungstemperatur der Fall ist, oder aber einen reaktionsbezogenen Einfluss, was bedeutet, dass bei Erreichen der Temperaturgrenze ein chemischer Prozess abläuft, der die Biegesteifigkeit des Halbzeugs verringert.

**[0033]** Weiterbildend werden zwei Lagen des Halbzeugs zur Herstellung des Bauteils miteinander so verbunden, dass ein zur Umformung ausreichender Druck zwischen den beiden Halbzeuglagen eingebracht werden kann. Die plastische Verformung stellt sich in diesem Fall entsprechend der Sollbiegestelle ein, die auf zumindest einer Oberfläche des mehrlagigen Halbzeugs eingebracht ist. Vorteilhaft ist dabei, dass so mit geringem Aufwand zum Beispiel eine kissenartige Oberflächenstruktur hergestellt werden kann.

**[0034]** Vorrichtungsseitig gelingt die Lösung der Aufgabenstellung mit einem Halbzeug zum plastischen Umformen desselben zu einem Bauteil mit einer räumlich strukturierten Oberfläche, das eine musterförmige Sollbiegestelle mit wenigstens einer Aussparung aufweist. Es stellen sich hier die bereits obenstehend zum Verfahren beschriebenen Vorteile ein.

**[0035]** Weiterbildend erstreckt sich die wenigstens eine Aussparung der musterförmigen Sollbiegestelle von einer Oberfläche des Halbzeugs in Richtung des Inneren des Halbzeugs oder umgekehrt. Auch kann die Sollbiegestelle auch noch eine zweite Aussparung aufweisen, die sich von einer zweiten Oberfläche des Halbzeugs in Richtung einer ersten Oberfläche des Halbzeugs oder umgekehrt erstreckt. Die zweite Aussparung kann dabei eine einzelne Aussparung oder mehrere Aussparungen umfassen. Vorzugsweise kann auch die zweite Aussparung ein Muster, wie etwa ein polyedrisches Muster, aufweisen.

**[0036]** Um den Umformprozess zu unterstützen kann die zweite Aussparung deckungsgleich zur ersten Aussparung im Halbzeug angeordnet sein. So ergibt sich eine von beiden Seiten wirksame Querschnittsschwächung. Alternativ kann sie aber auch versetzt dazu angeordnet sein. So können zusätzliche Knicke in der Oberfläche des Halbzeugs erzeugt werden. Wie bereits zuvor beschrieben umfasst die Sollbiegestelle auch im Sinne dieser Weiterbildung sowohl die erste als auch die zweite Aussparung. Erfindungswesentlich ist, dass die Sollbiegestelle das Basismuster für die späteren räumlich verformten Flächen des Bauteils bereitstellt.

**[0037]** Zweckmäßiger Weise weist die musterförmige Sollbiegestelle wenigstens eine Aussparung auf, die linienförmig ausgebildet ist und einen zumindest teilweise geradlinigen und/oder gekrümmten, insbesondere spiralförmigen, Verlauf hat.

**[0038]** Auch kann die musterförmige Sollbiegestelle mehrere Aussparungen aufweisen, die entlang einer zumindest teilweise geradlinig und/oder gekrümmt verlaufenden Linie angeordnet sind. Dann bilden mehre gezielt ausgerichtete Ausnehmungen in ihrer Gesamtheit die musterförmige Sollbiegestelle.

**[0039]** Vorteilhafterweise weist die musterförmige Sollbiegestelle zumindest eine Aussparung auf, deren Tiefe und/oder oder Breite sich zumindest teilweise entlang des Musters ändert. Beispielsweise kann die Aussparung im Randbereich der Oberfläche des Halbzeugs stärker oder schwächer ausgeprägt sein als im mittleren Bereich des Halbzeugs. Alternativ und/oder zusätzlich können spezielle einzelne Linien, Kurven der Aussparung oder eine Teilmenge von Aussparungen stärker oder schwächer ausgeprägt sein als Linien, Kurven oder Teilmengen von Aussparungen an anderen Orten auf dem Halbzeug. Dies hat den Vorteil, dass so die spätere Kontur des Bauteils mit einer räumlich strukturierten Oberfläche noch präziser vorgegeben werden kann, da das Ausmaß der Umformung mit der Intensität, in der die Aussparung ausgebildet ist, korreliert.

**[0040]** Weiterbildend ist es vorteilhaft, dass die Sollbiegestelle wenigstens eine als Perforation ausgebildete Aussparung aufweist. Die Perforation kann durchgängig oder nur teilweise durchgängig ausgeführt sein. Die Perforation kann dabei sowohl entlang einer bestimmten Knickfalte oder einer Ecke eines Polyeders eingebracht werden. Die Perforation kann in Bezug auf die Halbzeugoberfläche sowohl senkrecht als auch geneigt eingebracht werden. Ist die Perforation nicht durchgehend, kann diese sowohl von einer Oberfläche als auch von beiden Oberflächen des Halbzeugs ausgehend vorliegen. Vorteilhaft ist dabei stets, dass die Perforation als Bestandteil der Sollbiegestelle eine besonders einfach einzubringende Schwächung der Biegesteifigkeit darstellt.

**[0041]** Weiterbildend kann ein Querschnitt der Aussparung so ausgebildet sein, dass wenn das Halbzeug an der Aussparung einen definierten Umformwinkel  $\alpha$  erreicht, die weitere Umformung des Halbzeugs dadurch gehemmt wird, dass sich im Querschnitt der Aussparung ein Berührungskontakt ausbildet. Unter einem Berührungskontakt kann zum Beispiel ein Anschlag zweier Flanken der Aussparung verstanden werden. Beispielsweise kann dies dadurch erfolgen, dass die Aussparung einen U- oder V-förmigen Querschnitt aufweist, der entsprechend ausgebildet ist. Dies hat den Vorteil, dass nicht nur der Beginn der Umformung durch die Aussparung

veranlasst, sondern auch das Ende der Umformung durch die Aussparung vorgegeben wird.

**[0042]** Zweckmäßiger Weise weist das Halbzeug einen thermisch, chemisch und/oder mechanisch aktivierbaren Kunststoff auf. Mit aktivierbarem Kunststoff ist ein Kunststoff gemeint, der sich durch thermischen, chemischen und/oder mechanischen Einfluss plastisch verformt. Es kann sich also z.B. um einen thermoplastischen Kunststoff handeln. Die Verwendung von reaktivem Kunststoff hat den Vorteil, dass die Biegesteifigkeit der Sollbiegestelle durch eine gezielte chemische Reaktion zumindest zeitweise herab- oder heraufgesetzt werden kann.

**[0043]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Halbzeug ein Verbundmaterial auf, das wenigstens eine Außenschicht und eine Kernschicht aufweist, wobei die musterförmige Sollbiegestelle in wenigstens einer der Schichten angeordnet ist. Ein geeignetes Verbundmaterial kann eine Außenschicht und/oder eine Kernschicht aus Metall, Keramik, Glas, Stein (Naturstein und/oder Kunststein), Kunststoff und/oder Holz bzw. Mischungen daraus aufweisen. Ein bekanntes und gut geeignetes Verbundmaterial hat zum Beispiel zwei Außenschichten aus Aluminium und eine Kernschicht aus einem Polymerkunststoff, ein bekannter Handelsname dafür ist Alucobond. Verbundmaterialien haben generell den Vorteil, dass unterschiedliche Materialeigenschaften gebündelt werden können. Sie können so zum Beispiel eine hohe Biegesteifigkeit, hohe Planheit und Witterungsbeständigkeit in der Außenschicht bei insgesamt leichtem Gesamtgewicht durch eine leichte Kernschicht aufweisen.

**[0044]** Weiterbildend durchdringt die erste und/oder zweite Aussparung der Sollbiegestelle eine Außenschicht zumindest teilweise. Dies ist gerade bei einem besonders biegesteifen Material in der Außenschicht von Vorteil, da so das Umformen deutlich erleichtert wird.

**[0045]** Auch kann es sinnvoll sein, wenn das Halbzeug zwei miteinander verbundene, Halbzeuglagen aufweist, wobei zumindest eine der Halbzeuglagen eine Sollbiegestelle aufweist. Dabei kann es für die Herstellung desselben sinnvoll sein, dass an wenigstens einer Halbzeuglage ein geeignetes Mittel zum Einbringen des Drucks angeordnet ist. Dies kann ein Fluideinfüllstutzen für die Zufuhr des Druckmediums sein. Nach dem plastischen Umformen kann das Druckmedium aus dem mehrlagigen Halbzeug abgelassen werden. Das Druckmedium kann zum Beispiel Luft sein, die in den Leerraum zwischen den Halbzeuglagen temporär eingepresst oder zu einem solchen Teil herausgesaugt wird, dass ein zur plastischen Verformung ausreichender Druck erzeugt wird. In allen geschilderten Fällen kann die musterförmige Sollbiegestelle ganz oder teilweise auf



zumindest einer der Oberflächen einer Halbzeuglage ausgebildet sein.

**[0046]** Alternativ können die beiden Halbzeuglagen durch einen am Rand umlaufenden rahmenartigen Steg verbunden sein, so dass sich zwischen den beiden Lagen ein definierter Ausgangsabstand einstellt. Durch Über- bzw. Unterdruck bzw. wechselnden Über- oder Unterdruck kann dann eine verformte Struktur (konvex, konkav, gemischt konvexkonkav) erzeugt werden. Um den Überdruck beispielsweise mit einem Fluid zwischen die beiden Halbzeuglagen einbringen zu können kann im rahmenartigen Steg ein Ventil angeordnet sein.

**[0047]** Entsprechend kann auch ein Halbzeug verformt werden, das schon im Ausgangszustand einen inneren Hohlraum aufweist. Auch kann in einen solchen Hohlraum wenigstens ein Abstandhalter eingebracht werden. Wird dann ein Unterdruck erzeugt, drückt sich der jeweilige Abstandhalter in das Halbzeug hinein und erzeugt auf diese Weise einen zusätzlichen Verformungseffekt, indem der Abstandhalter die Verformung an der Stelle beschränkt.

**[0048]** Die musterförmigen Sollbiegestellen können sich dabei auf allen Hauptoberflächen der beiden Halbzeuglagen befinden. Gleichwohl ist jede Kombination von Oberflächen, auf welchen eine musterförmige Sollbiegestelle ausgebildet ist, denkbar. In einer bevorzugten Weiterbildung ist die musterförmige Sollbiegestelle auf beiden nach Innen weisenden Halbzeuglagen ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass die musterförmige Sollbiegestellen von außen nicht sichtbar sind.

**[0049]** Schließlich gelingt die Lösung der Aufgabe auch mit einem Bauteil mit einer räumlich strukturierten Oberfläche, das aus einem wie vorstehend beschriebenen Halbzeug und/oder mit einem solchen Verfahren hergestellt worden ist. Auch hier stellen sich die zuvor beschriebenen Vorteile ein.

**[0050]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin zeigen schematisch:

**Fig. 1** eine perspektivische Gesamtansicht eines erfindungsgemäßen Halbzeugs;

**Fig. 2a bis Fig. 2d** vier Querschnittsansichten unterschiedlicher erfindungsgemäßer Halbzeuge gemäß einem zweiten bis fünften Ausführungsbeispiel;

**Fig. 3a** ein Halbzeug gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel in einem Zustand vor der plastischen Umformung zu einem erfindungsgemäßen Bauteil;

**Fig. 3b** ein Halbzeug gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel in einem Zustand nach der

plastischen Umformung zu einem erfindungsgemäßen Bauteil;

**Fig. 4a bis Fig. 4c** das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren anhand beispielhafter Arbeitsschritte;

**Fig. 5** einen Ausschnitt einer Draufsicht auf ein mittels des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens erzeugten Bauteils mit einer räumlich strukturierten Oberfläche;

**Fig. 6** eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Halbzeug mit einer musterförmigen Sollbiegestelle deren Aussparungen zum Teil unterschiedliche Tiefen haben;

**Fig. 7** einen Querschnitt durch ein aus zwei Halbzeuglagen erfindungsgemäß hergestelltes Bauteils;

**Fig. 8** einen Querschnitt durch ein aus zwei über einen rahmenartigen Steg verbundene Halbzeuglagen hergestelltes Halbzeug; und

**Fig. 9a bis Fig. 9c** den in **Fig. 8** dargestellten Querschnitt mit drei durch gestrichelte Linien angedeutete unterschiedliche resultierende Bauteilformen nach der Umformung;

**[0051]** Das in **Fig. 1** gezeigte Halbzeug **1** ist vorliegend eine im Ausgangszustand ebene, flache, rechteckige Platte (z.B. aus Metall), die eine erste nach oben weisende Oberfläche **2** und eine zweite nach unten weisende Oberfläche **3** aufweist. Erfindungsgemäß ist auf der Oberfläche **2** des Halbzeugs **1** nun eine Sollbiegestelle **4** in der Form einer in der Draufsicht netzartigen Struktur ausgeformt. Diese netzartige Sollbiegestelle besteht im hier gezeigten Ausführungsbeispiel aus mehreren miteinander verbundenen, linienförmigen Aussparungen **5**, die sich alle von der ersten Oberfläche **2** in Richtung der zweiten Oberfläche **3** des Halbzeugs **1** in dieses hinein erstrecken. Jede Aussparung **5** bewirkt eine lokale Reduktion der Biegesteifigkeit des Halbzeugs **1**, wodurch bei Beaufschlagen des Halbzeugs **1** mit einem ausreichenden Druck ein Bauteil **10** mit einer räumlich strukturierten Oberfläche ausgebildet werden kann.

**[0052]** Da die netzartige Sollbiegestelle **4** in der Draufsicht auf das plattenförmige Halbzeug **1** ein polyedrisches Muster (vorliegend beispielhaft aus mehreren Dreiecken aufgebaut) aufweist, wird sich demnach durch die Umformung auch eine entsprechend räumlich strukturierte Oberfläche in der Art eines polyedrisch strukturierten räumlichen Musters herausbilden. Diese wird also aus einer Vielzahl von auch in räumlicher Dimension zueinander angewinkelten Polyeder-Flächen bestehen.

**[0053]** In **Fig. 2a** ist eine Querschnittsansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halbzeugs **1** mit einer aus mehreren Aus-

sparungen **5** gebildeten Sollbiegestelle **4** abgebildet. In diesem Fall ist das Halbzeug **1** wie auch schon das erste in **Fig. 1** gezeigte Ausführungsbeispiel eine ebene Platte, in welche auf der ersten Oberfläche **2** mehrere erste Aussparungen **5** eingebracht wurden, die hier schematisch als U-förmige Aussparungen dargestellt sind. Selbstverständlich können die Aussparungen **5** auch ganz unterschiedliche Querschnittsformen haben, da sich auch über die Querschnittsform der Aussparung **5** das Resultat der Umformung steuern lässt. Die Aussparungen **5** erstrecken sich in der hier dargestellten Ausführungsform jeweils etwa bis zur Hälfte der Dicke des Halbzeugs **1**, wobei auch die Tiefe nur beispielhaft gewählt ist. Die Aussparungen **5** können als eine Reihe von Bohrungen die einer gedachten Linie folgen ausgebildet sein. Denkbar ist aber auch, dass sie sich, wie beim in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel, linienförmig über die Oberfläche **2** des Halbzeugs **1** erstrecken.

**[0054]** **Fig. 2b** veranschaulicht ein drittes Ausführungsbeispiel eines Halbzeugs **1**, bei dem die Sollbiegestelle **4** eine erste Aussparung **5** und eine zweite Aussparung **6** aufweist. Die erste Aussparung **5** erstreckt sich von der ersten Oberfläche **2** in Richtung der zweiten Oberfläche **3** und die zweite Aussparung **6** von der zweiten Oberfläche **3** in Richtung der ersten Oberfläche **2**. In dem hier gezeigten Ausschnitt des Halbzeugs **1** ist jeweils nur eine Aussparung **5** bzw. **6** gezeigt, wobei selbstverständlich noch weitere Aussparungen **5**, **6** in weiteren Bereichen vorhanden sein können. Die Aussparungen **5**, **6** der Sollbiegestelle **4** sind dabei im Wesentlichen identisch ausgeführt und erstreckt sich zu jeweils etwa einem Drittel in das Halbzeug **1** hinein. Die Sollbiegestelle **4** weist somit zwei im Querschnitt U-förmige Aussparungen **5**, **6** auf, die in der Draufsicht auf das Halbzeug **1** eine netzartige Struktur bilden. Ebenso wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel führt die Einschnürung entlang der Sollbiegestelle **4** zu einer reduzierten Biegesteifigkeit des Halbzeugs **1** in diesem Bereich. Die beidseitig ausgeführten Aussparungen **5**, **6** sind hier exemplarisch deckungsgleich übereinander im Halbzeug **1** angeordnet. Denkbar ist aber auch eine gezielte Verschiebung der Aussparung **5** gegenüber der Aussparung **6**.

**[0055]** In **Fig. 2c** wird ein viertes Ausführungsbeispiel eines Halbzeugs **1** mit einer netzartigen Sollbiegestelle **4** veranschaulicht. In diesem Fall weist die Sollbiegestelle **4** in dem gezeigten Abschnitt des Halbzeugs **1** eine Perforation **7** auf, die sich von der ersten Oberfläche **2** bis zur zweiten Oberfläche **3** des Halbzeugs exemplarisch als durchgehende Bohrung erstreckt. Die Perforation **7** bewirkt ebenfalls eine lokale Reduktion der Biegesteifigkeit, wodurch sich das Halbzeug **1** an der betreffenden Sollbiegestelle zuerst plastisch verformt, wenn ein ausreichender Druck auf die erste Oberfläche **2** oder die zweite Oberfläche **3** des Halbzeugs **1** aufgebracht wird.

**[0056]** In dem in **Fig. 2d** abgebildeten Ausführungsbeispiel besteht das Halbzeug **1** aus einem Verbundmaterial mit einer Außenschicht **11** und einer Kernschicht **12**. Die Außenschicht **11** kann aus einem relativ biegesteifen Material, wie etwa Metall oder Holz, bestehen, während die Kernschicht **12** aus einem weniger biegesteifen Werkstoff, wie etwa einem weichen Metall oder Kunststoff, besteht. Vorliegend ist die erste Aussparung **5** der Sollbiegestelle **4** auf der ersten Oberfläche **2** des Halbzeugs **1** aufgebracht und durchdringt die Außenschicht **11** vollständig. Dies muss nicht zwingend sein, erleichtert aber die Umformung.

**[0057]** **Fig. 3a** veranschaulicht ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Halbzeugs **1** im Zustand vor der plastischen Umformung des Halbzeugs **1**, während **Fig. 3b** den Zustand nach der plastischen Umformung und damit das fertige Bauteil **10** zeigt. Grundsätzlich ähnelt die Querschnittsform der Aussparung **5** dieses fünften Ausführungsbeispiels der in **Fig. 2a** gezeigten Querschnittsform der Aussparung **5** des zweiten Ausführungsbeispiels. Denn beide sind U-förmig ausgeführt. Allerdings sind hier die Abmessungen der ersten Aussparung **5**, insbesondere die Breite bzw. der Abstand der Flanken **8a** und **8b** der Aussparung **5** gezielt kleiner gewählt. So wird relativ früh bei Erreichen eines bestimmten Umformwinkels  $\alpha$  beim plastischen Umformen des Halbzeugs **1** die weitere Umformung gehemmt.

**[0058]** In den **Fig. 4a** bis **Fig. 4c** wird nun das Herstellungsverfahren anhand einzelner beispielhafter Arbeitsschritte näher erläutert. Zunächst wird das Halbzeug **1** als flache Platte in einer Differenzdruckvorrichtung **13** positioniert. Der Differenzdruckvorrichtung **13** weist in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel eine linke Druckkammer **13a** und eine rechte Druckkammer **13b** auf. Das Halbzeug **1** entspricht jenem aus **Fig. 1** und weist dieselbe als polyedrisches Muster ausgebildete Sollbiegestelle **4** auf. Die eigentliche Beaufschlagung des Halbzeugs **1** mit einem Druck erfolgt im Inneren der Differenzdruckvorrichtung **13** nach dem Einklemmen des Halbzeugs **1** zwischen der linken und rechten Druckkammer **13a** und **13b** der Differenzdruckvorrichtung **13**. Die Druckkammern **13a** und **13b** sind dabei so ausgebildet, dass diese im geschlossenen Zustand eine räumliche Ausdehnung des Halbzeugs **1** durch plastische Umformung ermöglichen.

**[0059]** In der in **Fig. 4b** gezeigten Abbildung wird also das Halbzeug **1** zwischen der linken Druckkammer **13a** und der rechten Druckkammer **13b** der Differenzdruckvorrichtung **13** eingeklemmt und in der rechten Druckkammer **13b** mit einem geeigneten Druckmedium **14**, wie etwa Druckluft, Wasser, Öl, etc., beaufschlagt. Die Beaufschlagung mit einem Druckmedium **14** erfolgt derart, dass sich zwischen der rechten Druckkammer **13a** und der linken Druckkammer **13b**



der Differenzdruckvorrichtung **13** ein Differenzdruck ausbildet, der so groß ist, dass sich das eingebrachte Halbzeug **1** entlang dessen Sollbiegestelle **4** in den linken Teil **13a** der Differenzdruckvorrichtung **13** hinein plastisch umformt. Die vollendete plastische Umformung des Halbzeugs **1** zum Bauteil **10** ist in **Fig. 4c** dargestellt. Aus **Fig. 4c** ist auch ersichtlich, dass das zwischen der rechten Druckkammer **13b** und dem Halbzeug **1**, bzw. dem fertigen Bauteil **10**, eine schützende Abdeckung **9** eingebracht war, die einen direkten Kontakt des Druckmediums **14** mit dem Halbzeug **1** während des Herstellungsprozesses verhinderte. Die Anordnung dieser Schutzabdeckung **9** ist nicht immer notwendig, macht aber dann besonders Sinn, wenn z.B. eine unerwünschte Einwirkung des Druckmediums **14** auf das Halbzeug **1** zu befürchten ist.

**[0060]** **Fig. 5** veranschaulicht die so erzeugte räumlich strukturierte Oberfläche im fertigen Bauteil **10**. Wie **Fig. 5** zu entnehmen ist, bildet die netzartige und aus mehreren linienförmigen Aussparungen **5** ausgeführten Sollbiegestelle **4** nun die Kanten von räumlich angewinkelten Polyedern (vorliegend Dreiecksflächen) aus. Die Polyeder treten also aus der Ebene bzw. Form des ursprünglichen Halbzeugs **1** räumlich hervor und bilden eine räumlich strukturierte Oberfläche, die vorliegend beispielhaft aus einzelnen angewinkelten Dreiecksflächen besteht.

**[0061]** **Fig. 6** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbzeugs **1** mit einer musterförmigen Sollbiegestelle **4**, deren Aussparungen **5** zum Teil zwei bis drei unterschiedliche Tiefen aufweisen. Diese unterschiedlichen Tiefen sind in **Fig. 6** durch unterschiedlich dicke Linien angedeutet. So ist es denkbar, dass eine Aussparung **5** zunächst eine Tiefe von etwa einem Drittel der Dicke des Halbzeugs **1** hat. Diese Ausgangstiefe der Aussparung **5** steigt dann im Verlauf der Aussparung hin zu einem mittig im Halbzeug angeordneten Knotenpunkt, in dem sich mehrere linienförmige Aussparungen treffen, an - zum Beispiel auf die Hälfte der Dicke des Halbzeugs **1**. Dicht am Knotenpunkt steigt die Tiefe dann auf zwei Drittel der Dicke des Halbzeugs **1**, angedeutet durch die in der **Fig. 6** dickste Linie. Die Bereiche mit der größten Tiefe der Aussparung **5** werden beim Umformen entsprechend früher ausknicken als die Bereiche mit geringerer Aussparungstiefe. Durch die variable Tiefe der Aussparungen kann der Gestaltungsspielraum wie oben schon erläutert, erheblich vergrößert werden.

**[0062]** **Fig. 7** zeigt einen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines fertigen Bauteils **10**. Vorliegend handelt es sich um Bauteil **10**, das aus zwei an ihren Rändern verbundenen Halbzeuglagen **1a** und **1b** hergestellt worden ist. Aufgrund der Schnittdarstellung ist hier lediglich eine ersten Aussparung **5** je Halbzeuglage **1a** sowie **1b** zu erkennen, obwohl

die beiden Sollbiegestellen **4** der beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b** selbstverständlich eine in der Fläche der Halbzeuglagen **1a** und **1b** musterförmige Struktur haben.

**[0063]** Die Umformung selbst erfolgt durch Erzeugen von Druck zwischen den beiden in der Ausgangssituation noch ebenen und aufeinanderliegenden Halbzeuglagen **1a** und **1b**. Hierzu wird ein z.B. flüssiges oder gasförmiges Druckmedium **14** zwischen die beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b** eingepresst. Basierend auf dem stark vereinfachten Beispiel stellt sich so ein Bauteil **10** mit einer kissenartigen Form ein, dessen Oberflächen mehrfach und netzförmig strukturiert bzw. gefaltet sind.

**[0064]** Wie man in dem in **Fig. 8** dargestellten Beispiel erkennen kann, können die beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b** auch durch einen rahmenartigen Steg **15** an ihren äußeren Rändern verbunden sein. Dabei können die Sollbiegestellen **4** der beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b**, wie hier dargestellt, auch nicht deckungsgleich übereinander in den Halbzeuglagen **1a** bzw. **1b** angeordnet sein.

**[0065]** Wie in **Fig. 9a** bis **Fig. 9c** anhand von drei unterschiedlichen Beispielen dargelegt wird, können sich, je nachdem wie man den Druck zwischen die beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b** einbringt, ganz unterschiedliche Verformungen in den Halbzeuglagen **1a** bzw. **1b** einstellen. So kann man durch einen gleichmäßigen Überdruck zwischen beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b** ein konvex nach außen gewölbtes Bauteil **10** erhalten, wie in **Fig. 9a** mittels der gestrichelten Linie angedeutet wird.

**[0066]** Bringt man einen Unterdruck zwischen die beiden Halbzeuglagen **1a** und **1b** ein, kann sich das in **Fig. 9b** dargestellte Verformungsbild ergeben.

**[0067]** Durch einen wechselnden Über- und Unterdruck können sich wechselnd Ein- und Ausbuchtungen in den Halbzeuglagen **1a** bzw. **1b** entlang der musterförmigen Sollbiegestellen **4** und deren Aussparungen **5** einstellen, wie man dies anhand der in **Fig. 9c** angedeuteten, gestrichelten Linie erkennen kann.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Halbzeug
<b>1a</b>	erste Halbzeuglage
<b>1b</b>	zweite Halbzeuglage
<b>2</b>	erste Oberfläche
<b>3</b>	zweite Oberfläche
<b>4</b>	Sollbiegestelle mit netzartiger Struktur

5	erste Aussparung	teilweise geradlinig und/oder gekrümmt, insbesondere spiralförmig, ausgeführt wird.
6	zweite Aussparung	
7	Perforation	6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, <b>dadurch gekennzeichnet</b> , dass mehrere Aussparungen (5, 6) entlang wenigstens einer zumindest geraden und/oder teilweise gekrümmten Linie im Halbzeug (1) angeordnet werden.
8a, 8b	Flanken der Aussparung	
9	Schutzabdeckung	7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, <b>dadurch gekennzeichnet</b> , dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) zumindest teilweise als netzartige Struktur aus mehreren Aussparungen (5, 6) ausgeführt wird, vorzugsweise mit einer offenzelligen und/oder geschlossenzelligen Struktur.
10	Bauteil	
11	Außenschicht	8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche <b>dadurch gekennzeichnet</b> , dass die netzartige Struktur der Sollbiegestelle (4) zumindest teilweise als polyedrische Struktur ausgeführt wird.
12	Kernschicht	
13	Differenzdruckvorrichtung	9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche <b>dadurch gekennzeichnet</b> , dass die Aussparung (5, 6) thermisch, mechanisch, chemisch und/oder durch eine Materialauftragung neben der Sollbiegestelle (4) hergestellt wird.
13a	linke Kammer	
13b	rechte Kammer	
14	Druckmedium	
15		
$\alpha$	Umformwinkel	

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (10) mit einer räumlich strukturierten Oberfläche aus einem Halbzeug (1),

**dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst eine musterförmige Sollbiegestelle (4) im Halbzeug (1) erzeugt wird, und danach das Halbzeug (1) flächig mit einem Druck beaufschlagt wird, der so dosiert ist, dass der Druck eine plastische Umformung des Halbzeugs (1) entlang der Sollbiegestelle (4) bewirkt, sodass ein Bauteil (10) mit einer räumlich strukturierten Oberfläche entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) dadurch erzeugt wird, dass im Halbzeug wenigstens eine Aussparung (5, 6) angeordnet wird, die sich vorzugsweise von einer Oberfläche (2, 3) des Halbzeugs (1) in Richtung des Inneren des Halbzeugs (1) oder umgekehrt erstreckt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Aussparung (5, 6) so im Halbzeug (1) erzeugt wird, dass sich deren Tiefe und/oder oder Breite entlang des Musters der Sollbiegestelle (4) zumindest teilweise ändert.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Aussparung (5, 6) zumindest teilweise linienförmig ausgebildet wird und/oder mehrere Aussparungen (5, 6) entlang einer gedachten Linie angeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine linienförmige Aussparung (5, 6) zumindest

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Oberfläche (2, 3) des Halbzeugs (1) mit einem Über- und/oder Unterdruck beaufschlagt wird, wobei der Druck insbesondere veränderlich, gleichförmig und/oder alternierend aufgebracht wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Aufbringen des Drucks ein Druckmedium (14) verwendet wird, das vorzugsweise ein Gas, ein Fluid, ein Schaum, ein Sand und/oder eine Platte mit elastischer Oberfläche ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Beaufschlagen des Halbzeugs (1) mit Druck eine schützende Abdeckung (9) auf zumindest eine Oberfläche (2, 3) des Halbzeugs (1) aufgebracht wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug (1) gegen ein Dämpfungsmittel umgeformt wird.

14. Verfahren einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug (1) und/oder ein Druckmedium (14) so erwärmt wird, dass die plastische Umformung des Halbzeugs (1) begünstigt oder ermöglicht wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Lagen des Halbzeugs (1a, 1b) miteinander so verbun-

den werden, dass ein zur Umformung ausreichender Druck zwischen den beiden Halbzeuglagen (1a, 1b) eingebracht werden kann.

16. Halbzeug (1) zum plastischen Umformen desselben zu einem Bauteil (10) mit einer räumlich strukturierten Oberfläche nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug (1) eine musterförmige Sollbiegestelle (4) mit wenigstens einer Aussparung (5, 6) aufweist.

17. Halbzeug (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die wenigstens eine Aussparung (5, 6) der musterförmigen Sollbiegestelle (4) von einer Oberfläche (2, 3) des Halbzeugs (1) in Richtung des Inneren des Halbzeugs (1) oder umgekehrt erstreckt.

18. Halbzeug (1) nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) eine zweite Aussparung (6) aufweist, die sich von einer zweiten Oberfläche (3) des Halbzeugs (1) in Richtung einer ersten Oberfläche (2) des Halbzeugs (1) erstreckt.

19. Halbzeug (1) einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) wenigstens eine Aussparung (5, 6) aufweist, die linienförmig ausgebildet ist und einen zumindest teilweise geradlinigen und/oder gekrümmten, insbesondere spiralförmigen, Verlauf hat.

20. Halbzeug (1) einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) mehrere Aussparungen (5, 6) aufweist, die entlang einer zumindest teilweise geradlinig und/oder gekrümmt verlaufenden Linie angeordnet sind.

21. Halbzeug (1) einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) zumindest eine Aussparung (5, 6) aufweist, deren Tiefe und/oder oder Breite sich zumindest teilweise entlang des Musters der Sollbiegestelle (4) ändert.

22. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die musterförmige Sollbiegestelle (4) zumindest eine als Perforation (7) ausgebildete Aussparung aufweist.

23. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Querschnitt (9) der Aussparung (5, 6) so ausgebildet ist, dass wenn das Halbzeug (1) an der Aussparung (5, 6) einen definierten Umformwinkel ( $\alpha$ ) erreicht, die weitere Umformung des Halbzeugs (1) dadurch gehemmt wird, dass sich im Querschnitt (9) der Aussparung (5, 6) ein Berührungskontakt ausbildet.

24. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug (1) einen thermisch, chemisch und/oder mechanisch aktivierbaren Kunststoff aufweist.

25. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halbzeug (1) aus einem Verbundmaterial besteht, das wenigstens eine Außenschicht (11) und eine Kernschicht (12) aufweist, wobei die musterförmige Sollbiegestelle (4) in wenigstens einer der Schichten (11, 12) angeordnet ist.

26. Halbzeug (1) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Außenschicht (11) und/oder die Kernschicht (12) aus Metall, Keramik, Glas, Stein, Kunststoff und/oder Holz bestehen/ besteht.

27. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 25 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Aussparung (5, 6) der musterförmigen Sollbiegestelle (4) wenigstens eine Außenschicht (11) zumindest teilweise durchdringt.

28. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zwei miteinander verbundene, sich überlappende Halbzeuglagen (1a, 1b) aufweist, wobei zumindest eine der beiden Halbzeuglagen (1a, 1b) eine musterförmige Sollbiegestelle (4) aufweist.

29. Halbzeug (1) nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass an wenigstens einer Halbzeuglage (1a, 1b) ein geeignetes Mittel zum Einbringen eines Druckmediums (14) angeordnet ist.

30. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 28 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Halbzeuglagen (1a, 1b) durch einen an ihrem Rand umlaufenden rahmenartigen Steg (15) verbunden sind.

31. Halbzeug (1) nach einem der Ansprüche 16 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen inneren Hohlraum aufweist.

32. Bauteil (10) mit einer räumlich strukturierten Oberfläche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es aus einem Halbzeug (1) und/oder mit einem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche hergestellt worden ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

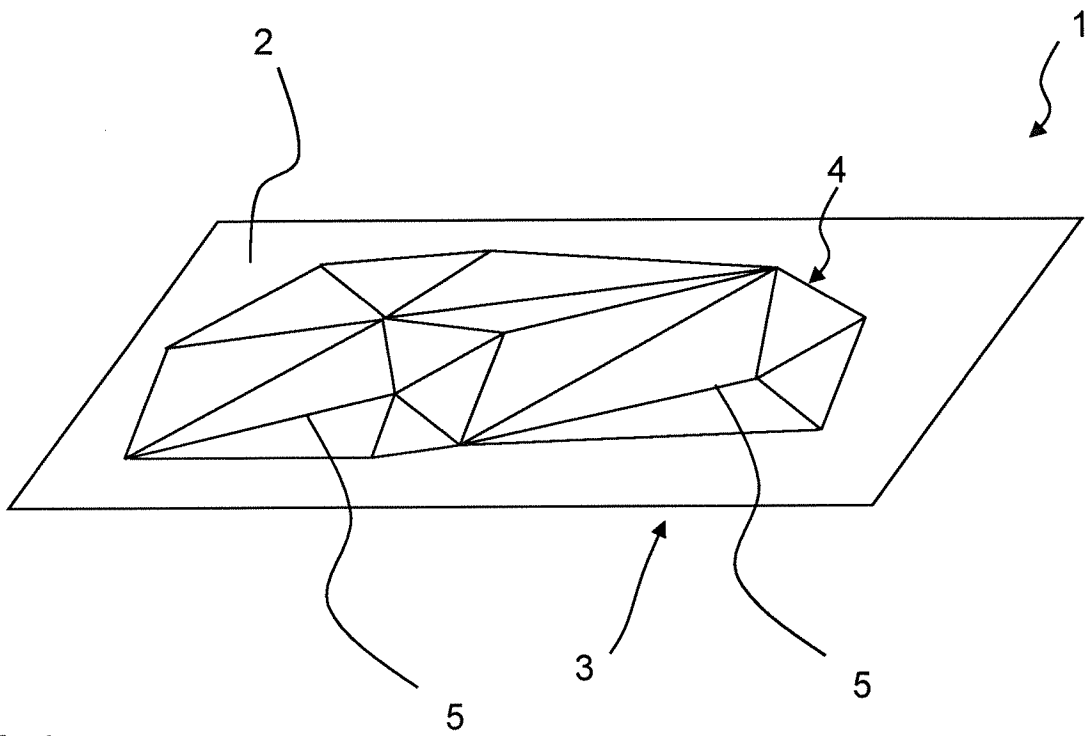


FIG. 1

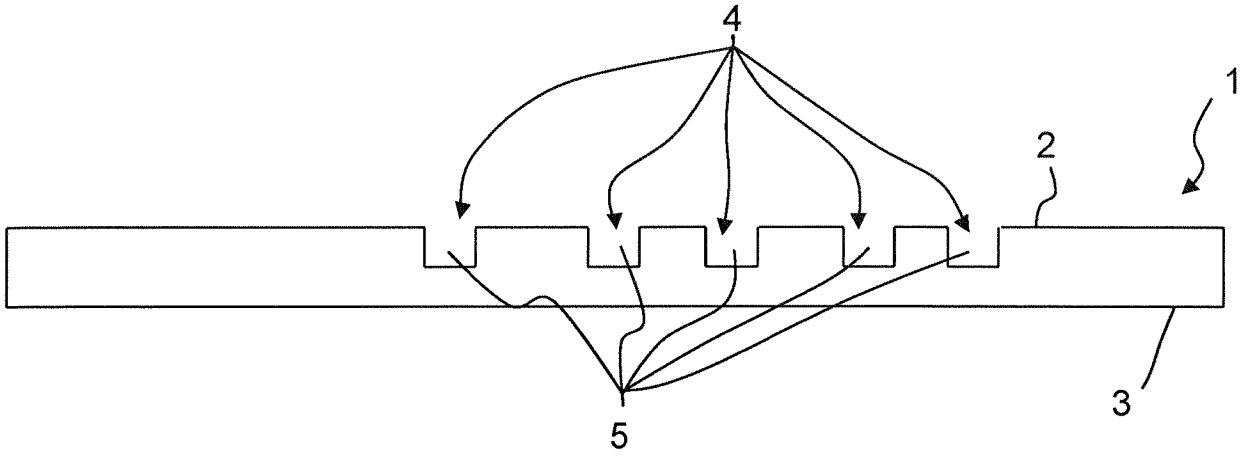


Fig. 2a

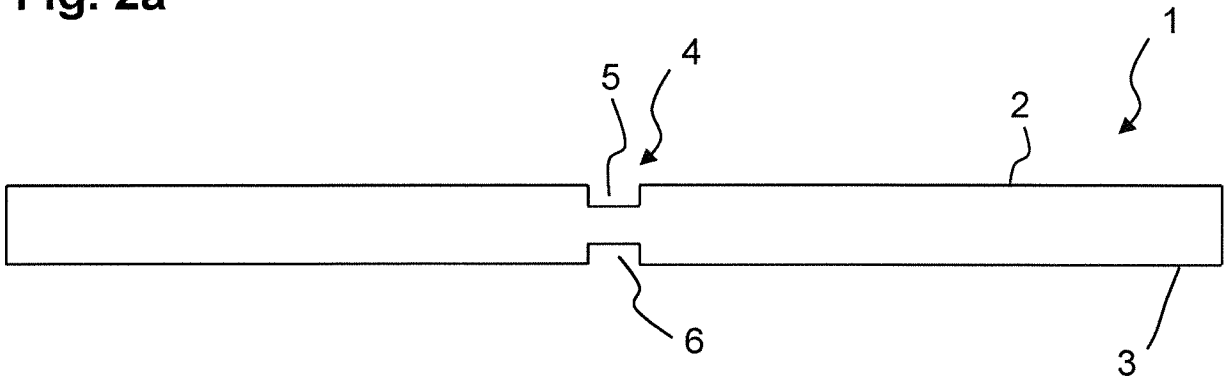


Fig. 2b

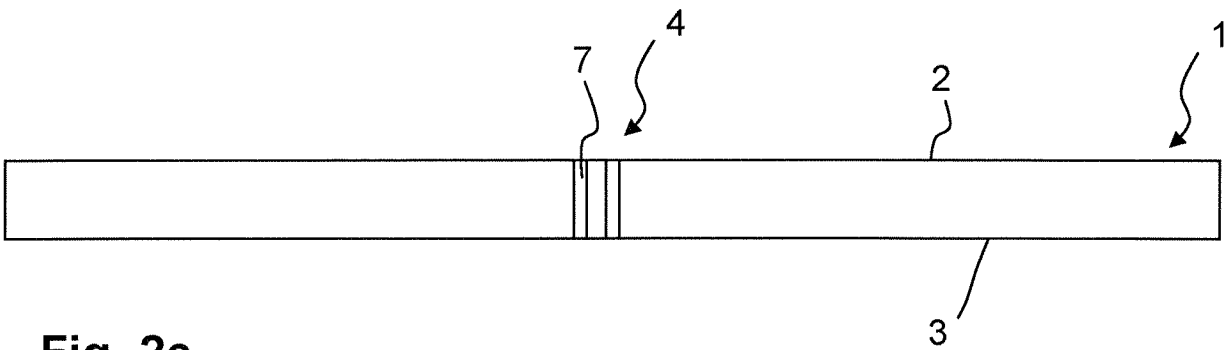


Fig. 2c

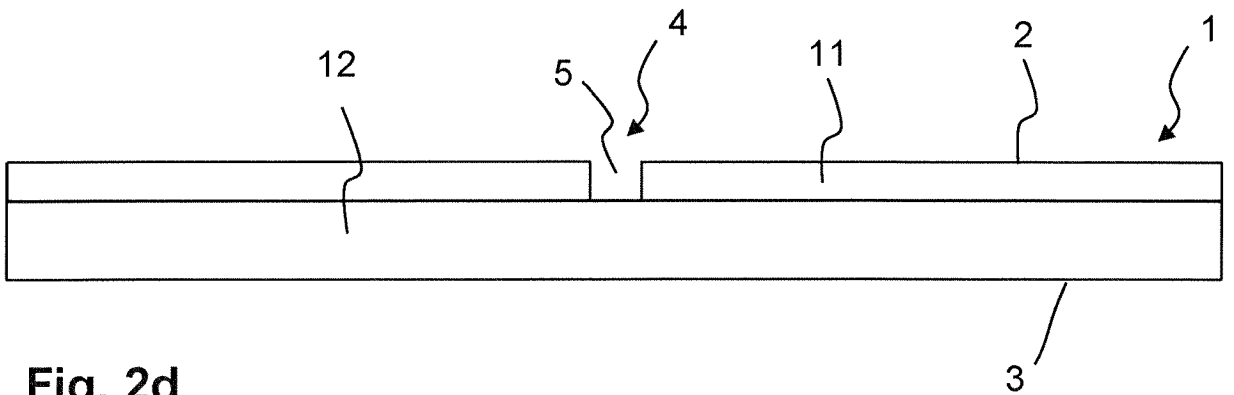


Fig. 2d

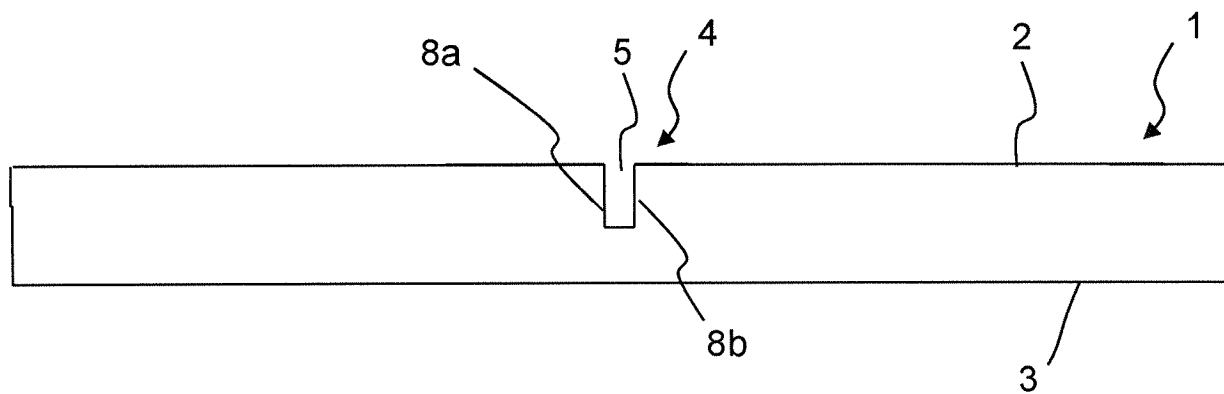


Fig. 3a

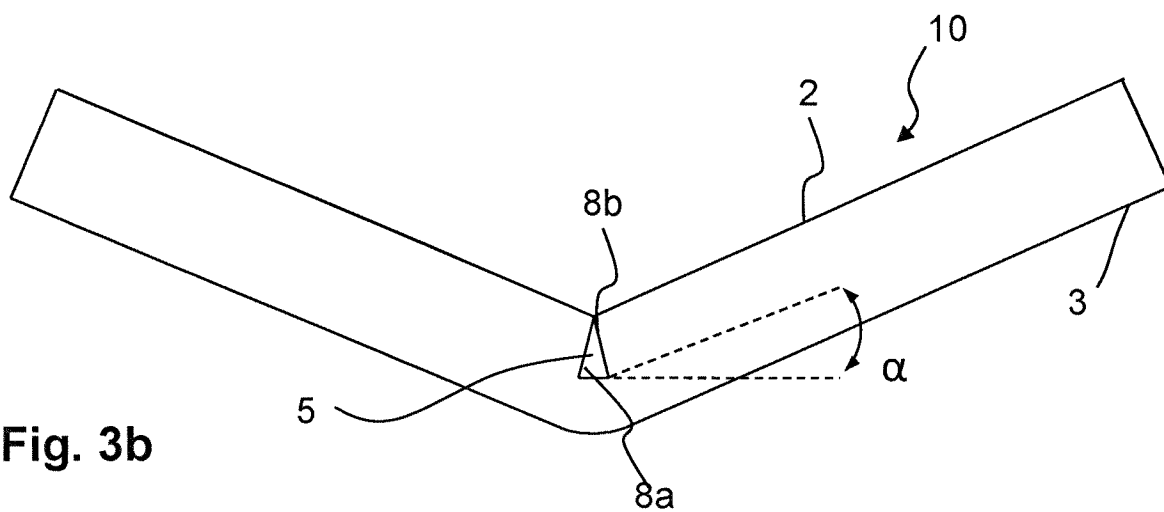
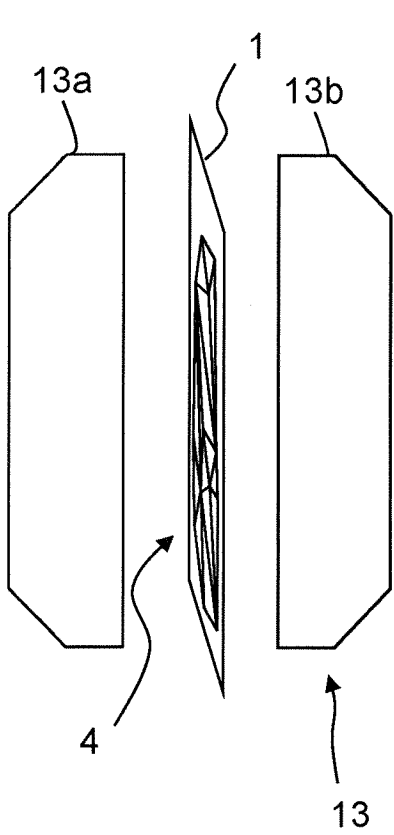
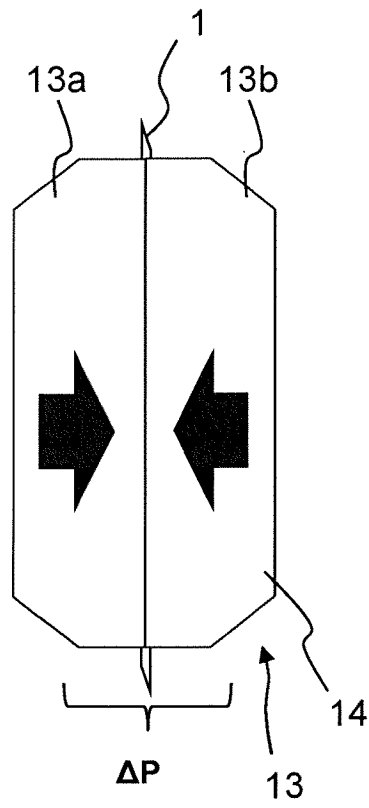


Fig. 3b

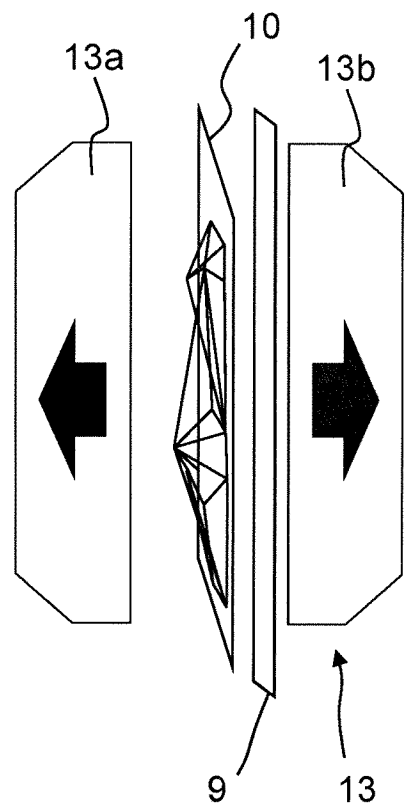




**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 4c**

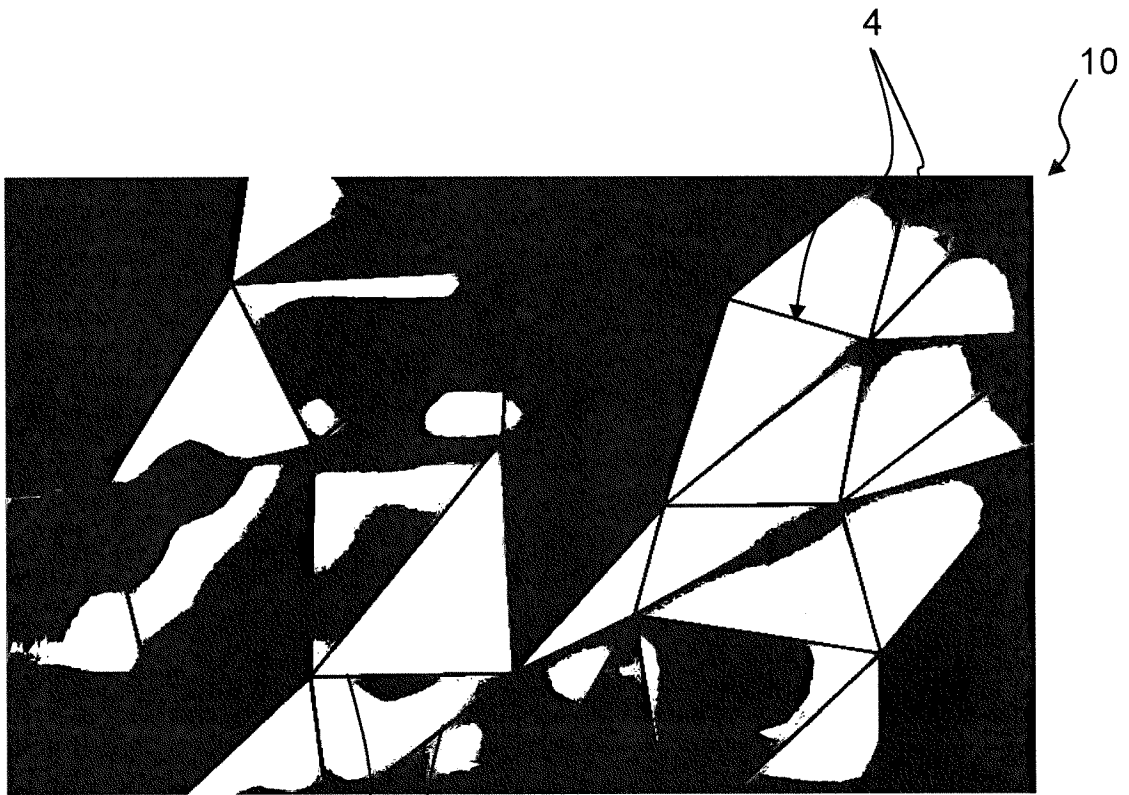


Fig. 5

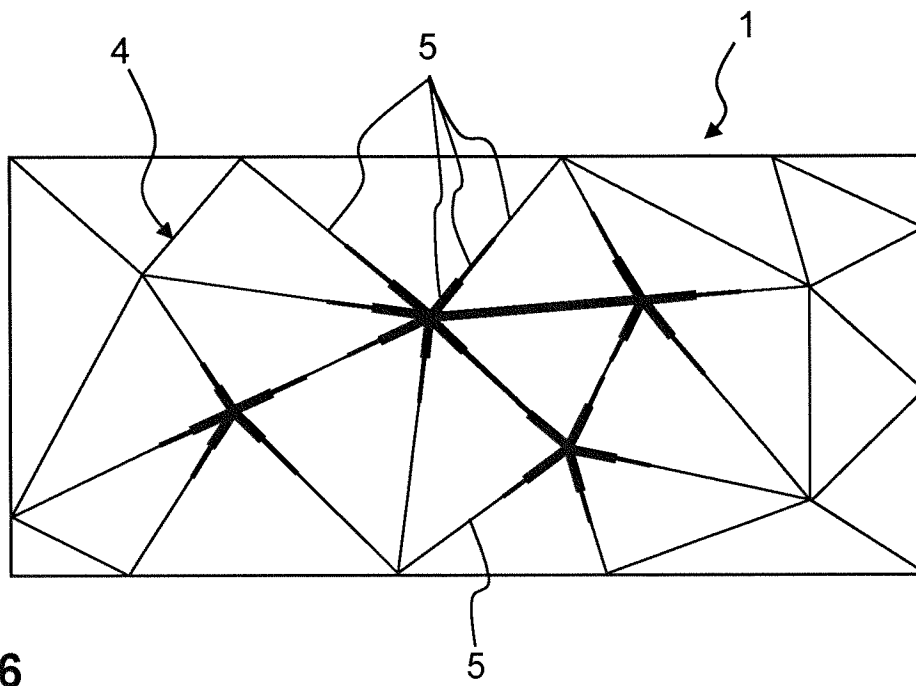
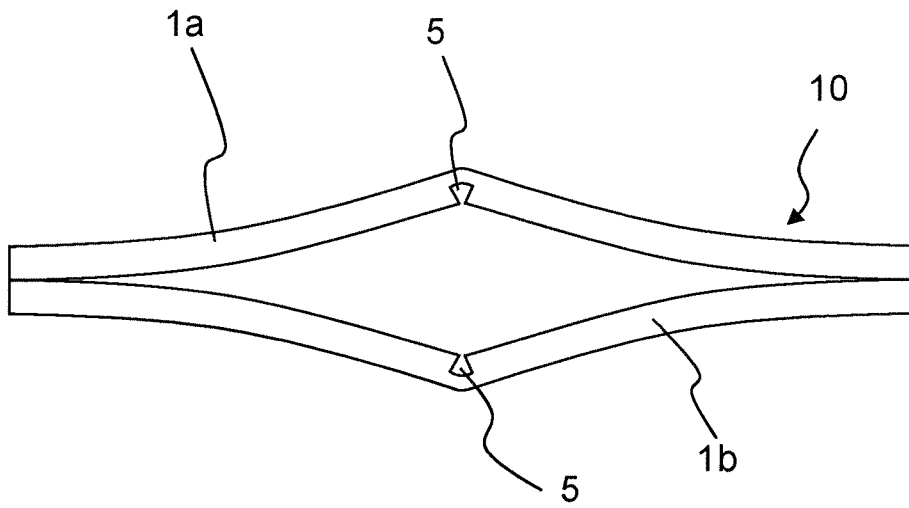
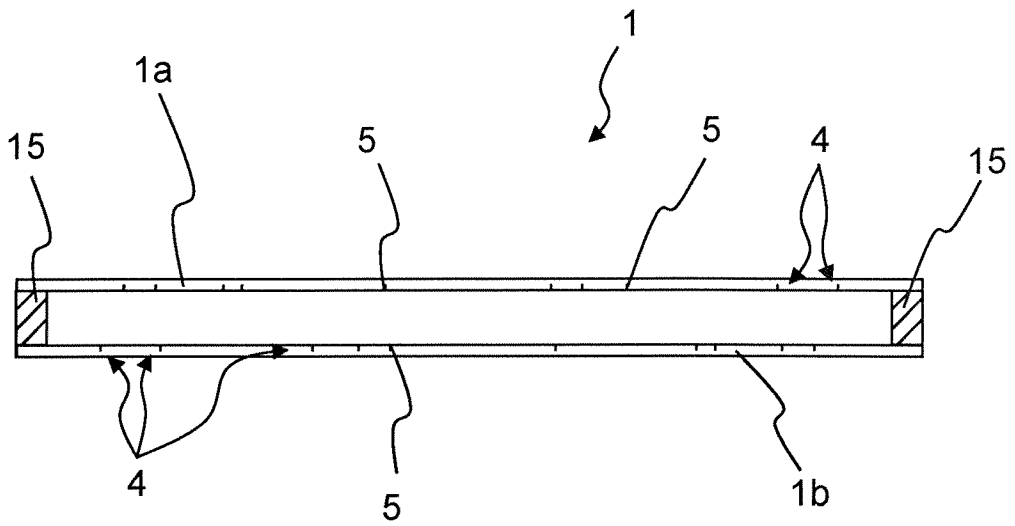


Fig. 6



**Fig. 7**



**Fig. 8**

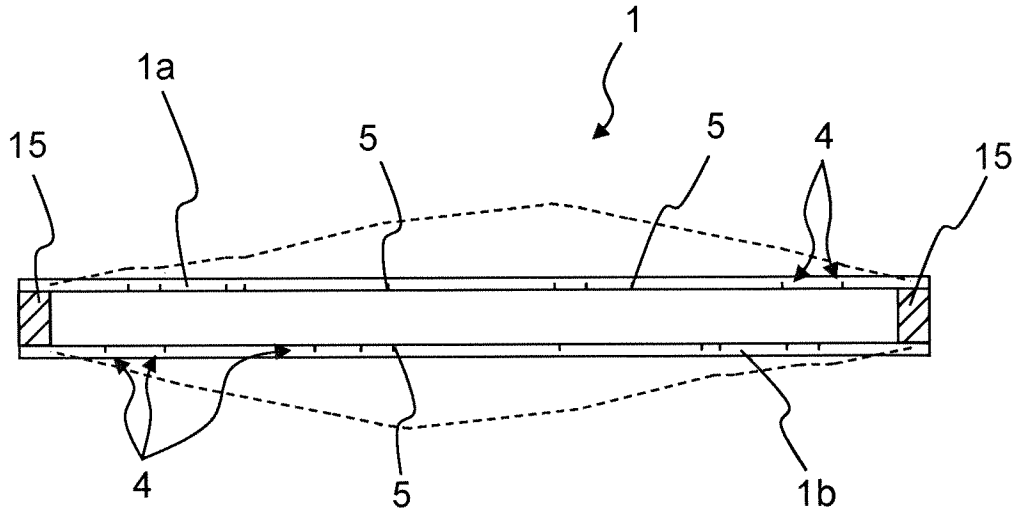


Fig. 9a

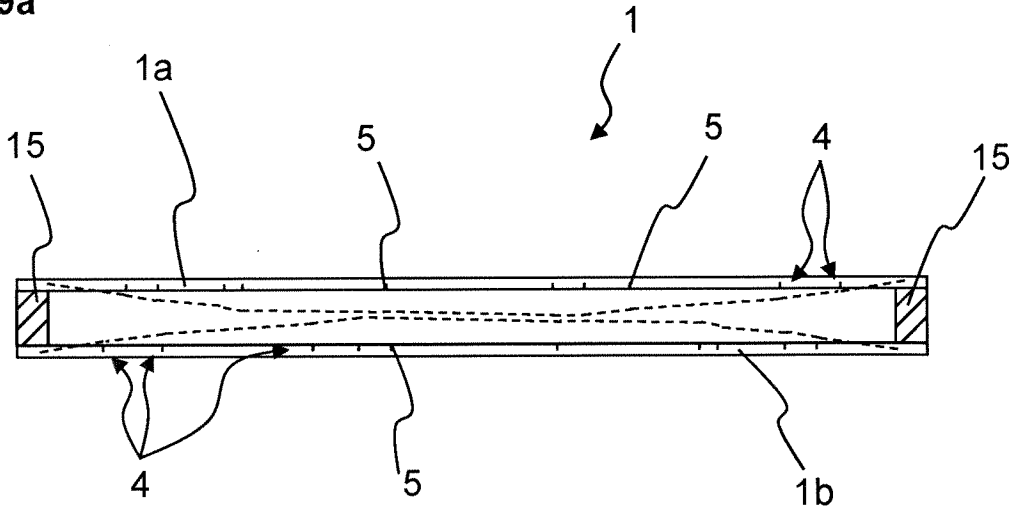


Fig. 9b

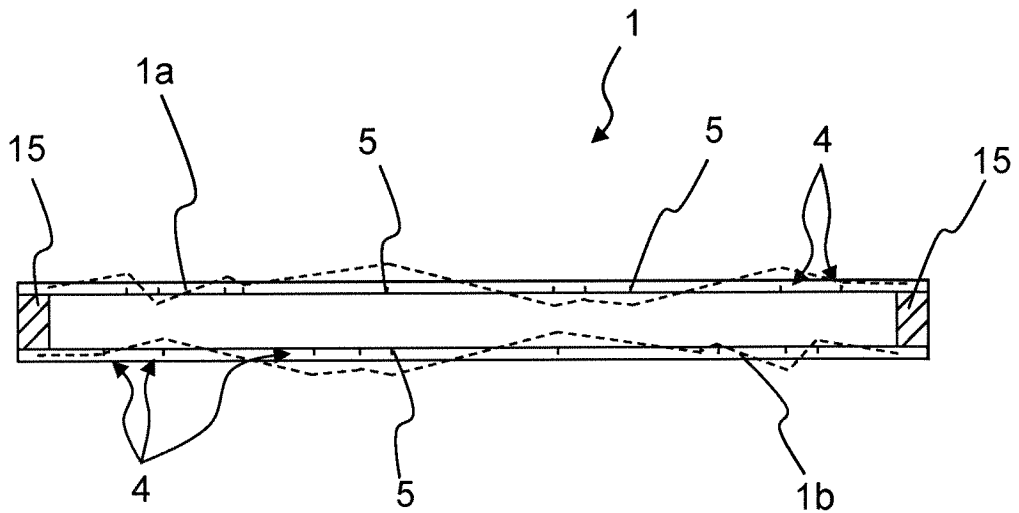


Fig. 9c