



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 33 550 B4** 2005.10.27

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 33 550.4**  
(22) Anmeldetag: **24.07.1998**  
(43) Offenlegungstag: **03.02.2000**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **27.10.2005**

(51) Int Cl.7: **B21D 37/00**  
**B21D 26/02, B23K 26/00**

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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Tower Automotive Hydroforming GmbH & Co. KG,**  
**09125 Chemnitz, DE**

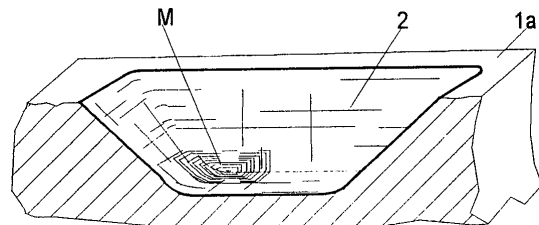
(74) Vertreter:  
**Rumrich, G., Dipl.-Ing. Pat.-Ing., Pat.-Anw., 09116**  
**Chemnitz**

(72) Erfinder:  
**Schulze, Bernd, Dr.-Ing., 09366 Niederdorf, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 195 35 870 A1**  
**DE 44 34 799 A1**  
**JP 04-2 94 831 A**  
**Notrott, A.: Neuere Entwicklungen in der Blech-**  
**umformung, Siebert, K.: Neuere Entwicklungen**  
**beim**  
**Innenhochdruckumformen..., 1998, Verlag**  
**MAT-INFO**  
**Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH, S. 365-**  
**377;**

(54) Bezeichnung: **Umformwerkzeug zum Umformen mittels eines Druckmittels**

(57) Hauptanspruch: Umformwerkzeug zum Umformen mittels eines Druckmittels, wobei das Umformwerkzeug eine Druckmittelzuführung (4) für das Druckmittel und eine Gravur (2) entsprechend einer gewünschten Endkontur eines Werkstückes (W) aufweist und die Gravur (2) mit Mikrostrukturen (M) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Gravur (2) in den Bereichen mit Mikrostrukturen (M) versehen ist, in denen sich das Druckmittel vor Einlegen eines nächsten Werkstückes (W) sammeln kann, und dass die Mikrostrukturen (M) während des Anpressens des Werkstückes (W) an die Gravur (2) das in der Gravur (2) haftende Druckmittel aufnehmen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Umformwerkzeug zum Umformen mittels eines Druckmittels nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs. Dabei weist das Umformwerkzeug eine Druckmittelzuführung für das Druckmittel und eine Gravur entsprechend der gewünschten Endkontur des Werkstückes auf. Als Druckmittel finden flüssige oder gasförmige Druckmedien Anwendung. Die Erfindung kann beim Innenhochdruckumformen rohrförmiger Werkstücke sowie von randseitig aneinander anliegenden und ggf. miteinander verbundenen Doppelplatinen sowie beim Hydroumformen von Einfach- oder Doppelplatinen oder beim hydromechanischen Tiefziehen Anwendung finden.

### Stand der Technik

**[0002]** Bei den gattungsgemäßen Umformverfahren erfolgt beim Hydroumformen (z.B. DE 44 34 799 A1) sowie beim Innenhochdruckumformen (z.B. DE 195 35 870 A1 und Notrott, A.: Neuere Entwicklungen in der Blechumformung; Siegert, K.; Neuere Entwicklungen beim Innenhochdruckumformen ..., 1998, Verlag MAT-INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH, S. 365–377) durch den Druck des Druckmediums das Anformen der Wandung des Werkstückes an die Gravur des Werkzeuges. Beim Entnehmen des Werkstückes kann das Druckmedium an die Gravur des Werkzeuges gelangen, wodurch beim Umformen der nachfolgenden Werkstücke in dem Bereich, in welchem Druckmittel an der Gravur haftet, keine Berührung zwischen Gravur und Werkstückwandung zustande kommt, wodurch unerwünschte Deformationen am Werkstück auftreten.

**[0003]** Diese Deformationen bewirken Einschränkungen in der Bewertung der Oberflächenqualität des Werkstückes. Auch bei gasförmigen Druckmedien können Blasenbildungen zwischen Blech oder umzuformenden dünnen Folien und Gravur auftreten, wodurch ebenfalls unerwünschte Deformationen der Werkstücke erzeugt werden.

### Aufgabenstellung

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, Deformationen des Werkstückes durch das Druckmittel zu verhindern sowie die Oberflächengüte zu verbessern und gleichzeitig definierte Oberflächeneigenschaften des Werkstückes zu erzielen.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs gelöst. Dazu werden in die Gravur des Umformwerkzeuges Mikrostrukturen eingearbeitet. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Umformwerkzeuges sind Gegenstand der Unteransprüche. Mikrostrukturen sollten die Oberflächenqualität des Werk-

stückes nicht negativ beeinflussen und dazu geeignet sein, während des Anpressens des Werkstückes an die Gravur das in der Gravur haftende Druckmittel aufzunehmen und einer Deformierung durch örtlichen Aufstau des Druckmittels zwischen Gravur und Werkstück entgegenzuwirken. Weiterhin besteht die Möglichkeit, durch die Mikrostrukturen die Oberflächenstruktur des Werkstückes gezielt zu beeinflussen, so dass z.B. eine gleichmäßigere Umformung erfolgt und bessere Hafteigenschaften für eine nachfolgende Beschichtung gewährleistet werden.

**[0006]** Die Mikrostrukturen sollten dabei eine Abmessung in der Größenordnung von einem Molekül des Druckmittels bis zu 100 µm Breite, Tiefe oder Höhe aufweisen. Die Mikrostrukturen können beliebige Formen besitzen und in gleichen oder unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet werden oder auch ineinander übergehen und z.B. Linienstrukturen, mäanderförmige Strukturen oder punktförmige Strukturen bilden. Entsprechend der Spezifik des Bauteiles können die Mikrostrukturen an der Gravur ganzflächig oder nur an definierten Positionen (z.B. in Radienelementen) angeordnet sein, wenn nur an diesen Stellen die Gefahr einer Deformierung besteht, oder wenn nur an bestimmten Oberflächenbereichen des Werkstückes besondere Oberflächeneigenschaften (z.B. Haft- und Reibungseigenschaften) gewünscht werden.

### Ausführungsbeispiel

**[0007]** Die Erfindung wird nachfolgend an Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

**[0008]** Es zeigen:

**[0009]** [Fig. 1](#): Prinzipdarstellung eines Innenhochdruckumformwerkzeuges

**[0010]** [Fig. 2](#): Prinzipdarstellung eines Hydroumformwerkzeuges

**[0011]** [Fig. 3](#): Schnittdarstellung durch eine Gravur mit Mikrostrukturen in den Eckbereichen

**[0012]** [Fig. 4](#): Gravur mit mäanderförmigem Linienverlauf der Mikrostrukturen

**[0013]** [Fig. 5](#): Gravur mit kreisförmigen Linienverlauf der Mikrostrukturen

**[0014]** [Fig. 1](#) zeigt ein Umformwerkzeug für das Innenhochdruckumformen mit einer oberen Werkzeughälfte **1a** und einer unteren Werkzeughälfte **1b**, die zum Beschicken und zum Entnehmen des Werkstückes **W** relativ zueinander bewegbar sind. Beide Werkzeughälften **1a**, **1b** sind im dargestellten Beispiel geschlossen und weisen eine Gravur **2** auf. Im

Umformwerkzeug befindet sich das noch nicht umgeformte rohrförmige Werkstück W. An beide Rohrenden des Werkstücks W greifen Nachschiebezyylinder **3** an, die das Nachfließen des Werkstoffs während des Innenhochdruckumformens gewährleisten und gleichzeitig das Werkstück W abdichten. An dem in [Fig. 1](#) links dargestellten Nachschiebezyylinder **3** führt eine Druckmittelzuführung **4**, über die z.B. mittels eines Hydraulikaggregats **5** dem Werkstück W das Druckmittel zugeführt wird. Beim Innenhochdruckumformen legt sich dann die Wandung des Werkstücks W durch den Druck des Druckmittels an die Innenkontur des Umformwerkzeuges und somit an die Gravur **2** des Umformwerkzeuges an. Die Gravur **2** ist dabei vollständig oder nur in den Bereichen, in denen sich das flüssige Druckmittel vor Einlegen des nächsten Werkstückes W sammeln kann (separat gekennzeichnet), mit Mikrostrukturen M versehen.

**[0015]** Beim Umformen mittels Druckmittel von Einfach- oder Doppelplatinen weist das Umformwerkzeug ebenfalls eine geteilte Form auf (s. [Fig. 2](#)). Die obere Werkzeughälfte **1a** verfügt dabei beispielsweise über die Gravur **2** und die untere Werkzeughälfte **1b** verfügt über einen Druckraum **6**, in welchen die Druckmittelzuführung **4** mündet. Zwischen den geschlossenen Werkzeughälften **1a** und **1b** ist das Werkstück W in Form einer Einfachplatine gespannt. Durch die nun folgende Druckzuführung des Druckmittels in den Druckraum **6** und die Druckbeaufschlagung legt sich das Blech (Werkstück W) an die Gravur **2** der oberen Werkzeughälfte **1a** an. Auch in diesem Fall kann die Gravur **2** mit Mikrostrukturen M versehen sein, die entweder eine ungewollte Deformierung des Werkstücks W aufgrund zwischen Gravur **2** und Werkstück W eingeschlossenes Druckmittels vermeiden und/oder gezielt die Oberflächenqualität des Werkstücks W beeinflussen.

**[0016]** In [Fig. 3](#) ist die Werkzeughälfte **1a** mit einer Gravur **2** gem. [Fig. 2](#) dargestellt, bei welchem in den Eckbereichen die Mikrostrukturen M angeordnet sind.

**[0017]** In [Fig. 4](#) wird eine weitere Variante des Linienerlaufes der Mikrostrukturen M gezeigt. Die Oberfläche der Gravur **2** weist dabei kleinste Vertiefungen in Form von Mikrostrukturen M auf, in die das an der Gravur **2** aufgestaute Druckmittel beim Umformen entweichen kann, so dass eine einwandfreie Oberfläche des Werkstücks W gewährleistet wird. Die Mikrostrukturen M sind hier mäanderförmig aneinander gereiht.

**[0018]** In [Fig. 5](#) ist eine kreisförmige Anordnung der Mikrostrukturen M dargestellt, die z.B. an einem tiefsten Punkt der Gravur **2** liegen können.

**[0019]** Die Herstellung dieser Mikrostrukturen M kann beispielsweise durch Laserbearbeitung, elek-

troerosive Bearbeitung, Ultraschallerosion, Einritzen, Einätzen oder durch andere geeignete Abtragsverfahren erfolgen. In äquivalenter Form können auch auf die Gravur **2** Partikel aufgebracht werden (z.B. durch Lithographie), durch welche die Mikrostrukturen M entstehen. Die Form, die Größe und der Abstand der Mikrostrukturen M kann je nach Bedarf gewählt werden.

**[0020]** Die Aneinanderreihung der Mikrostrukturen M kann kreuzförmig, linienförmig, kreisförmig, mäanderförmig oder in anderen Strukturen oder Formen erfolgen.

**[0021]** In den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind dabei zwei Varianten mit mäanderförmigem, und kreisförmigem Linienerlauf der Mikrostrukturen M dargestellt.

**[0022]** Bei der Umformung z.B. dünner Folien mit Luft wird eine Blasenbildung durch die Mikrostrukturen M vermieden, da das Druckmittel in die Mikrostrukturen M ausweichen kann.

**[0023]** Es ist weiterhin erstmalig möglich, mit diesen Mikrostrukturen M in Bereichen hohen Verschleißes ein Schmiermitteldepot anzulegen und somit den Verschleiß entscheidend zu verringern.

**[0024]** Bei sehr geschmierten Werkstücken W wird dieses Schmiermitteldepot z.B. aufgefüllt und bei zu wenig geschmierten Werkstücken durch den wirkenden Druck bei Anpressen der Werkstückwandung an die Gravur **2** wieder abgegeben. Die Notlaufeigenschaften des Umformwerkzeuges werden somit überraschender Weise entscheidend verbessert. Weiterhin kann eine Einsparung von Schmiermittel am Werkstück W erfolgen.

**[0025]** Eine definierte Beeinflussung des Materialflusses ist z.B. durch eine Aufrauung der Gravur **2** mit den Mikrostrukturen M ebenfalls möglich.

**[0026]** Durch die Mikrostrukturen M kann für eine nachfolgende Beschichtung des Werkstückes W eine Werkstückoberfläche mit günstigeren Hafteigenschaften erzeugt werden.

**[0027]** Die Größe der Mikrostrukturen M sollte vorzugsweise zwischen 10 und 100 µm liegen, um diese nicht an der Werkstückoberfläche sichtbar werden zu lassen.

## Patentansprüche

1. Umformwerkzeug zum Umformen mittels eines Druckmittels, wobei das Umformwerkzeug eine Druckmittelzuführung (**4**) für das Druckmittel und eine Gravur (**2**) entsprechend einer gewünschten Endkontur eines Werkstückes (W) aufweist und die Gravur (**2**) mit Mikrostrukturen (M) versehen ist, da-

**durch gekennzeichnet**, dass die Gravur (2) in den Bereichen mit Mikrostrukturen (M) versehen ist, in denen sich das Druckmittel vor Einlegen eines nächsten Werkstückes (W) sammeln kann, und dass die Mikrostrukturen (M) während des Anpressens des Werkstückes (W) an die Gravur (2) das in der Gravur (2) haftende Druckmittel aufnehmen.

2. Umformwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostrukturen (M) an einem tiefsten Punkt der Gravur (2) angeordnet sind.

3. Umformwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostrukturen (M) in Eckbereichen der Gravur (2) angeordnet sind.

4. Umformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostrukturen (M) eine Abmessung in der Größenordnung von einem Molekül des Druckmittels bis zu 100 µm Breite, Tiefe oder Höhe aufweisen.

5. Umformwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostrukturen (M) linienförmig, kreisförmig oder mäanderförmig aneinander gereiht sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

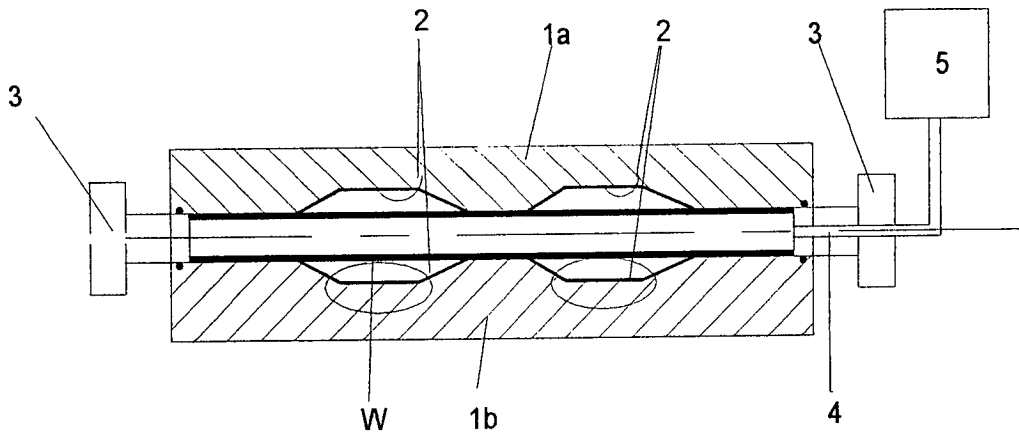


Fig. 1

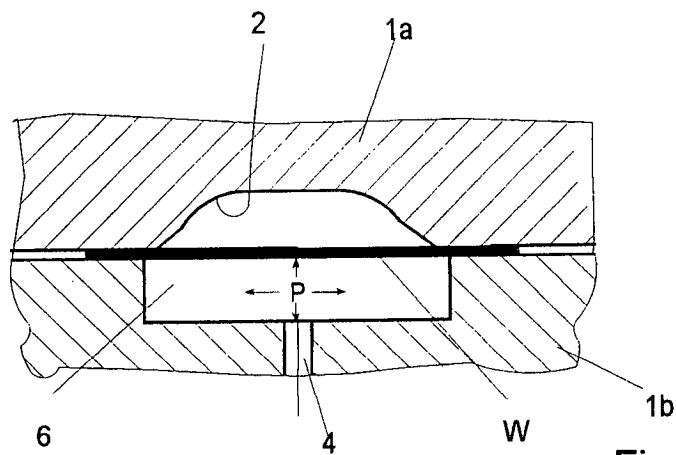


Fig. 2

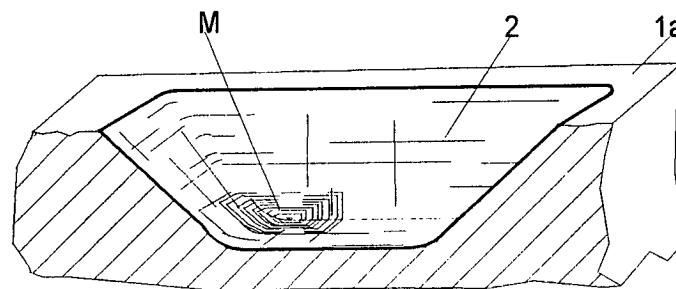


Fig. 3

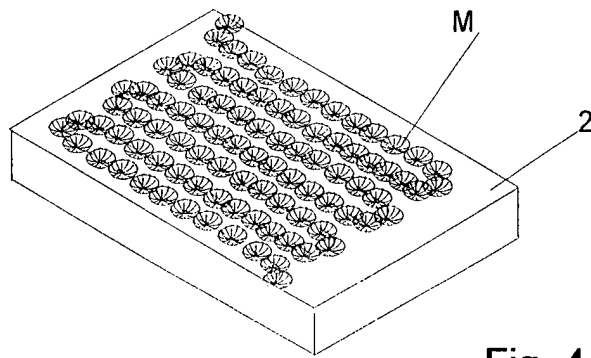


Fig. 4

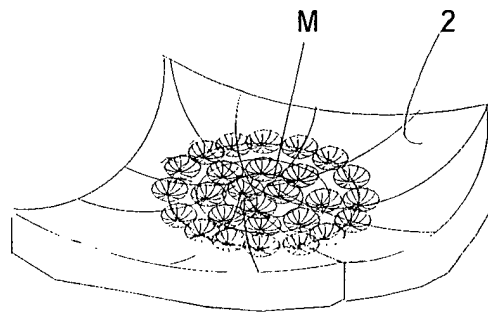


Fig. 5