

(19)



(11)

**EP 2 744 609 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.07.2015 Patentblatt 2015/28**

(51) Int Cl.:  
**B21D 22/02** <sup>(2006.01)</sup> **B21D 22/20** <sup>(2006.01)</sup>  
**B23P 15/24** <sup>(2006.01)</sup> **B21D 37/20** <sup>(2006.01)</sup>  
**B23P 9/04** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **12741342.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2012/064981**

(22) Anmeldetag: **01.08.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2013/023906 (21.02.2013 Gazette 2013/08)**

(54) **PRESSHÄRTWERKZEUG**

PRESS HARDENING TOOL

OUTIL DE TRAITEMENT À LA PRESSE

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

(30) Priorität: **17.08.2011 DE 102011052773**  
**17.08.2011 DE 202011051013 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.06.2014 Patentblatt 2014/26**

(73) Patentinhaber: **Kirchhoff Automotive Deutschland  
GmbH**  
**57439 Attendorn (DE)**

(72) Erfinder: **LÖCKER, Markus**  
**57413 Finnentrop (DE)**

(74) Vertreter: **Haverkamp, Jens**  
**Patentanwalt**  
**Stefanstraße 2**  
**Kirchhoffgebäude**  
**58638 Iserlohn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2007/016919 WO-A1-2011/081541**  
**DE-A1-102009 025 621 DE-A1-102009 025 821**

**EP 2 744 609 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Presshärte Werkzeug mit einer zum Umformen eines Rohlings dienenden formgebenden Oberfläche.

**[0002]** Presshärte Werkzeuge sind Werkzeuge mit denen Metallrohlinge umgeformt und gehärtet werden. Für die Zwecke des Härtens wird je nach Ausgestaltung des Verfahrens ein entsprechend vorerwärmter Rohling dem Presshärte Werkzeug zugeführt, darin umgeformt und während der Umformung zu seiner Härtung hinreichend rasch abgekühlt. Eingesetzt werden derartige Presshärte Werkzeuge beispielsweise zum Herstellen von Strukturbauteilen von Kraftfahrzeugen. Bei den Rohlingen handelt es sich üblicherweise um Stahlblechplatinen.

**[0003]** Die Umformraten der durch ein solches Presshärte Werkzeug umzuformenden Platinen sind mitunter beträchtlich. Zudem können die umgeformten Rohlinge enge Radien aufweisen. Zum Zwecke eines Korrosionsschutzes sind die dem Umformprozess zu unterwerfenden Stahlplatinen mit einer metallischen Korrosionsschutzbeschichtung beschichtet, beispielsweise verzinkt oder mit Zink/Nickel oder mit Zink/Aluminium beschichtet, tragen mithin eine Beschichtung, die zusammen mit der Stahlplatine dem Umform- und Härteprozess unterworfen ist. Bei einem Einsatz derartiger korrosionsgeschützter Platinen hat sich allerdings gezeigt, dass diese nur mit einem beschränkten Umformgrad umgeformt werden können, ohne dass die Zinkbeschichtung Schaden nimmt. Insbesondere entstehen in einem derartig beschichteten Stahlblech Mikrorisse in der metallischen Korrosionsschutzbeschichtung die durch die gesamte Korrosionsschutzschicht gehen und auch bis ins Grundmaterial hineinreichen kann. Dadurch kann unter bestimmten Bedingungen die Funktion des Bauteils beeinträchtigt werden. Der Einsatz von verzinkten Platinen als Rohlinge ist gegenüber einer Korrosionsschutzbeschichtung des pressgehärteten Halbzeuges bevorzugt.

**[0004]** Ein Presshärte Werkzeug, wie vorbeschrieben, ist in DE 10 2009 025 821 A1 im Zusammenhang mit einem Verfahren zur Herstellung eines Metallbauteils offenbart.

**[0005]** DE 10 2009 025 621 A1 offenbart ein Verfahren zur Behandlung der Oberfläche von Umformwerkzeugen, nachdem die Oberfläche des Werkzeuges durch ein Mikroschmiedeverfahren mit Mikrovertiefungen versehen worden ist. Vorgenommen wird dieses, um eine bestimmte Härtung der zu formenden Oberfläche des Werkzeuges zu erreichen.

**[0006]** Ausgehend von diesem diskutierten Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Werkzeug dergestalt weiterzubilden, dass mit diesem auch Zink beschichtete Stahlplatinen als Rohlinge mit höheren Umformraten und mit relativ engen Radien umgeformt bzw. pressgehärtet werden können. Hauptsächlich entstehen die Mikrorisse in denjenigen Bereichen, wo sich beim Umformen Zug- und Druckspannungen überlagern.

**[0007]** Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass die formgebende Oberfläche des Werkzeuges zumindest bereichsweise durch in die Formoberfläche eingebrachte Mikrovertiefungen mikrostrukturiert ist und in diesen Bereichen die Kontaktfläche zwischen der Formoberfläche des Werkzeuges mit der Oberfläche eines Rohlings auf die zwischen den Vertiefungen der Formoberfläche befindlichen und gegenüber den Vertiefungen hoch stehende Flächenanteile beschränkt ist.

**[0008]** Dieses Werkzeug weist zumindest bereichsweise eine mikrostrukturierte Oberfläche auf. Wenn nicht die gesamte Formoberfläche des Werkzeuges einer derartigen Mikrostrukturierung aufweist, befinden sich die mikrostrukturierten Bereiche jedenfalls in denjenigen Formoberflächenbereichen, an denen die typischerweise einer Beschädigung der Zinkbeschichtung unterworfenen Bereiche des Rohlings anliegen. Die Mikrostrukturierung wird durch in die Formoberfläche eingebrachte Mikrovertiefungen erreicht. Die Mikrostrukturierung ist typischerweise dergestalt ausgeführt, dass sich hierdurch die Oberflächenstruktur des Rohlings nicht oder zumindest nicht visuell wahrnehmbar von derjenigen Oberfläche unterscheidet, die mit einem herkömmlichen Werkzeug ohne eine derartige Mikrostrukturierung erzielt wird.

Durch diese Maßnahme ist bei diesem Werkzeug die effektive Kontaktfläche zwischen der Formoberfläche und einem Rohling auf die gegenüber den Vertiefungen hoch stehenden Bereiche beschränkt. Mithin ist die effektive Kontaktfläche der mikrostrukturierten Formoberfläche mit dem Rohling gegenüber der Fläche des mikrostrukturierten Formoberflächenbereiches reduziert. In Folge der reduzierten Kontaktfläche ist dementsprechend auch die auf die Oberfläche des daran anliegenden Rohlings wirkende Reibung entsprechend geringer. Es wird angenommen, dass hierin die mit dem Werkzeug erzielbaren Vorteile begründet sind. Es war überraschend festzustellen, dass mit einer derartigen Formoberfläche auch zinkbeschichtete Stahlplatinen einen Presshärtevorgang unterworfen werden können, bei dem beträchtliche Umformraten und Werkstücke mit engen Radien hergestellt werden konnten, ohne dass die Zinkbeschichtung nicht mehr zulässige Beschädigungen aufgewiesen hat.

**[0009]** Die Mikrostrukturierung der Formoberfläche bzw. des oder der Formoberflächenbereiche wird typischerweise durch ein Mikroschmiedeverfahren, etwa im Wege eines Klopffprozesses erstellt. Von Vorteil bei einem solchen Prozess ist, dass nicht nur die Mikrovertiefungen als solche in die Werkzeugoberfläche eingebracht werden können, sondern sich zugleich durch diesen Prozess eine Kaltverfestigung und damit eine zusätzliche Härtung des diesbezüglich behandelten Formoberflächenbereiches einstellen. Der Klopffprozess lässt sich besonders gut mit dem in WO 2007/016919 A1 beschriebenen Verfahren durchführen, wobei jedoch im Unterschied zu dem in diesem Stand der Technik beschriebenen kugelförmigen Klopffwerkzeuges ein spitzes Klopffwerkzeug eingesetzt wird. Durch diese explizite Bezugnahme auf WO 2007/016919 A1 wird das darin be-

schriebene Klopffverfahren zum Offenbarungsgehalt dieser Ausführungen gemacht.

**[0010]** Ein solches, mit einer Spitze versehenes Klopffwerkzeug kann als Kegelspitze, Pyramidenspitze oder dergleichen ausgeführt sein. Bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei der der Klopfkörper und dementsprechend die damit erstellten Mikrovertiefungen gleichseitige Umrisssflächen aufweisen, mithin beispielsweise quadratisch oder nach Art einer Raute ausgeführt sind. Ebenfalls ist die Ausbildung von Vertiefungen mit mehr als vier Seiten möglich. Die Konzeption von Vertiefungen mit geraden Seitenflächen hat zur Folge, dass die zwischen den Vertiefungen verbleibenden Stege als Hochbereiche eine gleich bleibende Stegbreite aufweisen. Dem zur Folge ist die effektive Kontaktfläche zwischen zwei Vertiefungen über deren Erstreckung und damit die Reibung zwischen diesen Abschnitten und dem umzuformenden Rohling gleich.

**[0011]** Die Vertiefungen wird man typischerweise nach Art eines geometrischen Rasters ausführen, zumindest weitgehend an ein solches Raster angenähert. Je nach Auslegung des Rasters und damit der Größe der Vertiefungen im Durchmesser sowie dem Abstand der Vertiefungen voneinander kann die effektive Kontaktfläche des oder der mikrostrukturierten Formoberflächenbereiche eingestellt werden. Dabei versteht es sich, dass bereits geringe Reduzierungen in der effektiven Kontaktfläche zu einer Reibungsverringerung und damit zu der Möglichkeit führen, beispielsweise zinkbeschichtete Stahlplatten mit größeren Umformraten umzuformen. Auf der anderen Seite wird verständlich, dass die zwischen den Vertiefungen verbleibenden Stege, deren Oberseite die effektive Formoberfläche darstellt, nicht auf ein absolutes Minimum reduziert werden können, da dann die Formoberfläche nicht mehr die notwendige Werkzeugstabilität aufweisen würde. Es hat sich gezeigt, dass mit einer Reduzierung der effektiven Kontaktfläche des oder der mikrostrukturierten Formoberflächenbereiche auf 70 % Halbzeuge mit den gewünschten Umformraten und den gewünschten, auch engen Radien hergestellt werden können, ohne dass die Zinkbeschichtung den Korrosionsschutz beeinträchtigende Veränderungen erfährt. Als besonders zweckmäßig wird eine Kontaktfläche angesehen, die 60 % bis 65 % des mikrostrukturierten Formoberflächenbereiches entspricht. Für den Fall, dass der Umformprozess mit einer Schmiermittelunterstützung durchgeführt wird, brauchen die mikrostrukturierten Formoberflächenbereiche nur eine effektive Kontaktfläche von 80 % bis 85 % des mikrostrukturierten Formoberflächenbereiches aufweisen.

**[0012]** Weitere Vorteile der Ausgestaltung der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

**Fig. 1:** Eine schematisierte Seitenansicht eines Werkzeuges als Teil eines Presshärtwerkzeuges,

**Fig. 2:** eine stark vergrößerte Draufsicht auf einen Ausschnitt aus der Formoberfläche des Werkzeuges der Figur 1 und

**Fig. 3:** einen Schnitt durch den Ausschnitt der Formoberfläche entlang der Linie A-B der Figur 2.

**[0013]** Ein Werkzeug 1 ist Teil eines im Übrigen nicht näher dargestellten Presshärtwerkzeuges, vorgesehen etwa zum Herstellen eines Kraftfahrzeugstrukturbauteils. Mit dem Presshärtwerkzeug wird ein Rohling, im vorliegenden Fall ein verzinkter Stahlblechrohling in einem Arbeitsgang umgeformt und gehärtet. Dass in Figur 1 gezeigte Werkzeug verfügt über eine Formoberfläche 2, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine einfache Geometrie aufweist. Mit dem Werkzeug 1 lassen sich an der Formoberfläche 2 mit einem nicht dargestellten komplementären Gegenwerkzeug aus ebenen Stahlblechplatten als Rohlingen U-förmige Träger herstellen.

**[0014]** Von Besonderheit bei dem Werkzeug 1 ist die Konzeption seiner Formoberfläche 2. Diese ist im Wege eines Mikroschmiedeverfahrens mikrostrukturiert, und zwar, wie aus Figur 2 in einer stark vergrößerten Draufsicht auf die Formoberfläche 2 des Werkzeuges 1 ersichtlich, durch Einbringen von quadratischen bzw. rautenförmigen Mikrovertiefungen 3. Die Vertiefungen 3 sind voneinander unter Belassung jeweils eines Steges 4 gleichmäßig beabstandet. Die Vertiefungen 3 sind nach Art eines Rasters zueinander angeordnet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Vertiefungen 3 mit einer Ecke in die erwartete Bewegungsrichtung eines an der Formoberfläche 2 umzuformenden Rohlings. Die Mikrovertiefungen 3 des dargestellten Ausführungsbeispiels weisen einen Durchmesser von etwa 5 µm auf.

**[0015]** Figur 3 zeigt in einem Querschnitt den Ausschnitt der Formoberfläche 2 mit den darin eingebrachten Mikrovertiefungen 3 und die zwischen den Mikrovertiefungen 3 befindlichen Stege 4. Die Oberseite der Stege 4 stellt die Hochbereiche dar und bildet die ursprüngliche Formoberfläche 2 ab, bevor in diese die Mikrovertiefungen 3 eingebracht worden sind.

**[0016]** Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die gesamte Formoberfläche 2 des Werkzeuges 1 in der beschriebenen Art und Weise mikrostrukturiert. Es versteht sich, dass es prinzipiell ausreichend ist, nur diejenigen Bereiche bzw. Abschnitte der Formoberfläche eines solchen Werkzeuges mit einer solchen Mikrostrukturierung zu versehen, an denen eine besondere Reibung zwischen der Formoberfläche 2 und der Oberfläche eines mittels des Werkzeuges 1 umzuformenden Rohlings zu erwarten ist.

**[0017]** Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die durch die Vertiefungen 3 eingebrachte Mikrostrukturierung im Wege eines Klopffverfahrens in die ursprüngliche Formoberfläche des Werkzeuges 1 eingebracht worden. Verwendet worden ist hierzu das aus WO 2007/016919 A1 beschriebene Verfahren unter Verwen-

dung eines pyramidenförmigen Klopffwerkzeuges.

**[0018]** Bei einer Verwendung des Werkzeuges 1 liegt der Rohling nur an den durch die Stege 4 gebildeten Hochbereichen der Formoberfläche 2 an. Infolge der Dimensionierung der Vertiefungen 3 wird im Zuge des Pressund Umformvorganges der Rohling 3 nicht in die Vertiefungen 3 eingedrückt. Vielmehr verbleibt die Oberfläche des mit dem Werkzeug 1 presszuhärtenden Rohlings - insbesondere einer verzinkten Stahlblechplatte - zumindest visuell unverändert. Aus der Draufsicht auf einen auf einen stark vergrößerten Ausschnitt der Formoberfläche 2 in Figur 2 wird deutlich, dass infolge der Mikrovertiefungen 3 die durch die Oberseite der Stege 4 effektive Kontaktfläche, die die Formoberfläche 2 bereitstellt und an der ein Rohling zu seiner Umformung anliegt bzw. angelegt wird, gegenüber der eigentlichen Fläche der Formoberfläche 2 nicht unerheblich reduziert ist.

**[0019]** Die Mikrovertiefungen 3 des dargestellten Ausführungsbeispiels sind nach Art eines Rasters und daher in einer regelmäßigen Anordnung vorgesehen. Es versteht sich, dass dieselben Vorteile auch mit einem Werkzeug erreicht werden können, bei dem die Mikrovertiefungen eine unregelmäßige Verteilung auf der mikrostrukturierten Oberfläche des Werkzeuges aufweisen.

**[0020]** Mit dem Werkzeug 1 als Teil eines Presshärte werkzeuges können aufgrund der Mikrostrukturierung seiner Formoberfläche 2 die damit zu erstellenden Kraftfahrzeugstrukturbauteile aus verzinkten Stahlblechplatten hergestellt werden, wobei im Zuge des Presshärte verfahrens die Zinkbeschichtung wenn überhaupt - keine nicht mehr tolerable Beschädigung erfährt.

**[0021]** In einer in den Figuren nicht dargestellten Ausgestaltung ist vorgesehen, in die Mikrovertiefungen ein Schmiermittel einzubringen, durch welches die Reibung zwischen Formoberfläche und umzuformenden Rohling weiter reduziert wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel dienen die Mikrovertiefungen 3 somit zum einen zum Reduzieren der effektiven Kontaktfläche gegenüber der ursprünglichen Fläche der Formoberfläche und zum anderen als Depot für ein Schmiermittel. Bei dieser Ausgestaltung ist es daher nicht unbedingt notwendig, zusätzlich ein Schmiermittel in den Presshärtevorgang einzubringen, sollte dieses gewünscht sein.

**[0022]** Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben worden. Für einen Fachmann ergeben sich aus dem Offenbarungsgehalt dieser Beschreibung weitere Möglichkeiten die Erfindung im Umfange der geltenden Ansprüche verwirklichen zu können, ohne dass dieses detailliert im Einzelnen näher dargelegt werden müsste.

#### Bezugszeichenliste

**[0023]**

- 1 Werkzeug
- 2 Formoberfläche
- 3 Vertiefung

4 Steg

#### Patentansprüche

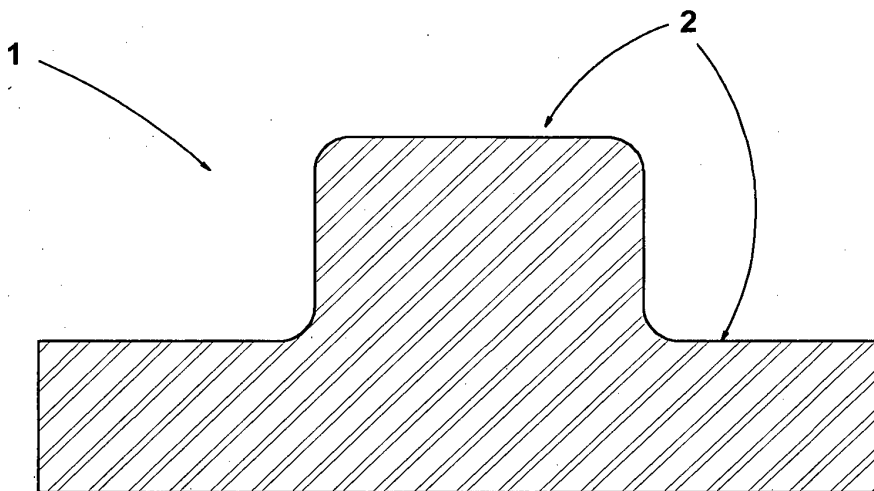
1. Presshärte werkzeug mit einer zum Umformen eines Rohlings dienenden formgebenden Oberfläche (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die formgebende Oberfläche (2) des Werkzeuges (1) zumindest bereichsweise durch in die Formoberfläche (2) eingebrachte Mikrovertiefungen (3) mikrostrukturiert ist und in diesen Bereichen die Kontaktfläche zwischen der Formoberfläche (2) des Werkzeuges (1) mit der Oberfläche eines Rohlings auf die zwischen den Vertiefungen (3) der Formoberfläche (2) befindlichen und gegenüber den Vertiefungen (3) hoch stehende Flächenanteile (4) beschränkt ist.
2. Werkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrovertiefungen (3) nach Art eines Rasters zueinander angeordnet sind.
3. Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefungen (3) eine eckige, insbesondere gleichseitige Umrissgeometrie, beispielsweise eine rautenförmige Umrissgeometrie aufweisen.
4. Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die effektive Kontaktfläche der Formoberfläche (2) weniger als 70 Prozent des mikrostrukturierten Flächenbereichs beträgt.
5. Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur bestimmte Formoberflächenbereiche des Werkzeuges mikrostrukturiert sind.
6. Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die mikrostrukturierten Formoberflächenbereiche des Werkzeuges durch ein Mikroschmiedeverfahren, insbesondere mittels eines Klopffverfahren erstellt sind.
7. Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrovertiefungen nach Art einer unregelmäßig gestalteten Anordnung und Oberflächentextur aufgebracht werden.
8. Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** feste und/oder flüssige Schmiermittelzusätze in die Mikrovertiefungen eingeklopft sind.

## Claims

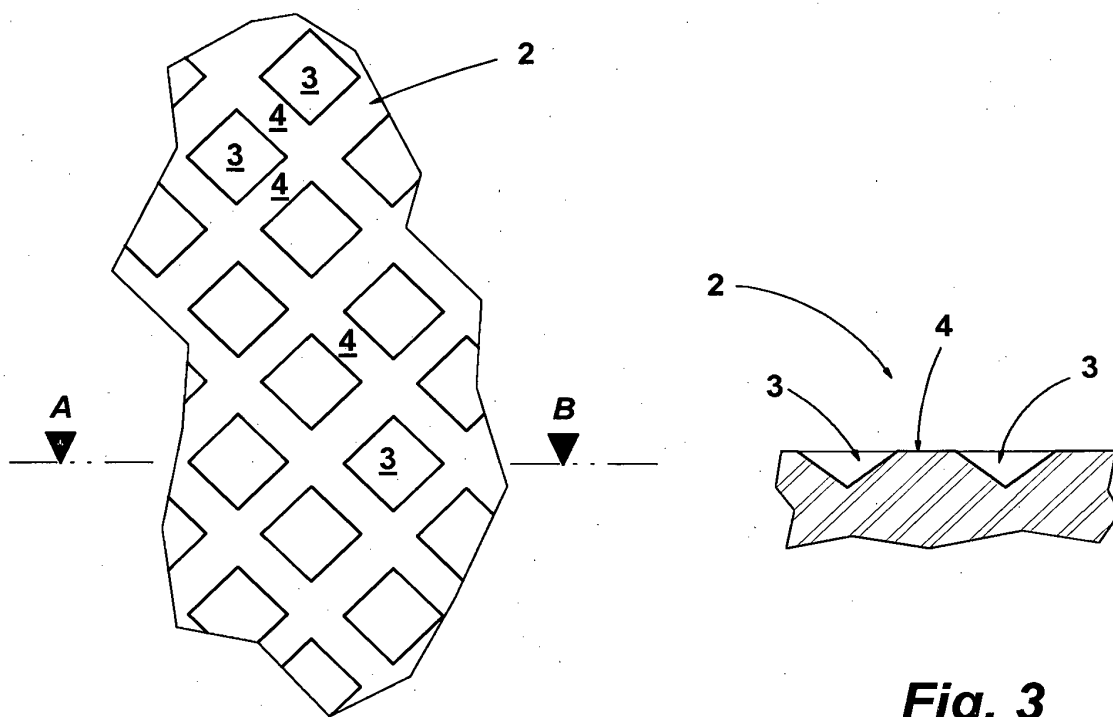
1. Press hardening tool with a forming surface (2), which serves to form a blank, **characterised in that** the forming surface (2) of the tool (1) is microstructured at least in some areas by micro-indentations (3) introduced into the forming surface (2), and in these areas the contact surface between the forming surface (2) of the tool (1) and the surface of a blank is restricted to portions of the surface (4) which are located between the indentations (3) of the forming surface (2) and which project in relation to the indentations (3). 5
2. Tool according to claim 1, **characterised in that** the micro-indentations (3) are arranged in relation to one another in the manner of a grid. 10
3. Tool according to claim 1 or 2, **characterised in that** the indentations (3) exhibit an angular outline geometry, in particular equilateral, such as a diamond-shaped outline geometry. 15
4. Tool according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the effective contact surface of the forming surface (2) amounts to less than 70 percent of the microstructured surface area. 20
5. Tool according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** only specific forming surface areas of the tool are microstructured. 25
6. Tool according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the microstructured forming surface area(s) of the tool are produced by a micro-forging process, in particular by a tapping process. 30
7. Tool according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the micro-indentations are applied in the manner of an irregularly distributed arrangement and surface texture. 35
8. Tool according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** solid and/or liquid lubricant additives are tapped into the micro-indentations. 40
2. Outil selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les micro-évidements (3) sont disposés les uns par rapport aux autres à la façon d'un quadrillage. 45
3. Outil selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les évidements (3) présentent un périmètre à géométrie angulaire, notamment avec des côtés de même longueur, par exemple un périmètre à géométrie en losanges. 50
4. Outil selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la surface de contact effective de la surface de moulage (2) s'élève à moins de 70 pourcent de la zone microstructurée de la surface. 55
5. Outil selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** seules certaines zones de la surface de moulage de l'outil sont microstructurées.
6. Outil selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la ou les zones microstructurées de la surface de moulage de l'outil sont réalisées par un procédé de microsoudure, notamment au moyen d'un procédé de frappe.
7. Outil selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les micro-évidements sont aménagés à la façon d'une disposition et texture de surface conçues irrégulièrement.
8. Outil selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les adjuvants de lubrification solides et/ou liquides sont enfoncés par frappe dans les micro-évidements.

## Revendications

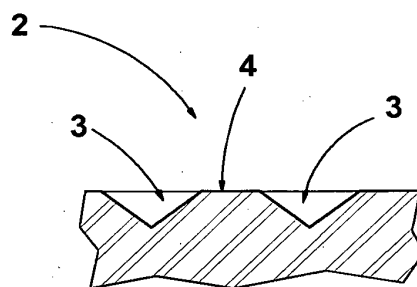
1. Outil de traitement à la presse comportant une surface (2) de moulage servant à modifier la forme d'une ébauche, **caractérisé en ce que** la surface (2) de moulage de l'outil (1) est microstructurée, au moins sur certaines zones, par des micro-évidements (3) aménagés dans la surface de moulage (2) et, dans ces zones, la surface de contact entre la surface de moulage (2) de l'outil (1) avec la surface de l'ébauche est limitée aux portions de surface (4) surélevées 50



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102009025821 A1 **[0004]**
- DE 102009025621 A1 **[0005]**
- WO 2007016919 A1 **[0009] [0017]**