

(19)



(11)

EP 2 679 402 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.08.2015 Patentblatt 2015/32

(51) Int Cl.:
B44B 5/02 (2006.01) **B44C 1/22** (2006.01)
B44C 5/04 (2006.01) **B24C 1/06** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12004788.1**

(22) Anmeldetag: **26.06.2012**

(54) Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur mit einer Wasserstrahlvorrichtung

Method for producing a surface structure with a pressurized water jet

Procédé de fabrication d'une structure de surface avec un jet d'eau sous pression

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.01.2014 Patentblatt 2014/01

(73) Patentinhaber: **Hueck Rheinische GmbH
41747 Viersen (DE)**

(72) Erfinder: **Stoffel, Wolfgang
47906 Kempen (DE)**

(74) Vertreter: **Demski, Siegfried
Demski & Nobbe
Patentanwälte
Tonhallenstraße 16
47051 Duisburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 541 287 EP-A2- 0 970 779
EP-A2- 2 397 286 WO-A1-01/73372
WO-A1-2006/096143 DE-A1-102007 009 020
DE-T5-112004 002 175 FR-A1- 2 608 797**

EP 2 679 402 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 Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur eines Werkstücks in Form eines metallischen Pressbleches, Endlosbandes oder einer zylindrischen Prägewalze mithilfe zumindest einer Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf, sowie eine Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens.

[0002] Pressbleche oder Endlosbänder werden für die Produktion von Werkstoffplatten, beispielsweise Holzwerkstoffplatten, benötigt, die für die Möbelindustrie mit einem entsprechenden Dekor versehen werden. Alternative Verwendungsmöglichkeiten sind in der Produktion von Laminatpaneelen oder Laminatbodenplatten zu sehen. Die verwendeten Werkstoffplatten weisen beispielsweise einen Kern, auch Substratschicht genannt, aus MDF oder HDF auf, wobei zumindest einseitig verschiedene Materialauflagen aufgelegt werden, welche beispielsweise aus einer Dekorage und einer Schutzschicht (Overlayschicht) bestehen können. Um einen Verzug der verwendeten Werkstoffplatten zu vermeiden, werden in der Regel auf der Rückseite ebenfalls entsprechende Materialauflagen vorgesehen, sodass in einer Presse die Werkstoffplatte unter Verwendung der Pressbleche oder Endlosbänder miteinander verpresst werden können. Vorzugsweise werden hierbei Heißpressen eingesetzt, da die verschiedenen Materialauflagen mit Pyroplastharzen, beispielsweise Melaminharz, getränkt sind und somit unter Wärmeeinwirkung zu einer Verschmelzung mit der Oberfläche des Kerns führen. Die verwendeten Dekorschichten können hierbei strukturiert sein, wobei beispielsweise ein Holz- oder Fliesendekor aufgedruckt ist. Alternativ werden Strukturen verwendet, welche entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck künstlerisch gestaltet werden. Zur Verbesserung einer naturgetreuen Nachbildung, insbesondere bei Holzdekoren, Fliesendekoren oder Natursteinoberflächen und zur Erzielung bestimmter Glanzgrade, werden die Pressbleche und Endlosbänder eingesetzt, welche eine Negativabbildung der vorgesehenen Struktur aufweisen. Bei der vorgesehenen Struktur handelt es sich um die dreidimensionale Topografie (im Folgenden 3D-Topographie genannt) von Holzdekoren, Fliesendekoren oder Natursteinoberflächen. Die Qualität der hergestellten Werkstoffplatten mit Dekorschicht und Prägemuster reichen hierbei aufgrund einer digitalisierten Drucktechnik und digitalisierten Herstellung der Pressblechoberflächen eine hohe Genauigkeit, welche aufgrund einer passgenauen Ausrichtung einer natürlichen Holzpaneele oder vergleichbarer Materialien sehr nahe kommen. Durch die Einstellung eines bestimmten Glanzgrades wird zudem die Möglichkeit geschaffen, eventuelle Reflektionen oder Schattierungen zu erzeugen, die für einen Betrachter den Eindruck einer natürlichen oder geschliffenen Holzoberfläche oder anderer vergleichbarer Materialien nahe bringen.

[0003] Zur Erzielung des oben genannten Ergebnisses wird an die Produktion der Pressbleche, Endlosbänder oder zylindrischen Prägewalzen ein hoher Qualitätsstan-

dard gestellt, welcher insbesondere eine passgenaue bzw. deckungskonforme Fertigung mit den vorgesehenen Dekorlagen ermöglicht. Die Pressbleche und Endlosbänder werden hierbei als Ober- und Unterwerkzeug in Kurztaktpressen, welche mit Pressblechen belegt sind, oder Doppelwandpressen bei Endlosbändern, eingesetzt, wobei gleichzeitig die Prägung und Erwärmung der Materialschichten vorgenommen wird, sodass die Pyroplastharze durch Aufschmelzen und Aushärten mit dem Kern verbunden werden. Die Prägewalzen hingegen werden auf der Oberfläche einer Werkstoffplatte abgerollt und ebenfalls zur Strukturierung eingesetzt.

[0004] Zur Herstellung der Pressbleche, Endlosbänder oder Prägewalzen sind aus dem Stand der Technik Verfahren bekannt, die das Aufbringen eines Ätzresistes mit einer entsprechenden Strukturierung auf eine vorbehandelte metallische Oberfläche, einen nachfolgenden Ätzvorgang, um eine erste Struktur auf die Oberfläche durch einen Ätzprozess zu erzeugen, und ein anschließendes Entfernen des Ätzresistes vorsehen. Dieser Arbeitsvorgang kann je nach gewünschter Oberflächenqualität mehrfach hintereinander wiederholt werden, sodass eine besonders hohe Eindringtiefe in die Oberfläche des Pressbleches oder Endlosbandes und darüber hinaus durch eine Grob- und Feinstrukturierung das gewünschte Strukturbild erzielt werden kann. Hierzu wird beispielsweise auf ein vorbehandeltes Blech nach erfolgter Reinigung eine Maske mittels eines Siebdruckverfahrens aufgetragen und durch anschließende Ätzung behandelt und die gewünschte Oberflächenstruktur erzeugt, wobei der Siebdruck auf die großformatige Fläche aufgebracht und anschließend die Bleche einer vollflächigen Oberflächenätzung unterzogen werden. Sämtliche Bereiche, welche die erhabenen Oberflächenstrukturen bilden, sind hierbei durch die aufgetragene Maske abgedeckt, sodass eine Oberflächenätzung nur in den Bereichen erfolgen kann, die unmittelbar von der Ätzflüssigkeit angegriffen werden können. Die ausgeätzten Bereiche bilden sodann die Profiltäler der gewünschten Struktur. Nach erfolgter Ätzung wird die Oberfläche gereinigt und insbesondere die Maske entfernt, sodass durch weitere Arbeitsvorgänge die Oberfläche einem weiteren Vergütungsprozess, beispielsweise einer Hartverchromung, unterzogen werden kann.

[0005] Alternativ besteht die Möglichkeit, ein Fotoverfahren zu verwenden, bei dem zunächst eine fotoempfindliche Schicht vollflächig aufgetragen wird. Diese muss anschließend entsprechend der vorgesehenen Maske zur Herstellung der Oberflächenstruktur belichtet werden. Danach ist eine Entwicklung der Fotoschicht erforderlich. Zwischendurch müssen umfangreiche Spülvorgänge erfolgen, damit die Oberfläche für die nachfolgenden Arbeitsschritte vorbereitet und gereinigt werden kann. Nach Entwicklung der Fotoschicht entsteht so eine Maske, die ebenfalls als Ätzschablone oder Ätzresist bezeichnet wird. Die Reproduzierbarkeit der auf diesem Weg hergestellten Masken ist problematisch, weil das Negativ oder Positiv zur Belichtung der lichtempfindli-

chen Schicht immer exakt in der gleichen Position relativ zur fotoempfindlichen Schicht positioniert werden muss. Es können mehrere Belichtungs- und Ätzzvorgänge aufeinander folgen, um somit komplexe dreidimensionale Strukturen auf die Oberfläche eines Pressbleches oder Endlosbandes aufzubringen. Besonders problematisch ist dies dann, wenn das Negativ oder Positiv zur Belichtung der lichtempfindlichen Schicht direkt auf diese aufgelegt wird und das Negativ oder Positiv nicht an jeder Stelle der fotoempfindlichen Schicht exakt den gleichen Abstand aufweist. Die Reproduzierbarkeit des Aufbringens der Maske ist dabei insbesondere beim Fotoverfahren zur Erzielung einer hohen Abbildungsgenauigkeit nicht immer gewährleistet. Weitere Schwierigkeiten können sich dann ergeben, wenn eine dreidimensionale Struktur durch mehrere hintereinander erforderliche Belichtungs- und Ätzzvorgänge erzeugt werden soll und hierzu mehrere Masken nacheinander aufgetragen werden müssen, wobei zwischen jeder Maskenauftragung ein Ätzzvorgang erfolgt. Durch die genaue Positionierung und die erforderliche Anzahl von entsprechenden Masken ist somit die Herstellung der Pressbleche bzw. Endlosbänder sehr aufwändig und kostenintensiv. Die Auflösung der Oberflächenstruktur ist hierbei von der aufzutragenden Maske und dem verwendeten Verfahren stark abhängig und zudem sind eine erhebliche Anzahl von Arbeitsschritten erforderlich, wobei insbesondere durch die Größe der Pressbleche bzw. Endlosbänder eine aufwändige Handhabung erforderlich ist.

[0006] Neuerdings ist man dazu übergegangen, anstelle eines Fotoverfahrens oder eines Siebdruckverfahrens die aufzubringende Maske unmittelbar mit beispielsweise einem Tintenstrahldrucker auf das Pressblech aufzutragen, wobei digitalisierte Daten verwendet werden. Durch diese Maßnahme ist sichergestellt, dass exakt eine genaue Abbildung mehrmals auf die gleichen Oberflächenbereiche aufgetragen werden kann, sodass eine besonders tiefe Strukturierung, das heißt Ätzzung der Oberfläche erfolgen kann. Auch bei diesem Verfahren sind jedoch eine Reihe von Ätzzprozessen erforderlich.

[0007] Allgemein ist die Strukturierung von Oberflächen von Pressblechen mithilfe von Ätzzprozessen bezüglich anspruchsvoller Umweltvorschriften und auch eines gesteigerten Umweltbewusstseins des Konsumenten als problematisch anzusehen. Insbesondere bei der Strukturierung der Oberfläche großflächiger Pressteile, wie Pressblechen, Endlosbändern oder Prägwalzen, wie sie bei der Verpressung von großflächigen Werkstoffplatten Anwendung finden, ist dieser Aspekt relevant, da die Ätzbäder entsprechend groß dimensioniert werden müssen. Folglich muss auch ein großes Volumen der zu verwendenden Chemikalien eingesetzt werden. Dies verteuert die Produktion der durch Ätzzprozesse hergestellten Pressteile.

[0008] Aus der EP 1 541 287 A1 ist ein Verfahren zum Gravieren von Schriften, Bildern und Ornamenten bekannt. Hierzu wird ein gebündelter Flüssigkeitsstrahl auf

die Oberfläche der zu bearbeitenden Materialien gerichtet. Durch die Einwirkung des Flüssigkeitsstrahls wird Material aus der Oberfläche abgetragen. Eine Gravur wird dadurch erzielt, dass der Gravierkopf mit einer den Flüssigkeitsstrahl ausstoßenden Düse elektronisch gesteuert über die Oberfläche bewegt wird. Das aufgezeigte Verfahren ist lediglich zum Gravieren von kleinflächigen, nicht feinstrukturierten Oberflächen einsetzbar, die aufgrund ihrer Größe keine Probleme bereiten. Soweit aber großformatige Pressbleche mit einem Flüssigkeitsstrahl, insbesondere Wasserstrahl, bearbeitet werden sollen, kann die erforderliche Strukturgenauigkeit zur Herstellung von Pressblechen mit den aufgezeigten Mitteln nicht eingehalten werden.

[0009] Aus der DE 11 2004 002 175 T2 ist ein Verfahren zur Herstellung eines dekorativen Laminats mit verbundener Oberflächenstruktur bekannt. Zur Herstellung des Laminats wird eine mit einem wärmehärtenden Harz imprägnierte Papierschicht in Form eines Dekorblattes oder als Overlay-Papier auf eine Basisschicht gelegt und durch Verpressen unter erhöhtem Druck mit der Basisschicht verbunden, wobei eine Vielzahl von Pressplatten oder Pressfolien, die jeweils mit einer Oberflächenstruktur ausgerüstet sind, die mit denen des Dekorabschnittes übereinstimmen soll, verwendet wird. Die Herstellung von Pressfolien oder Pressplatten wird aber nicht offenbart.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren anzugeben, mit dem die Oberfläche eines Pressteils in Form von metallischen Pressblechen, Endlosbändern oder zylindrischen Prägwalzen bearbeitet und dabei eine umweltfreundliche und kostengünstige Technik angewendet werden kann.

[0011] Erfindungsgemäß ist zur Lösung der Verfahrensaufgabe vorgesehen, dass die Herstellung einer Oberflächenstruktur eines Pressteils in Form eines metallischen Pressbleches, Endlosbandes oder einer zylindrischen Prägwalze mithilfe zumindest einer Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf erfolgt, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bereitstellen und Verwendung von digitalisierten Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage,
- Verwendung der digitalisierten Daten zur Positionsteuerung des wenigstens einen Bearbeitungskopfes in einer durch eine x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene oder Nachführung eines Arbeitstisches, in der durch eine x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene gegenüber eines ortsfest gehaltenen Bearbeitungskopfes,
- Verwendung der z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes, wobei die z-Koordinate die Tiefe der 3D-Topografie der Oberflächenstruktur einer Vorlage abbildet und der vorgewählte Abstand von 1 bis 5 mm zwischen zu bearbeitender Oberfläche und Bearbeitungskopf konstant gehalten wird und

nachführbar ist,

- partielles Abtragen der Oberfläche durch den wenigstens einen Bearbeitungskopf zur Reproduktion einer vorbestimmten 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage oder deren Negativ auf einer Oberfläche eines Werkstücks, wobei die z-Koordinate die Abtragungstiefe bestimmt.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Gegenüber den bisher verwendeten Techniken werden die Pressteile, wie Pressbleche, Endlosbänder oder Prägewalzen mithilfe eines Wasserstrahls strukturiert, wobei der Wasserstrahl unmittelbar die zu erzielende Oberflächenstruktur der Pressteile durch partielles Abtragen der Oberfläche der Pressteile erzeugt. Diese Vorgehensweise besitzt eine Vielzahl von Vorteilen. Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass mit dieser Methode auf einen Ätzzvorgang verzichtet werden kann, es sei denn, dass eine Nachätzung nach Herstellung der Oberflächenstruktur mittels Wasserstrahls zur Abrundung der Kanten gewünscht wird.

[0014] Darüber hinaus kann ein Wasserstrahl abgebender Bearbeitungskopf mittels digitalisierter Daten exakt gesteuert werden, sodass eine nahezu identische Reproduktion der Oberflächenstruktur wiederholt vorgenommen werden kann. Hierzu besteht lediglich die Notwendigkeit, digitalisierte Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage zur Verfügung zu stellen. Wenn davon ausgegangen wird, dass kartesische Koordinaten x , y und z verwendet werden, so bildet die z -Koordinate die Höhe der 3D-Topografie als Funktion des Koordinatenpaares (x, y) ab. Die Koordinaten x und y spannen eine Ebene auf, in der die zu bearbeitende Oberfläche des Pressteils angeordnet sein kann. Mithilfe der Wertepaare (x, y) wird die Position des Bearbeitungskopfes gesteuert. Mithilfe der diesem Wertepaar zugeordneten z -Koordinate wird die Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes in x -und/oder y -Richtung, der Wasserdruck, die Bestrahlungszeit oder der Abstand zwischen der zu bearbeitenden Oberfläche und dem Bearbeitungskopf gesteuert. Aus der Bestrahlungszeit benachbarter Punkte auf der Pressteiloberfläche, also benachbarter Wertepaare (x, y) , kann die Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes in x -und/oder y -Richtung ermittelt werden. Deswegen kann mithilfe der z -Koordinate der digitalisierten 3D-Topografie der Oberflächenstruktur einer Vorlage auch die Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes gesteuert werden. Es kann jedoch auch der Volumenstrom des Wassers mit Hilfe der z -Koordinate gesteuert werden.

[0015] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur können mehrere Bearbeitungsköpfe zur Bearbeitung in einer Koordinatenrichtung in einer durch die x - und y -Koordinate aufgespannten Ebene eingesetzt werden und gemeinsam in Richtung der weiteren Koordinate fortbewegt werden. Alternativ kann eine Nachführung des Arbeitstisches er-

folgen, wobei der Bearbeitungskopf der Wasserstrahlvorrichtung oder die mehreren Bearbeitungsköpfe der Wasserstrahlvorrichtung ortsfest gehalten sind.

[0016] Auf dem Gebiet der Metallbearbeitung ist es bekannt, einen Hochdruckwasserstrahl zum Zuschneiden von metallischen Werkstücken zu verwenden. Dabei kommen sehr große metallische Werkstücke in Betracht, die lediglich zugeschnitten werden. Es werden aber auch sehr kleine Metallelemente aus einem größeren Werkstück ausgeschnitten, die zum Beispiel zur Verwendung in einem elektromechanischen Gerät vorgesehen sind. So können zum Beispiel kleine Zahnräder oder Hebelkonstruktionen aus einem metallischen Werkstück ausgeschnitten werden. Die Vorteile der Metallbearbeitung mit einem Hochdruckwasserstrahl werden erfindungsgemäß zur Oberflächenstrukturierung von Pressteilen eingesetzt.

[0017] Der große Vorteil des Wasserstrahlschneides oder Oberflächenstrukturierens von metallischen oder nichtmetallischen Werkstücken gegenüber herkömmlichen Schneidmethoden, wie Sägen oder Laserschneiden, ist die geringe thermische und mechanische Belastung des zu schneidenden Werkstückes insbesondere an der Schnittfläche. So handelt es sich bei dem Wasserstrahlschneiden um ein kaltes Schneideverfahren, bei dem die Temperatur der Schnittfläche eine Temperatur von ca. 50°C nicht wesentlich übersteigt. Dadurch kommt es zu keinen Materialveränderungen in der Nähe der Schnittfläche aufgrund des Eintrages thermischer Energie. Darüber hinaus ist die mechanische Belastung der Schnittfläche vergleichsweise gering, da der Wasserstrahl kleine Volumenelemente aus dem Werkstück herausreißt. Dadurch kommt es zu keiner mechanischen Belastung größerer Bereiche der Schnittfläche, die die Entstehung von Rissen oder anderen geometrischen Materialfehlern zur Folge haben kann. Bei dem Verfahren des Wasserstrahlschneidens beträgt hingegen die Kraftübertragung auf die gesamte Schnittfläche ca. fünf Newton und ist damit gering im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren. Die vorteilhaften Eigenschaften der Wasserstrahl-Werkstückbearbeitung wurden bisher nicht zur dreidimensionalen Oberflächenstrukturierung von Werkstücken, insbesondere Pressteilen, verwendet. Vielmehr müssen die oben geschilderten Ätzverfahren zur Oberflächenstrukturierung von Werkstücken, insbesondere Pressteilen, herangezogen werden und die ebenfalls aufgeführten Nachteile in Kauf genommen werden.

[0018] Eine Wasserstrahlvorrichtung zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Verfahren umfasst zumindest eine Hochdruckpumpeneinheit, wenigstens ein Wasserführungselement und wenigstens einen Bearbeitungskopf mit Wasserdüse. Bei dem wenigstens einen Wasserführungselement kann es sich um ein starres wasserführendes Rohr oder um einen flexiblen wasserführenden Schlauch handeln. Ein ortsfester Bearbeitungskopf hat den Vorteil, dass er starr befestigt werden kann. Dadurch kann verhindert werden, dass System-

schwingungen von der Hochdruckpumpeneinheit oder dem wenigstens einen Wasserführungselement auf den wenigstens einen Bearbeitungskopf übertragen werden, was eine geringere Strukturierungsgenauigkeit zur Folge hätte. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann eine Grobstrukturierung der Oberfläche, aber ebenso eine Feinstrukturierung der Oberfläche vorgenommen werden, sodass ein Ätzbvorgang entbehrlich ist und dieser nur dann durchgeführt zu werden braucht, wenn beispielsweise entstandene Kanten zusätzlich abgerundet werden müssen.

[0019] Ein weiterer wesentlicher Vorteil ergibt sich dadurch, dass durch digitalisierte Daten eine Reproduzierbarkeit der Oberflächenstruktur beliebig oft möglich ist und dies ohne aufwändige Kontrollmaßnahmen, wobei eine Überwachungstätigkeit des Bedienungspersonals auf ein Minimum beschränkt werden kann. Als weiterer wesentlicher Vorteil ist der Verzicht auf aufwändige, kostenintensive und umweltbelastende Ätzverfahren zu nennen.

[0020] In Abhängigkeit der gewünschten Tiefe der auf der Oberfläche des Werkstückes, insbesondere Pressstücks, zu bildenden Struktur kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Strukturierungstiefe von bis zu 500 µm erzeugt werden. Dazu sind die Parameter Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes, Wasserdruck, Volumenstrom, Bestrahlungszeit oder Abstand zwischen zu bearbeitender Oberfläche und Bearbeitungskopf entsprechend zu wählen. Vorzugsweise erfolgt die Strukturierung durch Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit. Erfindungsgemäß hat die Wasserdüse des wenigstens einen Bearbeitungskopfes einen Abstand zu der zu bearbeitenden Oberfläche von 1 mm bis 5 mm, vorzugsweise 1,5 mm bis 2,5 mm. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Wasserstrahl aus der wenigstens einen Wasserdüse unter einem Winkel zu der durch eine x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene auf die Oberfläche des Werkstückes, insbesondere Pressstücks, auftrifft und dabei insbesondere unter einem Winkel von 90 Grad auf die herzustellende Strukturwandung auftrifft, oder durch eine Pendelbewegung des Bearbeitungskopfes eine Formgebung der Oberflächenstruktur erzielt werden kann, wobei die Orientierung des Wasserstrahls wenigstens zeitweise fortlaufend derart variiert werden kann, dass sich der Wasserstrahl auf einem Kegelmantel bewegt, um somit eine optimale Bearbeitung der vorhandenen Strukturwandung vorzunehmen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann vorgesehen sein, dass die Neigung und/oder die Orientierung des aus dem Bearbeitungskopf austretenden Wasserstrahls bezüglich der zu bearbeitenden Oberfläche schnell variiert, wodurch eine Formgebung der Oberflächenstruktur zum Beispiel in Form von Mulden in der zu bearbeitenden Oberfläche erzielt werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht ferner vor, dass der Durchmesser des Wasserstrahls der wenigstens einen Wasserdüse oder Wassermikrodüse auf einen Wert zwischen 0,05 mm und

2,0 mm eingestellt wird. Als besonders bevorzugter Bereich des Durchmessers des Wasserstrahls aus der wenigstens einen Wasserdüse oder Wassermikrodüse kann der Bereich von 0,10 mm bis 0,40 mm gewählt werden. Der austretende Wasserstrahl weitet sich hierbei ungefähr auf die doppelte Abmessung vor dem Auftreffen auf die zu bearbeitende Oberfläche auf.

[0021] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der wenigstens einen Bearbeitungskopf entlang dreier Achsen translatorisch bewegbar ist, wodurch der Bearbeitungskopf an jede Position (x, y) bewegt werden kann. Darüber hinaus ist der Bearbeitungskopf um drei Achsen, bevorzugt zwei Achsen, rotierbar, wodurch vorteilhaft das Erzeugen von vertikalen und schräg verlaufenden Abschnitten der Oberflächenstruktur ermöglicht wird. Darüber hinaus kann der Bearbeitungskopf auf einem Führungsarm angeordnet sein, der seinerseits wenigstens eine Translations- oder Rotationsachse aufweist.

[0022] Damit das Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur auch bei Pressblechen, Endlosbändern oder zylindrischen Prägewalzen, die aus einem sehr harten Material gefertigt sind, durchgeführt werden kann, ist ein großer Wasserdruck erforderlich. Das erfindungsgemäße Verfahren verwendet deswegen eine Hochdruckpumpeneinheit, die einen Druck von 1.200 bis 4.100 Bar erzeugt, wobei der Druck an die Härte des zu bearbeitenden Materials angepasst werden kann.

[0023] Bei der Oberflächenstrukturierung von besonders harten Materialien kann die Verwendung eines reinen Wasserstrahls unter Umständen das gewünschte Ergebnis nur bei einem unbefriedigend hohen Zeitaufwand erzielen. Deshalb ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, einen Wasserstrahl zu verwenden, der ein Abrasivmittel mit sich führt. Dabei kommt insbesondere feinporiger, scharfkantiger Sand in Betracht. Die Verwendung eines Wasser-Abrasivmittel-Strahls hat eine schnellere Materialabtragung zur Folge. Ferner wirken die Sandkörner als Schleifmittel und entgraten die bearbeitete Oberfläche. Allerdings ist die Strukturierungsgenauigkeit eines solchen Strahls auch geringer, denn die Volumenelemente, die bei dem Auftreffen des Wasser-Abrasivmittel-Strahls aus dem zu bearbeitenden Werkstück herausgerissen werden, sind größer als jene, die bei Verwendung eines reinen Wasserstrahls herausgerissen werden. Je nach Härte des Materials, dessen Oberfläche strukturiert werden soll, kann also die eine oder die andere Variante verwendet werden, wobei beispielsweise für eine Grobstrukturierung ein abrasives Mittel verwendet werden kann. Als bekanntes und bewährtes Abrasivmittel gilt unter anderem Korund, da die Körner des Korunds eher scharfe als gerundete Kanten aufweisen. Korund hat dabei den erheblichen Vorteil, dass die Körner des Korundes diese vorteilhafte Eigenschaft auch nach Verwendung zum Wasser-Abrasivmittel-Strahlschneiden nicht verlieren.

[0024] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung einer Oberflächenstruktur wird

die Oberflächenstruktur unabhängig eines sich wiederholenden Rappports in Teilbereiche unterteilt, welche jeweils sequentiell von einer Wasserstrahlvorrichtung bearbeitet werden oder zumindest teilweise von mehreren Wasserstrahlvorrichtungen parallel bearbeitet werden. Dabei sind die Grenzen der Teilbereiche frei wählbar und werden vorzugsweise in der Art festgelegt, dass die Grenzen mit unbearbeiteten Bereichen der Oberfläche zusammenfallen, um eventuelle Strukturfehler zu vermeiden.

[0025] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens haben die festgelegten Teilbereiche in Abhängigkeit von der verwendeten Wasserstrahlvorrichtung eine Kantenlänge von 10 cm bis 800 cm. Dabei sind Kantenlängen von 50 cm bis 500 cm besonders bevorzugt.

[0026] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens werden wenigstens einzelne Bereiche der zu bearbeitenden Oberfläche mehrfach bearbeitet. So können zum Beispiel nacheinander bearbeitete Bereiche vollständig oder teilweise überlappen.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorzugsweise das zu bearbeitende Werkstück in einem Wasserbecken liegend angeordnet. Die zu bearbeitende Oberfläche des Werkstückes, beispielsweise eines Pressbleches, befindet sich somit unter Wasser. Die Wasserdüse des Bearbeitungskopfes ist in einem Abstand von 1 mm bis 5 mm von der zu bearbeitenden Oberfläche entfernt angeordnet und befindet sich somit ebenfalls unterhalb des Wasserspiegels in dem Becken. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die an der Schnittfläche durch Reibung erzeugte Wärme zügig abgeführt wird. Darüber hinaus wird die Reflektion von Abrasivmittel-Körnern an der zu bearbeitenden Oberfläche oder das Rückstreuen von durch den Wasserstrahl bzw. den Wasser-Abrasivmittel-Strahl herausgerissenen Werkstückpartikeln durch die Anordnung von zu bearbeitendem Werkstück und Wasserdüse unterhalb des Wasserspiegels unterbunden. Dadurch wird die Arbeitssicherheit in der Umgebung der Verfahrensdurchführung erhöht und gleichzeitig die Spritzgefahr deutlich verringert. Ferner ist dadurch der bei der Durchführung des Verfahrens entstehende Lärmpegel sehr gering.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können ferner auf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes, beispielsweise eines Pressbleches, Messpunkte vorgesehen sein, welche eine jederzeitige Kontrolle der Position des Bearbeitungskopfes erlauben, so dass eine Korrektursteuerung einsetzbar ist oder ein unterbrochener Bearbeitungsvorgang jederzeit fortgesetzt werden kann, wobei der Bearbeitungskopf zielgenau auf die zuletzt angewählte Position wieder aufgesetzt werden kann.

[0029] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden digitalisierte Daten einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur von natürlich gewachsenen Rohstoffen, wie beispielsweise Holzoberflächen oder natürliche Mineralien, wie insbesondere Natursteinoberflächen, oder künstlich hergestellte

Strukturen, wie beispielsweise keramische Oberflächen, als Vorlage verwendet. Die digitalisierten Daten können beispielsweise mithilfe eines Scanners erfasst werden, welcher mithilfe umlenkbarer Spiegeltechnik die gesamte 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage naturgetreu erfasst oder durch Abtasten der gesamten 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage mithilfe eines durch zumindest einen Spiegel umgelenkten Laserstrahls und der hieraus erhaltenen Reflexionen erfasst. Zur Oberflächenstrukturierung können die digitalisierten Daten zur Festlegung einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage in Form von Graustufenbildern verwendet werden. Dabei wird die Farbskala zwischen Weiß und Schwarz in eine gewünschte Anzahl von Intervallen unterteilt. Anschließend wird jedem Intervall ein Zahlenwert zugeordnet. Dem Intervall, das der Farbe Weiß entspricht oder dem Intervall, das der Farbe Schwarz entspricht, wird die Zahl Null zugeordnet. Die Intervalle werden dann bis zum gegenüberliegenden Ende der Farbskala fortlaufend durchnummeriert. Die z-Koordinate kann dann die den Intervallen entsprechenden Zahlenwerte oder beliebige Vielfache davon annehmen und zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit des wenigstens einen Bearbeitungskopfes in x und/oder y-Richtung, des Wasserdrucks, des Volumenstroms, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen der zu bearbeitenden Oberfläche und dem Bearbeitungskopf verwendet werden.

[0030] Hierbei kann vorgesehen sein, dass die erfassten digitalen Daten insbesondere durch Interpolation und Datenreduktion zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit des wenigstens einen Bearbeitungskopfes in x und/oder y-Richtung, des Wasserdrucks, des Volumenstroms, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen der zu bearbeitenden Oberfläche und dem Bearbeitungskopf konvertiert werden.

[0031] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ferner eine Vorrichtung vorgeschlagen, die eine Auflageeinrichtung für die zu bearbeitenden Werkstücke, insbesondere Pressbleche, zumindest eine Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf und eine Schlittenführung zur Bewegung des zumindest einen Bearbeitungskopfes in eine beliebige Position innerhalb einer durch x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene oder Nachführung eines Arbeitstisches gegenüber einem ortsfest gehaltenen Bearbeitungskopf sowie unabhängige Antriebselemente zum Anfahren einer Position (x, y) und eine Steuereinheit, welche zur Positionsanfahrt des Bearbeitungskopfes vorgesehen ist, umfasst.

[0032] Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Ansteuerung der x- und y-Koordinaten durch vorgegebene digitalisierte Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur erfolgt und die z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes verwendet wird, wobei die z-Koordinate die Tiefe der 3D-Topografie bestimmt und der vorgewählte Abstand von 1 bis 5 mm zwischen zu bearbeitender Oberfläche und Bearbeitungskopf konstant und nachführbar ist und mithilfe des

wenigstens einen Bearbeitungskopfes die Oberfläche eines Werkstücks in Form eines Pressbleches oder Endlosbandes partiell abträgt.

[0033] Gemäß dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren wird die z-Koordinate der digitalisierten 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage von der Vorrichtung zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes in x- und/oder γ -Richtung, des Wasserdruckes, des Volumenstromes, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen zu bearbeitender Oberfläche und Bearbeitungskopf verwendet. Die eben aufgeführten Parameter können einzeln oder in beliebigen Kombinationen zur Steuerung verwendet werden.

[0034] Die Vorrichtung kann einen Bearbeitungskopf oder mehrere Bearbeitungsköpfe umfassen, die in eine Koordinatenrichtung in der Ebene angeordnet sind und gemeinsam in Richtung der weiteren Koordinate verfahrbar sind. Zur Positionsanführung des wenigstens einen Bearbeitungskopfes ist eine Steuereinheit vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich kann eine Nachführung des Arbeitstisches in drei Dimensionen durch geeignete unabhängige Antriebsmittel erfolgen.

[0035] Die Vorrichtung ist ferner dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserstrahlvorrichtung zumindest eine ortsfest angeordnete Hochdruckpumpeneinheit mit Anschlussleitungen zu einem beweglichen Bearbeitungskopf mit Wasserführungselement und einer Wasserdüse umfassen kann. In der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Bearbeitungskopf der Wasserstrahlvorrichtung in einem Abstand von 1 mm bis 5 mm, vorzugsweise 1,5 mm bis 2,5 mm, gegenüber der Oberfläche nachführbar und durch eine Steuereinheit steuerbar angeordnet. Dadurch kann in vorteilhafter Weise erreicht werden, dass der Abstand zwischen dem Bearbeitungskopf und der zu bearbeitenden Oberfläche auch bei Durchbiegungen eines großflächigen, biegsamen Werkstückes oder anderer Unebenheiten konstant gehalten werden kann. Dieses Merkmal erhöht vorteilhaft die Strukturierungsgenauigkeit der Vorrichtung.

[0036] In besonderer Ausgestaltung der Vorrichtung ist vorgesehen, dass der Bearbeitungskopf entlang dreier Achsen translatorisch bewegbar geführt wird und um drei Achsen, bevorzugt zwei Achsen, rotiert wird oder die Orientierung des Wasserstrahls wenigstens zeitweise fortlaufend derart variiert wird, dass sich der Wasserstrahl auf einem Kegelmantel bewegt. Der Bearbeitungskopf kann ferner auf einem Führungsarm angeordnet sein, der seinerseits wenigstens eine Translations- oder Rotationsachse aufweist. Darüber hinaus kann der Bearbeitungskopf der Wasserstrahlvorrichtung über zumindest einen Höhen- und/oder einen Kollisionsschutzsensor verfügen. Dadurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass Unebenheiten und Durchbiegungen eines großflächigen Werkstückes erkannt werden und eine Kollision des Bearbeitungskopfes mit dem zu bearbeitenden Werkstückeinsatz vermieden und andererseits ein konstanter Abstand zur Oberfläche eingehalten wird.

Bei der Oberflächenstrukturierung besonders harter Werkstücke, insbesondere Pressteilen, kann es, wie oben beschrieben, vorteilhaft sein, keinen reinen Wasserstrahl zu verwenden, sondern einen Wasserstrahl, der ein abrasives Mittel mit sich führt. Als abrasives Mittel zur Verwendung in der Vorrichtung kommt insbesondere feinporiger Sand in Frage. Hierbei kann die Vorrichtung über einen geschlossenen Wasserkreislauf mit Filteranlagen zum Herausfiltern der abrasiven Mittel verfügen, sodass das Abrasivmittel zurückgewonnen wird und das Wasser wiederverwendet werden kann. Dazu sind die herausgelösten Werkstückpartikel und die abrasiven Körner aus dem aufgefangenen Wasser zu filtern.

[0037] Bei der Vorrichtung kann der mindestens eine Bearbeitungskopf ferner derart angeordnet sein, dass der Wasserstrahl aus der Wasserdüse des Bearbeitungskopfes unter einem Winkel zu der durch die x- und γ -Koordinate aufgespannten Ebene auf die zu bearbeitende Oberfläche auftrifft, wobei es insbesondere vorgesehen ist, dass der Wasserstrahl senkrecht auf die Strukturwandung einer Oberflächenstruktur trifft oder eine pendelnde Bewegung ausführt, um seitliche Flächen zu bearbeiten.

[0038] Die Vorrichtung weist ferner zumindest eine Hochdruckpumpeneinheit auf, welche einen Wasserstrahl mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von bis zu 1000 Metern pro Sekunde erzeugt, der zur Strukturierung ohne abrasive Mittel verwendet werden kann.

[0039] Die Wasserdüse des Bearbeitungskopfes der Vorrichtung ist hierbei besonderen Belastungen ausgesetzt. Dies insbesondere bei Verwendung eines Wasser-Abrasivmittel-Strahls, aber auch bei Verwendung eines reinen Wasserstrahls ist die Wasserdüse hohen Belastungen ausgesetzt. Aus diesem Grunde besteht die Wasserdüse oder Wassermikrodüse des wenigstens einen Bearbeitungskopfes zumindest teilweise aus monokristallinem oder polykristallinem Diamant oder aus einem Material, das im Wesentlichen aus Al_2O_3 besteht. Dadurch wird die Lebensdauer der verwendeten Wasserdüsen oder Wassermikrodüsen erheblich gesteigert. Gleichwohl verhindern auch diese besonders verschleißfesten Materialien nicht, dass die Wasserdüse regelmäßig ausgetauscht werden muss.

[0040] Für eine möglichst genaue Bearbeitung der zu bearbeitenden Oberfläche weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Auflageeinrichtung auf, welche eine ebene Planfläche, die in eine Vielzahl von Teilflächen unterteilt ist, umfasst. Innerhalb der Teilflächen sind Ansaugmittel für eine Vakuumsaugereinrichtung, bei welchen es sich um Ansaugöffnungen mit einer gummielastischen Dichtung oder Saugglocken handeln kann, angeordnet. Dadurch kann das zu bearbeitende Werkstück, beispielsweise ein Pressblech, auf der Auflageeinrichtung fixiert werden und verrutscht bei Erschütterungen der gesamten Wasserstrahlvorrichtung oder des Werkstückes aufgrund des einwirkenden Wasser- oder Wasser-Abrasivmittel-Strahls nicht. Es kann auch vorgesehen sein, Trageelemente wie zum Beispiel Stege in

dem Wasserbecken anzuordnen, auf welchen das Werkstück zu liegen kommt.

[0041] Ein Pressblech, Endlosband oder eine zylindrische Prägewalze, erhältlich nach einem der erfindungsgemäßen Verfahrensansprüche unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann zum Verpressen und/oder Prägen von Werkstoffplatten mit einer naturgetreuen strukturierten Oberfläche bis zu einer Tiefe von 500 µm verwendet werden.

[0042] Das Pressblech oder Endlosband, welches nach einem der erfindungsgemäßen Verfahrensansprüche unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt wurde, kann zum Verpressen einer Werkstoffplatte verwendet werden, so dass eine zumindest teilweise eingeprägte Oberfläche entsteht, wobei die Prägung mit der Dekorlage der Werkstoffplatte übereinstimmt.

[0043] Die Erfindung wird im Weiteren anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 in einer Querschnittsansicht die Oberfläche eines unbearbeiteten Werkstücks und in einer darunter befindlichen Querschnittsansicht die Oberfläche eines mit einem Wasserstrahl strukturierten Werkstücks,
- Fig. 2 in einer Draufsicht eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 3 in einer Draufsicht eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und
- Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0044] Figur 1 zeigt in einer Querschnittsansicht ein Werkstück 1, wobei es sich um ein Pressblech zum Verpressen von Werkstoffen handeln kann, bei welchem es sich typischerweise um ein metallisches Pressblech handelt. Eine zu bearbeitende Oberfläche 2 weist vor der Bearbeitung eine entsprechend dem Herstellungsverfahren übliche Oberflächenrauigkeit 3 auf. Nach erfolgter Vorreinigung des Werkstücks 1 wird durch das erfindungsgemäße Verfahren eine Oberflächenstruktur 4 erzeugt, welche sich durch erhabene Bereiche 5 und tieferliegende Bereiche 6 gemäß der unteren Teilansicht auszeichnet. Sowohl die erhabenen Bereiche 5 als auch die tieferliegenden Bereiche 6 weisen eine Feinstrukturierung 7 auf. Die gesamte Strukturierung der Oberfläche des Werkstückes 1 wird hierbei mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugt, wobei durch entsprechende Steuerung eines Bearbeitungskopfes eine unterschiedliche Abtragung des Materials erfolgt. Die Figur 1 zeigt hierbei eine Feinstrukturierung 7 und eine Grobstrukturierung, welche zur besseren Verdeutlichung schematisch dargestellt wurde, wobei jedoch davon auszugehen ist, dass eine Tiefe von bis zu 500 µm nicht überschritten wird.

[0045] Figur 2 zeigt in einer Draufsicht eine Vorrichtung 20 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Vorrichtung besteht aus einem Wasserbecken 21, in welchem eine Auflageeinrichtung 26 angeordnet ist. In der Auflageeinrichtung 26 befinden sich Aussparungen, in welchen Ansaugmittel 27, bei welchen es sich um Ansaugöffnungen mit einer gummielastischen Dichtung oder Saugglocken handeln kann, angeordnet sind. Dadurch kann das Werkstück, dessen Oberfläche 2 bearbeitet werden soll, flächig auf der Auflageeinrichtung 26 fixiert werden. Die Vorrichtung weist ferner eine Hochdruckpumpeneinheit 22 mit Anschlussleitungen 23 auf. Durch die Anschlussleitungen 23 wird die Hochdruckpumpeneinheit 22 mit Wasser versorgt. Dabei kann es sich um rückgewonnenes Wasser handeln, das zuvor bereits für die Oberflächenstrukturierung des Werkstückes 1 verwendet wurde. Das Wasser wird über ein Wasserführungselement 24 einem Bearbeitungskopf 25 zugeführt. Über einen Abrasivmittel-Anschluss 31 kann dem Bearbeitungskopf 25 ein Abrasivmittel zugeführt werden, welches durch das in der Wasserdüse schnell strömende Wasser in diese eingesogen wird, wodurch aus der Wasserdüse ein Wasser-Abrasivmittel-Strahl austritt. Mithilfe zweier Führungsschienen 29 in x-Richtung wird der Bearbeitungskopf 25 in x-Richtung verfahren. Mithilfe einer weiteren Führungsschiene 30 in y-Richtung, die beweglich an den Führungsschienen 29 in x-Richtung gelagert ist, wird der Bearbeitungskopf 25 in y-Richtung verfahren, der beweglich an der Führungsschiene 30 in y-Richtung angeordnet ist. Bei entsprechender Ausgestaltung der Vorrichtung ist es auch möglich, nur eine Führungsschiene in x-Richtung vorzusehen. Durch die Überlagerung der Bewegungen parallel zu den Führungsschienen 28, 29 ist jede Position (x, y) der Oberfläche 2 durch den Bearbeitungskopf 25 anfahrbar. Die Abtragungstiefe an der Position (x, y) der Oberfläche 2 wird erfindungsgemäß durch die Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes 25 in x- und/oder y-Richtung, den Wasserdruck, den Volumenstrom, die Bestrahlungszeit oder den Abstand zwischen Oberfläche 2 und Bearbeitungskopf 25 gesteuert.

[0046] Figur 3 zeigt in einer Draufsicht eine Vorrichtung 20 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Vorrichtung besteht aus einem Wasserbecken 21, in welchem Tragelemente 28 angeordnet sind. Die Tragelemente 28 können als horizontal orientierte Stege oder vertikal orientierte Platten ausgeführt sein. Auf den Tragelementen 28 kommt das Werkstück zu liegen. Die Vorrichtung weist ferner eine Hochdruckpumpeneinheit 22 mit Anschlussleitungen 23 auf. Ein Wasserführungselement 24 führt das Wasser von der Hochdruckpumpeneinheit 22 zu dem Bearbeitungskopf 25. Mithilfe zweier Führungsschienen 29 in x-Richtung wird der Bearbeitungskopf 25 in x-Richtung verfahren. Mithilfe einer weiteren Führungsschiene 30 in y-Richtung, die beweglich an den Führungsschienen 29 in x-Richtung gelagert ist, wird der Bearbeitungskopf in y-Richtung verfahren. Der Bearbeitungskopf 25 ist beweglich an der Führungs-

schiene 30 in y-Richtung gelagert. Durch die Überlagerung der Bewegungen parallel zu den Führungsschienen 29, 30 ist jede Position (x, y) der Oberfläche 2 durch den Bearbeitungskopf 25 anfahrbar. Um ein Wasser-Abrasivmittel-Strahl verwenden zu können, ist auch bei dieser Ausführungsform der Vorrichtung ein Abrasivmittel-Anschluss 31 vorgesehen. Die Abtragungstiefe an der Position (x, y) der Oberfläche 2 wird erfindungsgemäß durch die Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes 25 in x- und/oder y-Richtung, den Wasserdruck, den Volumenstrom, die Bestrahlungszeit oder den Abstand zwischen Oberfläche 2 und Bearbeitungskopf 25 gesteuert.

[0047] Figur 4 zeigt in einer perspektivischen Ansicht die Ausführungsformen aus den Figuren 2 und 3 einer Vorrichtung 20 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Vorrichtung besteht aus einem Wasserbecken 21. An dem Wasserbecken 21 sind zwei Führungsschienen 29 in x-Richtung angeordnet. Eine Führungsschiene 30 in y-Richtung ist beweglich an den Führungsschienen 29 gelagert. Der Bearbeitungskopf 25 ist beweglich an der Führungsschiene 30 in y-Richtung gelagert, so dass jede Position (x, y) angefahren werden kann. Natürlich können auch zwei an dem Wasserbecken 21 befestigte Führungsschienen in y-Richtung und eine beweglich daran gelagerte Führungsschiene in x-Richtung vorgesehen sein, wobei der Bearbeitungskopf 25 dann beweglich an der Führungsschiene in x-Richtung gelagert ist. Diese und weitere äquivalente Ausgestaltungen der Vorrichtung 20 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind durch die in den Figuren 2 bis 4 gegebenen Konkretisierungen nicht ausgeschlossen.

Bezugszeichenliste

[0048]

1	Werkstück
2	Oberfläche
3	Oberflächenrauigkeit
4	Oberflächenstruktur
5	erhabener Bereich
6	tieferliegender Bereich
7	Feinstrukturierung
20	Vorrichtung
21	Wasserbecken
22	Hochdruckpumpeneinheit
23	Anschlussleitungen
24	Wasserführungselement
25	Bearbeitungskopf
26	Auflageeinrichtung
27	Ansaugmittel
28	Trageelement
29	Führungsschiene in x-Richtung
30	Führungsschiene in y-Richtung
31	Abrasivmittel-Anschluss

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) eines Werkstücks (1) in Form eines metallischen Pressbleches, Endlosbandes oder einer zylindrischen Prägewalze, mithilfe zumindest einer Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf (25), umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen und Verwendung von digitalisierten Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur,
 - Verwendung der digitalisierten Daten zur Positionssteuerung des wenigstens einen Bearbeitungskopfes (25) in einer durch eine x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene oder Nachführung eines Arbeitstisches in der durch eine x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene gegenüber einem ortsfest gehaltenen Bearbeitungskopf (25),
 - Verwendung der z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes (25), wobei die z-Koordinate die Tiefe der 3D-Topografie der Oberflächenstruktur einer Vorlage abbildet und der vorgewählte Abstand von 1 bis 5 mm zwischen zu bearbeitender Oberfläche (2) und Bearbeitungskopf (25) konstant gehalten wird und nachführbar ist,
 - partielles Abtragen der Oberfläche (2) durch den wenigstens einen Bearbeitungskopf (25) zur Reproduktion einer vorbestimmten 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur oder deren Negativ auf einer Oberfläche (2) des Werkstücks (1), wobei die z-Koordinate die Abtragungstiefe bestimmt.
- Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die z-Koordinate der digitalisierten Daten der 3D-Topographie zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes (25) oder Nachführung des Arbeitstisches in x- und/oder y-Richtung, des Wasserdruckes, des Volumenstromes oder der Bestrahlungszeit verwendet wird.
- Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Bearbeitungsköpfe (25) zur Bearbeitung in einer Koordinatenrichtung in einer Ebene eingesetzt werden und gemeinsam in Richtung der weiteren Koordinate fortbewegt werden oder eine Nachführung des Arbeitstisches erfolgt.
- Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

- dass** die Wasserstrahlvorrichtung zumindest aus einer Hochdruckpumpeneinheit (22), wenigstens einem Wasserführungselement (24) und wenigstens einem Bearbeitungskopf (25) mit Wasserdüse besteht.
5. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass mithilfe der Wasserdüse der Wasserstrahlvorrichtung eine Abtragung der zu bearbeitenden Oberfläche (2) bis zu einer Tiefe von 500 µm erfolgt.
6. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wasserdüse in einem vorgewählten Abstand zu der zu bearbeitenden Oberfläche (2) von 1,5 mm bis 2,5 mm nachgeführt wird.
7. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wasserstrahl aus der Wasserdüse unter einem Winkel zu einer durch die x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene auf die Oberfläche (2) senkrecht auf die herzustellende Strukturwandung auftrifft.
8. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wasserstrahl mithilfe einer Wasserdüse oder Wassermikrodüse auf einen Durchmesser von 0,05 mm bis 2,0 mm oder 0,10 mm bis 0,40 mm einstellbar ist.
9. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bearbeitungskopf (25) entlang dreier Achsen translatorisch bewegbar geführt wird und um drei Achsen oder zwei Achsen rotiert wird oder die Orientierung des Wasserstrahls durch Steuerung des Bearbeitungskopfes (25) wenigstens zeitweise fortlaufend derart variiert wird, dass sich der Wasserstrahl auf einem Kegelmantel bewegt.
10. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wasserstrahlvorrichtung mit einer Hochdruckpumpeneinheit (22) von 1.200 bis 4.100 Bar eingesetzt wird.
11. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
- dass** die Wasserstrahlvorrichtung ohne oder mit abrasivem Mittel betrieben wird.
12. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Oberflächenstruktur (4) unabhängig eines sich wiederholenden Raports in Teilbereiche unterteilt wird, welche jeweils sequentiell von einer Wasserstrahlvorrichtung bearbeitet werden oder zumindest teilweise von mehreren Wasserstrahlvorrichtungen parallel bearbeitet werden, wobei die Teilbereiche einander überlappen können.
13. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Grenzen der Teilbereiche frei wählbar oder in derart festgelegt werden, dass die Grenzen mit unbearbeiteten Bereichen der Oberfläche (2) zusammenfallen.
14. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die festgelegten Teilbereiche in Abhängigkeit der verwendeten Wasserstrahlvorrichtung eine Kantenlänge von 10 cm bis 800 cm oder 50 cm bis 500 cm aufweisen.
15. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 12, 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die festgelegten Teilbereiche mit einem Bearbeitungskopf (25) und einer zugehörigen Wasserdüse unter Wasser bearbeitet werden.
16. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf der Oberfläche (2) Messpunkte vorgesehen sind, welche eine jederzeitige Kontrolle der Position des Bearbeitungskopfes (25) erlauben, so dass eine Korrektursteuerung einsetzbar ist oder ein unterbrochener Bearbeitungsvorgang fortgesetzt wird.
17. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
gekennzeichnet durch die Verwendung von digitalisierten Daten einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur, die natürlich gewachsenen Rohstoffen, wie Holzoberflächen, oder natürlicher Mineralien, wie Natursteinoberflächen, oder künstlich hergestellter Strukturen, wie keramischer Oberflächen, nachgebildet ist.
18. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur

- (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines 3D-Scanners zur Erfassung der digitalisierten Daten, welcher mithilfe umlenkbarer Spiegel die gesamte 3D-Topographie der Oberflächenstruktur der Vorlage naturgetreu erfasst oder **durch** Abtasten der gesamten Oberflächenstruktur der Vorlage mithilfe eines **durch** zumindest einen Spiegel umgelenkten Laserstrahls und der hieraus erhaltenen Reflexionen erfasst, oder **gekennzeichnet durch** die Verwendung von Graustufenbildern zur Erstellung einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur.
19. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach Anspruch 18, **gekennzeichnet durch** eine Konvertierung der erfassten digitalen Daten **durch** Interpolation und Datenreduktion zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes (25) in x- und/oder y-Richtung, des Wasserdruckes, des Volumenstromes, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen zu bearbeitender Oberfläche (2) und Bearbeitungskopf (25).
20. Vorrichtung (20) zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 19, umfassend zumindest eine Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf (25) und einer Schlittenführung auf Führungsschienen (29, 30) zur Bewegung des zumindest einen Bearbeitungskopfes (25) in eine beliebige Position innerhalb einer durch eine x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene oder Nachführung eines Arbeitstisches gegenüber einem ortsfest gehaltenen Bearbeitungskopf (25) sowie unabhängige Antriebselemente zum Anfahren einer Position und eine Steuereinheit, welche zur Positionierung des Bearbeitungskopfes (25) oder des Arbeitstisches vorgesehen ist, wobei die Ansteuerung der x- und y-Koordinaten durch vorgegebene digitalisierte Daten einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur erfolgt und die z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes (25) verwendet wird, wobei die z-Koordinate die Tiefe der 3D-Topographie bestimmt und der vorgewählte Abstand von 1 bis 5 mm zwischen zu bearbeitender Oberfläche (2) und Bearbeitungskopf (25) konstant und nachführbar ist und mithilfe des wenigstens einen Bearbeitungskopfes (25) die Oberfläche (2) eines Werkstücks (1) in Form eines Pressbleches oder Endlosbandes partiell abtragbar ist, **gekennzeichnet durch** eine Auflageeinrichtung (26) für die zu bearbeitenden Materialien, wobei die Auflageeinrichtung (26) eine ebene Planfläche aufweist, welche in eine Vielzahl von Teilflächen unterteilt ist und innerhalb der Teilflächen über Ansaugmittel (27) für eine Vakuumsaugereinrichtung verfügt.
21. Vorrichtung (20) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die z-Koordinate der digitalisierten der 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit des Bearbeitungskopfes (25) oder Nachführung des Arbeitstisches in x- und/oder y-Richtung, des Wasserdruckes, des Volumenstromes, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen zu bearbeitender Oberfläche (2) und Bearbeitungskopf (25) einsetzbar ist.
22. Vorrichtung (20) nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein oder mehrere Bearbeitungsköpfe (25) in einer Koordinatenrichtung in der Ebene angeordnet und gemeinsam in Richtung der weiteren Koordinate verfahrbar sind.
23. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wasserstrahlvorrichtung zumindest aus einer ortsfest angeordneten Hochdruckpumpeneinheit (22) mit Anschlussleitungen (23) zu einem beweglichen Bearbeitungskopf (25) mit Wasserführungselement (24) und wenigstens einer Wasserdüse besteht.
24. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Bearbeitungskopf (25) der Wasserstrahlvorrichtung in einem Abstand von 1,5 mm bis 2,5 mm gegenüber der Oberfläche (2) nachführbar und durch eine Steuereinheit steuerbar angeordnet ist, und/oder dass der Bearbeitungskopf (25) entlang dreier Achsen translatorisch bewegbar geführt ist und um zumindest zwei Achsen rotierbar ist oder die Orientierung des Wasserstrahls wenigstens zeitweise fortlaufend derart variierbar ist, dass sich der Wasserstrahl auf einem Kegelmantel bewegt.
25. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Bearbeitungskopf (25) der Wasserstrahlvorrichtung über zumindest einen Höhen- und/oder einen Kollisionsschutzsensor verfügt.
26. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wasserstrahlvorrichtung mit oder ohne abrasivem Mittel betrieben wird, und/oder über einen geschlossenen Wasserkreislauf mit Filteranlagen zum Herausfiltern der abrasiven Mittel und der abgetragenen Werkstückpartikel verfügt.

27. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wasserstrahl aus der Wasserdüse unter einem Winkel zu einer durch die x- und y-Koordinate aufgespannten Ebene auf die zu bearbeitende Oberfläche (2) senkrecht auf die Strukturwandung einer zu bearbeitenden Oberfläche (2) auftrifft. 5
28. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wasserstrahlvorrichtung über zumindest eine Hochdruckpumpeinheit (22) verfügt, die einen Wasserstrahl mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von bis zu 1000 Metern pro Sekunde erzeugt. 10
29. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 20 bis 28,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wasserdüse oder Wassermikrodüse des wenigstens einen Bearbeitungskopfes (25) zumindest teilweise aus monokristallinem oder polykristallinem Diamant oder aus einem Material, das im Wesentlichen aus Al_2O_3 besteht. 20 25

Claims

1. Method for manufacturing a surface structure (4) of a workpiece (1) in the form of a metallic pressing plate, a continuous belt, or a cylindrical embossing roller, with the aid of at least one water jet device with a machining head (25), comprising the steps of:
 - providing and using digitalized data of a 3D-topography of a surface structure,
 - using said digitalized data for the position control of the at least one machining head (25) in a plane spanned by an x- and a y-coordinate or tracking a worktable in the plane spanned by an x- and a y-coordinate opposite a stationarily held machining head (25),
 - using the z-coordinate for controlling the machining head (25), where the z-coordinate images the depth of the 3D-topography of the surface structure of a model and the preselected distance of 1 to 5 mm between the surface (2) to be machined and the machining head (25) is held constant and is trackable,
 - partially removing the surface (2) with the at least one machining head (25) for the reproduction of a predetermined 3D-topography of a surface structure or its negative on a surface (2) of the workpiece (1), the z-coordinate determining the depth of removal.
2. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 1, **characterized in that** the z-coordinate of the digitalized data of the 3D-topography is used for controlling the advance speed of the machining head (25) or tracking the worktable in the x- and/or y-direction, the water pressure, the flow rate or the spattering time.
3. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 1 or 2, **characterized in that** several machining heads (25) are employed for machining in a plane in a coordinate direction and are together moved forward in the direction of the other coordinate, or a tracking of the worktable is accomplished.
4. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the water jet device is composed of at least one jetting pump unit (22), at least one water guiding element (24) and at least one machining head (25) with a water nozzle.
5. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** with the aid of the water nozzle of the water jet device, a removal of the surface (2) to be machined is effected down to a depth of 500 μm .
6. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the water nozzle is tracked at a preselected distance to the surface (2) to be machined of 1.5 mm to 2.5 mm.
7. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the water jet strikes the surface (2) perpendicularly on the structure walls to be manufactured from the water nozzle at an angle to the plane spanned by the x- and y-coordinates.
8. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the water jet can be adjusted to a diameter of 0.05 mm to 2.0 mm or 0.10 mm to 0.40 mm by means of a water nozzle or water micronozzle.
9. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 8, **characterized in that** the machining head (25) is guided to be translationally movable along three axes and is rotated about three axes or two axes, or the orientation of the water jet is varied by controlling the machining head (25) at least temporarily continuously such that the water jet moves on an envelope of cone.
10. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 9, **characterized in that** the water jet device is employed with a jetting

pump unit (22) of 1,200 to 4,100 bar.

11. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 10, **characterized in that** the water jet device is operated without or with abrasive means.
12. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 11, **characterized in that** the surface structure (4) is divided into partial areas, independent of a repeating register round of pattern, which are each sequentially machined by one water jet device or are at least partially machined in parallel by several water jet devices, where the partial areas may overlap.
13. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 12, **characterized in that** the borders of the partial areas are arbitrarily selectable or fixed such that the borders coincide with non-machined areas of the surface (2).
14. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 12 or 13, **characterized in that** the fixed partial areas have an edge length of 10 cm to 800 cm or 50 cm to 500 cm depending on the water jet device used.
15. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 12, 13 or 14, **characterized in that** the fixed partial areas are machined with a machining head (25) and a corresponding water nozzle under water.
16. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 15, **characterized in that** test points are provided on the surface (2) which permit to control the position of the machining head (25) at any time, so that a correction control may be employed or an interrupted machining operation is continued.
17. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 16, **characterized by** the use of digitalized data of a 3D-topography of a surface structure which imitates naturally grown raw materials, such as wood surfaces, or natural minerals, such as natural stone surfaces, or artificially manufactured structures, such as ceramic surfaces.
18. Method for manufacturing a surface structure (4) according to one of claims 1 to 17, **characterized by** the use of a 3D-scanner for capturing the digitalized data, which faithfully captures the complete 3D-topography of the surface structure of the model with the aid of deflectable mirrors, or captures it by scanning the complete surface structure of the model with the aid of a laser beam deflected by at least one

mirror and the reflections obtained therefrom, or **characterized by** the use of grayscale images for establishing a 3D-topography of a surface structure.

19. Method for manufacturing a surface structure (4) according to claim 18, **characterized by** a conversion of the captured digital data by interpolation and data reduction for controlling the advance speed of the machining head (25) in the x- and/or y-direction, the water pressure, the flow rate, the spattering time or the distance between the surface (2) to be machined and the machining head (25).
20. Device (20) for using the method according to one of claims 1 to 19, comprising at least one water jet device having a machining head (25) and a carriage guide on guide rails (29, 30) for moving the at least one machining head (25) to any position within a plane spanned by an x- and y-coordinate or tracking a worktable opposite a stationarily held machining head (25) and independent drive elements for driving to a position, and a control unit which is provided for positioning the machining head (25) or the worktable, wherein the drive to the x- and y-coordinates is effected by given digitalized data of a 3D-topography of a surface structure and the z-coordinate is used for controlling the machining head (25), wherein the z-coordinate determines the depth of the 3D-topography, and the preselected distance of 1 to 5 mm between the surface (2) to be machined and the machining head (25) is constant and trackable, and by means of the at least one machining head (25), the surface (2) of a workpiece (1) in form of a pressing plate or a continuous belt is partially removable, **characterized by** a support device (26) for the materials to be machined, wherein the support device (26) comprises a plane end face which is divided into a plurality of partial surfaces and has, within the partial surfaces, vacuum means (27) for a vacuum suction apparatus.
21. Device (20) according to claim 20, **characterized in that** the z-coordinate of the digitalized 3D-topography of a surface structure may be employed for controlling the advance speed of the machining head (25) or tracking the worktable in the x- and/or y-direction, the water pressure, the flow rate, the spattering time or the distance between the surface (2) to be machined and the machining head (25).
22. Device (20) according to claim 20 or 21, **characterized in that** one or several machining heads (25) are arranged in a coordinate direction in the plane and may be moved together in the direction of the other coordinate.
23. Device (20) according to one of claims 20 to 22, **char-**

acterized in that the water jet device consists at least of one stationarily arranged jetting pump unit (22) with supply lines (23) to a movable machining head (25) with a water guiding element (24) and at least one water nozzle.

24. Device (20) according to one of claims 20 to 23, **characterized in that** the machining head (25) of the water jet device is trackable at a distance of 1.5 mm to 2.5 mm with respect to the surface (2) and is arranged to be controllable by a control unit, and/or that the machining head (25) is guided to be translationally movable along three axes and rotatable about at least two axes, or the orientation of the water jet is at least temporarily continuously variable such that the water jet moves on an envelope of cone.

25. Device (20) according to one of claims 20 to 24, **characterized in that** the machining head (25) of the water jet device has at least one height and/or one collision protection sensor.

26. Device (20) according to one of claims 20 to 25, **characterized in that** the water jet device is operated with or without abrasive means and/or has a closed water cycle with filtering installations for filtering out the abrasive means and the removed workpiece particles.

27. Device (20) according to one of claims 20 to 26, **characterized in that** the water jet strikes the surface (2) to be machined perpendicularly on the structure walls of a surface (2) to be machined from the water nozzle at an angle to the plane spanned by the x- and y-coordinates.

28. Device (20) according to one of claims 20 to 27, **characterized in that** the water jet device has at least one jetting pump unit (22) which generates a water jet with a propagation speed of up to 1000 meters per second.

29. Device (20) according to one of claims 20 to 28, **characterized in that** the water nozzle or water micro-nozzle of the at least one machining head (25) is at least partially composed of monocrystalline or polycrystalline diamond or of a material essentially consisting of Al_2O_3 .

Revendications

1. Procédé pour la production d'une structure de surface (4) d'une pièce (1) sous forme d'une tôle pressée métallique, d'une bande sans fin ou d'un cylindre de gaufrage cylindrique, à l'aide d'au moins un dispositif à jet d'eau présentant une tête d'usinage (25), comprenant les étapes suivantes :

- fournir et utiliser des données numérisées d'une topographie 3D d'une structure de surface,
- utiliser des données numérisées pour commander la position d'au moins une tête d'usinage (25) dans un plan défini par des coordonnées x et y ou guider avec précision une table de travail dans le plan défini par des coordonnées x et y par rapport à une tête d'usinage (25) retenue fixe,
- utiliser la coordonnée z pour commander la tête d'usinage (25), la coordonnée z représentant la profondeur de la topographie 3D d'une structure de surface d'un modèle et la distance présélectionnée de 1 à 5 mm entre la surface (2) à usiner et la tête d'usinage (25) étant maintenue constante et pouvant être guidée avec précision,
- enlever partiellement la surface (2) par l'intermédiaire d'au moins une tête d'usinage (25) pour reproduire une topographie 3D prédéterminée d'une structure de surface ou son négatif sur une surface (2) de la pièce (1), la coordonnée z déterminant la profondeur d'enlèvement.

2. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

la coordonnée z des données numérisées de la topographie 3D est utilisée pour commander la vitesse d'avance de la tête d'usinage (25) ou guider avec précision la table de travail dans la direction x et/ou y, la pression d'eau, le débit volumétrique ou la durée d'exposition aux rayonnements.

3. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que

plusieurs têtes d'usinage (25) sont utilisées pour usiner dans un plan dans une direction de coordonnée et déplacées ensemble en direction de l'autre coordonnée ou un guidage avec précision de la table de travail a lieu.

4. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que

le dispositif à jet d'eau est constitué d'au moins une unité de pompe à haute pression (22), d'au moins un élément de conduite de l'eau (24) et d'au moins une tête d'usinage (25) présentant une buse à eau.

5. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce qu'

un enlèvement de la surface (2) à usiner a lieu jusqu'à une profondeur de 500 μm à l'aide de la buse à eau du dispositif à jet d'eau.

6. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la buse à eau est guidée avec précision à une distance présélectionnée de la surface (2) à usiner de 1,5 mm à 2,5 mm. 5
7. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le jet d'eau sortant de la buse à eau entre en contact avec la surface (2) de manière perpendiculaire à la paroi de la structure à fabriquer à un angle d'un plan défini par les coordonnées x et y. 10
8. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le jet d'eau est réglable sur un diamètre de 0,05 mm à 2,0 mm ou de 0,10 mm à 0,40 mm à l'aide d'une buse à eau ou d'une microbuse à eau. 20
9. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la tête d'usinage (25) peut être soumise à un mouvement de translation le long de trois axes et est entraînée en rotation autour de trois ou deux axes ou l'orientation du jet d'eau varie au moins temporairement de façon continue par la commande de la tête d'usinage (25) de telle manière que le jet d'eau se déplace sur une enveloppe conique. 25
10. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le dispositif à jet d'eau est utilisé avec une unité de pompe à haute pression (22) de 1.200 à 4.100 bar. 30
11. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le dispositif à jet d'eau fonctionne avec ou sans moyens abrasifs. 35
12. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** la structure de surface (4) est subdivisée, indépendamment d'un rapport répétitif, en zones partielles qui sont respectivement usinées séquentiellement par un dispositif à jet d'eau ou usinées parallèlement au moins partiellement par plusieurs dispositifs à jet d'eau, les zones partielles pouvant se chevaucher. 40
13. Procédé pour produire une structure de surface selon la revendication (4) **caractérisé en ce que** les limites des zones partielles peuvent être sélectionnées librement ou définies de telle manière que les limites coïncident avec les zones non usinées de la surface (2). 45
14. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** les zones partielles définies présentent une longueur d'arête de 10 cm à 800 cm ou de 50 cm à 500 cm en fonction du dispositif à jet d'eau utilisé. 50
15. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon la revendication 12, 13 ou 14, **caractérisé en ce que** les zones partielles définies sont usinées sous l'eau avec une tête d'usinage (25) et une buse à eau associée. 55
16. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** sur la surface (2) sont prévus des points de mesure qui permettent un contrôle à tout moment de la position de la tête d'usinage (25), de sorte qu'une commande de correction puisse être utilisée ou qu'une opération d'usinage interrompue soit poursuivie.
17. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'utilisation de données numérisées d'une topographie 3D d'une structure de surface qui reproduit des matières premières naturelles, comme les surfaces en bois, ou des minéraux naturels, comme les surfaces en pierre naturelle, ou des structures artificielles, comme les surfaces céramiques.
18. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce qu'il** comprend l'utilisation d'un scanner 3D pour saisir les données numérisées, qui saisit fidèlement toute la topographie 3D de la structure de surface du modèle à l'aide d'un miroir pouvant être dévié ou saisit par balayage toute la structure de surface du modèle à l'aide d'un faisceau laser dévié par au moins un miroir et des réflexions qui en découlent, ou **en ce qu'il** comprend l'utilisation d'images en niveaux de gris pour créer une topographie 3D d'une structure de surface.
19. Procédé pour produire une structure de surface (4) selon la revendication 18, **caractérisé en ce qu'il** comprend une conversion des données numérisées saisies par interpolation et réduction des données pour commander la vitesse d'avance de la tête d'usinage (25) dans la direction x et/ou y, la pression d'eau, le débit volumétrique, la

durée d'exposition aux rayonnements ou la distance entre la surface (2) à usiner et la tête d'usinage (25).

20. Dispositif (20) pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, comprenant au moins un dispositif à jet d'eau présentant une tête d'usinage (25) et un dispositif de guidage de chariot sur des rails de guidage (29, 30) pour déplacer au moins une tête d'usinage (25) dans une position quelconque dans un plan défini par des coordonnées x et y ou guider avec précision une table de travail par rapport à une tête d'usinage (25) retenue fixe ainsi que des éléments d'entraînement indépendants pour arriver dans une position et une unité de commande qui est prévue pour positionner la tête d'usinage (25) ou la table de travail, selon lequel le contrôle des coordonnées x et y par les données numérisées prédéterminées d'une topographie 3D d'une structure de surface a lieu et la coordonnée z pour commander la tête d'usinage (25) est utilisée, la coordonnée z déterminant la profondeur de la topographie 3D et la distance présélectionnée de 1 à 5 mm entre la surface (2) à usiner et la tête d'usinage (25) étant constante et pouvant être guidée avec précision et la surface (2) d'une pièce (1) sous forme d'une tôle pressée ou d'une bande sans fin pouvant être partiellement enlevée à l'aide d'au moins une tête d'usinage (25), **caractérisé en ce qu'il** comprend un dispositif d'appui (26) pour les matières à usiner, le dispositif d'appui (26) présentant une surface lisse et plane qui est subdivisée en une pluralité de surfaces partielles et dispose, dans les surfaces partielles, de moyens d'aspiration (27) pour un dispositif d'aspiration sous vide.
21. Dispositif (20) selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la coordonnée z de la topographie 3D numérisée d'une structure de surface peut être utilisée pour commander la vitesse d'avance de la tête d'usinage (25) ou guider avec précision la table de travail dans la direction x et/ou y, la pression d'eau, le débit volumétrique, la durée d'exposition aux rayonnements ou la distance entre la surface (2) à usiner et la tête d'usinage (25).
22. Dispositif (20) selon la revendication 20 ou 21, **caractérisé en ce que** une ou plusieurs têtes d'usinage (25) sont agencées dans le plan dans une direction de coordonnée et peuvent être déplacées ensemble en direction de l'autre coordonnée.
23. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 22, **caractérisé en ce que** le dispositif à jet d'eau est constitué d'au moins une unité de pompe à haute pression (22) agencée de

façon fixe présentant des câbles de raccordement (23) à une tête d'usinage mobile (25) présentant un élément de conduite de l'eau (24) et d'au moins une buse à eau.

24. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 23, **caractérisé en ce que** la tête d'usinage (25) du dispositif à jet d'eau peut être guidée à une distance de 1,5 mm à 2,5 mm par rapport à la surface (2) et est agencée de façon à pouvoir être commandée par une unité de commande, et/ou **en ce que** la tête d'usinage (25) peut être soumise à un mouvement de translation le long de trois axes et est entraînée en rotation autour d'au moins deux axes ou l'orientation du jet d'eau varie au moins temporairement de façon continue par la commande de la tête d'usinage (25) de telle manière que le jet d'eau se déplace sur une enveloppe conique.
25. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 24, **caractérisé en ce que** la tête d'usinage (25) du dispositif à jet d'eau dispose d'au moins un détecteur de hauteur et/ou d'un détecteur anti-collision.
26. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 25, **caractérisé en ce que** le dispositif à jet d'eau fonctionne avec ou sans moyens abrasifs, et/ou dispose d'un circuit d'eau fermé présentant des systèmes de filtrage pour filtrer les moyens abrasifs et les particules enlevées sur la pièce.
27. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 26, **caractérisé en ce que** le jet d'eau sortant de la buse à eau entre en contact avec la surface (2) à usiner de manière perpendiculaire à la paroi de la structure d'une surface (2) à usiner à un angle d'un plan défini par les coordonnées x et y.
28. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 27, **caractérisé en ce que** le dispositif à jet d'eau dispose d'au moins une unité de pompe à haute pression (22) qui produit un jet d'eau avec une vitesse de propagation pouvant aller jusqu'à 1.000 mètres par seconde.
29. Dispositif (20) selon l'une quelconque des revendications 20 à 28, **caractérisé en ce que** la buse à eau ou la microbuse à eau d'au moins une tête d'usinage (25) est constituée au moins partiellement d'un diamant monocristallin ou polycristallin ou d'un matériau constitué essentiellement de Al_2O_3 .

Fig. 1

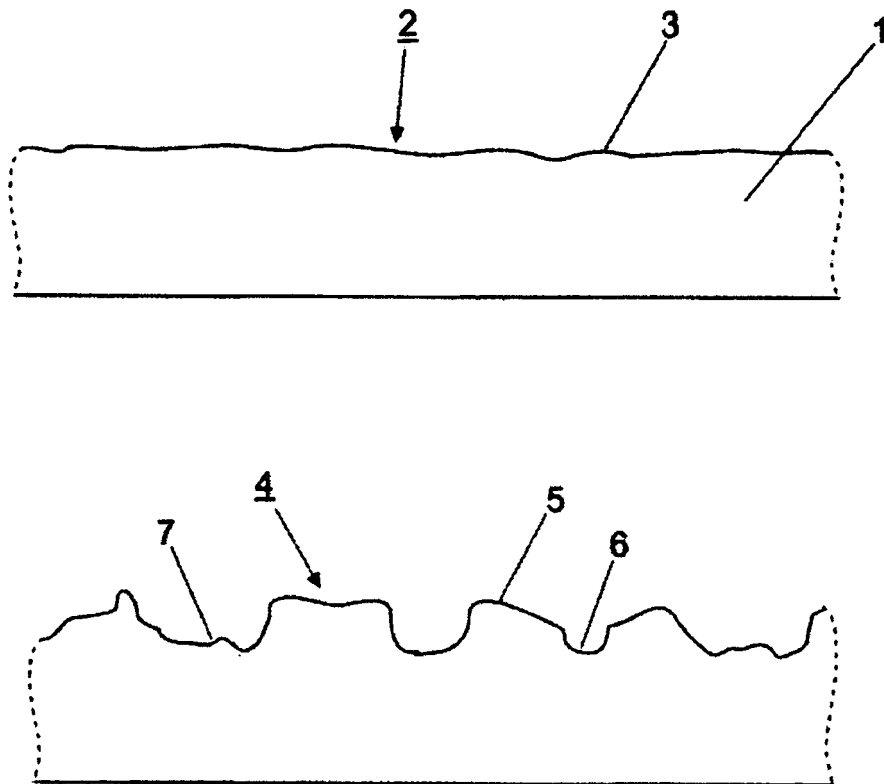


Fig. 2

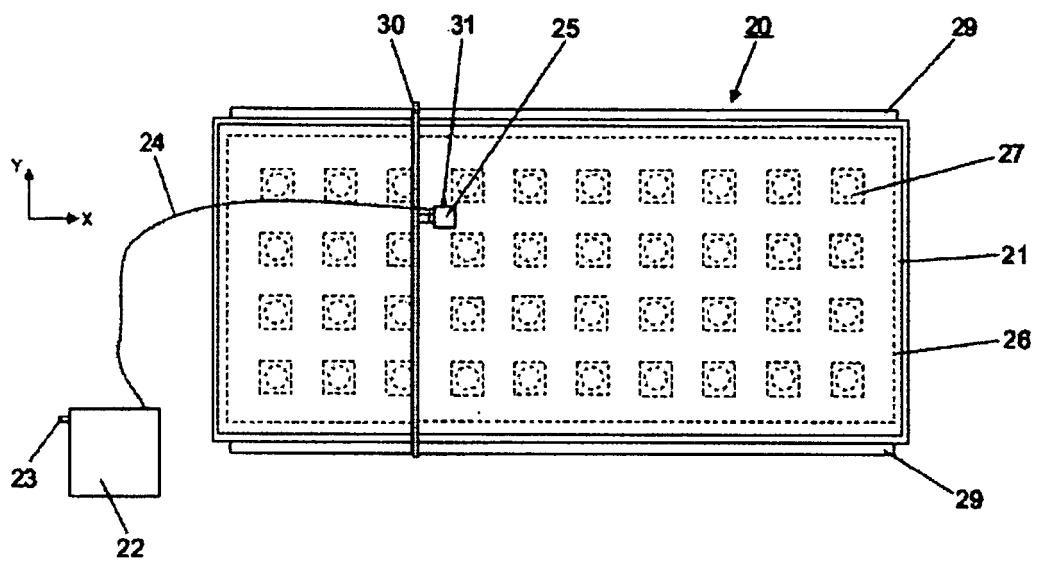


Fig. 3

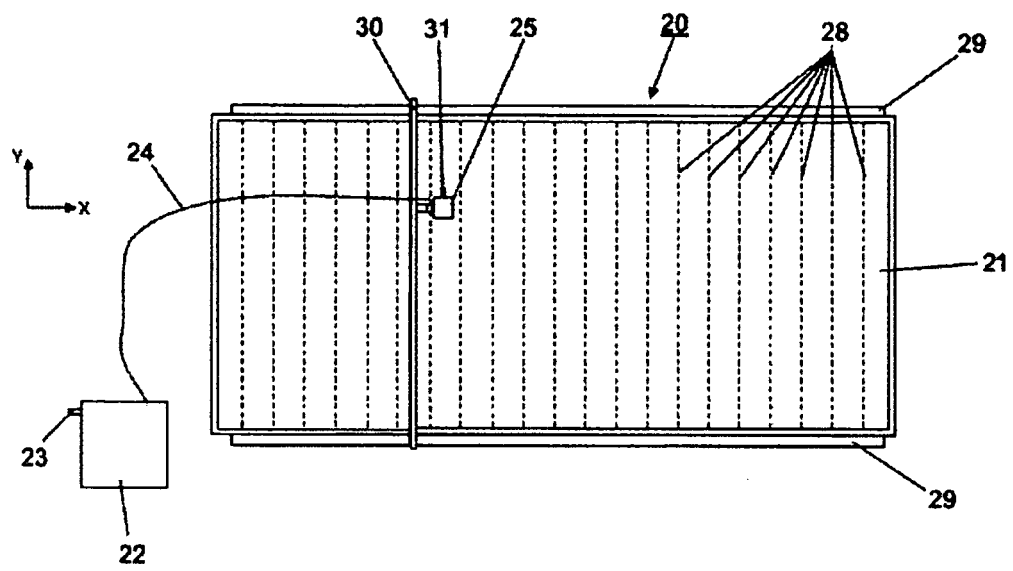
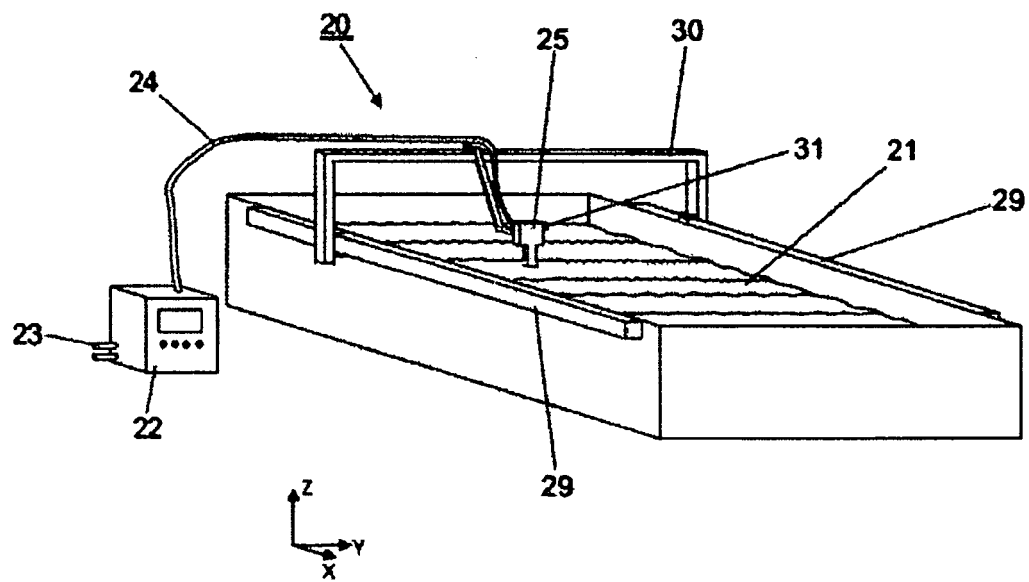


Fig. 4



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

- EP 1541287 A1 [0008]
- DE 112004002175 T2 [0009]