



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.01.2014 Patentblatt 2014/01

(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**

(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
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

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

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

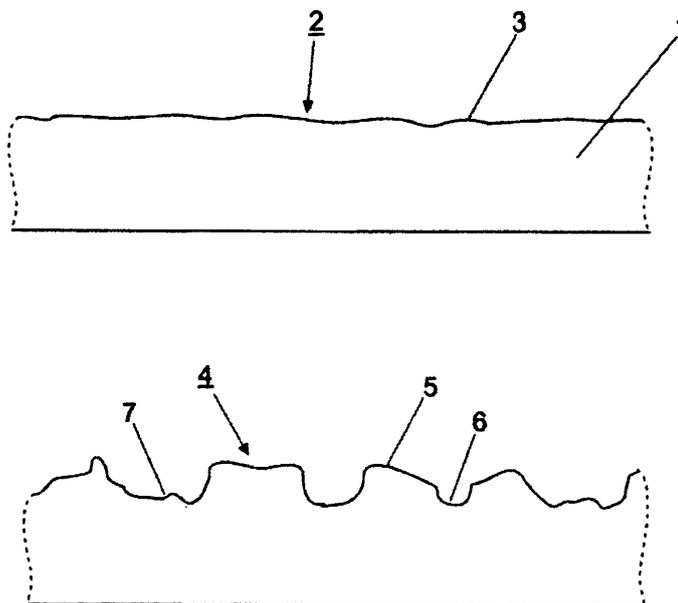
(71) Anmelder: **Hueck Rheinische GmbH**
41747 Viersen (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur mit einer Wasserstrahlvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur 4 eines Werkstücks 1, insbesondere Pressteils, wie ein metallisches Pressblech, Endlosband oder eine zylindrische Prägewalze, mit Hilfe zumindest einer Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf 25. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht in umweltfreundlicher und kostengünstiger Weise die Bearbeitung von Werkstückoberflächen 2, wie Pressteilen, derart, dass die Nachbildung der 3D-Topo-

graphie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage oder deren Negativ erfolgt. Die Oberfläche 2 des Werkstückes 1 wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels einer Wasserstrahlvorrichtung partiell abgetragen. Mit den so bearbeiteten Pressteilen können zum Beispiel verschiedene Werkstoffe, wie Spanplatten mit Auflagefolien, verpresst werden, wobei eine Reproduktion der 3D-Topographie der Oberflächenstruktur der Vorlage auf der Oberfläche des verpressten Werkstoffes 1 erfolgt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur eines Werkstücks, insbesondere eines Pressteils, wie einem metallischen Pressblech, Endlosband oder eine zylindrische 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 Dekorlage 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 Qualitätsstandard 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 lichtempfindlichen Schicht immer exakt in der gleichen Position relativ zur fotoempfindlichen Schicht positioniert werden muss. Es können mehrere Belichtungs- und Ätzvorgänge 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 Ätzvorgänge erzeugt werden soll und hierzu mehrere Masken nacheinander aufgetragen werden müssen, wobei zwischen jeder Maskenauftragung ein Ätzworgang 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 Ätzung der Oberfläche erfolgen kann. Auch bei diesem Verfahren sind jedoch eine Reihe von Ätzprozessen erforderlich.

[0007] Allgemein ist die Strukturierung von Oberflächen von Pressblechen mithilfe von Ätzprozessen 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 Prägewalzen, 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 Ätzprozesse hergestellten Pressteile.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren anzugeben,

mit dem die Oberfläche eines Pressteils, insbesondere von metallischen Pressblechen, Endlosbändern oder zylindrischen Prägewalzen bearbeitet und dabei eine umweltfreundliche und kostengünstige Technik angewendet werden kann. Die Geometrie der Pressteile ist jedoch nicht auf Pressbleche, Endlosbänder oder zylindrische Prägewalzen beschränkt. Es können auch quaderförmige Pressteile verwendet werden, deren Außenflächen wahlweise mit dem erfindungsgemäßen Verfahren strukturiert werden können, um dann die Verpressung eines Werkstoffes mit Hilfe dieser Außenflächen vorzunehmen. So können auf den Außenflächen des quaderförmigen Pressteils verschiedene Oberflächenstrukturierungen vorgesehen sein, so dass ein Umstellen der zu verpressenden Oberflächenstrukturierung von einer Oberflächenstrukturierung auf eine andere durch eine Änderung der Orientierung des quaderförmigen Pressteils leicht möglich ist.

[0009] Erfindungsgemäß ist zur Lösung der Verfahrensaufgabe vorgesehen, dass die Herstellung einer Oberflächenstruktur eines Pressteils, insbesondere eines metallischen Pressbleches, Endlosbandes oder einer zylindrischen Prägewalze 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 Höhe der 3D-Topografie der Oberflächenstruktur einer Vorlage abbildet,
- partielles Abtragen der Oberfläche durch den wenigstens einen Bearbeitungskopf zur Reproduktion einer vorbestimmten 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage oder deren Negativ auf einer Oberfläche eines Werkstücks, wobei die z-Koordinate die Abtragungstiefe bestimmt.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] 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 Ätzworgang verzichtet werden kann, es sei

denn, dass eine Nachätzung nach Herstellung der Oberflächenstruktur mittels Wasserstrahls zur Abrundung der Kanten gewünscht wird.

[0012] Darüber hinaus kann ein einen 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.

[0013] 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 erfolgen, wobei der Bearbeitungskopf der Wasserstrahlvorrichtung oder die mehreren Bearbeitungsköpfe der Wasserstrahlvorrichtung ortsfest gehalten sind.

[0014] 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.

[0015] 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 Schneidverfahren, 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.

[0016] 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 Ätzvorgang entbehrlich ist und dieser nur dann durchgeführt zu werden braucht, wenn beispielsweise entstandene Kanten zusätzlich abgerundet werden müssen.

[0017] 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 Bedienungs-personals auf ein Minimum beschränkt werden kann. Als weiterer wesentlicher Vorteil ist der Verzicht auf aufwändige, kostenintensive und umweltbelastende Ätzverfahren zu

nennen.

[0018] In Abhängigkeit der gewünschten Tiefe der auf der Oberfläche des Werkstückes, insbesondere Pressteils, 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.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens 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 Pressteils, auftritt und dabei insbesondere unter einem Winkel von 90 Grad auf die herzustellende Strukturwandung auftritt, 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.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung einer Oberflächenstruktur wird die Oberflächenstruktur unabhängig eines sich wiederholenden Rapports 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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 Reflektionen erfasst. Zur Oberflächenstrukturierung können die digitalisierten Daten zur Festlegung einer 3D-Topographie 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.

[0029] 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 γ -Richtung, des Wasserdrucks, des Volumenstroms, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen der zu bearbeitenden Oberfläche und dem Bearbeitungskopf konvertiert werden.

[0030] 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 γ -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.

[0031] Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Ansteuerung der x- und γ -Koordinaten durch vorgegebene digitalisierte Daten einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage erfolgt und die z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes verwendet wird, wobei die z-Koordinate die Höhe der 3D-Topographie abbildet und mithilfe des wenigstens einen Bearbeitungskopfes die Oberfläche partiell abtragbar ist. Dabei erfolgt eine Reproduktion der 3D-Topographie oder deren Negativ auf der Oberfläche eines Werkstückes.

[0032] Gemäß dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren wird die z-Koordinate der digitalisierten 3D-Topographie 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung 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 y-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, Tragelemente wie zum Beispiel Stege in dem Wasserbecken anzuordnen, auf welchen das Werkstück zu liegen kommt.

[0041] Letztendlich betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung eines Werkstücks, insbesondere eines metallischen Pressbleches, Endlosbandes oder einer zylindrischen Prägwalze, hergestellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Verpressen und/oder Prägen von Werkstoffplatten mit einer naturgetreuen strukturierten Oberfläche bis zu einer Tiefe von 500 μm , wobei für die Ansteuerung der x- und y-Koordinate vorgegebene digitalisierte Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage verwendet werden und die z-Koordinate, die die Höhe der 3D-Topografie abbildet, zur Steuerung der Vortriebsgeschwindigkeit

des wenigstens einen Bearbeitungskopfes in x-und/oder y-Richtung, des Wasserdruckes, des Volumenstromes, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen zu bearbeitender Oberfläche und Bearbeitungskopf verwendet wird, wobei die Oberfläche partiell bearbeitet und eine Reproduktion einer vorbestimmten 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage durch Abtragung des Materials erfolgt.

[0042] Unter Verwendung der Verfahrensmerkmale sowie einer zur Durchführung des Verfahrens erforderlichen Vorrichtung werden Werkstoffplatten hergestellt, die sich dadurch auszeichnen, dass eine zumindest teilweise strukturierte Oberfläche vorhanden ist.

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

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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 Führungsschiene 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.

[0049] 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

[0050]

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), insbesondere eines Pressteils, wie ein metallisches Pressblech, Endlosband oder eine zylindrische Prägewalze, mithilfe zumindest einer Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf (25), umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen und Verwendung von digitalisierten Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage,
 - 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 eines ortsfest gehaltenen Bearbeitungskopfes (25),
 - Verwendung der z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes (25), wobei die z-Koordinate die Höhe der 3D-Topografie der Oberflächenstruktur einer Vorlage abbildet,
 - partielles Abtragen der Oberfläche (2) durch den wenigstens einen Bearbeitungskopf (25) zur Reproduktion einer vorbestimmten 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage oder deren Negativ auf einer Oberfläche (2) eines 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) in x- und/oder y-Richtung, des Wasserdruckes, des Volumenstromes, der Bestrahlungszeit oder des Abstandes zwischen zu bearbeitender Oberfläche (2) und Bearbeitungskopf (25) 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 und/oder dass die Wasserstrahlvorrichtung zumindest aus einer Hochdruckpumpeneinheit (22), wenigstens einem Wasserführungselement (24) und wenigstens einem Bearbeitungskopf (25) mit Wasserdüse besteht.
- Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass mithilfe der Wasserdüse der Wasserstrahlvorrichtung eine Abtragung der zu bearbeitenden Oberfläche (2) bis zu einer Tiefe von 500 µm erfolgt und/oder dass die Wasserdüse in einem vorgewählten Abstand zu der zu bearbeitenden Oberfläche (2) von 1 mm bis 5 mm, vorzugsweise 1,5 mm bis 2,5 mm, nachgeführt wird.
5. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
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) auftrifft, insbesondere senkrecht auf die herzustellende Strukturwandung und/oder dass der Wasserstrahl mithilfe einer Wasserdüse oder Wassermikrodüse auf einen Durchmesser von 0,05 mm bis 2,0 mm, vorzugsweise 0,10 mm bis 0,40 mm, einstellbar ist.
6. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bearbeitungskopf (25) entlang dreier Achsen translatorisch bewegbar geführt wird und um drei Achsen, bevorzugt 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 und/oder dass die Wasserstrahlvorrichtung mit einer Hochdruckpumpeneinheit (22) von 1.200 bis 4.100 Bar eingesetzt wird.
7. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wasserstrahlvorrichtung mit oder ohne abrasivem Mittel, insbesondere feinporigem Sand, betrieben wird.
8. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
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, und/oder dass die Grenzen der Teilbereiche frei wählbar, vorzugsweise in derart festgelegt werden, dass die Grenzen mit unbearbeiteten Bereichen der Oberfläche (2) zusammenfallen.
9. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die festgelegten Teilbereiche in Abhängigkeit der verwendeten Wasserstrahlvorrichtung eine Kantenlänge von 10 cm bis 800 cm, vorzugsweise 50 cm bis 500 cm, aufweisen und/oder dass die festgelegten Teilbereiche mit einem Bearbeitungskopf (25) und einer zugehörigen Wasserdüse vorzugsweise unter Wasser bearbeitet werden.
10. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
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.
11. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
gekennzeichnet durch die Verwendung von digitalisierten Daten einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage, die natürlich gewachsenen Rohstoffen, wie beispielsweise Holzoberflächen, oder natürlicher Mineralien, insbesondere Natursteinoberflächen, oder künstlich hergestellter Strukturen, beispielsweise keramischer Oberflächen, nachgebildet ist und/oder **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 Abbildung einer 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage.
12. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
gekennzeichnet durch eine Konvertierung der erfassten digitalen Daten, insbesondere **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).
13. Vorrichtung (20) zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend eine Auflageeinrichtung (26) für die zu bearbeitenden Materialien, zumindest eine Wasserstrahlvorrichtung mit Bearbeitungskopf (25) und einer Schli-

- führung 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 Positionsanfahmung des Bearbeitungskopfes (25) vorgesehen ist,
- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Ansteuerung der x- und y- Koordinaten durch vorgegebene digitalisierte Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage erfolgt und die z-Koordinate zur Steuerung des Bearbeitungskopfes (25) verwendet wird, wobei die z-Koordinate die Höhe der 3D-Topografie abbildet und mithilfe des wenigstens einen Bearbeitungskopfes (25) die Oberfläche (2) eines Werkstücks (1), insbesondere Pressteils, partiell abtragbar ist.
14. Vorrichtung (20) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die z-Koordinate der digitalisierten der 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage 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) einsetzbar ist.
15. Vorrichtung (20) nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein oder mehrere Bearbeitungsköpfe (25) in einer Koordinatenrichtung in der Ebene angeordnet und gemeinsam in Richtung der weiteren Koordinate verfahrbar sind, und/oder 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.
16. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bearbeitungskopf (25) der Wasserstrahlvorrichtung in einem Abstand von 1 mm bis 5 mm, vorzugsweise 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 wird und um drei Achsen, bevorzugt zwei Achsen, rotierbar wird oder die Orientierung des Wasserstrahls wenigstens zeitweise fortlaufend derart variiert wird, dass sich der Wasserstrahl auf einem Kegelmantel bewegt.
17. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bearbeitungskopf (25) der Wasserstrahlvorrichtung über zumindest einen Höhen- und/oder einen Kollisionsschutzsensor verfügt, und/oder dass die Wasserstrahlvorrichtung mit oder ohne abrasivem Mittel, insbesondere feinporigem Sand, betrieben wird und/oder über einen geschlossenen Wasserkreislauf mit Filteranlagen zum Herausfiltern der abrasiven Mittel und der abgetragenen Werkstückpartikel verfügt.
18. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
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) auftrifft, insbesondere senkrecht auf die Strukturwandung einer zu bearbeitenden Oberfläche (2) trifft, und/oder dass die Wasserstrahlvorrichtung über zumindest eine Hochdruckpumpeneinheit (22) verfügt, die einen Wasserstrahl mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von bis zu 1000 Metern pro Sekunde erzeugt.
19. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
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, besteht und/oder dass 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 und/oder dass die Auflageeinrichtung aus wenigstens einem Trageelement (28) gebildet ist.
20. Verwendung eines Pressteils, insbesondere eines metallischen Pressbleches, Endlosbandes oder einer zylindrischen Prägwalze, hergestellt nach einem der Verfahrensansprüche 1 bis 12 oder Vorrichtungsansprüche 13 bis 19 zum Verpressen und/oder Prägen von Werkstoffplatten, welche durch den Pressvorgang eine naturgetreue Oberflächenstruktur (4) bis zu einer Tiefe von 500 μm erhalten, wobei bei der Strukturierung der Oberfläche (2) des Pressteils für die Ansteuerung der x- und y-Koordinate vorgegebene digitalisierte Daten einer 3D-Topografie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage verwendet werden und die z-Koordinate der digitalisierten Daten die Höhe der 3D-Topografie abbildet und zur Festlegung der Vortriebsgeschwindigkeit des wenigstens einen 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) verwendet wird, wobei die Oberfläche (2) partiell bearbeitet und eine Reproduktion einer vorbestimmten 3D-Topographie einer Oberflächenstruktur einer Vorlage oder deren Negativ auf der Oberfläche (2) des Pressteils durch Abtragen des Materials erfolgt.

5

10

21. Werkstoffplatte, hergestellt unter Verwendung eines Pressbleches oder Endlosbandes nach einem der Ansprüche 1 bis 12, unter Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **gekennzeichnet durch** zumindest teilweise strukturierte Oberfläche.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

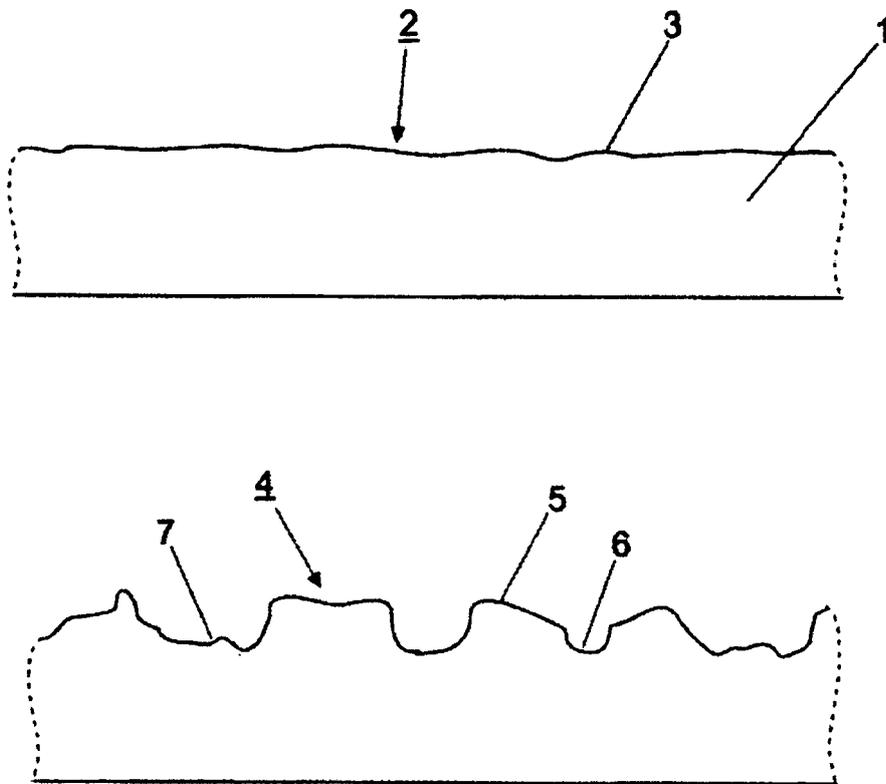


Fig. 2

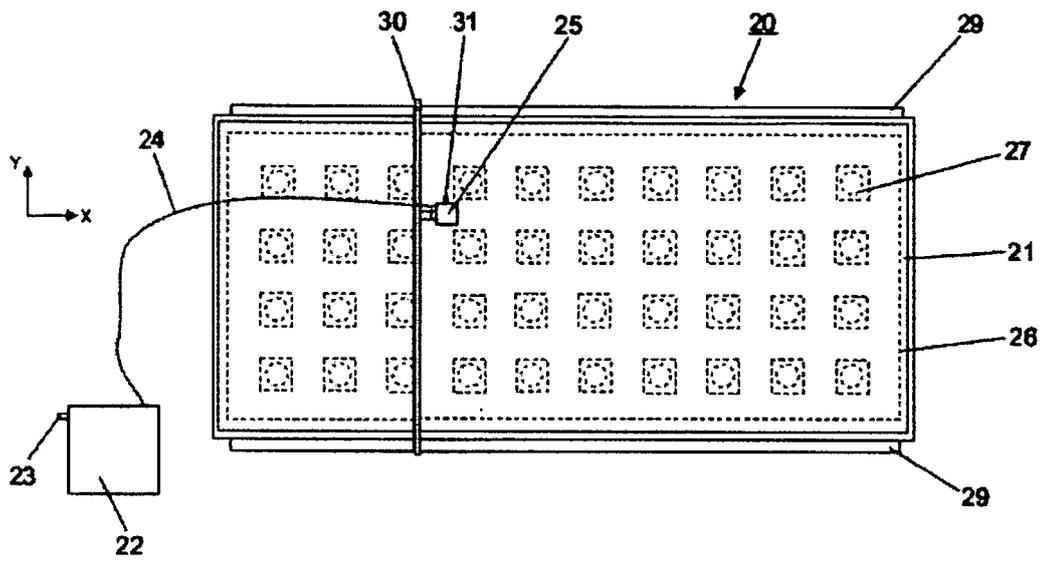


Fig. 3

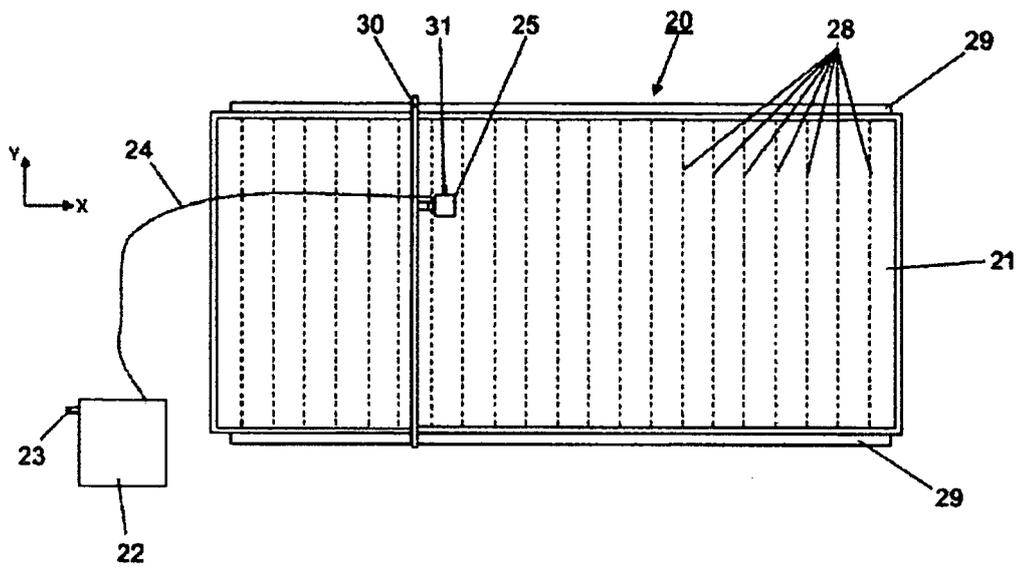
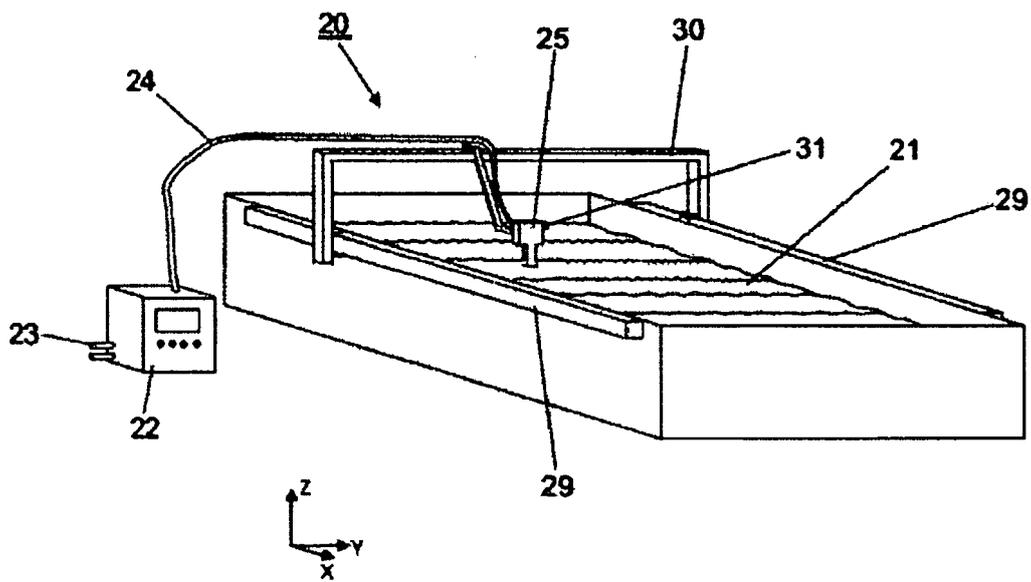


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 4788

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 541 287 A1 (SCHIESS BOEBBI [CH]) 15. Juni 2005 (2005-06-15)	1-10,12	INV. B44B5/02
Y	* das ganze Dokument *	11,13-19	B44C1/22 B44C5/04 B24C1/06

X	DE 11 2004 002175 T5 (PERGO EUROP AB [SE]) 19. Oktober 2006 (2006-10-19)	20,21	
	* das ganze Dokument *		

Y	WO 2006/096143 A1 (ABID SAMI [TN]) 14. September 2006 (2006-09-14)	13-19	
A	* Seite 5 - Seite 16 * * Abbildungen 1,2 *	1-12	

Y	WO 01/73372 A1 (ROSEN BENGT GOERAN [SE]) 4. Oktober 2001 (2001-10-04)	11	
A	* Seite 4 - Seite 11 *	1-10, 12-19	

A	FR 2 608 797 A1 (CAUWET CLAUDE [FR]) 24. Juni 1988 (1988-06-24)	1-19	
	* das ganze Dokument *		

A	EP 2 397 286 A2 (MATEU SENTAMANS EMILIO [ES]) 21. Dezember 2011 (2011-12-21)	1-19	B44B B44C B24C
	* Absatz [0022] - Absatz [0028] *		

A	DE 10 2007 009020 A1 (TGC TECHNOLOGIE BETEILIGUNGSGM [DE]) 28. August 2008 (2008-08-28)	1-19	
	* Absätze [0015], [0033], [0034] *		

A	EP 0 970 779 A2 (BENECKE KALIKO AG [DE]) 12. Januar 2000 (2000-01-12)	1-21	
	* das ganze Dokument *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 29. November 2012	Prüfer Björklund, Sofie
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 4788

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-11-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1541287 A1	15-06-2005	CH 696759 A5 EP 1541287 A1	30-11-2007 15-06-2005
DE 112004002175 T5	19-10-2006	DE 112004002175 T5 SE 526727 C2 SE 0303018 A US 2007079925 A1 US 2011098839 A1 WO 2005046987 A1	19-10-2006 01-11-2005 14-05-2005 12-04-2007 28-04-2011 26-05-2005
WO 2006096143 A1	14-09-2006	AT 422988 T CN 101175605 A EP 1877222 A1 WO 2006096143 A1	15-03-2009 07-05-2008 16-01-2008 14-09-2006
WO 0173372 A1	04-10-2001	AU 4493301 A EP 1269109 A1 WO 0173372 A1	08-10-2001 02-01-2003 04-10-2001
FR 2608797 A1	24-06-1988	EP 0273826 A1 FR 2608797 A1 US 4972323 A	06-07-1988 24-06-1988 20-11-1990
EP 2397286 A2	21-12-2011	EP 2397286 A2 WO 2010092196 A2	21-12-2011 19-08-2010
DE 102007009020 A1	28-08-2008	KEINE	
EP 0970779 A2	12-01-2000	BR 9902545 A CA 2273773 A1 DE 19830215 C1 EP 0970779 A2 ES 2209281 T3 US 6352646 B1	14-03-2000 07-01-2000 03-02-2000 12-01-2000 16-06-2004 05-03-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82