



(19)

(11)

EP 3 529 005 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.07.2025 Patentblatt 2025/28

(21) Anmeldenummer: **17790743.3**(22) Anmeldetag: **20.10.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24D 13/04 (2006.01) **B24D 13/06** (2006.01)
B24D 13/16 (2006.01) **B24B 9/04** (2006.01)
B24B 29/06 (2006.01) **B24B 9/00** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24D 13/06; B24B 9/002; B24B 29/06;
B24D 13/04; B24D 13/16

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/076896

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/073432 (26.04.2018 Gazette 2018/17)

(54) WERKZEUG UND VERFAHREN ZUM ENTGRATEN EINES OJEKTES

TOOL AND DEBURRING METHOD

OUTIL ET PROCÉDÉ D'ÉBAVURAGE D'UN OBJET

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

(30) Priorität: **21.10.2016 DE 102016220766**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(60) Teilanmeldung:
25179346.9

(73) Patentinhaber: **Boeck GmbH
 89340 Leipheim (DE)**

(72) Erfinder:

- **BÖCK, Marc
 90489 Nürnberg (DE)**
- **BÖCK, Jochen
 70182 Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB
 Patent- und Rechtsanwälte
 Theresienhöhe 11a
 80339 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 1 293 292	WO-A1-2008/093785
WO-A1-2009/032964	DE-A1- 2 519 363
DE-U1- 202015 102 354	JP-A- 2015 199 165
JP-B2- 5 945 679	US-A- 5 301 472

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 eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zum Bearbeiten eines Objektes, das eine Vielzahl von in Lagen angeordneten Fingern aufweist, wobei die Finger innerhalb der Lagen voneinander beabstandet sind.

[0002] Bei der Bearbeitung von Werkstücken können Grate entstehen. Diese meist scharfen Kanten können zu Verletzungen während der Bauteilhandhabung und/oder zu Beeinträchtigung von nachfolgenden Prozessschritten (z.B. Kantenflucht beim Pulverlackieren, Passungenauigkeiten, usw.) führen.

[0003] Im Rahmen der Entgratung werden die Grate am Bauteil entfernt. Die Gratentfernung erfordert oftmals ein zweistufiges Vorgehen. Im ersten Schritt wird der Primärgrat und anschließend der Sekundärgrat entfernt. Der zweite Schritt ist häufig erforderlich, da der Primärgrat nicht vollständig abgetragen wird, sondern umgeformt wird. Oftmals ist neben der Entgratung zusätzlich eine sogenannte Kantenverrundung erforderlich, um weitere Qualitätsanforderungen zu erfüllen.

[0004] Im Bereich der Entgratung und Kantenverrundung von 2D- und teilweise auch 3D-Werkstücken haben sich Entgrat- und Verrundungsmaschinen durchgesetzt. Bei derartigen Maschinen wird meist ein Schleifband- oder Telleraggregat mit Schleifbändern oder Schleifscheiben zur Primärgratentfernung eingesetzt und anschließend der Sekundärgrat bzw. die Kantenverrundung mittels Entgrat- und Verrundungswerkzeugen entfernt bzw. erzeugt. Die Kantenverrundung ist bei zunehmenden Radius als kritisch zu erachten. Der quadratische Zusammenhang zwischen Radius und Spanvolumen stellt erhebliche Anforderungen an die eingesetzten Werkzeuge. Eine Verdoppelung des Kantenradius führt zu einer Vervierfachung des Spanvolumens.

[0005] Um größere Kantenverrundungen bei gegebenem Werkzeug und Werkstück zu erreichen, muss die Maschine so betrieben werden, dass die Verrundungswerkzeuge eine möglichst lange Einwirkdauer (geringe Vorschubgeschwindigkeit) haben und entsprechend tief zu den Werkstückkanten zugestellt werden. Die lange Einwirkdauer und die tiefe Zustellung führen in Konsequenz zu verlängerten Prozesszeiten, erhöhtem Werkzeugverschleiß und einer ungewünschten Wärmeeinbringung in das Werkstück.

[0006] Zudem ist die geringe Vorschubgeschwindigkeit zur Kantenverrundung nicht verhältnismäßig zur Primärgratentfernung. Während die Primärgratentfernung bei Vorschubgeschwindigkeiten zwischen 1 bis 10 m/min durchgeführt werden kann, werden zum starken Kantenverrunden Vorschubgeschwindigkeiten zwischen 0,2 bis 0,5 m/min gefahren.

[0007] Zur Entgratung und Kantenverrundung von 2D- und teilweise auch 3D-Werkstücken von metallischen Werkstoffen mit variierenden Werkstückkonturen werden im Stand der Technik hauptsächlich Werkzeuge mit abrasiven Materialien bestehend aus einer Kombination mit Schleifgewebe und Schleifvliese eingesetzt. In

den meisten Anwendungsfällen handelt es sich bei den abrasiven Materialien als Hauptelement um Schleifmittel auf Unterlage. Um eine Anpassungsfähigkeit der abrasiven Materialien an die Werkstückkonturen zu erreichen, werden diese teilweise in steg-geschlitzter Ausführung verwendet und mit weichen Zwischen- bzw. Stützlagen (z.B. Schleifvliese, Tampico - Fibre) versehen. Entsprechend dem jeweiligen Bearbeitungsprinzip bzw. Bearbeitungsaggregat können die Werkzeuge in Walzen, Teller- oder Blockform ausgebildet sein.

[0008] Trotz der verschiedenartigen Konfigurationsmöglichkeiten der Werkzeuge (z.B. Schleifgewebekörnung, Schleifvliesdichte, usw.) sind die Abtragsraten bisher nicht zufriedenstellend, so dass geringe Vorschubgeschwindigkeiten und tiefe Zustellungen gefahren werden müssen. Diese Prozessparameter gehen zu Lasten der Wirtschaftlichkeit von Entgrat- und Verrundungsprozessen.

[0009] Die JP 5 945679 B2 zeigt ein Bearbeitungswerkzeug mit spiralförmig angeordneten Bearbeitungsfingern. Zur Bearbeitung wird das Werkzeug in Richtung jener Achse bewegt, um welche die Finger spiralförmig angeordnet sind.

[0010] Die US 5,301,472 A, die die Basis für den Oberbegriff des Anspruchs 1 bildet, beschreibt ein Schleifwerkzeug zum Schleifen von Holz.

[0011] Hierbei werden verschiedene Anordnungen von Schleiffingern vorgestellt, die entlang einer Walze angeordnet sind.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Werkzeug zum Bearbeiten, vorzugsweise zum Entgraten und/oder Kantenverrunden, eines Objektes anzugeben, das höhere Vorschubgeschwindigkeiten bei gleicher Kantenverrundung oder eine stärkere Kantenverrundung bei gleicher Vorschubgeschwindigkeit ermöglicht. Aufgabe ist es außerdem, ein Verfahren zum Entgraten und Verrunden von Kanten eines Werkstücks innerhalb eines Prozessschrittes anzugeben. Die Aufgabe wird gelöst durch das Werkzeug zum Bearbeiten eines Objektes nach Anspruch 1, das Verfahren zum Entfernen von Sekundärgraten nach Anspruch 11 und das Verfahren zum Entgraten und Verrunden nach Anspruch 12.

[0013] Die abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

[0014] Erfindungsgemäß wird ein Werkzeug zum Bearbeiten eines Objektes angegeben. Das Werkzeug weist eine Vielzahl von Fingerlagen auf, die sich jeweils in einer Lagenfläche erstrecken. Jede der Fingerlagen weist eine Mehrzahl an Fingern auf. Vorteilhafterweise weist jede Lagenfläche zumindest drei, besonders bevorzugt zumindest fünf Finger auf. Als Lagenfläche kann jene Fläche angesehen werden, die von den Fingern der Fingerlage aufgespannt wird, vorteilhaft in einem unausgelenkten Zustand der Finger. Dabei kann als aufgespannte Fläche vorteilhaft die konvexe Hülle der Finger in der Lagenfläche angesehen werden. Erfindungsgemäß sind die Fingerlagen so hintereinander angeordnet,

dass sich die Lagenflächen benachbarter Fingerlagen zumindest bereichsweise überlappen. Dies kann, muss aber nicht bedeuten, dass sich auch die Finger überschneiden. Das bedeutet, dass eine Projektion einer Fingerlage in einer Richtung senkrecht zu der Fingerlage auf die benachbarte Fingerlage mit der benachbarten Fingerlage überlappt bzw. sich überschneidet. Es gibt hier also einen Bereich der benachbarten Fingerlage, der von der Projektion überdeckt wird. Die Überlappung der benachbarten Lagen kann, muss aber nicht, vollständig sein. Zum Beispiel kann bei der nachfolgend noch beschriebenen Blockform des Werkzeugs eine vollständige Überlappung vorliegen, während bei den nachstehend noch beschriebenen tellerförmigen und walzenförmigen Geometrien des Werkzeugs normalerweise nur eine teilweise Überlappung vorliegt. Bevorzugt sind die Lagenflächen eben. Vorteilhafterweise überschneiden sich die Fingerlagen selbst im unausgelenkten Zustand der Finger gegenseitig nicht.

[0015] Jede der Fingerlagen weist erfindungsgemäß eine Mehrzahl an Fingern auf. Diese sind so ausgestaltet, dass sie in einer Richtung, die auf der Lagenfläche der entsprechenden Fingerlage steht, die also nicht parallel zur Lagenfläche oder in der Lagenfläche steht, aus einem unausgelenkten Zustand heraus biegbar sind. Beispielsweise kann die Richtung, in der die Finger biegbar sind, senkrecht zur Lagenfläche der entsprechenden Fingerlage stehen. Vorzugsweise kann die Richtung, in der ein Finger jeweils biegbar ist, in jeder Position des Fingers senkrecht auf einer Längsrichtung des Fingers und/oder senkrecht auf einer Fläche des Fingers stehen. Die Fläche des Fingers sei dabei vorzugsweise seine größte Oberfläche, also jene Fläche, in der er sich flächig erstreckt. Der unausgelenkte Zustand eines Fingers sei jener Zustand, in dem der Finger vollständig in der Lagenfläche jener Fingerlage liegt, deren Finger er ist. Der Finger kann beispielsweise als biegbare Zunge angesehen werden.

[0016] Erfindungsgemäß sind die Finger jeweils flächig ausgebildet und erstrecken sich im unausgelenkten Zustand in der Lagenfläche jener Fingerlage, der sie angehören. Dass die Finger flächig ausgebildet sind, bedeutet dabei, dass sie flach sind, dass sie also in Richtung der Lagenfläche jener Fingerlage, der sie angehören, eine größere, im Normalfall eine sehr viel größere, Ausdehnung haben, als in Richtung senkrecht zur Lagenfläche.

[0017] Die Finger der gleichen Fingerlage erstrecken sich vorzugsweise im unausgelenkten Zustand jeweils parallel zueinander. Vorteilhafterweise sind die Finger länglich ausgebildet, was bedeutet, dass sie in einer Richtung in ihrer Lagenfläche eine deutlich größere Ausdehnung haben, als in der hierzu senkrechten Richtung in der Lagenfläche und vorteilhaft auch als in der hierzu senkrechten Richtung senkrecht zur Lagenfläche. Jene Richtung, in der die Finger in der Lagenfläche die größere Ausdehnung haben, wird im Folgenden als Längsrichtung des entsprechenden Fingers bezeichnet. In einer

solchen Ausgestaltung liegen die Längsrichtungen der Finger der gleichen Fingerlage im unausgelenkten Zustand jeweils parallel zueinander. Vorteilhafterweise verlaufen auch die Kanten der Finger der gleichen Fingerlage im unausgelenkten Zustand parallel zueinander. Haben die Finger jedoch Kanten, die im unausgelenkten Zustand nicht gerade sind, so reicht es auch, wenn die Längsrichtungen parallel verlaufen.

[0018] Die Ausdehnung der Finger in der Lagenfläche senkrecht zur Längsrichtung werde als Breite der Finger bezeichnet. Die Ausdehnung der Finger in Richtung senkrecht zur Lagenfläche werde als Dicke bezeichnet. Vorzugsweise ist die Länge größer als die Breite und die Breite größer als die Dicke der Finger.

[0019] Erfindungsgemäß haben unmittelbar benachbarte Finger der gleichen Fingerlage im unausgelenkten Zustand voneinander einen Abstand größer als Null. Bevorzugterweise ist dieser Abstand konstant, hat also über die gesamte Länge der Finger jeweils den gleichen Wert. Der Abstand kann dabei zum Beispiel von einer Kante des einen Fingers zur nächstliegenden Kante des benachbarten Fingers gemessen werden. Die Anordnung der Finger innerhalb einer Fingerlage kann also als kammförmig angesehen werden. Die Finger werden also aus der Fingerlage vorzugsweise nicht durch nur einen geraden Schnitt hergestellt, sondern dadurch, dass zwischen benachbarten Fingern eine Teilfläche jener Lage entfernt wird, aus der die Fingerlage hergestellt wird.

[0020] Im Werkzeug kann vorteilhaft eine Arbeitsrichtung festgelegt werden. Dieses ist dann jene Richtung, in der das Werkzeug bei der bestimmungsgemäßen Verwendung bewegt wird. Dabei kann eine bestimmungsgemäße Bewegung zum Beispiel eine Bewegung über eine gerade Kante sein, die so erfolgt, dass die Finger die gerade Kante mit ihrer größten Oberfläche überstreifen, wobei vorzugsweise die gerade Kante beim Überstreifen parallel liegt zu dieser größten Oberfläche der Finger. Die Finger sind dann vorzugsweise in einer Richtung aus der Lagenfläche biegbar, zu der die Arbeitsrichtung parallel oder tangential liegt. Die Lagenebenen erstrecken sich dann vorteilhaft in einem nicht verschwindenden Winkel oder senkrecht zur Arbeitsrichtung.

[0021] Durch die Beabstandung benachbarter Finger der gleichen Lage wird eine hohe Flexibilität der Finger bewirkt. Hierdurch ist es möglich, die Fingerlagen unmittelbar oder mit geringen Abständen hintereinander anzurordnen, ohne dass zwischen den Fingerlagen Stützmaterial wie beispielsweise Vlies vorgesehen werden muss. Auf diese Weise wird eine hohe Dichte an Fingern erzielt, woraus eine hohe Schleifleistung folgt. Hierdurch können höhere Vorschubgeschwindigkeiten bei gleicher Kantenverrundung oder eine starke Kantenverrundung bei gleicher Vorschubgeschwindigkeit erreicht werden..

[0022] Vorteilhafterweise sind die Finger der gleichen Fingerlage unabhängig voneinander elastisch aus dem unausgelenkten Zustand biegbar. Dass die Finger unab-

hängig voneinander aus dem ausgelenkten Zustand biegsam sind, bedeutet dabei, dass die Ausübung einer Kraft auf genau einen der Finger, die diesen Finger biegt, nicht dazu führt, dass andere Finger der gleichen Lage gebogen werden. Dass der Finger elastisch aus dem unausgelenkten Zustand biegsam ist, bedeutet, dass der Finger beim Wegfall der Kraft im Wesentlichen in den unausgelenkten Zustand zurückkehrt. Hierdurch ergibt sich eine hohe Anpassungsfähigkeit an beliebige Werkstückkonturen bei einer hohen Dichte an Fingern.

[0023] Es sei darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Geometrien des Werkzeugs, der Finger und der Fingerlagen eine Idealisierung in dem Sinne bedeuten kann, dass viele der für die Fingerlagen eingesetzten Materialien in der Praxis zu einem gewissen Maße plastisch verformbar sind. Dadurch kann das Werkzeug bzw. die Finger herstellungsbedingt oder durch die Verwendung des Werkzeugs zu einem gewissen Maße von den hier beschriebenen Geometrien abweichende Formen aufweisen oder annehmen. Ein Fachmann wird derartig abweichende Formen jedoch unzweifelhaft den hier beschriebenen Geometrien zuordnen können, so dass diese abweichenden Formen als vom Schutz umfasst angesehen werden sollen.

[0024] Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht es, das Werkzeug ohne Stützmaterial zwischen den Fingerlagen zu realisieren. Vorzugsweise ist daher zwischen den Fingern benachbarter Fingerlagen kein Material vorhanden. Vorzugsweise ist in jenem Bereich kein Material zwischen Fingern benachbarter Fingerlagen vorhanden, in dem die Finger biegsam sind.

[0025] Die Fingerlagen können vorteilhaft durch eine Tragestruktur gehalten werden, die an einem Ende der Finger angeordnet ist. Die Fingerlagen können beispielsweise in diese Tragestruktur eingeklebt sein.

[0026] Erfindungsgemäß sind die Finger zumindest einiger der Fingerlagen so angeordnet, dass ihre Projektion auf eine jeweils benachbarte der Fingerlagen in die Abstände zwischen den Fingern der benachbarten Fingerlage und/oder neben die Finger der benachbarten Fingerlage fällt. Dabei kann die Projektion vorteilhaft in eine in einem nicht verschwindenden Winkel oder senkrecht zur Lagenfläche einer der entsprechenden Fingerlagen stehende Richtung erfolgen, oder in jene Richtung erfolgen, in der die Finger aus ihren unausgelenkten Zustand biegsam sind. Auch eine Projektion in Arbeitsrichtung kann möglich sein. Vorteilhafterweise überscheiden sich die Projektion und die Fingerlage, auf die projiziert wird, nicht, die Projektion fällt also vorteilhaft vollständig zwischen die Finger der jeweiligen benachbarten Lage. Eine solche Anordnung kann zur Vergrößerung der Flexibilität des Werkzeugs eingesetzt werden, da das Biegen der Finger nicht durch die benachbarte Fingerlage behindert wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können die Finger aller jeweils benachbarten Fingerlagen auf diese Weise zueinander versetzt angeordnet sein.

[0027] Es kann vorteilhaft sein, wenn der Abstand

zwischen benachbarten Fingern der gleichen Lage größer ist als eine Breite dieser Finger, also die Ausdehnung der Finger in jener Richtung, in der diese benachbart sind. Werden derartige Fingerlagen wie vorstehend beschrieben so angeordnet, dass die Finger benachbarter Fingerlagen jeweils gegeneinander versetzt sind, so wird auf diese Weise erreicht, dass die Finger beim Biegen mit einem Abstand zu den Fingern der benachbarten Fingerlage zwischen diese Finger eingreifen, ohne an diesen zu reiben.

[0028] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können die Finger zumindest einiger der Fingerlagen mit den Fingern der jeweils benachbarten Fingerlagen überlappen. Dieser Überlapp kann also insbesondere in der Projektion der Finger der jeweiligen Fingerlage in Richtung senkrecht zur Fingerlage auf die benachbarte Fingerlage bestehen. Der Überlapp kann für eine oder beide Finger vollständig oder teilweise sein. Auf diese Weise kann die Festigkeit des Werkzeugs erhöht werden. Durch Kombination dieser Ausgestaltung mit der vorstehend beschriebenen Ausgestaltung versetzt angeordneter Finger kann die Festigkeit des Werkzeugs flexibel eingestellt werden.

[0029] Für den Fall, dass Finger benachbarter Lagen wie beschrieben überlappend angeordnet sind, kann es vorteilhaft sein, wenn zwischen den benachbarten Lagen, deren Finger zueinander überlappend angeordnet sind, ein Abstand vorgesehen ist. Es kann beispielsweise zwischen den benachbarten Lagen jeweils eine Abstandshalterlage angeordnet sein, deren Abmessungen vorteilhafterweise mit den Abmessungen der benachbarten Fingerlagen übereinstimmt.

[0030] Im Falle überlappender Finger wie vorstehend beschrieben können die Finger von zwei, drei, vier oder mehr unmittelbar benachbarter Fingerlagen in einer Projektion in Richtung senkrecht zu einer dieser Fingerlagen auf einer gemeinsamen Ebene überlappen. Das bedeutet, dass die Finger der genannten zwei, drei, vier oder mehr Fingerlagen in Richtung senkrecht zur Lagenfläche einer dieser Lagen hintereinander liegen können.

[0031] Die Festigkeit des Werkzeugs ist auch über den Abstand benachbarter Fingerlagen voneinander einstellbar. Erfindungsgemäß grenzen benachbarte Fingerlagen unmittelbar aneinander oder sind mit einem Abstand von einer, zwei, drei oder mehr Dicken von Fingerlagen zueinander beabstandet. Der Abstand zweier Fingerlagen sei hierbei die Entfernung der Lagenflächen dieser Fingerlagen voneinander, gemessen senkrecht zur Lagenfläche. Bevorzugterweise werde der Abstand hier an jener Stelle der Fingerlagen gemessen, an der die Finger befestigt sind. Dies ist insbesondere bei der nachstehend noch zu beschreibenden walzenförmigen Anordnung der Lagen relevant, wo die benachbarten Fingerlagen einen nicht verschwindenden Winkel zueinander einschließen können. Bei einer tellerförmigen Anordnung wird der beschriebene Abstand vorzugsweise am inneren Rand der Lagen, also am Mittelpunkt des Tellers zugewandtem Rand, gemessen.

[0032] Die Fingerlagen sind im unausgelenkten Zustand vorzugsweise eben, so dass also die Lagenflächen der Fingerlagen eben sind.

[0033] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können die Fingerlagen gegenüber einer Richtung, in der das Werkzeug am zu bearbeitenden Objekt vorbeibewegt wird, schräg gestellt sein. Das bedeutet, dass die Fingerlagen vorzugsweise mit einer Linie, entlang derer die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind, einen Winkel von größer als 0° und kleiner als 180° einschließen können. Vorzugsweise können hierbei die Lagen mit der genannten Linie einen Winkel von größer als -45° und kleiner als +45° einschließen.

[0034] Bevorzugterweise weisen die Finger jeweils zumindest eine schleifende und/oder abrasive Oberfläche auf. Diese schleifende und/oder abrasive Oberfläche ist vorzugsweise eine zu jener Fläche parallele Oberfläche des entsprechenden Fingers, in der sich der entsprechende Finger flächig erstreckt.

[0035] Bevorzugterweise können die Finger als Schleifmittel auf Unterlage ausgebildet sein. Das Schleifmittel kann dabei auf einem Träger aufgebracht sein und mit diesem die schleifende und/oder abrasive Oberfläche bilden.

[0036] Sofern die Finger als Schleifmittel auf Unterlage ausgestaltet sind, kann die Unterlage vorteilhafterweise Baumwolle, Polyester oder Polycotton aufweisen oder daraus bestehen. Die Fingerlagen können jedoch auch selbst ein schleifendes und/oder abrasives Material aufweisen oder daraus bestehen. In diesem Fall muss kein schleifendes oder abrasives Material auf die Finger aufgebracht sein.

[0037] Das schleifende und/oder abrasive Material der Finger kann vorteilhafterweise Korngrößen größer oder gleich Korn 12, vorzugsweise größer oder gleich Korn 50, vorzugsweise größer oder gleich Korn 100 und/oder kleiner oder gleich Korn 320, vorzugsweise kleiner oder gleich Korn 240, vorzugsweise kleiner oder gleich Korn 150 haben.

[0038] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können benachbarte der Fingerlagen so ausgestaltet sein, dass diese Fingerlagen übereinander gelegt eine rechteckige Fläche vollständig ausfüllen. Diese Ausgestaltung kann besonders effizient hergestellt werden, indem die zwei benachbarten Fingerlagen mittels einer Schnittlinie aus einer rechteckigen Lage ausgeschnitten werden.

[0039] Vorteilhafterweise kann eine Länge der Finger größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 30 mm, besonders bevorzugt größer oder gleich 40 mm betragen und/oder kleiner oder gleich 150 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 120 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 90 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 70 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 60 mm, besonders bevorzugt kleiner oder gleich 50 mm. Vorteilhafterweise haben alle Finger des Werkzeugs die gleiche Länge.

[0040] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfin-

dung können die einzelnen Finger ihrerseits geschlitzt sein. Dabei können Schlitze in die Finger eingebracht sein, welche die Finger durchstoßen und sich parallel zur Längsrichtung der Finger erstrecken. Es können vorteilhaft auch mehrere Schlitze entlang einer Geraden hintereinander angeordnet sein, wobei die Gerade parallel zu den Längsachsen der Finger verlaufen kann. Es können vorteilhaft in den Fingern jeweils mehrere parallele Schlitze oder mehrere parallele Reihe von Schlitzen vorgesehen sein.

[0041] Die Breite der Finger, d. h. eine Ausdehnung der Finger in jener Richtung, in der die Finger der gleichen Lage nebeneinander angeordnet sind, kann vorzugsweise größer oder gleich 2 mm, vorzugsweise größer oder gleich 5 mm, besonders bevorzugt größer oder gleich 7 mm betragen und/oder weniger oder gleich 20 mm, vorzugsweise weniger oder gleich 15 mm, besonders bevorzugt weniger oder gleich 10 mm.

[0042] Eine Dicke der Fingerlagen bzw. der Finger ohne ggf. aufgebrachtes Schleifmittel vorzugsweise größer oder gleich 0,5 mm, vorzugsweise größer oder gleich 1 mm und/oder kleiner oder gleich 2 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 1 mm sein.

[0043] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können alle Fingerlagen zueinander parallel hintereinander angeordnet sein, so dass eine von den Fingerlagen aufgespannte Fläche senkrecht zu den Längsrichtungen der Finger rechteckig ist. Das gesamte Werkzeug weist hierbei vorzugsweise eine Blockform auf.

[0044] In dieser blockförmigen Ausgestaltung kann das Werkzeug vorteilhafterweise in jener Richtung, in der die Finger der gleichen Lagen nebeneinander angeordnet sind, eine Ausdehnung von größer oder gleich 50 mm, vorzugsweise größer oder gleich 70 mm und/oder kleiner oder gleich 100 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 80 mm haben. Diese Ausdehnung werde hier als Breite des Werkzeugs bezeichnet.

[0045] Eine Tiefe oder Länge des Werkzeugs, also eine Ausdehnung des Werkzeugs in jener Richtung, in der die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind, kann vorzugsweise größer oder gleich 50 mm, vorzugsweise größer oder gleich 60 mm und/oder kleiner oder gleich 80 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 70 mm sein.

[0046] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, die hier als tellerförmige Ausgestaltung bezeichnet werden soll, können die Fingerlagen entlang einer geschlossenen Kreislinie hintereinander angeordnet sein, wobei die Lagenflächen senkrecht auf der Kreislinie stehen und wobei die Finger senkrecht auf der Fläche eines durch die Kreislinie beschriebenen Kreises stehen, also jener Ebene, in der der Kreis verläuft. In dieser Ausgestaltung können die Fingerlagen auf einem kreisringförmigen Träger angeordnet sein, wobei die einzelnen Finger senkrecht auf einer Kreisringfläche des Trägers stehen.

[0047] Bei einer tellerförmigen Ausgestaltung des Werkzeugs kann es vorteilhaft sein, wenn zusätzlich

zu den genannten Fingerlagen eine Vielzahl weiterer Fingerlagen vorgesehen ist, die entlang einer weiteren geschlossenen Kreislinie angeordnet sind. Dabei kann die weitere geschlossene Kreislinie konzentrisch zur Kreislinie der vorgenannten ersten Fingeranordnung verlaufen und einen größeren oder kleineren Radius als die genannte erste Kreislinie haben. Die weiteren Fingerlagen können also innerhalb oder außerhalb der erstbeschriebenen Fingerlagen verlaufen. Vorzugsweise haben die Finger der weiteren Fingerlagen die gleiche Länge wie die Finger der ersten Fingerlagen und sind so angeordnet, dass die Enden der weiteren Finger in den gleichen Ebenen verlaufen, wie die Enden der Finger der ersten Fingerlagen. Diese Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht eine gleichmäßige Bearbeitung, da die Dichte der Finger bei einer tellerförmigen Anordnung in radialer Richtung nach außen hin abnimmt. Wird ein Innenradius der Anordnung der ersten Fingerlagen größer gewählt, so können die weiteren Fingerlagen im Inneren der Anordnung der ersten Fingerlagen angeordnet werden, wobei die Zahl der weiteren Fingerlagen geringer gewählt werden kann, als die Zahl der ersten Fingerlagen. Auf diese Weise kann ein übermäßiger Anstieg der Dichte an Fingern in radialer Richtung nach innen vermieden werden. In entsprechender Weise könnten die weiteren Fingerlagen auch mit größerer Anzahl um die ersten Fingerlagen herum angeordnet werden, so dass ein Abfall der Dichte an Fingern nach außen vermieden werden kann.

[0048] Vorteilhafterweise kann das Werkzeug bei tellerförmiger Anordnung einen Durchmesser in der Ebene der Kreislinie von größer oder gleich 50 mm, vorzugsweise größer oder gleich 80 mm, vorzugsweise größer oder gleich 100 mm, vorzugsweise größer oder gleich 115 mm, vorzugsweise größer oder gleich 125 mm, vorzugsweise größer oder gleich 150 mm und/oder kleiner oder gleich 1500 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 1000 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 400 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 250 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 200 mm haben...

[0049] Die Fingerlagen können bei tellerförmiger Anordnung in einer Richtung, in der die Finger der gleichen Lagen nebeneinander angeordnet sind, eine Breite von größer oder gleich 15 mm, vorzugsweise größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 30 mm und/oder kleiner oder gleich 100 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 65 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 60 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 50 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 40 mm haben.

[0050] In einer vorteilhaften Ausgestaltung können eine Vielzahl der Fingerlagen zu jeweils einem Block zusammengefasst sein. Vorteilhaft kann jeder Block in jener Richtung, in der die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind, eine Tiefe von größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 35 mm, vorzugsweise größer oder gleich 45 mm und/oder kleiner oder gleich 70 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 55 mm haben.

[0051] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung

der Erfindung können die Fingerlagen entlang einer geschlossenen Kreislinie hintereinander angeordnet sein, wobei wiederum die Lagenflächen senkrecht auf der Kreislinie stehen und wobei sich die Finger in ihrer Längsrichtung radial zu einer Achse erstrecken, die durch den Mittelpunkt der Kreislinie verläuft und senkrecht auf der durch die Kreislinie eingeschlossenen Kreisfläche steht. Diese Ausgestaltung des Werkzeugs werde im Folgenden als walzenförmige Ausgestaltung bezeichnet. Die 5 Spitzen der Finger können hierbei auf einer gemeinsamen Zylinderfläche liegen. Ebenso können die Punkte der Finger, an denen diese befestigt sind, auf einer gemeinsamen Zylinderfläche liegen. Die Fingerlagen stehen hierbei normalerweise in einem Winkel um die 10 genannte Achse zueinander. Die Finger können hier vorzugsweise an einer zylinderförmigen Trägerstruktur angeordnet sein.

[0052] Ein Durchmesser des Werkzeugs in der walzenförmigen Ausgestaltung, gemessen zwischen be- 15 züglich der Achse gegenüberliegenden Spitzen der Finger in Richtung radial zur Kreislinie bzw. Achse kann vorteilhaft größer oder gleich 50 mm, vorzugsweise größer oder gleich 100 mm, besonders bevorzugt größer oder gleich 200 mm und/oder kleiner oder gleich 400 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 300 mm sein.

[0053] Eine Breite des Werkzeugs, also seine Aus- 20 dehnung in Richtung senkrecht zur durch die geschlos- sene Kreislinie umschlossenen Kreisfläche bzw. in Richtung der Achse kann vorzugsweise größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 100 mm, vorzugs- 25 weise größer oder gleich 500 mm, vorzugsweise größer oder gleich 1.500 mm sein und/oder kleiner oder gleich 2.500 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 2.000 mm, besonders bevorzugt kleiner oder gleich 1.700 mm.

[0054] Eine Flexibilität des Werkzeugs kann auf unter- 30 schiedliche Weisen eingestellt bzw. variiert werden. Zum einen kann durch die Wahl der Profilierung der Finger- 35 lagen bzw. der Finger auf die Flexibilität Einfluss genom- men werden. Darüber hinaus ist es optional möglich, durch die Anordnung der Finger wie beschrieben die 40 Anpassungsfähigkeit des Werkzeugs zu beeinflussen. Es ist darüber hinaus optional möglich, bei gegebener 45 Steifigkeit der Finger im Fußbereich der Finger, also im Bereich angrenzend an die Befestigung der Finger, Ab- stände, beispielsweise durch Distanzstücke, einzubringen. Hierdurch kann die biegbare Länge der Finger ver- 50 ändert werden und dadurch die Steifigkeit der Finger.

[0055] Darüber hinaus können optional kaschierte 55 Hauptfingerlagen eingesetzt werden, um die Steifigkeit der Elemente zu beeinflussen.

[0056] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfin- 60 dung könne die äußersten Finger jeder Fingerlage zum Rand der Fingerlage hin abfallend angeschrägt sein. Vorteilhafteweise können die Finger zum Rand hin kürzer werden. Die Finger können vorteilhaft zum Rand hin auch schmäler werden. Durch diese Ausgestaltung wird 65 ein weicherer Eingriff erzielt.

[0057] Vorteilhafterweise ist das erfindungsgemäße

Werkzeug ein Werkzeug zum Entgraten von Kanten eines metallischen Werkstücks und/oder ein Werkzeug zum Verrunden von Kanten eines metallischen Werkstücks, also ein Entgrat- oder Verrundungswerkzeug.

[0058] Erfindungsgemäß wird außerdem ein Verfahren zum Entfernen von Sekundärgraten an einer oder mehreren Kanten eines metallischen Werkstücks und/oder zum Verrunden von einer oder mehreren Kanten eines metallischen Werkstücks angegeben. Es wird dabei ein Werkzeug wie vorstehend beschrieben über die zu bearbeitende Kante bewegt, so dass die Fingerlagen die Kante streifen. Durch das Streifen der Kante mittels der Fingerlagen wird dabei ein Sekundärgrat an der Kante entfernt und/oder die Kante abgerundet.

[0059] Vorzugsweise wird das Werkzeug in einer Richtung bewegt, die senkrecht zur zu bearbeitenden Kante steht. Vorzugsweise wird außerdem das Werkzeug dabei in einer Richtung bewegt, die nicht parallel zu den Fingerlagen im unausgelenkten Zustand steht. Bevorzugterweise kann die Richtung senkrecht auf den Fingerlagen im unausgelenkten Zustand stehen.

[0060] Erfindungsgemäß wird außerdem ein Verfahren zum Entgraten und Verrunden einer oder mehrerer Kanten eines metallischen Werkstücks angegeben, wobei ein Werkzeug, wie es oben beschrieben wurde, so über die Kante bewegt wird, dass die Fingerlagen die Kante streifen, so dass durch das Streifen der Kante durch die Fingerlagen ein Primärgrat an der Kante entfernt wird und die Kante abgerundet wird. Auch hier wird vorteilhafterweise das Werkzeug in einer senkrecht zur zu bearbeitenden Kante stehenden Richtung bewegt. Vorteilhafterweise kann auch hier das Werkzeug in einer Richtung senkrecht zu den Lagenflächen im unausgelenkten Zustand bewegt werden. Die Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugs ermöglicht es, sowohl einen Primärgrat zu entfernen, als auch die Kante abzurunden. Die Primärgratentfernung und die Abrundung können dabei in einem gemeinsamen Schritt bewirkt werden.

[0061] Durch die Erfindung wird die Abtragsleistung des Werkzeugs wesentlich erhöht gegenüber Werkzeugen gleicher Größe nach dem Stand der Technik. Dadurch können stärkere Kantenverrundungen innerhalb kürzerer Zeit erzielt werden und die Wirtschaftlichkeit der Fertigung verbessert werden. Darüber hinaus führt die höhere Leistungsfähigkeit zu der Möglichkeit einer Integration von Prozessschritten, die im Stand der Technik unabhängig voneinander durchgeführt werden. Beispielsweise können die Prozessschritte der Primärgratentfernung, der Sekundärgratentfernung und der Kantenverrundung durch die hohe Abtragsleistung der Erfindung zu einem Prozess vereint werden. Hierdurch sind völlig neue Maschinenkonfigurationen denkbar.

[0062] Im Folgenden werden noch einige optionale vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung beschrieben: Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei die Lagenflächen im unausgelenkten Zustand eben sind.

[0063] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei die Fingerlagen mit einer Linie, entlang derer die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind, einen Winkel von größer als Null Grad und kleiner als 180 Grad einschließen.

5 **[0064]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei die Finger jeweils zumindest eine schleifende und/oder abrasive Oberfläche aufweisen, die zu jener Fläche parallel liegt, in der sich der entsprechende Finger flächig erstreckt.

10 **[0065]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei die Finger als Schleifmittel auf Unterlage ausgebildet sind, wobei das Schleifmittel auf der schleifenden und/oder abrasiven Oberfläche aufgebracht ist.

15 **[0066]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei die Finger Baumwolle, Polyester oder Polycotton als Unterlage aufweisen.

20 **[0067]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei benachbarte der Fingerlagen so ausgestaltet sind, dass diese Fingerlagen übereinandergelegt eine rechteckige Fläche vollständig ausfüllen.

25 **[0068]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei eine Länge der Finger in Richtung senkrecht zu jener Richtung, in der die Finger der gleichen Fingerlage nebeneinander angeordnet sind und senkrecht zu jener 30 Richtung in der die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 30 mm, besonders bevorzugt größer oder gleich 40 mm beträgt und/oder kleiner oder gleich 150 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 120 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 90 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 70 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 60 mm, besonders bevorzugt kleiner oder gleich 50 mm beträgt.

35 **[0069]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei eine Breite der Finger in jener Richtung, in der die Finger der gleichen Lage nebeneinander angeordnet sind, größer oder gleich 1 mm, vorzugsweise größer oder gleich 2 mm, vorzugsweise größer oder gleich 3 mm, vorzugsweise größer oder gleich 5 mm und/oder kleiner oder gleich 20 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 15 mm, besonders bevorzugt kleiner oder gleich 10 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 7 mm beträgt.

40 **[0070]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei das Werkzeug in jener Richtung, in der die Finger der gleichen Lagen nebeneinander angeordnet sind, eine Breite von größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 70 mm und/oder kleiner oder gleich 100 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 80 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 65 mm, besonders bevorzugt gleich 50 mm hat.

45 **[0071]** Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung,

wobei das Werkzeug in jener Richtung, in der die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind, eine Tiefe von größer oder gleich 30 mm, vorzugsweise größer oder gleich 40 mm und/oder kleiner oder gleich 70 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 60 mm, besonders bevorzugt gleich 55 mm hat.

[0072] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung,

wobei zusätzlich eine Vielzahl an weiteren Fingerlagen entlang einer weiteren geschlossenen Kreislinie oder einem Segment einer weiteren Kreislinie angeordnet sind,

wobei die weitere Kreislinie konzentrisch zur genannten Kreislinie angeordnet ist und einen größeren oder kleineren Radius als die genannte Kreislinie hat.

[0073] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei das Werkzeug einen Durchmesser von größer oder gleich 50 mm, vorzugsweise größer oder gleich 80 mm, vorzugsweise größer oder gleich 100 mm, vorzugsweise größer oder gleich 115 mm, vorzugsweise größer oder gleich 125 mm, vorzugsweise größer oder gleich 150 mm und/oder kleiner oder gleich 1500 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 1000 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 400 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 250 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 200 mm hat.

[0074] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei die Fingerlagen in jener Richtung, in der die Finger der gleichen Lagen nebeneinander angeordnet sind, eine Breite von größer oder gleich 15 mm, vorzugsweise größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 30 mm und/oder kleiner oder gleich 100 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 60 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 50 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 40 mm hat.

[0075] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wobei eine Vielzahl der Fingerlagen zu jeweils einem Block zusammengefasst sind, der vorzugsweise in jener Richtung, in der die Fingerlagen hintereinander angeordnet sind, eine Tiefe von größer oder gleich 20 mm, vorzugsweise größer oder gleich 35 mm, vorzugsweise größer oder gleich 45 mm und/oder kleiner oder gleich 70 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 55 mm hat.

[0076] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei ein Durchmesser des Werkzeugs in Richtung radial zur Kreislinie größer oder gleich 50 mm, vorzugsweise größer oder gleich 100 mm, vorzugsweise größer oder gleich 200 mm und/oder kleiner oder gleich 400 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 300 mm beträgt.

[0077] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung,

wobei eine Breite des Werkzeugs in Richtung senkrecht zur geschlossenen Kreislinie größer oder gleich 20 mm,

vorzugsweise größer oder gleich 100 mm, vorzugsweise größer oder gleich 500 mm, vorzugsweise größer oder gleich 1500 mm und/oder kleiner oder gleich 2500 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 2000 mm, vorzugsweise kleiner oder gleich 1700 mm beträgt.

[0078] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei zumindest einige oder alle der Finger zumindest einen Schlitz aufweisen.

[0079] Werkzeug nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wobei das Werkzeug ein Werkzeug zum Entgraten und/oder Verrunden von Kanten eines Werkstücks, vorzugsweise eines metallischen Werkstücks, ist und/oder ein Entgrat- und/oder Verrundungswerkzeug ist.

[0080] Im Folgenden soll die Erfindung anhand einiger Figuren beispielhaft erläutert werden. Gleiche Bezugssymbole kennzeichnen gleiche oder entsprechende Merkmale. Die in den Beispielen gezeigten Merkmale können auch unabhängig vom konkreten Beispiel realisiert werden und zwischen verschiedenen Beispielen kombiniert werden.

[0081] Es zeigt:

Figur 1 eine walzenförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs,

Figur 2 eine tellerförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs,

Figur 3 eine blockförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs,

Figur 4 eine tellerförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs in einer Draufsicht,

Figur 5 eine tellerförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs mit zwei Reihen in einer Draufsicht,

Figur 6 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Fingern in einem erfindungsgemäßen Werkzeug,

Figur 7 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Fingern in einem erfindungsgemäßen Werkzeug,

Figur 8 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Fingern in einem erfindungsgemäßen Werkzeug,

Figur 9 einen Prozessablauf der Entgratung und Kantenverrundung nach dem Stand der Technik,

Figur 10 eine optionale Schräglage der Lagen gegenüber der Bewegungsrichtung,

- Figur 11 eine optionale Ausgestaltung der Erfindung mit am Rand angeschrägten Fingern,
- Figur 12 eine optionale Ausgestaltung zweier Lagen der Erfindung mit Fingern, die gezackte Ränder haben, und
- Figur 13 eine optionale Ausgestaltung einer Fingerlage mit geschlitzten Fingern.

[0082] Figur 1 zeigt eine walzenförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs in einer kompletten Ansicht und einem vergrößerten Ausschnitt. Das Werkzeug weist eine Vielzahl von Fingerlagen 1a, 1b, 1c auf, die sich jeweils in einer Lagenfläche erstrecken. Der Übersichtlichkeit halber sollen im Folgenden nur drei der Fingerlagen 1a, 1b und 1c ausdrücklich benannt werden, während die Figur selbst eine Vielzahl weiterer Fingerlagen zeigt, für die das bezüglich der Fingerlagen 1a, 1b und 1c Gesagte entsprechend gilt.

[0083] Die Fingerlagen 1a, 1b und 1c sind so hintereinander angeordnet, dass sie mit den Lagenflächen benachbarter Fingerlagen 1a, 1b, 1c überlappen. In der in Figur 1 gezeigten Walzenform stehen benachbarte Fingerlagen 1a, 1b, 1c in einem nicht verschwindenden Winkel zueinander, wodurch die Überlappung keine vollständige Überlappung ist.

[0084] Jeder der Fingerlagen 1a, 1b, 1c weist eine Mehrzahl an Fingern 2a, 2b und 2c auf. Der Übersichtlichkeit halber sollen nur die Finger 2a, 2b und 2c ausdrücklich benannt werden, während das Werkzeug eine Vielzahl weiterer Finger aufweist, für die das bezüglich der Finger 2a, 2b und 2c Gesagte entsprechend gilt. In Figur 1 haben die Finger 2a, 2b, 2c alle die gleiche Länge.

[0085] Die Finger 2a, 2b und 2c sind in einer Richtung senkrecht zur Lagenfläche der entsprechenden Fingerlage 1a, 1b, 1c aus einem unausgelenkten Zustand biegbar. In Figur 1 befinden sich die Finger 2a, 2b, 2c im unausgelenkten Zustand.

[0086] Die Finger 2a, 2b, 2c sind jeweils flächig ausgebildet und erstrecken sich im gezeigten unausgelenkten Zustand in der Lagenfläche der entsprechenden Fingerlage 1a, 1b, 1c. Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c erstrecken sich im unausgelenkten Zustand jeweils parallel zueinander. Die Längsrichtungen der Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c liegen also parallel zueinander. Jeweils benachbarte Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c sind im unausgelenkten Zustand voneinander um einen Abstand größer als Null beabstandet.

[0087] In der in Figur 1 gezeigten walzenförmigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugs sind die Fingerlagen 1a, 1b, 1c entlang einer geschlossenen Kreislinie hintereinander angeordnet. Die Lagenflächen der Fingerlagen 1a, 1b, 1c stehen jeweils senkrecht auf der Kreislinie. Die Finger 2a, 2b, 2c erstrecken sich mit ihrer Längsrichtung radial zu einer Achse, die durch

einen Mittelpunkt der Kreislinie verläuft und die senkrecht auf dem durch die Kreislinie beschriebenen Kreis steht.

[0088] Alle Fingerlagen 1a, 1b, 1c sind an einer gemeinsamen Trägerstruktur 3 angeordnet. Dabei sind die Finger 2a, 2b, 2c aller Fingerlagen 1a, 1b, 1c mit einem Ende an der Trägerstruktur 3 befestigt. In der walzenförmigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugs gemäß Figur 1 hat die Trägerstruktur 3 eine Zylinderform um jene Achse als Zylinderachse, bezüglich der sich die Finger mit 2a, 2b, 2c mit ihrer Längsrichtung radial erstrecken.

[0089] Figur 2 zeigt eine tellerförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs. In der tellerförmigen Ausgestaltung der Figur 2 sind eine Vielzahl von Fingerlagen 1a, 1b, 1c, die sich jeweils in einer Lagenfläche erstrecken, entlang einer Kreislinie so hintereinander angeordnet, dass sich die Lagenflächen benachbarter der Fingerlagen 1a, 1b, 1c überlappen. Aufgrund der tellerförmigen Anordnung ist die Überlappung nicht vollständig. Auch hier wird der Übersichtlichkeit halber nur auf drei der Fingerlagen 1a, 1b, 1c Bezug genommen, wobei für die anderen Fingerlagen das Gesagte entsprechend gilt.

[0090] Jede der Fingerlagen 1a, 1b, 1c weist eine Mehrzahl an Fingern 2a, 2b, 2c auf. Der Übersichtlichkeit halber werden nur drei der Finger 2a, 2b, 2c angesprochen, während für die anderen gezeigten Finger das Gesagte entsprechend gilt.

[0091] Die Finger 2a, 2b, 2c sind in einer Richtung senkrecht zur Lagenfläche der entsprechenden Fingerlagen 1a, 1b, 1c aus einem unausgelenkten Zustand biegbar. In Figur 2 sind die Finger im unausgelenkten Zustand gezeigt. Die Finger 2a, 2b, 2c sind jeweils flächig ausgebildet und erstrecken sich im unausgelenkten Zustand in der Lagenfläche der entsprechenden Fingerlage 1a, 1b, 1c. Auch hier erstrecken sich die Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c im unausgelenkten Zustand jeweils parallel zueinander und haben alle die gleiche Länge. Auch im in Figur 2 gezeigten Beispiel haben benachbarte Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c im unausgelenkten Zustand voneinander einen Abstand von größer als Null.

[0092] In der in Figur 2 gezeigten tellerförmigen Ausgestaltung sind die Fingerlagen 1a, 1b, 1c entlang einer geschlossenen Kreislinie hintereinander angeordnet, wobei die Lagenflächen der Fingerlagen 1a, 1b, 1c, senkrecht auf der Kreislinie stehen und wobei die Finger 2a, 2b, 2c senkrecht auf der Fläche eines durch die Kreislinie beschriebenen Kreises stehen. Die Fingerlagen 1a, 1b, 1c sind auf einer Trägerstruktur 3 angeordnet, die in der tellerförmigen Ausgestaltung der Figur 2 eine flächige kreisringförmige Form haben kann. Die Fläche der Kreisringform liegt dabei in der durch die geschlossene Kreislinie beschriebenen Ebene. Die Finger 2a, 2b, 2c sind mit einem Ende an der Trägerstruktur 3 angeordnet und stehen mit ihren Längsrichtungen senkrecht auf der Fläche der Trägerstruktur 3. Bei Verwendung kann die tellerförmige Ausgestaltung dadurch über eine Kante eines

Werkstücks bewegt werden, dass das Werkzeug um eine durch den Mittelpunkt der geschlossenen Kreislinie gehende Achse gedreht wird, die parallel zu den Längsrichtungen der Finger 2a, 2b, 2c steht.

[0093] Figur 3 zeigt eine blockförmige Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs. Wiederum weist das Werkzeug eine Vielzahl von Fingerlagen 1a, 1b, 1c auf, von denen der Übersichtlichkeit halber nur drei Lagen 1a, 1b, 1c benannt werden sollen, während für die anderen gezeigten Lagen das Gleiche entsprechend gilt. Die Fingerlagen 1a, 1b, 1c sind so hintereinander angeordnet, dass sich die Lagenflächen benachbarter der Fingerlagen 1a, 1b, 1c überlappen. In der blockförmigen Ausgestaltung kann diese Überlappung vollständig sein. Darüber hinaus können sich in der blockförmigen Ausgestaltung die Lagenflächen aller Fingerlagen 1a, 1b, 1c vollständig überlappen.

[0094] Wiederum weist jede der Fingerlagen 1a, 1b, 1c eine Mehrzahl an Fingern 2a, 2b, 2c auf, von denen ebenfalls nur drei Finger 2a, 2b, 2c angesprochen werden sollen, während für die anderen gezeigten Finger das Gesagte entsprechend gilt. Da alle Finger 2a, 2b, 2c aller Fingerlagen 1a, 1b, 1c im gezeigten Beispiel die gleiche Länge haben, hat das Gesamtwerkzeug eine im Wesentlichen kubische Form.

[0095] Auch bei der blockförmigen Ausgestaltung der Erfindung sind die Finger 2a, 2b, 2c der Fingerlagen 1a, 1b, 1c jeweils flächig ausgebildet und erstrecken sich im unausgelenkten Zustand in der entsprechenden Lagenfläche, die hier eben ist. Wiederum sind die Finger 2a, 2b, 2c aus einem unausgelenkten Zustand biegbar. Die Figur zeigt auch hier die Finger 2a, 2b, 2c im unausgelenkten Zustand.

[0096] Die Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c erstrecken sich im unausgelenkten Zustand jeweils parallel zueinander. Benachbarte Finger 2a, 2b, 2c der gleichen Fingerlage 1a, 1b, 1c haben im unausgelenkten Zustand voneinander einen Abstand größer als Null.

[0097] In der in Figur 3 gezeigten Ausgestaltung sind die Fingerlagen 1a, 1b, 1c an einer gemeinsamen Trägerstruktur 3 angeordnet, die bei der blockförmigen Ausgestaltung der Figur 3 eine rechteckige Form haben kann. Die Finger 2a, 2b, 2c aller Fingerlagen 1a, 1b, 1c stehen im gezeigten Beispiel senkrecht auf der durch das Rechteck der Trägerstruktur 3 definierten Ebene.

[0098] Figur 4 zeigt ein weiteres Beispiel einer tellerförmigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugs entsprechend Figur 2. In Figur 4 ist das Werkzeug in einer Draufsicht in Richtung senkrecht zu jener Ebene, in der die Kreislinie verläuft, gezeigt. Die Fingerlagen 1a, 1b, 1c erstrecken sich radial bezüglich des Mittelpunkts der Kreislinie. Die Fingerlagen 1a, 1b, 1c sind hier als durchgehende Linien dargestellt, sie weisen jedoch die in Figur 2 beschriebenen Finger 2a, 2b, 2c auf, die hier nicht aufgelöst sind. Es ist zu erkennen, dass eine Dichte der Fingerlagen 1a, 1b, 1c und damit eine Dichte der Finger 2a, 2b, 2c von innen nach außen abnimmt. Um der

hierdurch entstehenden Inhomogenität der Fingerdichte entgegenzuwirken, kann ein tellerförmiges Werkstück wie in Figur 5 gezeigt ausgestaltet sein. In diesem Beispiel ist zusätzlich zu den Fingerlagen 1a, 1b, 1c eine

5 Vielzahl an weiteren Fingerlagen 1b, 1e, 1f vorgesehen, die entlang einer weiteren geschlossenen Kreislinie mit geringerem Radius angeordnet sind. Es werden auch hier wieder nur drei der weiteren Fingerlagen 1d, 1e, 1f angesprochen, während eine Vielzahl weiterer Fingerlagen entlang der inneren Kreislinie angeordnet sind, für die das bezüglich der Fingerlagen 1d, 1e, 1f Gesagte entsprechend gilt.

[0099] Die weitere geschlossene Kreislinie, entlang derer die Fingerlagen 1d, 1e, 1f angeordnet sind, ist 15 konzentrisch zur genannten ersten Kreislinie angeordnet und hat einen kleineren Radius als diese. Die beiden Kreislinien verlaufen in der gleichen Ebene. Die innere Anordnung von Fingerlagen 1d, 1e, 1f hat eine geringere Anzahl an Fingerlagen 1d, 1e, 1f, wodurch die Fingerdichte im Bereich der inneren Fingerlagen 1d, 1e, 1f herabgesetzt ist gegenüber einer Ausgestaltung, in welcher die äußeren Fingerlagen 1a, 1b, 1c in den Bereich fortgesetzt wären, in dem in Figur 5 die inneren Fingerlagen 1d, 1e, 1f angeordnet sind. Das in Figur 5 gezeigte 20 Werkzeug ermöglicht dadurch eine homogenerere Bearbeitung auf einer größeren Fläche als das in Figur 4 gezeigte Werkzeug mit gleichen äußeren Abmessungen.

[0100] Die Figuren 6, 7 und 8 zeigen beispielhaft verschiedene mögliche Anordnungen von Fingern und Fingerlagen im erfindungsgemäßen Werkzeug. Die Finger sind hierbei schematisch als gerade Linien dargestellt. Die geraden Linien können dabei als Fuß- bzw. Befestigungsline des entsprechenden Fingers an einer Tragestruktur 3 angesehen werden oder als Oberseiten der Finger an dem der Tragestruktur 3 gegenüberliegendem Ende der Finger. Die Fingerlagen sind in den Figuren 6, 7 und 8 parallel zueinander dargestellt, was in der blockförmigen und der walzenförmigen Ausgestaltung zutreffend ist. In einer tellerförmigen Ausgestaltung des Werkzeugs würden die Fingerlagen in der Darstellung der Figuren 6, 7 und 8 einen Winkel zueinander aufweisen. Da dieser jedoch sehr klein ist, wäre er in den Figuren 45 kaum zu erkennen, so dass die Figuren 6, 7 und 8 auch für die tellerförmige Ausgestaltung als zutreffend angesehen werden können.

[0101] Figur 6 zeigt eine Anordnung von Fingern. Es werden hierbei nur die Finger 2a bis 2f ausdrücklich benannt. Für die anderen gezeigten Finger gilt das Gesagte entsprechend.

[0102] In Figur 6 sind die Finger benachbarter Fingerlagen 1a bis 1e zueinander versetzt angeordnet. Das bedeutet, dass die Finger 2a, 2b, 2c der Fingerlage 1a in einer Projektion auf die benachbarte Fingerlage 1b in den 55 Abständen zwischen den Fingern 2d, 2e, 2f dieser benachbarten Fingerlage angeordnet sind. Es wird hierbei in Richtung senkrecht zur Lagenfläche der Fingerlage 1a oder 1b projiziert. In entsprechender Weise sind in Figur

6 die Finger aller benachbarter der Fingerlagen 1a bis 1e in der gesagten Projektion in den Abständen zwischen den Fingern oder neben den Fingern der benachbarten Fingerlage 1a bis 1e angeordnet.

[0103] Figur 7 zeigt eine mögliche Anordnung von Fingern 2a bis 2l in Fingerlagen 1a bis 1i. Die Finger 2a, 2b, 2c der Fingerlage 1a überlappen in einer Projektion auf die benachbarte Fingerlage 1b in Richtung senkrecht zu deren Fläche mit den Fingern 2g, 2h und 2i dieser Fingerlage 1b. Entsprechend überlappen sich auch die Finger der Fingerlage 1c mit den Fingern der Fingerlage 1a und 1b. Die Finger 2a bis 2i der Fingerlagen 1a bis 1c sind also in Richtung senkrecht zur Lagenfläche dieser Fingerlagen hintereinander angeordnet.

[0104] Die Finger 2j bis 2l der Fingerlagen 1d bis 1f, die sich an die Lagen 1a bis 1c anschließen, sind in einer Projektion in Richtung senkrecht zur Lagenfläche der Fingerlagen 1a bis 1c oder 1d bis 1f in den Abständen zwischen der benachbarten Lage 1c angeordnet. Andererseits sind die Finger 2j bis 2l der Lagen 1d bis 1f hintereinander bzw. überlappend, wie vorstehend für die Lagen 1a bis 1c beschrieben, angeordnet. Die Finger der Lagen 1g bis 1i sind wiederum hinter den Fingern 2a bis 2i der Lagen 1a bis 1c angeordnet, also mit diesen wie oben beschrieben überlappend. Sie sind daher in den Abständen zwischen den Fingern der Lagen 1d bis 1f bzw. neben den Fingern dieser Lagen in der Projektion angeordnet.

[0105] Figur 8 zeigt eine Anordnung von Fingern 2a bis 2f in Fingerlagen 1a bis 1d. Die Finger 2a bis 2f benachbarter Fingerlagen 1a bis 1d fallen dabei wiederum wie in Figur 6 gezeigt in der Projektion in die Abstände zwischen der jeweils benachbarten Fingerlage 1a bis 1d.

[0106] In allen Figuren haben alle Finger jeweils die gleiche Breite und die gleichen Abstände voneinander. Dies ist optional aber vorteilhaft. Während in den Figuren 6 und 7 die Breite der Finger gleich dem Abstand zwischen benachbarten Fingern der gleichen Lage ist, haben in dem in Figur 8 gezeigten Beispiel die Finger 2a bis 2f eine geringere Breite als der Abstand zwischen benachbarten der Finger 2a bis 2f der gleichen Lage 1a bis 1d. Auf diese Weise fallen Finger 2d bis 2f einer Fingerlage 1b mit einem Abstand 4 zwischen die Finger 2a bis 2c der benachbarten Fingerlage 1a bzw. 1c. Die Finger 2d bis 2f können also gebogen werden, ohne mit den Fingern 2a bis 2c benachbarter Fingerlagen 1a bis 1d zu reiben oder anzustoßen.

[0107] Figur 9 zeigt beispielhaft einen Verlauf eines Verfahrens zur Entgratung und Kantenverrundung eines Werkstücks. In einem Zustand Z1 liegt ein Werkstück mit einem Primärgrat vor. Ein Primärgrat kann beispielsweise dadurch entstanden sein, dass das Werkstück aus einem Blech ausgestanzt wurde oder dass aus dem Werkstück Teile ausgestanzt wurden. Der Stand der Technik sieht nun einen Schritt S1 vor, in dem der Primärgrat entfernt wird. Die Primärgratentfernung kann beispielsweise mittels eines umlaufenden Bandes mit ab-

rasiver Oberfläche erfolgen. In vielen Fällen wird hierdurch der Primärgrat nicht vollständig abgetragen, sondern zumindest teilweise in einen sog. Sekundärgrat umgeformt. Der Schritt S1 kann daher zu einem Zustand

5 Z2 führen, indem ein Werkstück mit einem Sekundärgrat vorliegt. Es muss sich dann ein Schritt S2 der Sekundärgratentfernung anschließen, der in einem Zustand Z3 zu einem entgrateten Werkstück führt. Für viele Anwendungen ist es erforderlich, dass die Kanten des entgrateten 10 Werkstücks zu einem gewissen Maße abgerundet werden, beispielsweise, um ein Abplatznen einer später aufzubringenden Lackierung zu verhindern. Die Abrundung der Kanten wird durch einen Schritt S3 der Kantenverrundung erreicht, der auf das entgratete Werkstück angewendet wird. Das Ergebnis dieses Schrittes S3 ist ein 15 Zustand Z4, in dem ein kantenverrundetes Werkstück vorliegt.

[0108] Figur 10 zeigt eine optionale Schrägstellung der Lagen gegenüber jener Richtung, in der das Werkzeug bei Verwendung bewegt wird. Das obere Teilbild zeigt dabei eine Draufsicht entsprechend Figur 6. das linke untere Teilbild zeigt eine Schnittansicht entlang der im oberen Teilbild eingezeichneten Schnittlinie A-A und dass rechte untere Teilbild zeigt eine Schnittansicht entlang der im oberen Teilbild eingezeichneten Linie B-B.

[0109] Die Bewegungsrichtung des Werkzeugs bei Verwendung steht senkrecht auf jener Richtung, entlang derer die Finger der gleichen Lage nebeneinander angeordnet sind, im oberen Teilbild also nach rechts oder links. In den Schnittansichten ist zu erkennen, dass hier die Lagen 1a bis 1e gegenüber der Bewegungsrichtung um einen Winkel von ungleich 90° geneigt sind. Dabei sind benachbarte der Lagen 1a bis 1d in entgegengesetzte Richtungen geneigt. Im gezeigten Beispiel sind die Lagen 1a, 1b und 1c nach rechts geneigt und die Lagen 1d und 1e nach links.

[0110] Figur 11 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung entsprechend der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform. Dabei zeigt das oberste Teilbild die Stellung der Finger 1a bis 1h von oben, das mittlere Teilbild eine Seitenansicht auf die Fläche der Finger und das untere Teilbild eine Stellung der Finger 1a bis 1h von oben. Die in Figur 11 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform dadurch, dass in Figur 11 die äußersten Finger 2a, 2d, 2g, 2h jeder Fingerlage zum Rand der Fingerlage hin abfallend angeschrägt sind. Zum Rand hin werden die Finger also kürzer. Die Finger können zum Rand hin auch schmäler werden. Durch diese Ausgestaltung wird ein weicherer Eingriff erzielt.

[0111] Figur 12 zeigt beispielhaft eine Ausführungsform der Fingerlagen 1a bis 1d, in denen die Fingerlagen gezackte Ränder haben. Die prinzipielle Form der Fingerlage entspricht jener in Figur 3 gezeigten, mit dem Unterschied, dass die Kanten der Finger 2a, 2b, 2c gezackt sind. Teilbild A zeigt eine der Fingerlagen 1A.

[0112] Teilfigur 12B zeigt eine Ausgangslage, aus der die Fingerlagen 1a und 1b durch Ausschneiden herstell-

bar sind. Dabei wird in die Lage eine (hier optional ge-
zackte) Schnittlinie eingebracht, die abwechselnd in ge-
zackten langen Abschnitten und geraden kurzen Ab-
schnitten verläuft. Auf diese Weise werden aus der Aus-
gangslage zwei Fingerlagen 1a und 1b separiert, die
jeweils längliche Finger 2a, 2b und 2c aufweisen.

[0113] Teilfigur 12C zeigt eine Aufsicht auf die zwei
gemäß Teilfigur 12B hergestellten Fingerlagen 1a und
1b, die hier entsprechend Figur 3 hintereinander ange-
ordnet sind. Man erkennt, dass sich die Lagen hier im
Bereich der ihrer Zacken in der Projektion überschnei-
den. Die Finger der gleichen Fingerlage 1a bzw. 1b sind
jeweils mit ihren Längsrichtungen parallel zueinander
angeordnet.

[0114] Figur 13 zeigt ein Beispiel einer optionalen Aus-
gestaltung einer Fingerlage 1a, in der die Finger jeweils
geschlitzt sind. Dazu sind in die Finger 2a, 2b, 2c jeweils
drei Reihen von in Richtung der Längsrichtung der Finger
hintereinander angeordneten Schlitten 5 eingebracht.
Die Schlitten verlaufen hierbei mit ihrer Längsrichtung
parallel zur Längsrichtung der Finger 2a, 2b, 2c. Im ge-
zeigten Beispiel weist die Fingerlage 1a fünf Finger auf,
die jeweils drei Reihen von Schlitten haben, wobei jede
Reihe von Schlitten vier hintereinander angeordnete
Schlitten 5 aufweist.

[0115] Das erfindungsgemäße Werkzeug kann nun in
einem Verfahren zum Entfernen von Sekundärgraten an
einer Kante eines metallischen Werkstücks, also im
Schritt S2, Anwendung finden. Es kann alternativ oder
zusätzlich auch im Schritt S3 zum Verrunden einer Kante
eines metallischen Werkstücks Anwendung finden. Es
wird dabei das Werkzeug so über die Kante des Werk-
stücks bewegt, dass die Fingerlagen die zu bearbeitende
Kante streifen und dadurch den Sekundärgrat entfernen
und/oder die Kante abrunden.

[0116] Besonders vorteilhaft kann das erfindungsge-
mäße Werkzeug in einem Verfahren Anwendung finden,
in dem in einem gemeinsamen Schritt Primärgrate an
Kanten des Werkzeugs entfernt werden und die Kanten
verrundet werden. Mittels des erfindungsgemäßen
Werkzeugs kann also das Werkstück in nur einem Schritt
vom Zustand Z1 in den Zustand Z4 bearbeitet werden. Es
wird hierzu wiederum das Werkzeug so über die Kante
bewegt, dass die Fingerlagen die Kante streifen und
dadurch die Primärgrate entfernen und die Kante abrun-
den.

Patentansprüche

1. Werkzeug zum Bearbeiten eines Objektes, aufweisend

eine Vielzahl von Fingerlagen (1a, 1b, 1c), die
sich jeweils in einer Lagenfläche erstrecken,
wobei die Fingerlagen (1a, 1b, 1c) so hinter-
einander angeordnet sind, dass sich die Lagen-
flächen benachbarter der Fingerlagen (1a, 1b,

5
1c) zumindest bereichsweise überlappen,
wobei jede Fingerlage (1a, 1b, 1c) eine Mehr-
zahl an Fingern (2a, 2b, 2c) aufweist,

wobei die Finger der Fingerlagen (1a, 1b, 1c) in
einer auf der Lagenfläche der entsprechenden
Fingerlage (1a, 1b, 1c) stehenden Richtung aus
einem unausgelenkten Zustand biegsam sind,
wobei die Finger der Fingerlagen (1a, 1b, 1c)
jeweils flächig ausgebildet sind, und sich im
unausgelenkten Zustand in der entsprechen-
den Lagenfläche erstrecken,
wobei benachbarte Finger (2a, 2b, 2c) der glei-
chen Fingerlage (1a, 1b, 1c) im unausgelenkten
Zustand voneinander um einen Abstand größer
als Null beabstandet sind,
wobei

die Finger (2a, 2b, 2c) zumindest einiger der
Fingerlagen (1a, 1b, 1c) in einer Projektion auf
eine benachbarte der Fingerlagen (1a, 1b, 1c) in
den Abständen zwischen den Fingern oder ne-
ben den Fingern (2a, 2b, 2c) dieser benachbar-
ten Fingerlage (1a, 1b, 1c) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
benachbarte der Fingerlagen (1a, 1b, 1c) un-
mittelbar aneinandergrenzen oder mit einem
Abstand von einer, zwei oder drei Dicken der
Fingerlagen (1a, 1b, 1c) zueinander beabstan-
det sind.

30 2. Werkzeug nach dem vorhergehenden Anspruch,
wobei die Finger (2a, 2b, 2c) der gleichen Fingerlage
(1a, 1b, 1c) unabhängig voneinander elastisch aus
dem unausgelenkten Zustand biegsam sind.

35 3. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
wobei zwischen den Fingern (2a, 2b, 2c) benachbar-
ter der Fingerlagen (1a, 1b, 1c) kein Material vor-
handen ist.

40 4. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che, wobei sich die Finger (2a, 2b, 2c) der gleichen
Fingerlage (1a, 1b, 1c) im unausgelenkten Zustand
jeweils parallel zueinander erstrecken,

45 5. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
wobei der Abstand zwischen benachbarten Fingern
(2a, 2b, 2c) der gleichen Lage größer ist als eine
Breite dieser Finger in einer Richtung, in der diese
Finger benachbart sind.

50 6. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
wobei die Finger (2a, 2b, 2c) zumindest einiger der
Fingerlagen (1a, 1b, 1c) in einer Projektion auf eine
benachbarte der Fingerlagen in Richtung senkrecht
zu deren Fläche überlappend mit den Fingern (2a,

- 2b, 2c) dieser benachbarten Fingerlage (1a, 1b, 1c) angeordnet sind.
7. Werkzeug nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Finger von zwei, drei, vier oder mehr der Fingerlagen (1a, 1b, 1c) in einer Projektion in Richtung senkrecht zu einer dieser Fingerlagen auf eine gemeinsame Ebene überlappen. 5
8. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei alle der Fingerlagen (1a, 1b, 1c) zueinander parallel hintereinander angeordnet sind und eine von den Fingerlagen aufgespannte Fläche senkrecht zu den Lagenflächen rechteckig ist. 10 15
9. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fingerlagen (1a, 1b, 1c) entlang einer geschlossenen Kreislinie oder einem Segment einer Kreislinie hintereinander angeordnet sind, wobei die Lagenflächen senkrecht auf der Kreislinie stehen und wobei die Finger (2a, 2b, 2c) senkrecht auf der Fläche eines durch die Kreislinie beschriebenen Kreises stehen. 20 25
10. Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fingerlagen (1a, 1b, 1c) entlang einer geschlossenen Kreislinie hintereinander angeordnet sind, wobei die Lagenflächen senkrecht auf der Kreislinie stehen und wobei sich die Finger (2a, 2b, 2c) mit ihrer Längsrichtung radial zu einer Achse erstrecken, die durch einen Mittelpunkt der Kreislinie verläuft und senkrecht auf der Kreislinie steht. 30 35
11. Verfahren zum Entfernen von Sekundärgraten an einer Kante eines Werkstücks und/oder zum Verrunden von einer Kante eines Werkstücks, wobei ein Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche relativ zum Werkstück über die Kante bewegt wird, so dass die Fingerlagen die Kante streifen so dass durch das Streifen der Kante durch die Fingerlagen ein Sekundärgrat an der Kante entfernt wird und/oder die Kante abgerundet wird. 40 45
12. Verfahren zum Entgraten und Verrunden einer Kante eines Werkstücks, 50 wobei ein Werkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche relativ zum Werkstück über die Kante bewegt wird, so dass die Fingerlagen die Kante streifen, so dass durch das Streifen der Kante durch die Fingerlagen ein Primärgrat an der Kante entfernt wird und die Kante abgerundet wird. 55
13. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei das Werkstück ein metallisches Werkstück ist.
- Claims**
1. A tool for machining an object, having
- a plurality of finger layers (1a, 1b, 1c) each of which extends into a layer plane, wherein the finger layers (1a, 1b, 1c) are arranged in succession behind each other such that the layer planes of adjacent finger layers (1a, 1b, 1c) at least partially overlap, wherein each finger layer (1a, 1b, 1c) has a plurality of fingers (2a, 2b, 2c), wherein the fingers of the finger layers (1a, 1b, 1c) can be bent from an undeflected state in a direction standing on the layer plane of the corresponding finger layer (1a, 1b, 1c), wherein the fingers of the finger layers (1a, 1b, 1c) are each flat in shape and extend in the corresponding layer plane when in the undeflected state, wherein neighbouring fingers (2a, 2b, 2c) of the same finger layer (1a, 1b, 1c) in the undeflected state are spaced apart from each other by any distance greater than zero, wherein the fingers (2a, 2b, 2c) of at least some of the finger layers (1a, 1b, 1c) are in a projection on one of the adjacent finger layers (1a, 1b, 1c) arranged in the spaces between the fingers or next to the fingers (2a, 2b, 2c) of this adjacent finger layer (1a, 1b, 1c),
- characterised in that**
- adjacent finger layers (1a, 1b, 1c) are directly adjacent to one another or are spaced apart by one, two or three times the thickness of the finger layers (1a, 1b, 1c).
2. The tool according to the preceding claim wherein the fingers (2a, 2b, 2c) of the same finger layer (1a, 1b, 1c) can be bent elastically from the undeflected state independently of one another.
3. The tool according to one of the preceding claims wherein there is no material between the fingers (2a, 2b, 2c) of adjacent finger layers (1a, 1b, 1c).
4. The tool according to one of the preceding claims, wherein the fingers (2a, 2b, 2c) of the same finger layer (1a, 1b, 1c) in the undeflected state extend parallel to each other,
5. The tool according to one of the preceding claims,

wherein the distance between neighbouring fingers (2a, 2b, 2c) of the same layer is greater than a width of these fingers in a direction in which these fingers are neighbouring.

6. The tool according to one of the preceding claims, wherein the fingers (2a, 2b, 2c) of at least some of the finger layers (1a, 1b, 1c) are in a projection onto an adjacent of the finger layers in a direction perpendicular to their plane arranged overlapping with the fingers (2a, 2b, 2c) of this adjacent finger layer (1a, 1b, 1c). 5
7. The tool according to the preceding claim, wherein the fingers of two, three, four or more of the finger layers (1a, 1b, 1c) overlap in a projection in a direction perpendicular to one of these finger layers on a common plane. 10
8. The tool according to one of the preceding claims, wherein all of the finger layers (1a, 1b, 1c) are arranged parallel to each other in succession behind each other and an area spanned by the finger layers perpendicular to the layer surfaces is rectangular. 15
9. The tool according to one of the preceding claims, wherein the finger layers (1a, 1b, 1c) are arranged in succession behind each other along a closed circular line or a segment of a circular line, wherein the layer planes are perpendicular to the circular line and wherein the fingers (2a, 2b, 2c) are perpendicular to the area of a circle delineated by the circular line. 20
10. The tool according to one of the preceding claims, wherein the finger layers (1a, 1b, 1c) are arranged in succession behind each other along a closed circular line, wherein the layer planes are perpendicular to the circular line and wherein the fingers (2a, 2b, 2c) extend in with their longitudinal direction radially towards an axis which passes through a centre point of the circular line and is perpendicular to the circular line. 25
11. A method for removing secondary burrs from an edge of a workpiece and/or for rounding an edge of a workpiece, wherein a tool according to one of the preceding claims is moved relative to the workpiece across the edge so that the finger layers rub the edge such that, through the finger layers rubbing against the edge, a secondary burr is removed from the edge and/or the edge is rounded. 30
12. A method for deburring and rounding an edge of a workpiece, wherein a tool according to one of the preceding claims is moved relative to the workpiece across the edge so that the finger layers rub against the edge, thus removing a primary burr from the edge. 35

and rounding the edge by the finger layers rubbing against the edge.

13. The method according to one of the two preceding claims, wherein the workpiece is a metallic work-piece. 5

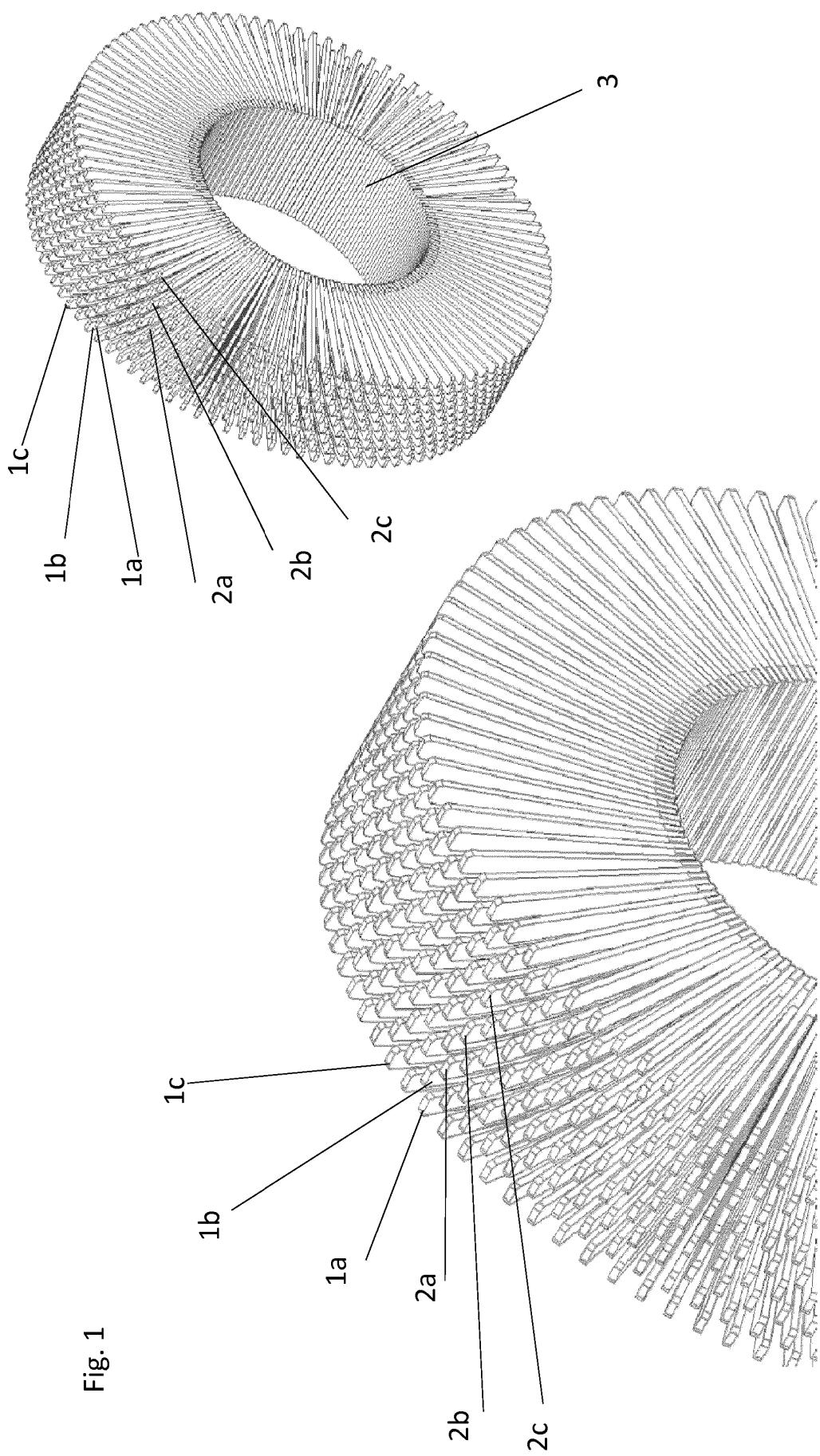
Revendications

1. Outil pour usiner un objet, présentant

une pluralité de couches de doigts (1a, 1b, 1c) qui s'étendent chacune dans une surface de couche, dans lequel les couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont disposées les unes derrière les autres de telle sorte que les surfaces de couches de couches adjacentes des couches de doigts (1a, 1b, 1c) se chevauchent au moins par endroits, dans lequel chaque couche de doigts (1a, 1b, 1c) présente une pluralité de doigts (2a, 2b, 2c), dans lequel les doigts des couches de doigts (1a, 1b, 1c) peuvent être pliés à partir d'un état non articulé dans une direction se trouvant sur la surface de couche de la couche de doigts (1a, 1b, 1c) correspondante, dans lequel les doigts des couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont respectivement conçus de manière plane, et s'étendent à l'état non articulé dans la surface de couche correspondante, dans lequel des doigts (2a, 2b, 2c) adjacents de la même couche de doigts (1a, 1b, 1c) sont espacés les uns des autres d'une distance supérieure à zéro à l'état non articulé, dans lequel les doigts (2a, 2b, 2c) d'au moins certaines des couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont disposés dans une projection sur une couche adjacente des couches de doigts (1a, 1b, 1c) aux distances entre les doigts ou à côté des doigts (2a, 2b, 2c) de cette couche de doigts (1a, 1b, 1c) adjacente, **caractérisé en ce que** des couches adjacentes des couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont directement contiguës ou sont espacées d'une distance de une, deux ou trois épaisseurs des couches de doigts (1a, 1b, 1c).

2. Outil selon la revendication précédente, dans lequel les doigts (2a, 2b, 2c) de la même couche de doigts (1a, 1b, 1c) peuvent être pliés élastiquement indépendamment les uns des autres à partir de l'état non dévié. 50
3. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il n'y a pas de matériau entre les doigts (2a, 2b, 2c) de couches adjacentes

- des couches de doigts (1a, 1b, 1c).
4. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les doigts (2a, 2b, 2c) de la même couche de doigts (1a, 1b, 1c) s'étendent respectivement parallèlement les uns aux autres à l'état non dévié,
- 5
5. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la distance entre des doigts (2a, 2b, 2c) adjacents de la même couche est supérieure à une largeur de ces doigts dans une direction dans laquelle ces doigts sont adjacents.
- 10
6. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les doigts (2a, 2b, 2c) d'au moins certaines des couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont disposés dans une projection sur une couche adjacente des couches de doigts, dans une direction perpendiculaire à sa surface, en chevauchement avec les doigts (2a, 2b, 2c) de cette couche de doigts (1a, 1b, 1c) adjacente.
- 20
7. Outil selon la revendication précédente, dans lequel les doigts de deux, trois, quatre des couches de doigts (1a, 1b, 1c) ou plus se chevauchent dans une projection dans une direction perpendiculaire à l'une de ces couches de doigts sur un plan commun.
- 25
8. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel toutes les couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont disposées les unes derrière les autres parallèlement les unes aux autres et une surface tendue par les couches de doigts est rectangulaire perpendiculairement aux surfaces de couches.
- 30
- 35
9. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont disposées les unes derrière les autres le long d'une ligne circulaire fermée ou d'un segment d'une ligne circulaire, dans lequel les surfaces de couches sont perpendiculaires à la ligne circulaire et dans lequel les doigts (2a, 2b, 2c) sont perpendiculaires à la surface d'un cercle décrit par la ligne circulaire.
- 40
- 45
10. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les couches de doigts (1a, 1b, 1c) sont disposées les unes derrière les autres le long d'une ligne circulaire fermée, dans lequel les surfaces de couches sont perpendiculaires à la ligne circulaire, et dans lequel les doigts (2a, 2b, 2c) s'étendent avec leur direction longitudinale radialement par rapport à
- 50
- 55
- un axe qui passe par un centre de la ligne circulaire et est perpendiculaire à la ligne circulaire.
11. Procédé pour éliminer des bavures secondaires sur un bord d'une pièce et/ou pour arrondir un bord d'une pièce, dans lequel un outil selon l'une quelconque des revendications précédentes est déplacé par rapport à la pièce sur le bord, de sorte que les couches de doigts effleurent le bord de sorte que du fait de l'effleurement du bord par les couches de doigts, une bavure secondaire sur le bord est éliminée et/ou le bord est arrondi.
- 15
12. Procédé pour ébavurer et arrondir un bord d'une pièce, dans lequel un outil selon l'une quelconque des revendications précédentes est déplacé par rapport à la pièce sur le bord de sorte que les couches de doigts effleurent le bord, de sorte que du fait de l'effleurement du bord par les couches de doigts une bavure primaire sur le bord est éliminée et le bord est arrondi.
- 25
13. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel la pièce est une pièce métallique.
- 30



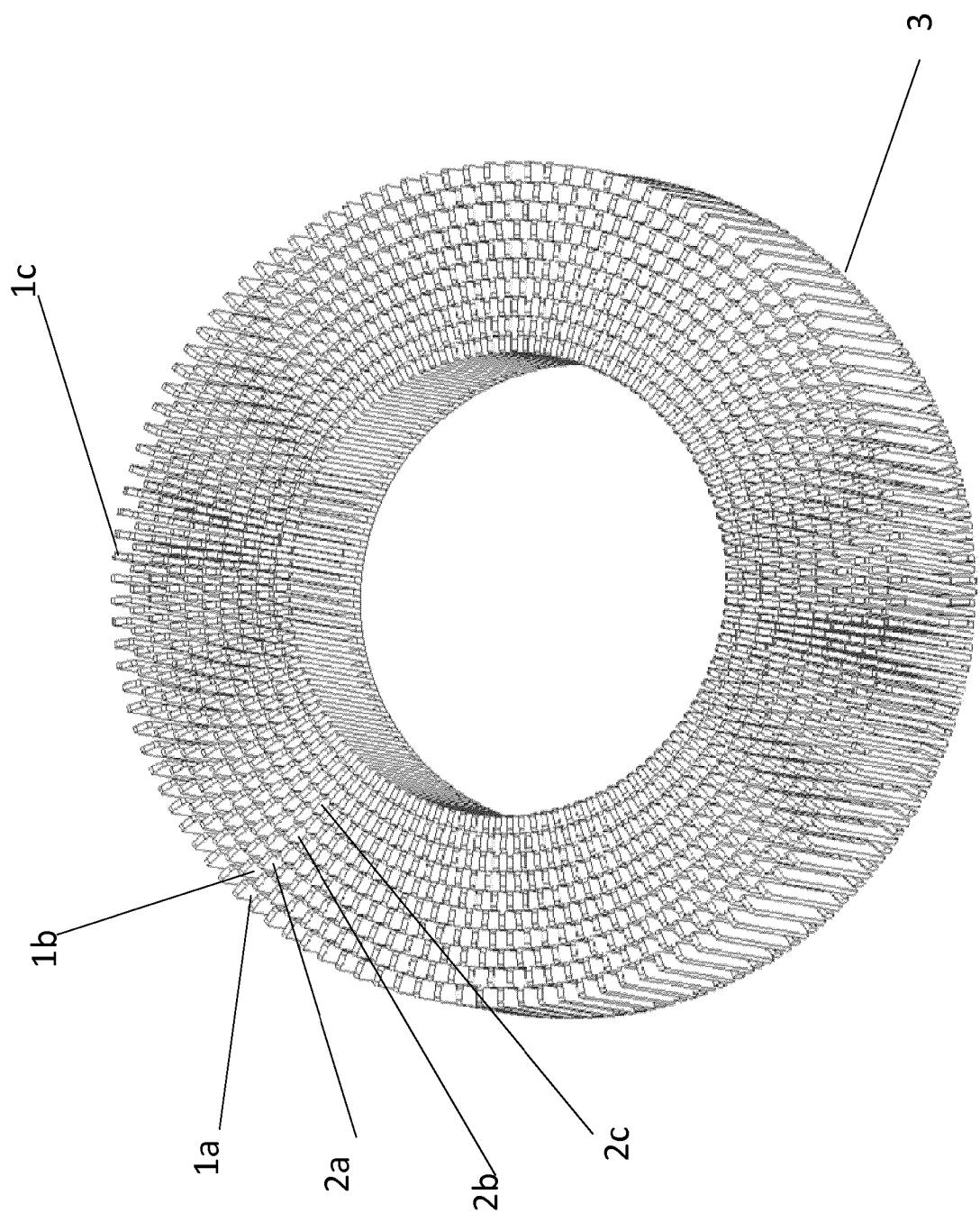


Fig. 2

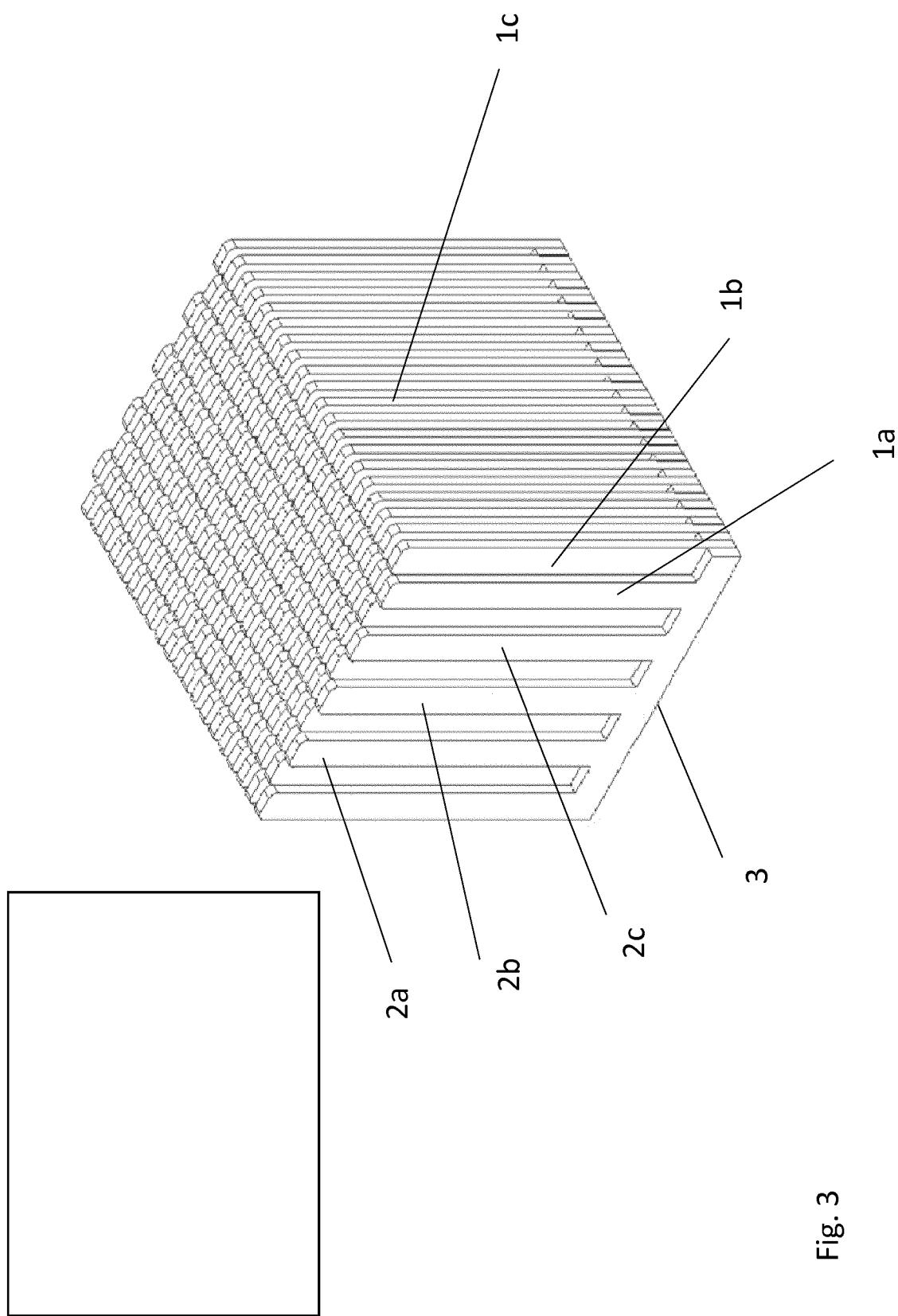


Fig. 3

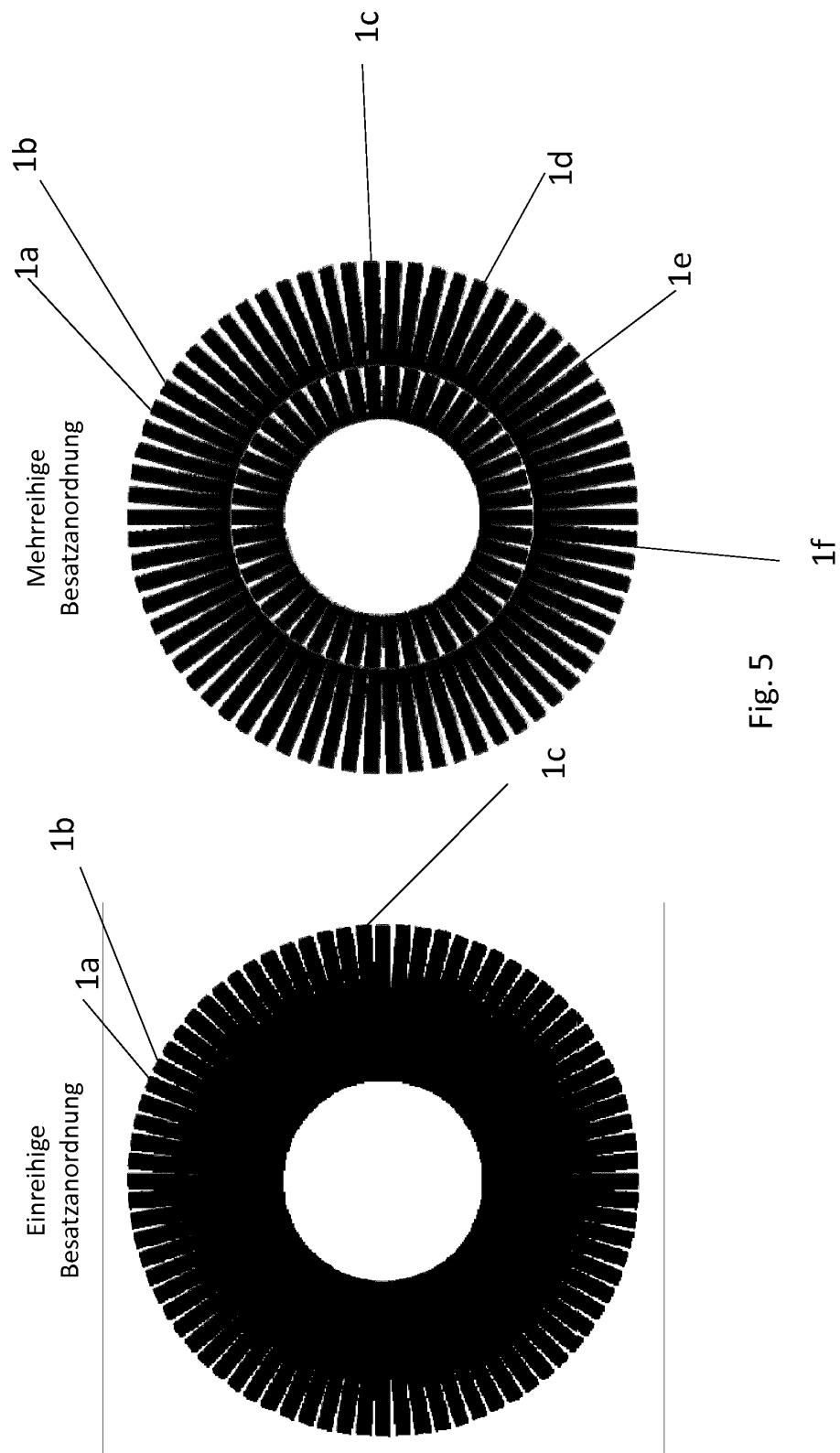


Fig. 4

Fig. 5

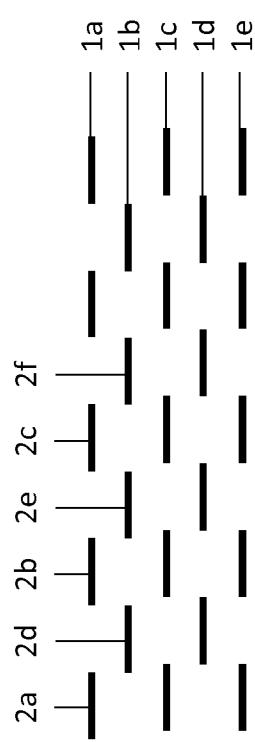


Fig. 6

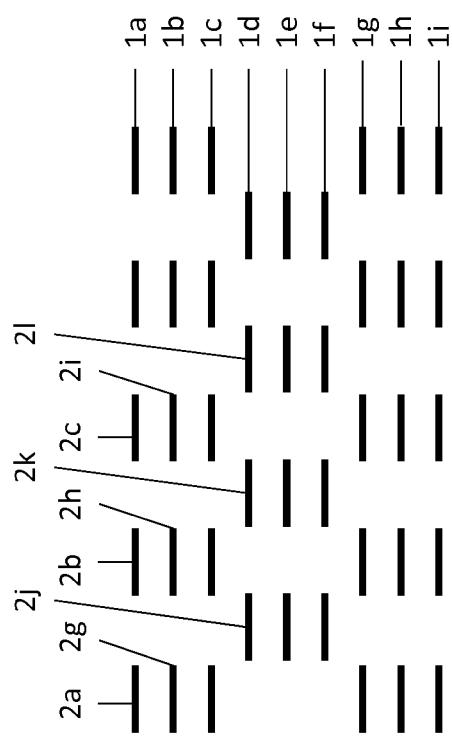


Fig. 7

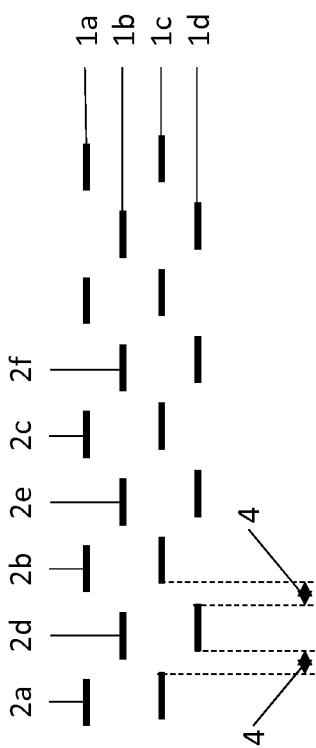


Fig. 8

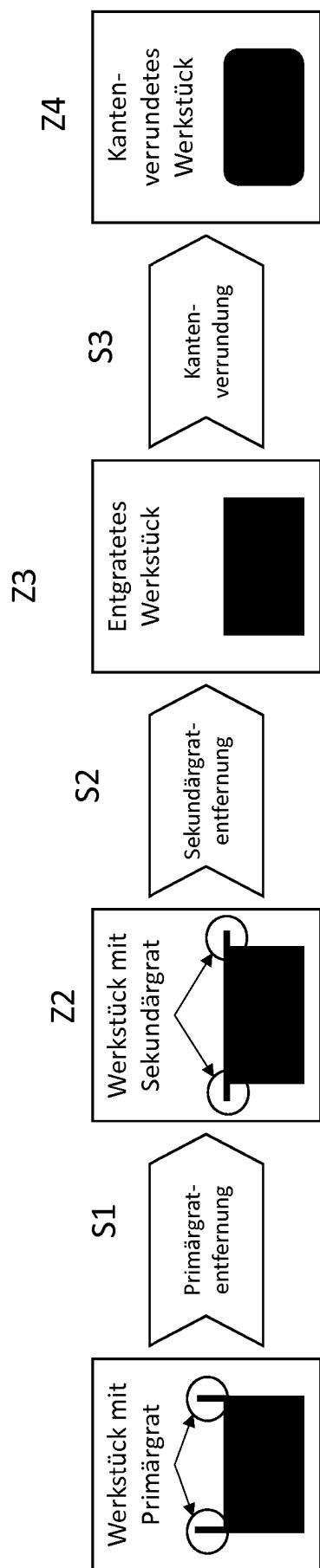


Fig. 9

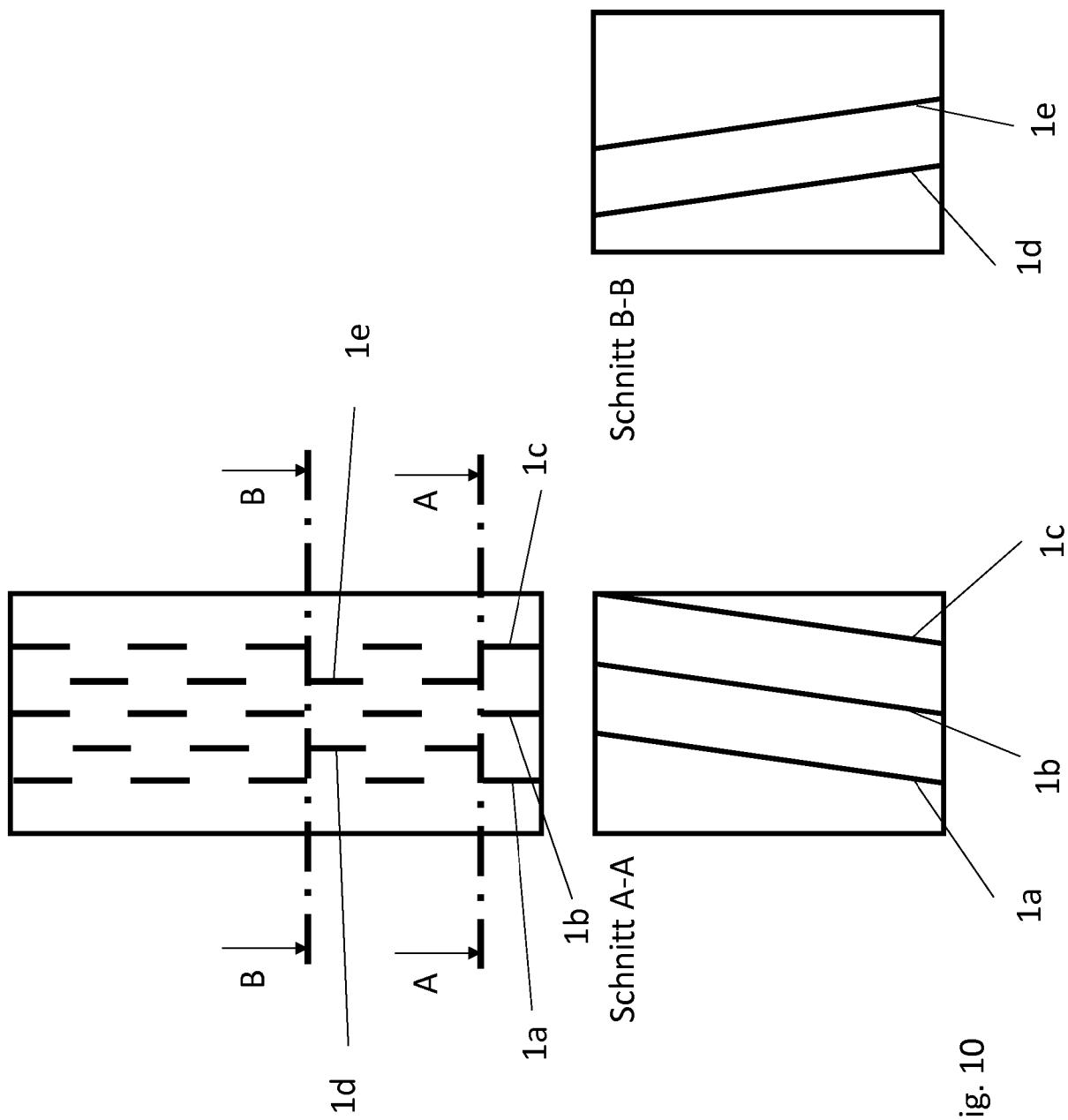


Fig. 10

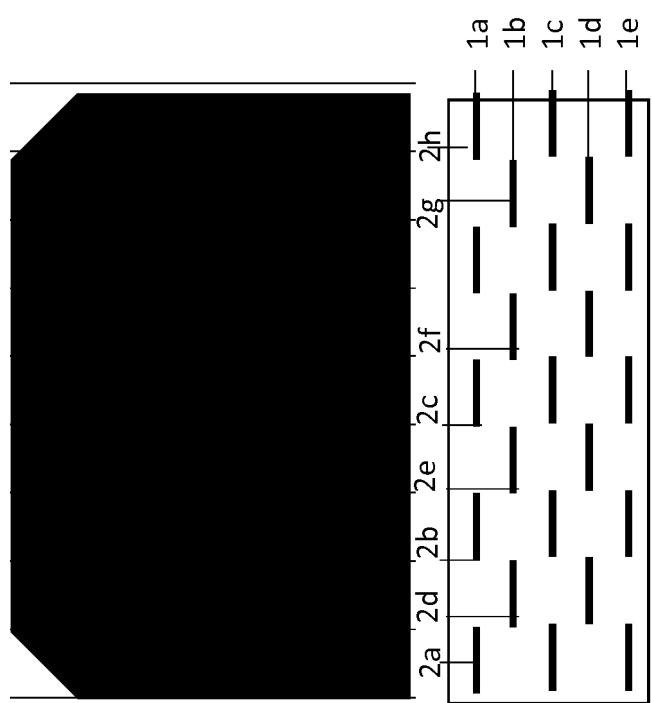
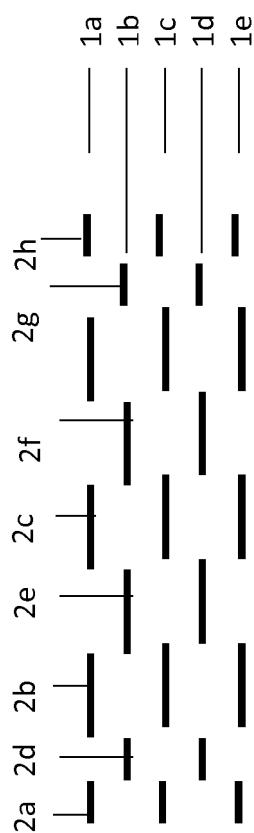
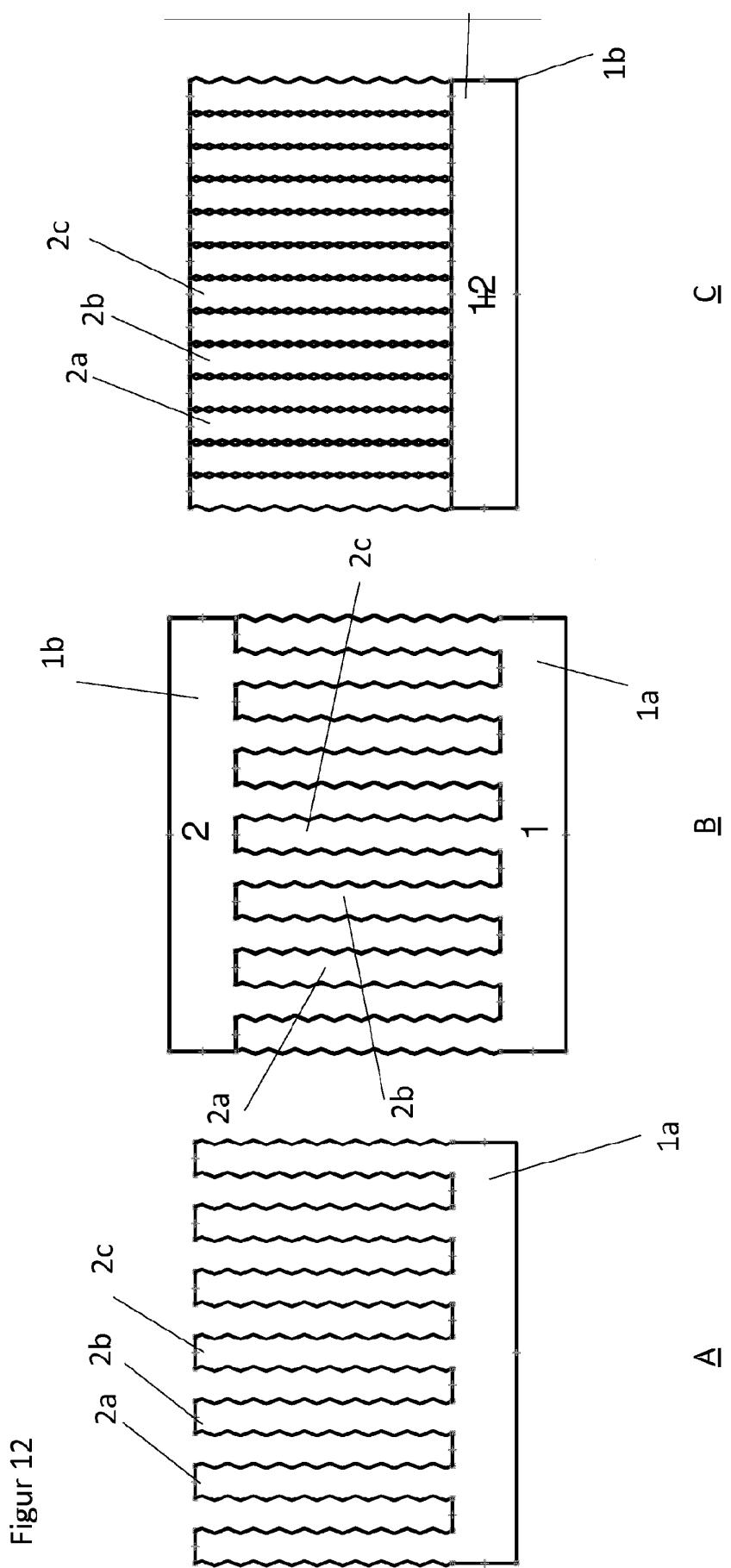
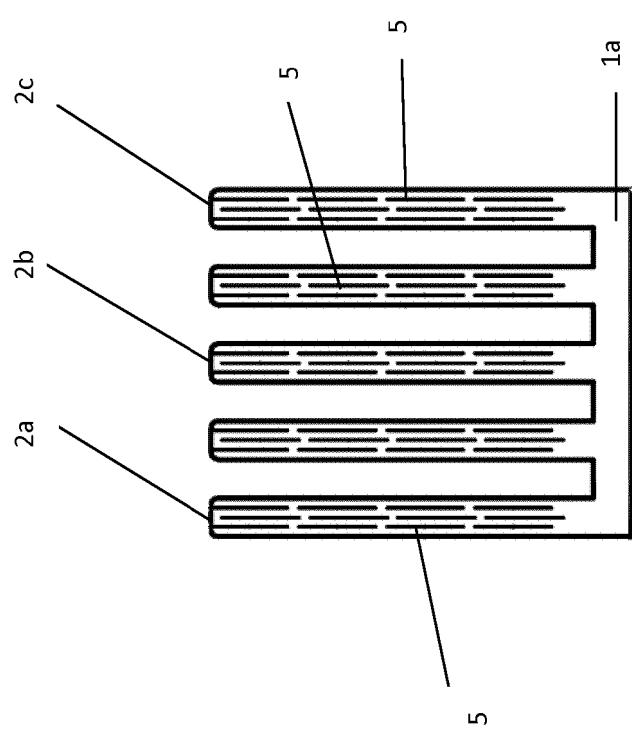


Fig. 11



Figur 12



Figur 13

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

- JP 5945679 B [0009]
- US 5301472 A [0010]