

(19)



(11)

EP 3 826 807 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.04.2022 Patentblatt 2022/15

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24D 5/12 (2006.01) **B24D 5/14** (2006.01)
B24D 7/14 (2006.01) **B24D 7/06** (2006.01)
B24B 27/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19827595.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24B 27/0675; B24D 5/123; B24D 5/14;
B24D 7/06; B24D 7/14; B24D 2205/00

(22) Anmeldetag: **13.11.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2019/000296

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/098852 (22.05.2020 Gazette 2020/21)

(54) **TRENN-, SCHLEIF- UND POLIERSCHEIBE, TRENNVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BEARBEITUNG VON WERKSTÜCKEN**

CUTTING, GRINDING AND POLISHING DISK, AND METHOD FOR MACHINING WORKPIECES

DISQUE À SÉPARER, À PONCER ET À POLIR, DISPOSITIF DE SÉPARATION ET PROCÉDÉ D'USINAGE DE PIÈCES

(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

- **EHLENZ, Tobias**
54612 Lasel (DE)
- **ROBERT, Dietmar**
54346 Mehring (DE)

(30) Priorität: **13.11.2018 DE 102018008920**

(74) Vertreter: **Kutsch, Bernd**
- trierpatent -
Monaiser Strasse 21
54294 Trier (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.06.2021 Patentblatt 2021/22

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/025045 WO-A2-2011/029106
DE-A1- 4 409 748 DE-U1- 20 108 804
DE-U1- 20 109 636 GB-A- 2 335 161
JP-A- 2002 252 186 US-A- 2 064 017
US-A- 4 989 372 US-A1- 2005 224 063
US-B1- 6 632 131

(73) Patentinhaber: **Hochschule Trier**
54293 Trier (DE)

(72) Erfinder:
• **WITTMANN, Armin**
54298 Welschbillig (DE)
• **FERRING, Jonas**
54329 Konz (DE)

EP 3 826 807 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein scheibenförmiges Trennwerkzeug und ein Radialtrennverfahren zum rotierenden Schneiden von Werkstücken, wie in den Ansprüchen 1 und 10 angegeben, insbesondere zur simultanen Mehrfachbearbeitung von Werkstücken.

[0002] Zur Bearbeitung von Werkstücken werden beispielsweise Schneid- und Trennvorgänge mittels rotierender Werkzeuge durchgeführt, die in ortsfesten oder mobilen Geräten eingesetzt werden. Beispielsweise sei hier die DE 20 2016 102 268 U1 zur möglichen Ausführungsform einer Trennmaschine genannt. Aus US 4,989,372 (nächstliegender Stand der Technik für die Ansprüche und 10) ist eine Präzisions-Radialarmsäge zur Vorbereitung von zu prüfenden Proben bekannt, in der eine Trennscheibe mit geometrisch unbestimmten Schneidelementen zum Trennen im Nassen verwendet wird.

[0003] Nach der Durchführung von Schneid- und Trennvorgängen weisen die entstandenen Schnittflächen durch den Schneid- bzw. Trennvorgang bedingte Oberflächencharakteristika auf. Trenn- und Schneidwerkzeuge werden überwiegend auf eine hohe Schnittleistung ausgelegt und erzeugen aufgrund der dementsprechend groben Schneidkanten oft Schnittflächen mit einer großen Oberflächenrauheit, Graten und temperaturbedingten Materialschädigungen. In vielen Anwendungsfällen genügt die durch einen Schneid- oder Trennprozess entstandene Oberflächengüte einer Schnittfläche nicht den gestellten Anforderungen in Laboren, in denen die als Verfahrensergebnis erzeugte Schnittfläche näher zu untersuchen ist. Auch in der industriellen Produktion, werden beispielsweise für eine Weiterverarbeitung von getrennten Werkstücken saubere, gratfreie Schnittflächen benötigt, die möglichst frei von Schädigungen jeder Art sein sollten. Eine Nachbearbeitung der betreffenden Schnittfläche, beispielsweise durch einen Schleif- oder Polierprozess, ist meist immer noch erforderlich. Individuelle Beeinflussungen bei der Probenaufbereitung sind nun fast unvermeidbar.

[0004] In der nachfolgenden Beschreibung werden in Betracht kommende Bearbeitungsschritte zur Erhöhung der Oberflächengüte in einer axialen Arbeitsrichtung eines scheibenförmigen drehenden Werkzeuges zusammengefasst als "Schleifen" bezeichnet. Schneid- und Trennvorgänge in einer radialen Arbeitsrichtung werden als "Trennen" bezeichnet.

[0005] Nach verbreiteten Verfahren, beispielsweise beim Ablängen von isolierten Kabeln, werden Trennvorgänge und Schleifvorgänge mit verschiedenen Werkzeugen in nacheinander auszuführenden Arbeitsgängen durchgeführt, weil Trennvorgänge und Schleifvorgänge jeweils unterschiedliche Anforderungen an den Werkzeugaufbau und die Abtragsleistung des ausführenden Werkzeuges stellen. Es werden meist je Vorgang besondere Werkzeugmaschinen eingesetzt. Es kommt zu Werkstückumrüstungen oder auch zu händischen Schleifvorgängen.

[0006] Bei Trennvorgängen mittels rotierender Werkzeuge taucht das Werkzeug in einer radialen Arbeitsrichtung in das zu bearbeitende Werkstück, so auch in der oben erwähnten US 4,989,372. Eine geringe Dicke in axialer Richtung ist bei rotierenden Trennwerkzeugen angestrebt, um den notwendigen Materialabtrag zur Durchführung des Trennschnittes niedrig zu halten.

[0007] Rotierende Schleifwerkzeuge verfügen üblicherweise, im Gegensatz zu rotierenden Trennwerkzeugen, in axialer Richtung über eine höhere Dicke. So werden die bei Schleifvorgängen mit den Seitenflächen des Werkzeuges auftretenden axialen Kräfte aufgenommen und bei Schleifvorgängen in radialer Arbeitsrichtung ein möglichst großflächiger Kontakt zwischen Werkzeug und Werkstückoberfläche erreicht. Beispielsweise sei hier die DE 696 11 764 T2 zur Gestaltung von scheibenförmigen Schleifwerkzeugen genannt.

[0008] Vor dem Beginn eines Trenn- oder Schleifvorganges wird üblicherweise der Verschleißgrad des Werkzeuges geprüft. Diese Überprüfung geschieht oft rein visuell und ist im Ergebnis subjektiv auf den Eindruck des Prüfenden beschränkt. Erreicht nun ein Werkzeug in einem laufenden Bearbeitungsvorgang seine Verschleißgrenze, muss der Vorgang unterbrochen und mit einem neuen Werkzeug wiederaufgenommen werden. Neben dem zusätzlichen Zeitbedarf für den Werkzeugwechsel kann der Werkzeugwechsel im Bearbeitungsvorgang zu einem ungleichmäßigen Arbeitsergebnis führen. Das ist bei einer Verwendung zur Probenaufbereitung und späteren Oberflächenanalyse am Werkstück problematisch.

[0009] Die DE 10 2015 223 428 B4 schlägt ein scheibenförmiges Trennwerkzeug zur Durchführung schonender Trennschnitte, insbesondere geeignet zum Trennen von Composite-Materialien mit schlechter Wärmeleitfähigkeit, vor. Mittels einer ausschließlich radial wirkenden Hauptschneide am äußeren Umfang des scheibenförmigen Trennwerkzeuges wird ein Schnittspalt hergestellt, der anschließend über benachbart zur Hauptschneide angeordnete, teils radial und teils axial wirkende konvexe Nebenschneiden, aufgeweitet wird. Die bei einem Materialabtrag entstehenden hohen Temperaturen werden hierdurch sowohl im Werkzeug als auch im Werkstück auf einen größeren Bereich verteilt. Werkstückmaterial im Bereich der Schnittflächen, das bei der Herstellung des Schnittspaltes temperaturbedingte materialschädigende Gefügeveränderungen erfahren hat, wird bei der nachfolgenden Aufweitung des Schnittspaltes zumindest teilweise abgetragen. In der Anwendung erreicht die in der DE 10 2015 223 428 B4 offenbarte Erfindung Schnittflächen mit wenig ausgeprägten Temperaturschädigungen.

[0010] Der notwendige Materialabtrag zur Durchführung eines Trennschnittes mit dem in der DE 10 2015 223 428 B4 offenbarten Werkzeug fällt, aufgrund der besonderen Geometrie des Scheiben-Umfangsbereiches, höher als bei einer herkömmlichen Trennscheibe aus. Das steht einer Verwendung zur Durchführung effizienter

Trennschnitte in metallischen Werkstoffen entgegen.

[0011] Zu beachten ist auch, dass mit dem in der DE 10 2015 223 428 B4 offenbarten Werkzeug kein flächiges Schleifen in einer axialen Arbeitsrichtung durchgeführt werden sollte.

[0012] Aus der US 6,632,131 B1 ist ein Sägeblatt mit geometrisch definierten, wechselnd geschränkten Sägezähnen an seinem äußeren Umfang bekannt, welches an seinen Seitenflächen mit Führungselementen ausgestattet ist. Die Führungselemente ragen dabei erfindungsgemäß axial nicht über die Trennschnittbreite hinaus. Die Führungselemente können mithin nicht in axialer Richtung schleifend wirken, sondern sollen durch die Trennschneiden aus dem Werkstückkörper herausgerisene aber noch mit dem Werkstück verhaftete Splitter, welche in den Trennschnitt hineinragen, beseitigen.

[0013] WO 2011/029106A2 beschreibt eine Verschleißanzeige für rotierende materialabtragende Trenn- oder Schleifwerkzeuge, welche über in das Werkzeug integrierte Vertiefungen oder Erhebungen Hinweise auf den radialen oder axialen Verschleiß des Werkzeuges gibt.

[0014] Ausgehend vom aufgezeigten Stand der Technik hat die vorliegende Erfindung weiterhin die Aufgabe, ein Werkzeug bzw. ein Bearbeitungsverfahren zur Verfügung zu stellen, welches an handelsüblichen transportablen und ortsfesten Trenn- und Schleifmaschinen einsetzbar ist und mit welchem es durch einen Trennvorgang möglich ist, effizient ein Werkstück mit einer definierten Oberflächencharakteristik zu erzeugen. Die Bearbeitungsqualität soll gesichert sein. Erzeugte Oberflächen sollen möglichst reproduzierbar immer wieder gleich darstellbar sein.

[0015] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, welches möglichst eine Verschleißanzeige beinhaltet, die dem Werkzeugnutzer vor Beginn eines Arbeitsganges einen Rückschluss ermöglicht, ob der betreffende Arbeitsgang innerhalb der verbliebenen Restnutzungskapazität des Werkzeuges vollständig ausgeführt werden kann.

[0016] Die Aufgabe der Erfindung wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche, umfassend deren jeweiliges Kennzeichen, gelöst.

[0017] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in jeweiligen Unteransprüchen definiert.

[0018] Das erfindungsgemäße scheibenförmige Trennwerkzeug ist zum rotierenden Schneiden eines zumindest grob entlang einer Rotationsachse länglichen, ortsfest eingespannten Werkstückes, mit bezüglich dieser Rotationsachse radialem Vorschub zumindest grob in Richtung des orthogonal verlaufend eingespannten Werkstückes vorgesehen. Das Trennwerkzeug hat aber nicht ausschließlich Trennschneiden in einem radial äußeren Umfangsbereich des Trennwerkzeugs. Zumindest eine von zwei einander gegenüberliegenden Scheibenflanken ist / sind in einem bezüglich des Umfangsbereichs radial inneren Bereich mit zumindest einem Schleif- und optional auch einem Poliermittel versehen.

Erfindungsgemäß ist das Trennwerkzeug demnach als eine Trenn-Schleif-Polierscheibe ausgebildet.

[0019] Ein erfindungsgemäßes scheibenförmiges Werkzeug ist vorteilhaft zur Verwendung in handelsüblichen mobilen oder ortsfesten Trenn- und Schleifmaschinen vorgesehen. Eine Verwendung in einem Prüflabor für Elektrokabel hat erheblichen Aufwand eingespart und die Aussagekraft von Studien verbessert.

[0020] Eine erfindungsgemäße Trennvorrichtung ist dem Erfindungsgedanken weiter folgend geeignet für ein Verfahren zur Bearbeitung von Prüfwerkstücken, nämlich mittels eines scheibenförmigen Trennwerkzeugs. Während eines ausschließlich zumindest grob radialen Verfahrens des Werkzeugs simultan und / oder unmittelbar wird aufeinander folgend getrennt, geschliffen und optional auch poliert, nämlich während einer einzigen Zustellungsanweisung einer Maschinensteuerung.

[0021] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform zeigt eine Verschleißanzeige eine verbleibende Restnutzungskapazität an, insbesondere ein restliches Schnittvolumen und / oder eine restliche Nutzungszeit. Die Anzeige reagiert besonders bevorzugt autark auf eine ein bestimmtes Maß überschreitende mechanische Abnutzung des Werkzeugs, insbesondere indem eine andere Farbe zum Vorschein kommt oder erkennbar wird.

[0022] Das Werkzeug berücksichtigt schon konstruktiv das Werkstück qualitativ beeinträchtigende Belastungen wie Temperatur und Werkzeugermüdung.

[0023] Die Verschleißanzeige gibt nun sogar Hinweise bezüglich der zu wählenden Prozessparameter wie beispielsweise Werkzeugdrehzahl und Zustellgeschwindigkeit.

[0024] Die Erfindung vermeidet eine separate Durchführung der Arbeitsgänge "Trennen", "Schleifen" und ggf. "Polieren". Rüstarbeiten und damit Maschinen- und Personalkosten werden eingespart. Rüstarbeiten an Maschinen, die mit materialabtragenden Verfahren arbeiten, gestalten sich zeit- und personalintensiv, da beispielsweise bei jedem Umrüsten alle Aufnahmeflächen für Werkstücke und Werkzeuge sehr gründlich von Bearbeitungsrückständen wie Materialspänen und Kühlschmiermitteln gereinigt werden müssen. Rüstarbeiten an Werkzeugmaschinen haben in aller Regel zur Folge, dass sich die Positionen des zu bearbeitenden Werkstückes und ggf. auch des Werkzeuges zum maschineninternen Koordinatensystem verschieben und neu gefunden werden müssen. Rüst-, Umspann- und Programmierarbeiten an Werkzeugmaschinen bergen - insbesondere erfindungsgemäße Verwendungen im Blick - aufgrund der komplexen Arbeitsabläufe ein gewisses Fehlerpotenzial.

[0025] Ist nach einem Trennvorgang eine Nachbearbeitung eines Werkstückes erforderlich, muss dieses eine gewisse Mindestgröße aufweisen, um mit einem Spannmittel zur weiteren Bearbeitung fixiert werden zu können. Besonders bei sehr hochpreisigen Materialien oder bei Materialien, die nur in einem begrenzten Umfang zur Verfügung stehen, ist die Notwendigkeit eine Min-

dest-Werkstückgröße einzuhalten mit einem erhöhten Aufwand, wie beispielsweise der Fixierung des Werkstückes auf einem Träger, verbunden.

[0026] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform verfügt die Trenn-Schleif-Polierscheibe über einen scheibenförmigen Grundkörper, der bevorzugt aus einem Verbundwerkstoff, beispielsweise unter Verwendung einer Kunstharz-Matrix, ähnlich einer Trennscheibe besteht.

[0027] Besonders bevorzugt umfasst die Trenn-Schleif-Polierscheibe zumindest einen in radialer Arbeitsrichtung wirksamen Bereich mit Trennschneiden und zumindest einen in axialer Arbeitsrichtung wirksamen Schleif- und Polierbereich. Zur Verwendung kommende Schneiden sind geometrisch unbestimmt ausgeführt, beispielsweise als gekörntes Schleifmittel. Weiterhin verfügt die Trenn-Schleif-Polierscheibe über eine mittige Bohrung in axialer Richtung, zur Befestigung in den üblichen normierten Werkzeugaufnahmen von mobilen und ortsfesten Trenn- und Schleifmaschinen.

[0028] Die Vorschubbewegung der Trenn-Schleif-Polierscheibe in radialer Arbeitsrichtung zur Ausführung des Trennschnittes kann, je nach Ausgestaltung der verwendeten Maschinenteknik, maschinell oder manuell erfolgen.

[0029] Die Trenn-Schleif-Polierscheibe ist an zumindest einer Scheibenflanke mit Schleif- und Poliermitteln versehen. Die Schleif- und Poliermittel sind dabei feiner gekörnt oder gezahnt bzw. für einen geringeren Materialabtrag ausgelegt als die Trennmittel, um die beabsichtigte Verbesserung der Oberflächengüte der Schnittflächen in axialer Richtung, bei gleichzeitiger effizienter Trennbearbeitung in radialer Richtung erreichen zu können.

[0030] Das erfindungsgemäße Werkzeug gewährleistet seine Nutzbarkeit aufgrund seiner kombinierten geometrischen und kinematischen Eigenschaften und weist deshalb keine der zuvor beschriebenen Probleme und Limitierungen auf. Wenn bei dem Trennvorgang das erfindungsgemäße Werkzeug in einer radialen Zustellbewegung mit seinem äußeren Umfang das Werkstück berührt, führen mehrere bestimmte und gezielt nutzbar gemachte Faktoren zu einer definierten Auslenkung der Scheibe in beide axiale Richtungen, ohne dass sich das Trennwerkzeug an sich in seinem Zentrum axial bewegt. Das führt zu einer Schnittpaltaufweitung, die für diese Erläuterung beispielhaft mit 10 % angegeben ist. Der Schnittpalt ist also 10 % breiter, als es die radial äußere Geometrie des Trennwerkzeuges klassischerweise vorgeben würde. In diesem um 10% breiteren Schnittpalt wirken die auf den Scheibenseiten aufgetragenen Schleif-/ Polierschichten und kommen deshalb nicht mit Relevanz für die Trennung zur Wirkung. In radialer Richtung ist jedenfalls keine Wirkung von Relevanz und schon gar nicht kommt es zu einer Beeinflussung des Trennvorgangs an sich. Die Materialstärke der Schleif-/ Polierschichten ist dabei genau auf die entstehende Schnittpaltaufweitung abgestimmt. Es ist also kein brei-

terer Schneidrand erforderlich, in dessen Schatten die Schleif-/ Polierelemente bei dem radialen Trennvorgang wirken können. Ihre Relevanz zum Funktionieren der Erfindung liegt nun im axialen Wirken, nämlich schleifend/polierend.

[0031] Diese axiale Auslenkung der Scheibe, und damit die Schnittpaltaufweitung, wird durch bestimmte Eigenschaften der Scheibe ermöglicht. Die Kombination aus Werkstoffeigenschaften und geometrischen Eigenschaften, wie zum Beispiel die Scheibenbreite, verleihen der Trennscheibe eine bestimmte Flexibilität. Diese Flexibilität erlaubt es, dass bei dem Trennprozess wirksame Prozesskräfte zu einer axialen Auslenkung der Scheibe in beide Richtungen von jeweils ungefähr bis zu 5 % der Scheibenbreite führen. Zudem weist die Betriebsdrehzahl der Trennscheibe einen Wert auf, der einem Vielfachen einer der Eigenfrequenzen der Trennscheibe entspricht. So wird die Trennscheibe während des Betriebs zu einer axialen Schwingung angeregt, deren Amplitude ungefähr bis zu 5 % der Scheibendicke beträgt. Zudem ist die Trennscheibe nicht flach, sondern weist einen Schlag von ungefähr bis zu 10 % der Scheibenbreite auf. Dieser Schlag unterstützt die Schnittpaltaufweitung zusätzlich. Die Wirksamkeit dieser Effekte kann mit einer zum Mittelpunkt der Scheibe hin breiter werdenden Schleif-/ Polierschicht unterstützt werden. Diese Nutzbarmachung von geometrischen und kinematischen Eigenschaften die zu einer axialen Auslenkung des erfindungsgemäßen Werkzeuges erlauben den Verzicht auf einen breiten Schneidrand. So ist ein radialer Verbrauch des erfindungsgemäßen Werkzeuges grundsätzlich bis hin zur Werkzeugaufnahme der betreibenden Maschine möglich. Das führt zu einer effizienteren Nutzung des Werkzeuges und ermöglicht die Verwendung verschleißbehafteter Bindungsmaterialien der, für den Trennvorgang verantwortlichen, Schleifkörner. So wird ein präziser und doch effizienter Trennschliff ermöglicht. Die beschriebene axiale Auslenkung des erfindungsgemäßen Werkzeuges führt auch zu einer Zustellung der, auf den Trennscheibenseiten aufgetragenen, Schleif-/ Polierschichten in axialer Richtung zu den Schnittflächen des Werkstückes. Diese Zustellung gewährleistet die saubere Schleif-/ Polierbearbeitung der Schnittflächen, unabhängig von dem Verschleißgrad der Schleif-/ Polierflächen. Für den Schleif-/ Poliervorgang der Schnittflächen wird dabei keine Maschinensteuerung benötigt, die die axiale Zustellung der Schleif-/ Polierelemente zu den Schnittflächen ermöglicht. Von der Maschine ist nur ein radialer Vorschub zu leisten.

[0032] Eine bevorzugt vorgesehene Aufdickung der Flanken des erfindungsgemäßen scheibenförmigen Werkzeuges zur Mitte hin wirkt dabei unterstützend in Bezug auf die axiale Bewegung der Schleif- und Poliermittel zu den zu bearbeitenden Schnittflächen hin. Die Aufdickung ist dabei bevorzugt in einer ein- oder mehrfachen Abstufung ausgeführt, um die Schleif- und Polierflächen parallel zu den Schnittflächen des Trennschnittes zu halten. Die Aufdickung kann dabei ein- oder mehr-

schichtig ausgeführt sein.

[0033] Durch die Vorschubbewegung in einer radialen Arbeitsrichtung beim Durchführen des Trennschnittes taucht das erfindungsgemäße Werkzeug, in das Werkstück ein und führt beim Eintauchen des erfindungsgemäßen Werkzeuges zu einem flächigen Kontakt der Schleif- und Polierflächen mit zumindest einer Schnittfläche des Werkstückes.

[0034] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die erfindungsgemäße Trenn-Schleif-Polierscheibe, mit zumindest einem Kanal entlang zumindest einer Seitenflanke zur verbesserten Abfuhr von Spänen, ausgebrochenem Schleifmaterial und/oder Kühlschmiermittel versehen.

[0035] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der zumindest an einer Scheibenflanke vorhandene, zumindest eine Schleif- und Polierbereich ohne Kühlkanäle ausgeführt.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform der Trenn-Schleif-Polierscheibe, ist vorgesehen, das Schleif- und Poliermaterial zur Scheibenmitte hin feiner werden zu lassen, um mit zunehmender Eintauchtiefe des Werkzeuges in das Werkstück zunehmend feinere Schleif- und Poliermittel zum Eingriff zu bringen und so in einem Arbeitsgang eine möglichst hohe Oberflächengüte zu erreichen.

[0037] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Trenn-Schleif-Polierscheibe mit einer optischen Verschleißanzeige für den zumindest einen Schleif- und Polierbereich ausgestattet. Der zumindest eine Schleif- und Polierbereich ist bevorzugt, wie in den Figuren 2 bis 5 dargestellt, mehrschichtig aufgebaut, wobei sich die Anzahl der Schichten zur Scheibenmitte hin erhöht. Die einzelnen Schichten sind mit individuellen Farbcodes gekennzeichnet, die sowohl eine Abnutzung in radialer als auch in axialer Richtung erkennen lassen. Anhand der sichtbaren Farbcodes kann der aktuelle Grad der Abnutzung und damit auch die Restnutzungskapazität der Trenn-Schleif-Polierscheibe sicher bestimmt werden.

[0038] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, die Verschleißanzeige einschichtig auszuführen, sodass ein Verschleiß der Schleifschicht an der Scheibenseite die darunter liegende andersfarbige Trägerschicht, die für das Trennen verantwortlich ist, zum Vorschein kommt und so optisch den Verschleiß anzeigt. Diese einschichtige Schleifschicht an der Seite der Scheibe kann auch zur Scheibenmitte hin aufgrund einer anderen Körnung oder einfach in einer anderen Farbe segmentiert sein. Wenn radialer Verschleiß dann ein solches bestimmtes Segment erreicht, können auch Rückschlüsse auf den Verschleißzustand gezogen werden. So ist ein Verschleiß in radialer und axialer Richtung visualisierbar.

[0039] In weiteren bevorzugten Ausführungen sind auch andere Ausgestaltungen der Verschleißanzeige, beispielsweise über akustische oder elektronische Signale denkbar.

[0040] Es zeigen

Figur 1 - eine Seitenansicht auf eine Scheibenflanke mit Ansicht des Grundkörpers, der Trennschneide und der Schleif- und Polierelemente eines erfindungsgemäßen Werkzeuges, insbesondere einer Trenn-Schleif-Polierscheibe,

Figur 2 - eine Seitenansicht auf eine Scheibenflanke mit Darstellung der Schleifstufen eines erfindungsgemäßen Werkzeuges, insbesondere einer Trenn-Schleif-Polierscheibe,

Figur 3 - eine Seitenansicht auf eine Scheibenflanke mit Darstellung des Schichtenaufbaues eines erfindungsgemäßen Werkzeuges, insbesondere einer Trenn-Schleif-Polierscheibe,

Figur 4 - eine Frontansicht auf den äußeren Umfangsbereich mit Darstellung der Trennschneide und des stufenförmigen Aufbaues der Schleif- und Polierkomponenten eines erfindungsgemäßen Werkzeuges, insbesondere einer Trenn-Schleif-Polierscheibe, und

Figur 5 - eine Explosionszeichnung eines erfindungsgemäßen Werkzeuges, insbesondere einer Trenn-Schleif-Polierscheibe, in einer Seitenansicht mit einer Darstellung des Farbcodes zur Verschleißanzeige der Trenn-, Schleif- und Polierkomponenten.

[0041] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der oben aufgeführten Zeichnungen ausführlich erläutert. Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1. Erkennbar dargestellt ist ein Grundkörper 2, bevorzugt gebildet aus einem Verbundmaterial, welches, ähnlich einer handelsüblichen Trennscheibe, bereits Trennmittel einer definierten Körnung beinhaltet und damit an einem äußeren Umfangsbereich 3 über geometrisch unbestimmte Trennschneiden 5 verfügt. Im Grundkörper 2 ist zentrisch in axialer Richtung eine Befestigungsbohrung 7 vorgesehen, zur Befestigung der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1, in normierten Werkzeugaufnahmen von stationären oder mobilen Trenn- und Schleifmaschinen.

[0042] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind einseitig auf einer Scheibenflanke 4 des Grundkörpers 2 Schleif- und Polierflächen 6 angebracht. Diese Schleif- und Polierflächen 6 ermöglichen die Nachbearbeitung der Schnittfläche eines Werkstückes simultan zur Ausführung des Trennschnittes. Der Trennschnitt wird dabei in einer in den Figuren 2 und 4 dargestellten radialen Arbeitsrichtung VR mittels der Trennschneiden 5 am äußeren Umfangsbereich 3 der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 ausgeführt. Der Vorschub in einer radialen

Arbeitsrichtung VR kann dabei, je nach Ausgestaltung der verwendeten Trenn- oder Schleifmaschine, manuell oder maschinell erfolgen.

[0043] Erkennbar dargestellt sind in einer ersten besonders bevorzugten Ausführungsform Kanäle 8 zur Span- bzw. Kühlmittelabfuhr aus dem Trenn-, Schleif- und Polierbereich. Die Kanäle 8 verlaufen dabei in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1, entlang der Scheibenflanke 4 in radialer Richtung zum äußeren Umfangsbereich 3. Die Kanäle 8 sind dabei bevorzugt entgegen der Drehrichtung D geneigt, um ein Verstopfen der Kanäle 8 während einer Bewegung in radialer Vorschubrichtung VR zu vermeiden oder zumindest zu vermindern.

[0044] In einer besonders bevorzugten zweiten, hier allerdings nicht dargestellten Ausführungsform wird die Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 ohne Kanäle 8 ausgeführt.

[0045] In weiteren besonders bevorzugten, hier allerdings nicht dargestellten Ausführungsformen wird die Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 mit einschichtigen Schleif-/ Polierelementen, mit und ohne Kanäle ausgeführt.

[0046] Figur 2 zeigt in einer Seitenansicht auf eine Scheibenflanke 4 die Darstellung der Schleifstufen einer erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1. Die Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 ist an zumindest einer Scheibenflanke 4 mit Schleif- und Poliermitteln versehen. Die Schleif- und Poliermittel sind dabei feiner gekörnt oder gezahnt bzw. für einen geringeren Materialabtrag ausgelegt als die Trennschneiden 5, um die beabsichtigte Verbesserung der Oberflächengüte der Schnittflächen erreichen zu können.

[0047] Die in Figur 1 gekennzeichneten Schleif- und Polierflächen 6 der erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 in einer in Figur 4 dargestellten axialen Arbeitsrichtung VA an der zu bearbeitenden Schnittfläche des Werkstückes in Eingriff zu bringen, gelingt bevorzugt über verfahrensbedingte Vibrationen des Trenn-Schleif-Polierscheibe 1. Eine Aufdickung der zumindest einen zum Eingriff vorgesehenen Flanke 4 des scheibenförmigen Werkzeuges wirkt dabei im gezeigten Ausführungsbeispiel unterstützend. Die Aufdickung ist dabei bevorzugt in einer ein- oder mehrfachen Abstufung 40 ausgeführt, um die Schleif- und Polierflächen 6 parallel zu den Schnittflächen des Trennschnittes zu halten. Verstärkt wird die Bewegung in einer axialen Arbeitsrichtung durch verfahrenstypische Vibrationen der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1.

[0048] Erkennbar dargestellt sind Abstufungen 40, die die Fläche einer ersten Schleif- und Polierstufe 10 und die Fläche einer zweiten Schleif- und Polierstufe 11 begrenzen. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 ist die Körnung bzw. Zahnung der Trennschneiden 5 gröber als die Körnung bzw. Zahnung der Flächen der Schleif- und Polierstufen 10, 11. Besonders bevorzugt ist die Körnung bzw. Zahnung der Fläche der zweiten Schleif- und Polierstufe 11 feiner ausgeführt als die Kör-

nung bzw. Zahnung der Fläche der ersten Schleif- und Polierstufe 10.

[0049] Im Verlauf eines Trennschnittes in einer radialen Vorschubrichtung VR kommt zunächst die Fläche der ersten Schleif- und Polierstufe 10 in Eingriff mit zumindest einer Schnittfläche des Trennschnittes und führt eine Nachbearbeitung der zumindest einen Trennschnittfläche durch. Durch die Weiterführung der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 in der radialen Arbeitsrichtung VR kommt anschließend auch die Fläche der zweiten Schleif- und Polierstufe 11 zum Eingriff und vervollständigt den Schleif- und Poliervorgang der zumindest einen Fläche des Trennschnittes bis zur angestrebten Oberflächengüte.

[0050] Neben den schraffierten Flächen der ersten und zweiten Schleif- und Polierstufe 10, 11 zeigt Figur 2 die zunächst nicht in einem Schleif- und Poliervorgang zum Eingriff kommenden gepunktet dargestellten Oberflächen 12 der Kanäle 8 und den als weiße Fläche dargestellten freiliegenden Bereich des Grundkörpers 2.

[0051] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 können mit einer höheren oder auch einer niedrigeren Anzahl verschiedener Schleif- und Polierstufen ausgeführt sein.

[0052] Figur 3 zeigt in einer Seitenansicht einer Scheibenflanke 4 eine Darstellung des Schichtenaufbaues einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Trenn-Schleif-Polierscheibe 1.

[0053] In der dargestellten besonders bevorzugten Ausführungsform sind auf einen Grundkörper 2 insgesamt 3 Schleif- und Poliermittelschichten 20, 21, 22 in einer schleifpapierartigen Form durch Verkleben aufgebracht. Denkbar sind auch alternative Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheiben 1, bei welchen der Aufbau der Schleif- und Poliermittelschichten 20, 21, 22 mittels eines anderen Verfahrens, beispielsweise durch Aufspritzen, realisiert wird.

[0054] Die gepunktet ausgeführten Bereiche kennzeichnen eine einlagige Schicht 30 einer ersten Schleifschicht 20 aufgebracht auf dem Grundkörper 2.

[0055] Die abwechselnd mit durchgehenden und gestrichelten Linien ausgeführten Bereiche kennzeichnen zweilagige Schichten 31 einer ersten Schleifschicht 20 und einer zweiten Schleifschicht 21 aufgebracht auf dem Grundkörper 2.

[0056] Die mit durchgehenden Linien schraffierten Bereiche kennzeichnen dreilagige Schichten 32, bestehend aus drei Schleifschichten 20, 21, 22.

[0057] Die Zunahme der Dicke der Schleif- und Poliermittelschichten von einer einlagigen Schicht 30 über eine zweilagige Schicht 31 zu einer dreilagigen Schicht 32, bei parallel Ausrichtung der Schichten zur radialen Vorschubrichtung VR führt zu den erkennbar ausgeführten Abstufungen 40.

[0058] Die Nutzung der Scheibe wird zu einem Abbau der Schleifschichten 20, 21, 22 führen. Der Abtrag der jeweils in radialer Richtung außen liegenden Schicht bringt, beginnend am äußeren Umfangsbereich 3, die

jeweils darunterliegende Schicht zum Vorschein, so dass, sowohl in axialer als auch in radialer Arbeitsrichtung, bis zum Verschleiß der erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 die gewünschte Abfolge der Schleifstufen eins und zwei 10, 11, gewahrt bleibt.

[0059] Figur 4 zeigt in einer nicht maßstäblichen Frontansicht auf den äußeren Umfangsbereich 3 mit den nicht sichtbar dargestellten Trennschneiden 5 einen Grundkörper 2 mit dem Aufbau der Schleif- und Polierschichten 20, 21, 22 einer erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1. Erkennbar dargestellt sind einlagige Schichten 30, zweilagige Schichten 31 und dreilagige Schichten 32 des Schleif- und Poliermittelaufbaues. Die Schichten 30, 31, 32 sind erkennbar durch Abstufungen 40 voneinander abgesetzt.

[0060] Durch Pfeile verdeutlicht sind Vorschubrichtung Radial VR und die Vorschubrichtung Axial VA.

[0061] Figur 5 zeigt in einer Explosionszeichnung einer erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 in einer Seitenansicht eine besonders bevorzugte Ausführungsform mit einer optischen Verschleißanzeige. Die Schleif- und Poliermittelschichten werden dabei durch unterschiedlich farbige Segmente gebildet. Die Segmente sind in axialer Richtung des Grundkörpers 2 in einer solchen Weise über- und nebeneinander auf einem Grundkörper 2 angeordnet, dass sich fortschreitender Verschleiß erkennen, und die Restnutzungsdauer anhand der erkennbaren Farbcodes 41, 42, 43, 44 bestimmen lässt.

[0062] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform bilden die Schleif- und Polierelemente mit einem Farbcode eins 41 die dem Grundkörper nächstgelegene Schleif- und Poliermittelschicht der in Figur 2 näher beschriebenen Flächen der Schleif- und Polierstufe zwei 11. Die Schleif- und Polierelemente mit dem Farbcode eins 41 sind solcherart auf den Grundkörper 2 aufgebracht, dass Lücken zwischen den Elementen die Ausbildung von Kanälen 8 in den darüberliegenden Schleif- und Poliermittelschichten 20, 21, 22 begünstigen. In axialer Richtung des Grundkörpers 2 sind auf die Schleif- und Polierelemente des Farbcodes eins 41 aufeinanderfolgend Elemente mit einem Farbcode zwei 42 und einem Farbcode drei 43 angeordnet. Ein Verschleißfortschritt der Flächen der Schleif- und Polierstufe zwei 11 kann damit anhand des Farbcodes eins 41, des Farbcodes zwei 42 und des Farbcodes drei 43 abgelesen werden. Wird Farbcode eins 41 sichtbar nähern sich die Flächen der Schleif- und Polierstufe zwei der Verschleißgrenze.

[0063] Ein Farbcode vier 44 ist vorgesehen, die Flächen der Schleif- und Polierstufe eins 10 zu bewerten. Nimmt, beispielsweise aufgrund der radialen Abnutzung eines aus Verbundmaterial ausgeführten Grundkörpers 2, die nutzbare Fläche der Schleifstufe eins ab, kann diese Abnahme anhand des Farbcodes vier 44 erkannt und bewertet werden. Ein Verschleiß der Flächen der Schleifstufe eins 10 in einer axialen Richtung wird dadurch erkannt, dass anstelle des Farbcodes vier 44 die Färbung des Grundkörpers 2 zutage tritt.

[0064] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trenn-Schleif-Polierscheibe 1 sind die Dimensionen der Trenn-, Schleif- und Polierelemente solcherart aufeinander abgestimmt, dass eine möglichst gleichzeitige Austauschreife erzielt wird.

Bezugszeichenliste:

[0065]

- | | |
|----|---|
| 1 | Trenn-Schleif-Polierscheibe |
| 2 | Grundkörper |
| 3 | äußerer Umfangsbereich |
| 4 | Scheibenflanke |
| 5 | Trennschneide |
| 6 | Schleif- und Polierfläche |
| 7 | Befestigungsöffnung, insb. -bohrung |
| 8 | Kanal |
| 10 | Fläche Schleif- und Polierstufe eins |
| 11 | Fläche Schleif- und Polierstufe zwei |
| 12 | Fläche Kanal |
| 20 | erste Schleif- und Poliermittelschicht |
| 21 | zweite Schleif- und Poliermittelschicht |
| 22 | dritte Schleif- und Poliermittelschicht |
| 30 | Einlagige Schicht |
| 31 | Zweilagige Schicht |
| 32 | Dreilagige Schicht |
| 40 | Abstufung |
| 41 | Farbcode eins |
| 42 | Farbcode zwei |
| 43 | Farbcode drei |
| 44 | Farbcode vier |
| VR | Vorschubrichtung Radial |
| VA | Vorschubrichtung Axial |
| D | Drehrichtung |

Patentansprüche

1. Scheibenförmiges Trennwerkzeug, zum rotierenden (D) Schneiden eines länglichen, ortsfest eingespannten Werkstückes, bei bezüglich seiner Rotationsachse ausschließlich radialem Vorschub (VR) des Trennwerkzeugs zumindest grob in Richtung des eingespannten Werkstückes, mit

- 1.1 geometrisch unbestimmten Trennschneiden (5) in einem radial äußeren Umfangsbereich (3) des Trennwerkzeugs,
- 1.2 zwei einander gegenüberliegenden Scheibenflanken (4) in einem bezüglich des Umfangsbereichs (3) radial inneren Bereich, und
- 1.3 radial innen mit einer axialen Befestigungs-

öffnung (7) **dadurch gekennzeichnet, dass**
1.4 das Trennwerkzeug als eine Trenn-Schleif-
Polierscheibe (1) ausgebildet ist, nämlich

- 1.4.1 zum rotierenden (D) Schneiden des
zumindest grob entlang seiner Rotations-
achse orthogonal zu dem radialen Vor-
schub (VR) verlaufend eingespannten
Werkstückes mittels der radial außen ange-
ordneten Trennschneiden (5), und
1.4.2 zum rotierenden Schleifen, wobei die
Scheibenflanken (4) zumindest teilweise
mit Schleifmitteln und optional auch Polier-
mitteln (6, 20, 21, 22) versehen sind.
2. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach Anspruch
1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine definier-
te Flexibilität und einen definierten Schlag aufweist.
3. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach Anspruch 1
oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es über ei-
nen scheibenförmigen Grundkörper (2) verfügt, der
aus einem Verbundwerkstoff, beispielsweise unter
Verwendung einer Kunstharz-Matrix, besteht, oder
aus einem Verbundmaterial, welches bereits Trenn-
mittel einer definierten Körnung beinhaltet.
4. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach einem der
vorangehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch zumindest einen in radialer
Arbeitsrichtung (VR) wirksamen Bereich mit den
Trennschneiden (5) und zumindest einen in axialer
Arbeitsrichtung (VA) wirksamen Schleifbereich und
optional auch Polierbereich (6), wobei bevorzugt
verschleißbehaftete Bindungsmaterialien der für
den Trennvorgang verantwortlichen Schleifkörner
als Trennschneiden (5) verwendet sind, und wobei
sein radialer Verschleiß grundsätzlich bis hin zur
Werkzeugaufnahme einer betreibenden Maschine
möglich ist.
5. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach einem der
vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifmittel
und optional auch die Poliermittel (6) aus geomet-
risch unbestimmten Schneiden bestehen, wobei die
Schleifmittel und optional auch die Poliermittel (6)
feiner gekörnt oder gezahnt bzw. für einen geringe-
ren Materialabtrag ausgelegt sind als die Trennmittel
(5) und/oder dass von radial außen nach radial innen
zumindest eine der beiden Scheibenflanken (4) im
Vergleich zur Materialstärke im radial äußeren Um-
fangsbereich (3) ein- oder mehrfach abgestuft auf-
gedickt ist, insbesondere mittels der Schleifmittel
und optional auch der Poliermittel (6).
6. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach einem der
vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass von radial außen
nach radial innen zunächst Schleifflächen und zu-
mindest nach radial innen immer mehr oder
schließlich radial innen ausschließlich Polierflächen
auf zumindest einer der Scheibenflanken (4) ange-
ordnet sind.

7. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach einem der
vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass im Umfangsbe-
reich (3) und auf zumindest einer der Scheibenflan-
ken (4) unterschiedliche geometrisch unbestimmte
Werkzeugschneiden und/oder Material unterschied-
licher Körnung angeordnet ist/sind, insbesondere
mit zur Scheibenmitte hin feiner werdendem Schleif-
und Poliermaterial.
8. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach einem der
vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass es zumindest eine
Verschleißanzeige (41 bis 44) aufweist.
9. Scheibenförmiges Trennwerkzeug nach Anspruch
8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Verschleißanzeige (41 bis 44) autark auf mechani-
sche Abnutzung des Trennwerkzeugs reagiert, ins-
besondere eine andere Farbe zum Vorschein kommt
oder erkennbar wird, besonders bevorzugt radial
und axial jeweils detektierbar.
10. Radialtrennverfahren zur Bearbeitung von axial
länglichen Werkstücken, mittels eines scheibenfö-
rmigen Trennwerkzeugs mit geometrisch unbe-
stimmten Trennschneiden (5),
dadurch gekennzeichnet, dass es mittels eines
scheibenförmigen Trennwerkzeuges nach einem
der Ansprüche 1 bis 9 durchgeführt wird und wäh-
rend einer einzigen rein radialen Vorschubbeweg-
ung des Trennwerkzeuges ein eingespanntes
Werkstück geschnitten und geschliffen und/oder po-
liert wird, und, optional, wobei eine seitliche Auslen-
kung des axial ortsfest rotierenden Trennwerkzeu-
ges dieses mit der zumindest einen seitlich ange-
brachten Schleif- und Polierfläche (6, 20, 21, 22) in
einen schleifenden und/oder polierenden Axialwirk-
kontakt mit dem zu bearbeitenden Werkstück bringt.
11. Radialtrennverfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die seitliche Aus-
lenkung des rotierenden Trennwerkzeuges durch ei-
ne Flexibilität und einen definierten Schlag des
Trennwerkzeuges erreicht wird, wobei die kombi-
nierten geometrischen und kinematischen Eigen-
schaften des Trennwerkzeuges zu einer seitlichen
Auslenkung des Trennwerkzeuges führen, sobald
das mit Arbeitsgeschwindigkeit rotierende Trenn-
werkzeug mit seinem äußeren Umfang (3) bzw. sei-
ner Trennschneide (5) in radialer Vorschubrichtung

(VR) ein Werkstück berührt.

12. Radialtrennverfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die insgesamt seitliche Auslenkung etwa 10 Prozent der Breite der Trenn-Schleif-Polierscheibe (1) beträgt. 5
13. Radialtrennverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsdrehzahl der Trenn-Schleif-Polierscheibe (1) einen Wert aufweist, der einem Vielfachen einer der Eigenfrequenzen der Trenn-Schleif-Polierscheibe (1) entspricht. 10
14. Radialtrennverfahren nach Anspruch 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Aufdickung der Scheibenflanken (4) den axialen Eingriff des zumindest einen Schleif- und Poliermittels (6, 20, 21, 22) unterstützt. 15 20
15. Radialtrennverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verschleißanzeige (41 bis 44) eine verbleibende Restnutzungskapazität, insbesondere ein restliches Schnittvolumen und/oder eine restliche Nutzungszeit, anzeigt. 25
16. Radialtrennverfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschleißanzeige autark auf mechanische Abnutzung des Werkzeugs reagiert, insbesondere eine andere Farbe zum Vorschein kommt oder erkennbar wird. 30 35

Claims

1. A disc-shaped separating tool, for rotating (D) cutting of an elongated, stationarily clamped workpiece, at exclusively radial feed (VR) of the separating tool in relation to its rotation axis at least roughly in the direction of the clamped workpiece, with 40
 - 1.1 geometrically undetermined separating blades (5) in a radially outer circumferential area (3) of the separating tool, 45
 - 1.2 two opposing disc flanks (4) in a radially inner area in relation to the circumferential area (3), and 50
 - 1.3 with an axial attachment opening (7) on the radial inside, **characterised in that** 55
 - 1.4 the separating tool is formed as a separating-grinding-polishing disc (1), specifically
 - 1.4.1 for rotating (D) cutting of the workpiece clamped at least roughly orthogonally to the

radial feed (VR) along its rotation axis via the separating blades (5) radially arranged on the outside, and

1.4.2 for rotating grinding, with the disc flanks (4) being at least partly applied with grinding media and optionally also with polishing media (6, 20, 21, 22).

2. The disc-shaped separating tool in accordance with claim 1, **characterised in that** it has a defined flexibility and a defined imbalance.
3. The disc-shaped separating tool in accordance with claims 1 or 2, **characterised in that** it has a disc-shaped basic body (2) made of a composite material, e.g. using a synthetic resin matrix, or of a composite material that already contains separating agent of a defined grain.
4. The disc-shaped separating tool in accordance with one of the preceding claims, **characterised by** at least one area with the separating blades (5), acting in the radial working direction (VR), and at least one grinding area acting in the axial working direction (VA), and optionally also a polishing area (6), wherein preferably wearing binding materials of the grinding grains responsible for separation are used as separating blades (5), and wherein its radial wear generally is possible up to the tool holder of an operating machine.
5. The disc-shaped separating tool in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** the grinding media and optionally also the polishing media (6) are made of geometrically undetermined blades, wherein the grinding media and optionally also the polishing media (6) have a finer grain or serration or are designed for a lower material removal than the separating media (5) and/or that at least one of the two disc flanks (4) is thickened in one or multiple steps as compared to the material thickness in the radially outer circumferential area (3) from the radial outside to the radial inside, in particular by way of the grinding media and optionally also the polishing media (6).
6. The disc-shaped separating tool in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that**, from the radial outside to the radial inside, initially grinding areas and, at least increasingly towards the radial inside or eventually exclusively at the radial inside, polishing areas on at least one of the disc flanks (4), are arranged.
7. The disc-shaped separating tool in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** different geometrically unde-

- terminated tool blades and/or materials of different grains are arranged in the circumferential area (3) and on at least one of the disc flanks (4), in particular with increasingly fine grinding and polishing materials towards the disc centre. 5
8. The disc-shaped separating tool in accordance with one of the preceding claims, **characterised in** it that there is at least one wear display (41 to 44). 10
9. The disc-shaped separating tool in accordance with claim 8, **characterised in that** the wear display (41 to 44) reacts independently to mechanical wear of the separating tool, in particular by a different colour appearing or becoming evident, particularly preferably detectable in the radial and axial directions each. 15
10. A radial separating method for processing axially elongated workpieces by way of a disc-shaped separating tool with geometrically undetermined separating blades (5), **characterised in that** it is performed with a disc-shaped separating tool in accordance with one of claims 1 to 9 and that a clamped workpiece is cut and/or polished during a single strictly radial feed movement of the separating tool, and, optionally, wherein a lateral deflection of the axially stationarily rotating separating tool brings this into grinding and/or polishing axial active contact with the workpiece to be processed at least with one laterally attached grinding and polishing surface (6, 20, 21, 22). 20 25 30
11. The radial separating method in accordance with claim 10, **characterised in that** the lateral deflection of the rotating separating tools is achieved by a flexibility and a defined imbalance of the separating tool, wherein the combined geometrical and kinematic properties of the separating tool lead to a lateral deflection of the separating tool as soon as the separating tool rotating at working speed touches a workpiece with its outer circumference (3) or its separating blade (5) in the radial feed direction (VR). 35 40 45
12. The radial separating method in accordance with claim 11, **characterised in that** the total lateral deflection is about 10 percent of the width of the separating-grinding-polishing disc (1). 50
13. The radial separating method in accordance with one of claims 10 to 12, **characterised in that** the operating revolutions of the separating-grinding-polishing disc (1) has a value that corresponds to a multiple of one of the natural frequencies of the separating-grinding-polishing disc (1). 55

14. The radial separating method in accordance with claims 10 to 13, **characterised in that** a thickening of the disc flanks (4) supports the axial interlock of the at least one grinding and polishing medium (6, 20, 21, 22). 5
15. The radial separating method in accordance with one of claims 10 to 14, **characterised in that** a wear display (41 to 44) displays a remaining residual usage capacity, in particular a remaining cutting volume and/or a remaining usage time. 10
16. The radial separating method in accordance with claim 15, **characterised in that** the wear display reacts independently to mechanical wear of the tool, in particular by a different colour appearing or becoming evident. 15

Revendications

1. Outil de séparation en forme de disque, pour la coupe rotative (D) d'une pièce à usiner allongée et fixe, avec une avance exclusivement radiale (VR) de l'outil de séparation par rapport à son axe de rotation, au moins approximativement en direction de la pièce à usiner serrée, avec
- 1.1 des arêtes de coupe (5) géométriquement indéfinies dans une zone périphérique radialement extérieure (3) de l'outil de séparation, 1.2 deux flancs de disque (4) se faisant face dans une zone radialement intérieure par rapport à la zone périphérique (3), et 1.3 radialement à l'intérieur avec une ouverture de fixation axiale (7) **caractérisé en ce que** 1.4 l'outil de séparation est conçu comme un disque de séparation-meulage-polissage (1), c'est-à-dire
- 1.4.1 pour une coupe rotative (D) de la pièce serrée s'étendant au moins sensiblement le long de son axe de rotation orthogonalement à l'avance radiale (VR) au moyen des tranchants (5) disposées radialement à l'extérieur, et 1.4.2 pour le meulage rotatif, les flancs de meule (4) étant au moins partiellement pourvus d'abrasifs et éventuellement également d'agents de polissage (6, 20, 21, 22).
2. Outil de séparation en forme de disque selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** a une flexibilité définie et un impact défini.

3. Outil de séparation en forme de disque selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** présente un corps de base (2) en forme de disque qui est constitué d'un matériau composite, par exemple à l'aide d'une matrice en résine synthétique, ou d'un matériau composite qui contient déjà des agents de démoulage d'une granulométrie définie. 5
4. Outil de séparation en forme de disque selon une des revendications précédente, **caractérisé par** au moins une zone active dans la direction de travail radiale (VR) avec les tranchants (5) et au moins une zone de meulage active dans la direction de travail axiale (VA) et éventuellement aussi une zone de polissage (6), des liants de préférence soumis à l'usure des grains abrasifs responsables du processus de séparation étant utilisés comme tranchants (5) et leur usure radiale est en principe possible jusqu'au porte-outil d'une machine en marche. 10
5. Outil de séparation en forme de disque selon une des revendications précédente, **caractérisé en ce que** les moyens de meulage et éventuellement les agents de polissage (6) consistent en des tranchants géométriquement indéfinis, les moyens de meulage et éventuellement les agents de polissage (6) étant à grains plus fins ou dentelés ou conçus pour un enlèvement de matière moindre que les moyens de séparation (5) et/ou **en ce qu'au moins l'un des deux flancs de disque** (4) est estampé une ou plusieurs fois par rapport à l'épaisseur de matière dans la zone périphérique radialement extérieure (3), notamment par des agents abrasifs et éventuellement aussi des agents de polissage (6). 20
6. Outil de séparation en forme de disque selon une des revendications précédente, **caractérisé en ce que** sur au moins l'un des flancs de roue (4) sont agencées de radialement à l'extérieur vers radialement à l'intérieur des surfaces initialement de meulage et au moins radialement à l'intérieur de plus en plus ou finalement radialement à l'intérieur exclusivement des surfaces de polissage. 25
7. Outil de séparation en forme de disque selon une des revendications précédente, **caractérisé en ce que** dans la zone périphérique (3) et sur au moins l'un des flancs de meule (4) différentes arêtes de coupe d'outils géométriquement indéfinies et/ou un matériau avec des granulométries différentes est/sont disposé(s), en particulier avec un matériau de meulage et de polissage qui devient plus fin vers le centre de la roue. 30
8. Outil de séparation en forme de disque selon une des revendications précédente, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un indicateur d'usure (41 à 44). 35
9. Outil de coupe en forme de disque selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'indicateur d'usure (41 à 44) réagit de manière autonome à l'usure mécanique de l'outil de coupe, en particulier une couleur différente apparaît ou devient reconnaissable, particulièrement de préférence radialement et axialement à chaque fois détectable. 40
10. Procédé de coupe radiale pour l'usinage de pièces allongées axialement, utilisant un outil de coupe en forme de disque avec des arêtes de coupe géométriquement indéfinies (5), **caractérisé en ce qu'il** est réalisé au moyen d'un outil de coupe en forme de disque selon l'une des revendications 1 à 9 et une pièce serrée est coupée et meulée et/ou polie au cours d'un seul mouvement d'avance purement radial de l'outil de coupe, et, éventuellement, une déviation latérale de l'outil de séparation rotatif axialement stationnaire, avec la au moins une surface de meulage et de polissage (6, 20, 21, 22) fixée sur le côté, l'amène en contact actif axial de meulage et/ou de polissage avec la pièce à usiner. 45
11. Procédé de séparation radiale selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le débattement latéral de l'outil de coupe en rotation est obtenu par une souplesse et un impact défini de l'outil de coupe, les propriétés géométriques et cinématiques combinées de l'outil de coupe conduisant à un débattement latéral de l'outil de coupe dès que l'outil de coupe tourne à la vitesse de travail avec sa circonférence extérieure (3) ou son tranchant (5) touche une pièce dans la direction d'avance radiale (VR). 50
12. Procédé de séparation radiale selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la déviation latérale totale est d'environ 10 % de la largeur du disque de séparation-meulage-polissage(1). 55
13. Procédé de séparation radiale selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** la vitesse de fonctionnement du disque de séparation-meulage-polissage (1) a une valeur qui correspond à un multiple de l'une des fréquences propres du disque de séparation-meulage-polissage (1).
14. Procédé de séparation radiale selon les revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** l'épaississement des flancs de disque(4) favorise l'engagement axial d'au moins un agent abrasif et de polissage (6, 20, 21, 22).

15. Procédé de séparation radiale selon l'une des revendications 10 à 14,
caractérisé en ce qu'un indicateur d'usure (41 à 44) indique une capacité utile résiduelle, en particulier un volume de coupe résiduel et/ou une durée utile résiduelle. 5
16. Procédé de séparation radiale selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** l'indicateur d'usure réagit de manière autonome à l'usure mécanique de l'outil, en particulier une couleur différente apparaît ou devient reconnaissable. 10

15

20

25

30

35

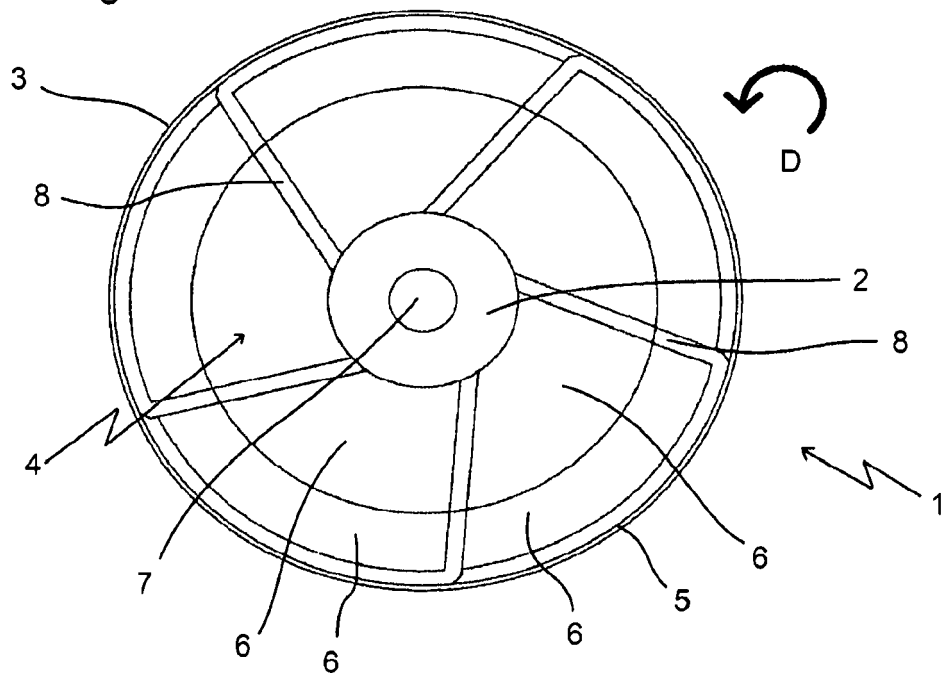
40

45

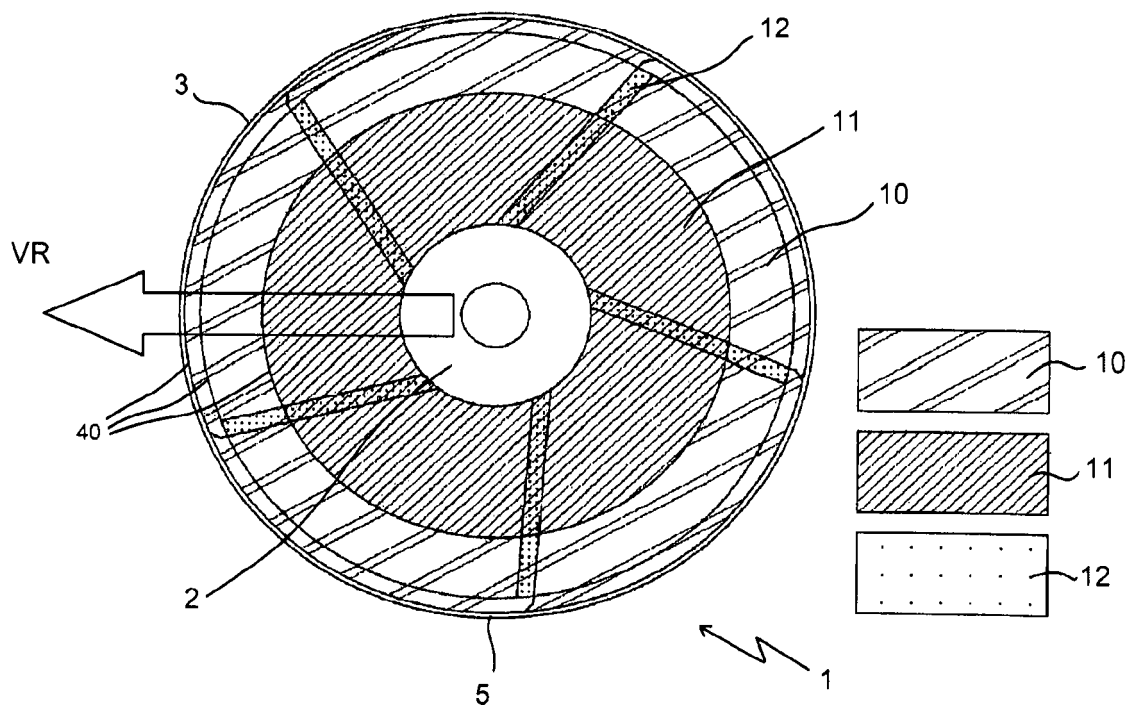
50

55

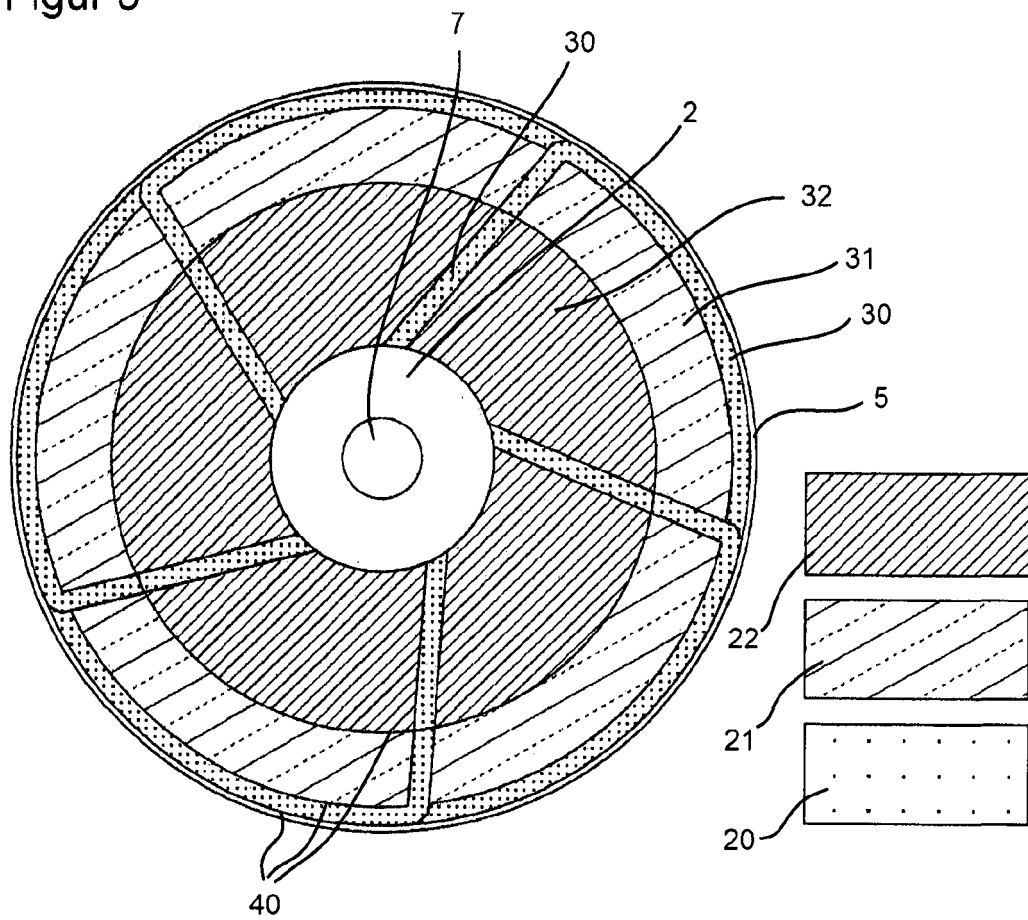
Figur 1



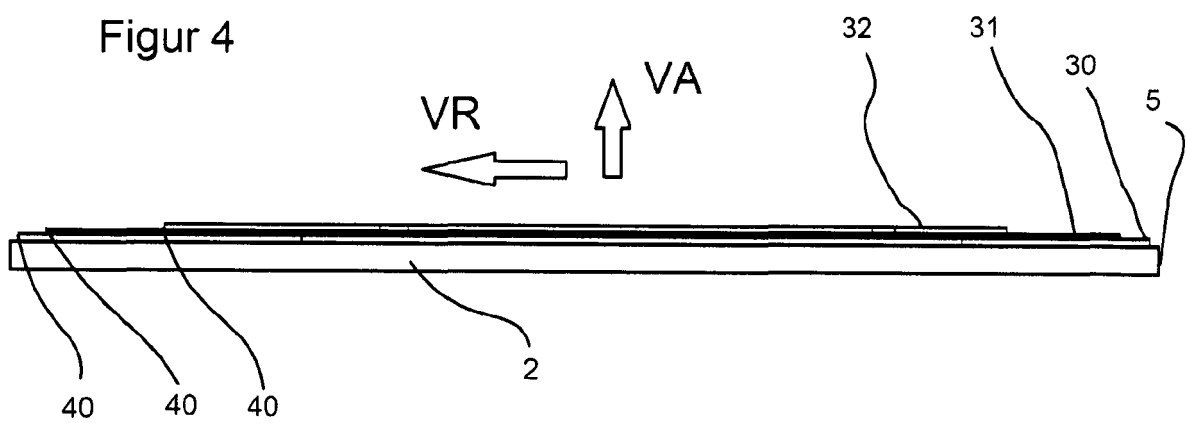
Figur 2



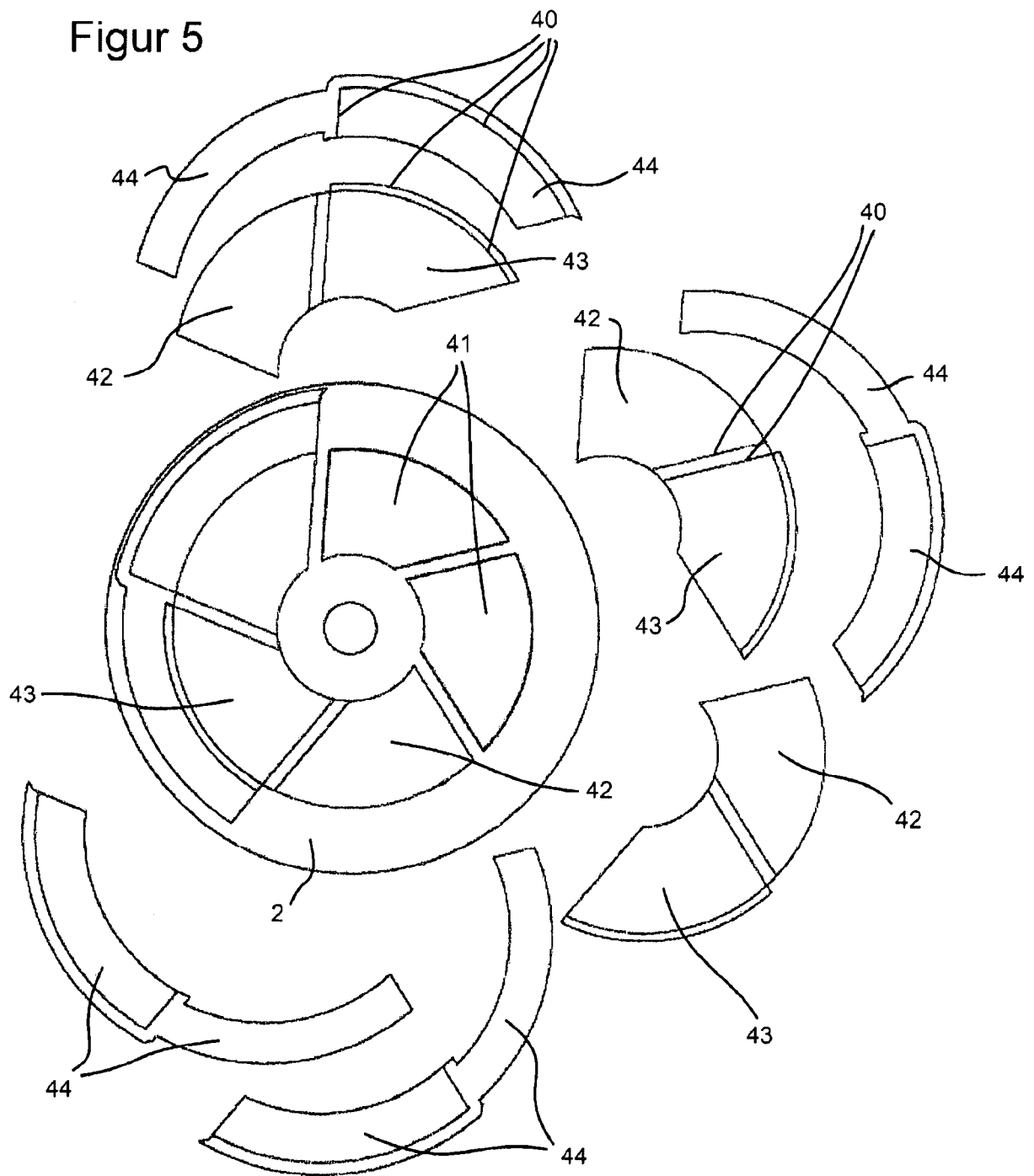
Figur 3



Figur 4



Figur 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202016102268 U1 [0002]
- US 4989372 A [0002] [0006]
- DE 69611764 T2 [0007]
- DE 102015223428 B4 [0009] [0010] [0011]
- US 6632131 B1 [0012]
- WO 2011029106 A2 [0013]