



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.10.2023 Patentblatt 2023/42

(21) Anmeldenummer: **23166553.0**

(22) Anmeldetag: **04.04.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24B 7/17 (2006.01) B24B 7/07 (2006.01)
B24B 51/00 (2006.01) B24B 41/06 (2012.01)
B24B 27/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24B 7/17; B24B 7/075; B24B 27/0076;
B24B 41/061; B24B 51/00

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **11.04.2022 DE 102022108706**

(71) Anmelder: **DVS Universal Grinding GmbH**
35510 Butzbach (DE)

(72) Erfinder: **AKDEMIR, Sabri**
35576 Wetzlar (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(54) **SCHLEIFVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR SCHLEIFENDEN BEARBEITUNG EINES WERKSTÜCKS**

(57) Beschrieben und dargestellt ist eine Schleifvorrichtung (1) zur schleifenden Bearbeitung eines Werkstücks (3), insbesondere einer Bremsscheibe, mit einem Werkstückträger (2) zum Tragen des zu schleifenden Werkstücks (3) und mit wenigstens einem Schleifwerkzeug (5) zur schleifenden Bearbeitung wenigstens einer zu schleifenden Werkstückfläche (4) des von dem Werkstückträger (2) getragenen Werkstücks (3). Damit die

schleifende Bearbeitung von Werkstücken kostengünstiger erfolgen kann, ist wenigstens ein Nachschleifwerkzeug (6) zur schleifenden Nachbearbeitung der wenigstens einen von dem Schleifwerkzeug (5) schleifend bearbeiteten Werkstückfläche (4) wenigstens teilweise gleichzeitig zur schleifenden Bearbeitung der zu schleifenden Werkstückfläche (4) durch das Schleifwerkzeug (5) vorgesehen.

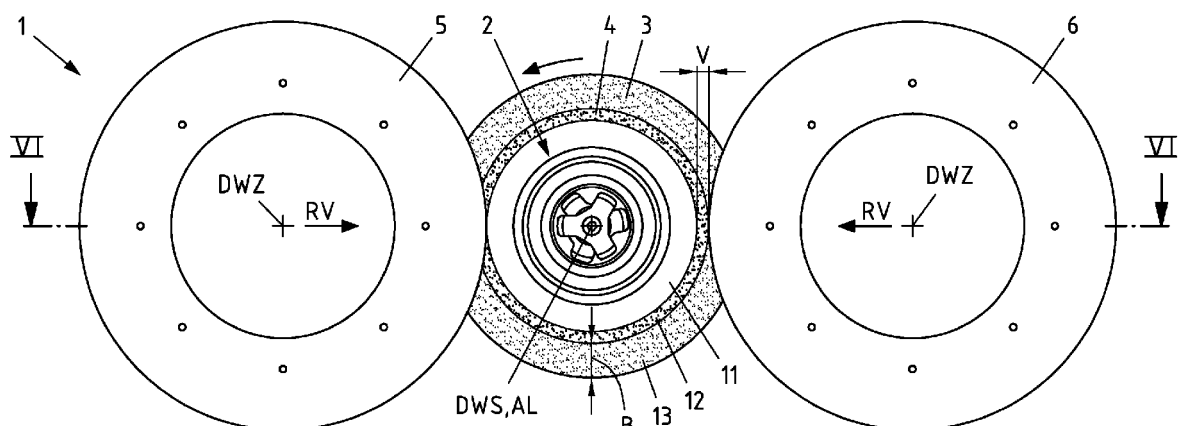


Fig.3A

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schleifvorrichtung zur schleifenden Bearbeitung eines Werkstücks, insbesondere einer Bremsscheibe, mit einem Werkstückträger zum Tragen des zu schleifenden Werkstücks und mit wenigstens einem Schleifwerkzeug zur schleifenden Bearbeitung wenigstens einer zu schleifenden Werkstückfläche des von dem Werkstückträger getragenen Werkstücks. Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur schleifenden Bearbeitung eines Werkstücks, insbesondere einer Bremsscheibe, mit einer Schleifvorrichtung, insbesondere der zuvor genannten Art.

[0002] Schleifvorrichtungen sind in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt, etwa in Form von Werkzeugmaschinen, und dienen zur schleifenden Bearbeitung von Werkstücken unterschiedlicher Art. Dabei weisen Schleifvorrichtungen unabhängig von der Art der zu schleifenden Werkstücke häufig einen Werkstückträger auf, beispielsweise in Form einer Werkstückspindel, der das jeweils zu schleifende Werkstück während der Schleifbearbeitung trägt. Zudem weisen Schleifvorrichtungen typischerweise ein Schleifwerkzeug auf, etwa in Form einer Schleifscheibe, mit dem die schleifende Bearbeitung einer zu schleifenden Werkstückfläche des von dem Werkstückträger getragenen Werkstücks erfolgt. Manche Schleifvorrichtungen weisen auch mehrere Schleifwerkzeuge auf, sodass verschiedene Werkstückflächen des Werkstücks gleichzeitig schleifend bearbeitet werden können.

[0003] Die in der Praxis an die Schleifbearbeitung gestellten Anforderungen steigen bei vielen Arten von Werkstücken an. Etwa kommen bei vielen Werkstücken vermehrt Hartstoffe als Werkstoffe zum Einsatz. So weisen beispielsweise Bremsscheiben im Bereich ihrer Reibflächen immer häufiger eine Hartstoffbeschichtung auf, um den bei Bremsvorgängen an der Bremsscheibe entstehenden Abrieb und somit die emittierte Feinstaubmenge zu reduzieren. Der Einsatz von Hartstoffen führt zu einer deutlichen Steigerung der für die Schleifbearbeitung erforderlichen Bearbeitungszeit, was letztlich erhöhte Kosten nach sich zieht.

[0004] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Schleifvorrichtung und das Verfahren jeweils der eingangs genannten und zuvor näher beschriebenen Art derart auszugestalten und weiterzubilden, dass die schleifende Bearbeitung von Werkstücken kostengünstiger erfolgen kann.

[0005] Diese Aufgabe ist bei einer Schleifvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass wenigstens ein Nachschleifwerkzeug zur schleifenden Nachbearbeitung der wenigstens einen von dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeiteten Werkstückfläche wenigstens teilweise gleichzeitig zur schleifenden Bearbeitung der zu schleifenden Werkstückfläche durch das Schleifwerkzeug vorgesehen ist.

[0006] Die genannte Aufgabe ist ferner gemäß Anspruch 10 gelöst durch Verfahren zur schleifenden Be-

arbeitung eines Werkstücks, insbesondere einer Bremsscheibe, mit einer Schleifvorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

- 5 - bei dem wenigstens eine zu schleifende Werkstückfläche des von einem Werkstückträger getragenen Werkstücks mit wenigstens einem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitet wird,
- 10 - bei dem die wenigstens eine mit dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitete Werkstückfläche mit wenigstens einem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeitet wird und
- 15 - bei dem die schleifende Bearbeitung mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und die schleifende Nachbearbeitung mit dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug wenigstens teilweise gleichzeitig erfolgen.

[0007] Die Schleifvorrichtung weist also neben dem wenigstens einen Schleifwerkzeug das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug auf. Dabei ist das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug dazu eingerichtet, die von dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitete Werkstückfläche schleifend nachzubearbeiten, und zwar wenigstens teilweise gleichzeitig zur schleifenden Bearbeitung der zu schleifenden Werkstückfläche durch das Schleifwerkzeug. Indem wenigstens teilweise gleichzeitig zur schleifenden Bearbeitung der zu schleifenden Werkstückfläche mit dem Schleifwerkzeug eine schleifende Nachbearbeitung der von dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeiteten Werkstückfläche mit dem Nachschleifwerkzeug erfolgt, kann das angestrebte Schleifergebnis in deutlich kürzerer Zeit erreicht und mithin die für die Schleifbearbeitung anfallenden Kosten reduziert werden.

[0008] Beispielsweise kann in kurzer Zeit mit dem Schleifwerkzeug eine häufig auch als Schruppen bezeichnete Grobbearbeitung und mit dem Nachschleifwerkzeug eine häufig auch als Schlichten bezeichnete Feinbearbeitung der Werkstückfläche erfolgen. Dies bietet den zusätzlichen Vorteil, dass ein Werkzeugwechsel zwischen der Grobbearbeitung und der Feinbearbeitung entfallen kann und mithin die Grobbearbeitung und die Feinbearbeitung in einer Aufspannung erfolgen können. Es muss jedoch nicht zwingend mit dem Schleifwerkzeug eine Grobbearbeitung und mit dem Nachschleifwerkzeug eine Feinbearbeitung der Werkstückfläche erfolgen, auch wenn dies bevorzugt sein kann. Beispielsweise kann auch vorgesehen sein, dass sowohl mit dem Schleifwerkzeug als auch mit dem Nachschleifwerkzeug eine Grobbearbeitung der Werkstückfläche erfolgt, etwa um in kurzer Zeit einen verhältnismäßig großen Materialabtrag zu erreichen.

[0009] Unabhängig von der Art des zu erzielenden Schleifergebnisses können besonders kurze Bearbeitungszeiten erreicht werden, wenn die schleifende Bearbeitung mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und die schleifende Nachbearbeitung mit dem wenig-

tens einen Nachschleifwerkzeug nicht nur teilweise, sondern wenigstens überwiegend, insbesondere im Wesentlichen, gleichzeitig erfolgen.

[0010] Die Schleifvorrichtung, die beispielsweise als Werkzeugmaschine ausgebildet sein kann, kann eine Basis, beispielsweise in Form eines Maschinenbetts, aufweisen. Dann kann die Basis den Werkstückträger, das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug tragen. So kann eine präzise relative Anordnung der entsprechenden Bauteile zueinander erreicht werden, was sich positiv auf die erreichbaren Fertigungstoleranzen auswirken kann. Dabei können der Werkstückträger, das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug zweckmäßigerweise an der Basis montiert sein, beispielsweise direkt oder indirekt über wenigstens ein weiteres Bauteil. Unabhängig davon kann die Basis, insbesondere das Maschinenbett, wenigstens überwiegend, insbesondere wenigstens im Wesentlichen, aus Granit hergestellt sein. Granit weist gute schwingungsdämpfende Eigenschaften auf und ist besonders temperaturstabil, was sich positiv auf eine gleichbleibend hohe Werkstückqualität auswirkt. Dabei wird unter Granit vorzugsweise Naturgranit verstanden, der wenigstens im Wesentlichen aus Quarz, Feldspaten und mafischen Mineralen, insbesondere Glimmer, bestehen kann.

[0011] Der Werkstückträger, der beispielsweise als Werkstückspindel ausgebildet sein kann, ist dazu ausgebildet, das zu schleifende Werkstück, insbesondere während der schleifenden Bearbeitung und/oder Nachbearbeitung, zu tragen. Dies trägt zu einer einfachen und präzisen Schleifbearbeitung bei. Zweckmäßigerweise kann der Werkstückträger wenigstens ein Spannmittel zum Einspannen des Werkstücks aufweisen. So kann das Werkstück auf einfache Weise temporär am Werkstückträger fixiert werden.

[0012] Das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug kann einfach und zweckmäßig als, insbesondere kreisförmige, Schleifscheibe ausgebildet sein. Unabhängig davon kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug eine Schleiffläche zum, insbesondere flächigen, schleifenden Kontakt mit der Werkstückfläche aufweisen. Dann kann die wenigstens eine Schleiffläche während der schleifenden Bearbeitung und/oder der schleifenden Nachbearbeitung in schleifendem Kontakt mit der Werkstückfläche stehen. Alternativ oder zusätzlich kann die wenigstens eine Schleiffläche wenigstens im Wesentlichen in einer Ebene angeordnet sein. Dies kann sich insbesondere bei ebenen Werkstückflächen hinsichtlich einer einfachen und gleichmäßigen Schleifbearbeitung anbieten.

[0013] Das Werkstück, das Teil der Schleifvorrichtung sein kann, kann wenigstens im Wesentlichen aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere aus Gusseisen oder Stahl, hergestellt sein. Bei solchen Werkstoffen kann die Schleifbearbeitung aufgrund der typischerweise

verhältnismäßig hohen Härte besonders aufwendig sein, sodass die zeitlichen Vorteile der simultanen schleifenden Bearbeitung und Nachbearbeitung besonders zum Tragen kommen. Vor prinzipiell demselben Hintergrund kann es alternativ oder zusätzlich vorteilhaft sein, wenn das Werkstück wenigstens im Bereich der wenigstens einen zu schleifenden Werkstückfläche eine Beschichtung aufweist, die eine höhere Härte aufweist als ein die Beschichtung tragender Kern des Werkstücks. Dann kann zweckmäßigerweise mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und/oder dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug die Beschichtung teilweise abgetragen werden. Die Beschichtung kann beispielsweise aus Gusseisen, Stahl, Aluminiumoxid, Carbon Keramik, Wolframcarbid, Siliziumcarbid, Chromcarbid oder Niobcarbid hergestellt sein. Dabei ermöglichen Aluminiumoxid, Carbon Keramik, Wolframcarbid, Siliziumcarbid, Chromcarbid und Niobcarbid besonders harte Oberflächen.

[0014] Unabhängig vom Werkstoff kann das Werkstück wenigstens im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet sein. Bei rotationssymmetrischen Werkstücken lässt sich eine gleichzeitige Bearbeitung mit dem Schleifwerkzeug und dem Nachschleifwerkzeug auf einfache Weise realisieren. Alternativ oder zusätzlich kann das Werkstück als Bremsscheibe, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, etwa ein Nutzfahrzeug und/oder einen Personenkraftwagen, ausgebildet sein. An die Zykluszeiten entsprechender Werkstücke werden in der Praxis hohe Anforderungen gestellt, weshalb die Vorteile der Erfindung besonders zum Tragen kommen. Dann kann es sich bei der wenigstens einen zu schleifenden Werkstückfläche zweckmäßig um eine Reibfläche der Bremsscheibe handeln.

[0015] Der besseren Verständlichkeit halber und zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen werden nachfolgend die Schleifvorrichtung und das Verfahren gemeinsam beschrieben, ohne jeweils im Einzelnen zwischen der Schleifvorrichtung und dem Verfahren zu unterscheiden. Für den Fachmann ist jedoch anhand des Kontextes ersichtlich, welches Merkmal jeweils hinsichtlich der Schleifvorrichtung und/oder des Verfahrens besonders bevorzugt ist.

[0016] Gemäß einer ersten besonders bevorzugten Ausgestaltung der Schleifvorrichtung ist der Werkstückträger um eine Werkstückdrehachse drehbar gelagert. So kann auf konstruktiv einfache Weise eine gleichzeitige Schleifbearbeitung durch das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug realisiert werden. Zum drehenden Antreiben des Werkstückträgers um die Werkstückdrehachse kann die Schleifvorrichtung einen Werkstückdrehantrieb aufweisen. Dies bietet sich nicht nur hinsichtlich des für die Schleifbearbeitung erforderlichen Aufwands an, sondern kann auch zu einem gleichmäßigen Schleifergebnis beitragen.

[0017] Unabhängig von einer drehbaren Lagerung des Werkstückträgers kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug um eine Werkzeugdrehachse drehbar gela-

gert sein. Dies kann sich positiv auf das Schleifergebnis und einen gleichmäßigen Verschleiß des Schleifwerkzeugs auswirken. Aus prinzipiell denselben Gründen kann es alternativ oder zusätzlich vorteilhaft sein, wenn das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug um eine Werkzeugdrehachse drehbar gelagert ist. Dabei kann es sich konstruktiv anbieten, wenn die wenigstens eine Werkzeugdrehachse wenigstens im Wesentlichen parallel zu der Werkstückdrehachse angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann es bei einer Mehrzahl von Schleifwerkzeugen und/oder Nachschleifwerkzeugen einfach und zweckmäßig sein, wenn die Schleifwerkzeuge und/oder die Nachschleifwerkzeuge um dieselbe Werkzeugdrehachse drehbar gelagert sind.

[0018] Zum drehenden Antreiben des wenigstens einen Schleifwerkzeug und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeug um die, insbesondere jeweilige, Werkzeugdrehachse kann die Schleifvorrichtung wenigstens einen Werkzeugdrehantrieb aufweisen. Dies trägt zu einer Vereinfachung der Schleifbearbeitung bei und kann sich positiv auf ein gleichmäßiges Schleifergebnis auswirken. Dabei ist es grundsätzlich denkbar, dass das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug von demselben Werkzeugdrehantrieb angetrieben werden. Konstruktiv und hinsichtlich einer flexiblen Schleifbearbeitung kann es jedoch bevorzugt sein, wenn dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug jeweils ein Werkzeugdrehantrieb zugeordnet ist.

[0019] Um das wenigstens eine Schleifwerkzeug entlang der Werkstückfläche bewegen zu können, kann das Schleifwerkzeug in einer Vorschubrichtung relativ zu dem Werkstückträger bewegbar sein. Dies kann zu einer einfachen Realisierung der gleichzeitigen Bearbeitung des Werkstücks durch das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug beitragen. Vor demselben Hintergrund kann es alternativ oder zusätzlich vorteilhaft sein, wenn das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug zum Bewegen entlang der Werkstückfläche in einer Vorschubrichtung relativ zu dem Werkstückträger bewegbar ist.

[0020] Die Vorschubrichtung des wenigstens einen Schleifwerkzeugs kann zweckmäßig wenigstens im Wesentlichen parallel zu einer Schleiffläche des Schleifwerkzeugs angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorschubrichtung des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs zweckmäßig wenigstens im Wesentlichen parallel zu einer Schleiffläche des Nachschleifwerkzeugs angeordnet sein. Unabhängig davon kann die wenigstens eine Vorschubrichtung quer, insbesondere wenigstens im Wesentlichen senkrecht, zu der Werkstückdrehachse angeordnet sein. Dies kann sich bei Werkstückflächen, die geneigt zu der Werkstückdrehachse angeordnet sind, wie etwa den Reibflächen von Bremscheiben, hinsichtlich einer einfachen Schleifbearbeitung anbieten. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorschubrichtung des wenigstens einen Nachschleifwerk-

zeugs wenigstens im Wesentlichen parallel zur Vorschubrichtung des wenigstens einen Schleifwerkzeugs angeordnet sein. Dies kann sich hinsichtlich eines gleichmäßig verteilten Krafteintrags in das Werkstück und mit hin einer hohen Werkstückqualität anbieten. Unabhängig davon kann es bei einer Mehrzahl von Schleifwerkzeugen und/oder Nachschleifwerkzeugen konstruktiv einfach sein, wenn die Schleifwerkzeuge und/oder die Nachschleifwerkzeuge in derselben Vorschubrichtung bewegbar sind.

[0021] Um das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug anzutreiben und in der, insbesondere jeweiligen, Vorschubrichtung zu bewegen, kann die Schleifvorrichtung wenigstens einen Vorschubantrieb aufweisen. Dies vereinfacht nicht nur die Schleifbearbeitung, sondern kann auch zu einem gleichmäßigen Schleifergebnis beitragen. Dabei können das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug grundsätzlich einfach und kostengünstig von demselben Vorschubantrieb angetrieben sein. Hinsichtlich einer flexiblen Bearbeitung kann es jedoch bevorzugt sein, wenn wenigstens zwei Vorschubantriebe vorgesehen sind, wobei einer dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und der andere dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug zugeordnet ist. Unabhängig davon kann es sich bei einer Mehrzahl von Schleifwerkzeugen und/oder Nachschleifwerkzeugen hinsichtlich einer einfachen Steuerung und kostengünstigen Ausgestaltung anbieten, wenn die Schleifwerkzeuge und/oder die Nachschleifwerkzeuge von demselben Vorschubantrieb angetrieben sind.

[0022] Grundsätzlich unabhängig von einem Vorschubantrieb kann die Schleifvorrichtung eine, bevorzugt elektronische, Steuereinrichtung aufweisen. Dann kann die Steuereinrichtung eingerichtet sein, das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug bezogen auf den jeweiligen Abstand zu einer Werkstückträgerachse des Werkstückträgers in einem Versatz zueinander in der jeweiligen Vorschubrichtung zu bewegen. Die Steuereinrichtung kann also eingerichtet sein, das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug derart in der jeweiligen Vorschubrichtung zu bewegen, dass das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug bezogen auf den jeweiligen Abstand in der Vorschubrichtung zu der Werkstückträgerachse in einem Versatz zueinander angeordnet sind. So kann auf einfache Weise eine sukzessive Schleifbearbeitung der wenigstens einen Werkstückfläche zunächst mit dem Schleifwerkzeug und dann mit dem Nachschleifwerkzeug erfolgen. Wenn zudem der wenigstens eine Vorschubantrieb vorgesehen ist, kann die Steuereinrichtung zweckmäßigerweise eingerichtet sein, den wenigstens einen Vorschubantrieb derart zu steuern, dass das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug entsprechend bewegt werden. Unabhängig davon kann mit dem Versatz insbesondere eine Differenz zwischen dem Abstand des wenigstens einen Schleifwerkzeugs in der

Vorschubrichtung zu der Werkstückträgerachse und dem Abstand des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs in der Vorschubrichtung zu der Werkstückträgerachse gemeint sein. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei der Werkstückträgerachse zweckmäßigerweise um die Werkstückdrehachse handeln.

[0023] Im Hinblick auf ein gleichmäßiges Schleifergebnis kann es sich anbieten, wenn der Versatz wenigstens im Wesentlichen konstant ist. Dann kann der Versatz zwischen dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug also wenigstens im Wesentlichen unverändert bleiben, während das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug in der jeweiligen Vorschubrichtung bewegt werden. Unabhängig davon, ob der Versatz konstant ist oder nicht, kann es sich anbieten, wenn der Versatz kleiner ist als die Erstreckung des Schleifwerkzeugs, insbesondere einer Schleiffläche des Schleifwerkzeugs, in der Vorschubrichtung. Auf diese Weise kann die Größe der Kontaktfläche zwischen dem Schleifwerkzeug und dem Werkstück und so die während der Schleifbearbeitung auf das Schleifwerkzeug wirkenden Kräfte reduziert werden. Vor diesem Hintergrund kann es sich weiter anbieten, wenn der Versatz höchstens das 0,5-Fache der Erstreckung des Schleifwerkzeugs, insbesondere der Schleiffläche des Schleifwerkzeugs, in der Vorschubrichtung beträgt. Eine besonders geringe Krafteinwirkung auf das Schleifwerkzeug kann erreicht werden, wenn der Versatz höchstens das 0,25-Fache, vorzugsweise höchstens das 0,1-Fache, der Erstreckung des Schleifwerkzeugs, insbesondere der Schleiffläche des Schleifwerkzeugs, in der Vorschubrichtung beträgt.

[0024] Unabhängig von dem Verhältnis zwischen dem Versatz und der Erstreckung des Schleifwerkzeugs kann der Versatz wenigstens 1 mm und/oder höchstens 30 mm betragen. So kann einerseits gewährleistet werden, dass mit dem Schleifwerkzeug ein hinreichender Materialabtrag erreicht wird, bis das Nachschleifwerkzeug mit dem jeweiligen Abschnitt der Werkstückfläche in schleifenden Kontakt kommt, und andererseits kurze Bearbeitungszeiten sichergestellt werden. Vor diesem Hintergrund kann es besonders bevorzugt sein, wenn der Versatz wenigstens 2 mm, insbesondere wenigstens 3 mm, und/oder höchstens 20 mm, insbesondere höchstens 15 mm, beträgt.

[0025] Um den mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeug zu bewirkenden Materialabtrag einzustellen, kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug in einer Einstellrichtung relativ zu dem Werkstückträger verstellbar sein. So kann der Materialabtrag auf einfache Weise eingestellt werden. Aus prinzipiell demselben Grund kann es alternativ oder zusätzlich vorteilhaft sein, wenn das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug in einer Einstellrichtung relativ zu dem Werkstückträger verstellbar ist, um den mit dem Nachschleifwerkzeug zu bewirkenden Materialabtrag einzustellen. Dabei wird eine flexible Einstellung des Materialabtrags ermöglicht, wenn das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine

Nachschleifwerkzeug in einem Paar gegenläufiger Einstellrichtungen verstellbar ist. Aus demselben Grund kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug unabhängig voneinander in der jeweiligen Einstellrichtung verstellbar sind. Unabhängig davon kann die wenigstens eine Einstellrichtung zweckmäßigerweise wenigstens im Wesentlichen senkrecht zu der Vorschubrichtung des wenigstens einen Schleifwerkzeugs und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs angeordnet sein.

[0026] Um das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug anzutreiben und in der, insbesondere jeweiligen, Einstellrichtung zu verstellen, kann die Schleifvorrichtung wenigstens einen Stellantrieb aufweisen. So kann der Materialabtrag besonders einfach und präzise eingestellt werden. Dabei können das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug grundsätzlich von demselben Stellantrieb angetrieben werden. Hinsichtlich einer flexiblen Verstellung der Werkzeuge unabhängig voneinander kann es sich jedoch anbieten, wenn wenigstens zwei Stellantriebe vorgesehen sind, wobei dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug jeweils ein eigener Stellantrieb zugeordnet sein kann.

[0027] Die Schleifvorrichtung kann zwei Schleifwerkzeuge aufweisen. Dann können die Schleifwerkzeuge dazu eingerichtet sein, zwei zu schleifende Werkstückflächen des Werkstücks wenigstens teilweise, insbesondere wenigstens im Wesentlichen, gleichzeitig schleifend zu bearbeiten. So können bei Werkstücken mit mehreren zu schleifenden Werkstückflächen die Zykluszeiten weiter reduziert werden. Zudem kann sich die gleichzeitige schleifende Bearbeitung des Werkstücks mit zwei Schleifwerkzeugen hinsichtlich der während der Schleifbearbeitung auf das Werkstück wirkenden Kräfte und mithin der Werkstückqualität anbieten. Aus diesem Grund kann es zusätzlich vorteilhaft sein, wenn die Schleifwerkzeuge dazu ausgebildet sind, wenigstens im Wesentlichen parallele und/oder voneinander abgewandte Werkstückflächen schleifend zu bearbeiten. Alternativ oder zusätzlich kann es sich aus den vorstehend genannten Gründen auch anbieten, wenn die Schleifvorrichtung zwei Nachschleifwerkzeuge aufweist. Dann können die Nachschleifwerkzeuge dazu eingerichtet sein, die durch die Schleifwerkzeuge schleifend bearbeiteten Werkstückflächen wenigstens teilweise, insbesondere wenigstens im Wesentlichen, gleichzeitig schleifend nachzubearbeiten.

[0028] Wenn zwei Schleifwerkzeuge vorgesehen sind, können die Schleifwerkzeuge, insbesondere Schleifflächen der verschiedenen Schleifwerkzeuge, einen Schleifspalt auf gegenüberliegenden Seiten begrenzen. Dann kann das Werkstück während der schleifenden Bearbeitung abschnittsweise in dem Schleifspalt aufgenommen sein. Dies kann sich zusätzlich hinsichtlich der während der Schleifbearbeitung auf das Werkstück wir-

kenden Kräfte anbieten und positiv auf die Werkstückqualität auswirken. Aus demselben Grund kann es alternativ oder zusätzlich vorteilhaft sein, wenn die Nachschleifwerkzeuge, insbesondere Schleifflächen der verschiedenen Nachschleifwerkzeuge, einen Schleifspalt auf gegenüberliegenden Seiten begrenzen, sodass das Werkstück während der schleifenden Nachbearbeitung abschnittsweise in dem Schleifspalt aufgenommen sein kann.

[0029] Grundsätzlich können das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug so ausgebildet sein, dass mit dem Schleifwerkzeug und dem Nachschleifwerkzeug wenigstens im Wesentlichen die gleiche Oberflächengüte am Werkstück erreicht werden kann. Dies kann sich beispielsweise anbieten, wenn in kurzer Zeit ein großer Materialabtrag erreicht werden soll. Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn das wenigstens eine Schleifwerkzeug zur Grobbearbeitung der Werkstückfläche und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug zur Feinbearbeitung der Werkstückfläche ausgebildet ist. So können die Grobbearbeitung und die Feinbearbeitung der Werkstückfläche in einer Aufspannung erfolgen. Dies ermöglicht nicht nur besonders kurze Bearbeitungszeiten, sondern beugt auch Ungenauigkeiten in der Bearbeitung vor, die aus einem Umspannen des Werkstücks und/oder des Werkzeugs resultieren können.

[0030] Der Einfachheit halber können das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug wenigstens im Wesentlichen gleichartig ausgebildet sein. Nicht nur im Hinblick auf eine Grobbearbeitung und anschließende Feinbearbeitung kann es jedoch besonders vorteilhaft sein, wenn sich das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug hinsichtlich der maximalen Korngröße der Schleifpartikel, des Werkstoffs der Schleifpartikel und/oder des Werkstoffs der Bindung voneinander unterscheiden. So können das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug an unterschiedliche Schleifaufgaben angepasst sein, was sich positiv auf die Zykluszeiten auswirken kann. Dabei hängt die Wahl der maximalen Korngröße, des Schleifpartikelwerkstoffs und des Bindungswerkstoffs insbesondere von dem zu bearbeitenden Werkstoff, dem geforderten Materialabtrag sowie der geforderten Oberflächengüte ab. Unabhängig davon kann es sich hinsichtlich einer Grobbearbeitung und anschließenden Feinbearbeitung anbieten, wenn die maximale Korngröße der Schleifpartikel des Nachschleifwerkzeugs kleiner ist als die maximale Korngröße der Schleifpartikel des Schleifwerkzeugs. Dabei kann das Verhältnis der maximalen Korngröße der Schleifpartikel des Nachschleifwerkzeugs zur maximalen Korngröße der Schleifpartikel des Schleifwerkzeugs zweckmäßigerweise zwischen 0,1 und 0,7, vorzugsweise zwischen 0,2 und 0,55, insbesondere zwischen 0,3 und 0,45, betragen.

[0031] Unabhängig von einer gleichartigen oder unterschiedlichen Ausbildung des Schleifwerkzeugs und des

Nachschleifwerkzeugs kann sich als Werkstoff für die Schleifpartikel des wenigstens einen Schleifwerkzeugs und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs beispielsweise natürlicher oder synthetischer Diamant oder kubisches Bornitrid an. Diese Werkstoffe weisen eine besonders hohe Härte auf. Unabhängig von dem Werkstoff der Schleifpartikel kann es sich bei der Bindung des wenigstens einen Schleifwerkzeugs und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs zweckmäßigerweise um eine metallische oder keramische Bindung handeln.

[0032] Ganz grundsätzlich sind mit den Schleifpartikeln insbesondere die Partikel gemeint, die den spanenden Materialabtrag von dem Werkstück bewirken. Die Bindung dient insbesondere dazu, die Schleifpartikel zu halten. Dazu sind die Schleifpartikel vorzugsweise jeweils wenigstens abschnittsweise in die Bindung eingebettet. Unabhängig davon können zweckmäßigerweise die Schleifpartikel des wenigstens einen Schleifwerkzeugs und/oder die Schleifpartikel des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs eine Schleiffläche des Schleifwerkzeugs oder des Nachschleifwerkzeugs bilden.

[0033] Im Hinblick auf die während der Schleifbearbeitung auf das Werkstück wirkenden Kräfte und somit eine hohe Werkstückqualität kann es vorteilhaft sein, wenn das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug auf gegenüberliegenden Seiten des Werkstückträgers, insbesondere auf gegenüberliegenden Seiten der Werkstückdrehachse, angeordnet sind. Dann kann also das wenigstens eine Schleifwerkzeug auf einer Seite des Werkstückträgers und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug auf einer gegenüberliegenden Seiten des Werkstückträgers angeordnet sein.

[0034] Bei einer ersten besonders bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird das Werkstück während der schleifenden Bearbeitung und/oder während der schleifenden Nachbearbeitung, insbesondere kontinuierlich, um eine Werkstückdrehachse gedreht. Das Werkstück wird also vorzugsweise gedreht, während das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug mit der Werkstückfläche in schleifendem Kontakt steht. So kann auf einfache und kostengünstige Weise realisiert werden, dass gleichzeitig ein zu schleifender Abschnitt der Werkstückfläche mit dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitet wird und ein mit dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeiteter Abschnitt der Werkstückfläche mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeitet wird.

[0035] Alternativ oder zusätzlich kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug während der schleifenden Bearbeitung und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug während der schleifenden Nachbearbeitung, insbesondere kontinuierlich, um eine Werkzeugdrehachse gedreht werden. Dann kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug also um die, insbesondere jeweilige, Werkzeugdrehachse gedreht werden, während das Schleif-

werkzeug und/oder das Nachschleifwerkzeug in schleifendem Kontakt mit der Werkstückfläche steht. Dies kann zu einer hohen Qualität des Schleifergebnisses und einer gleichmäßigen Abnutzung des Schleifwerkzeugs und/oder des Nachschleifwerkzeugs beitragen. Unabhängig davon kann es konstruktiv vorteilhaft sein, wenn die wenigstens eine Werkzeugdrehachse wenigstens im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstückfläche angeordnet ist.

[0036] Unabhängig davon, ob das Schleifwerkzeug und/oder das Nachschleifwerkzeug gedreht wird oder nicht, kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug während der schleifenden Bearbeitung und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug während der schleifenden Nachbearbeitung, insbesondere kontinuierlich, in einer Vorschubrichtung entlang der Werkstückfläche bewegt werden. Dann kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug also in der, insbesondere jeweiligen, Vorschubrichtung bewegt werden, während das Schleifwerkzeug und/oder das Nachschleifwerkzeug in schleifendem Kontakt mit der Werkstückfläche steht. Dies kann zu einer einfachen Realisierung der gleichzeitigen Bearbeitung der wenigstens einen Werkstückfläche durch das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug beitragen. Beispielsweise kann das wenigstens eine Schleifwerkzeug und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug von einer einem Ende der Werkstückfläche zugeordneten Startstellung in der Vorschubrichtung in eine einem anderen Ende der Werkstückfläche zugeordneten Endstellung bewegt werden. So kann in einfacher Weise die gesamte Werkstückfläche sukzessive schleifend bearbeitet und/oder nachbearbeitet werden. Unabhängig davon können das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug zweckmäßigerweise wenigstens teilweise gleichzeitig in der jeweiligen Vorschubrichtung bewegt werden.

[0037] Die wenigstens eine Vorschubrichtung kann zweckmäßigerweise wenigstens im Wesentlichen parallel zu der Werkstückfläche angeordnet sein. Unabhängig davon kann die Vorschubrichtung des wenigstens einen Schleifwerkzeugs entgegengesetzt zu der Vorschubrichtung des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs angeordnet sein. Dies kann sich positiv auf die während der Schleifbearbeitung auf das Werkstück wirkenden Kräfte und mithin auf die Werkstückqualität sowie die Lebensdauer des Werkstückträgers auswirken. Alternativ oder zusätzlich kann die wenigstens eine Vorschubrichtung der Einfachheit halber in Richtung der Werkstückdrehachse weisen.

[0038] Unabhängig von der Ausrichtung der wenigstens einen Vorschubrichtung kann vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug bezogen auf den jeweiligen Abstand zu einer Werkstückträgerachse des Werkstückträgers, insbesondere der Werkstückdrehachse, in einem, insbesondere wenigstens im Wesentli-

chen konstanten, Versatz zueinander in der jeweiligen Vorschubrichtung bewegt werden. Dann können also das wenigstens eine Schleifwerkzeug und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug derart in der jeweiligen Vorschubrichtung bewegt werden, dass das Schleifwerkzeug und das Nachschleifwerkzeug bezogen auf den jeweiligen Abstand in der Vorschubrichtung zu der Werkstückträgerachse in einem Versatz zueinander angeordnet sind. So kann die wenigstens eine Werkstückfläche auf einfache Weise sukzessive zunächst mit dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitet und dann mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeitet werden, was insbesondere bei einer Grobbearbeitung und Feinbearbeitung vorteilhaft sein kann.

[0039] Um die bei der schleifenden Bearbeitung auf das Schleifwerkzeug wirkenden Kräfte zu reduzieren, kann vorgesehen sein, dass eine Projektion des wenigstens einen mit der Werkstückfläche in schleifendem Kontakt stehenden Schleifwerkzeugs senkrecht auf die Werkstückfläche wenigstens abschnittsweise in einem mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeiteten Abschnitt der Werkstückfläche angeordnet ist. Dann kann die Projektion des Schleifwerkzeugs also abschnittsweise in dem mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeiteten Abschnitt angeordnet sein, während die wenigstens eine Werkstückfläche sowohl mit dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitet wird als auch mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeitet wird. Unabhängig davon kann eine besonders deutliche Verringerung der auf das Schleifwerkzeug wirkenden Kräfte erreicht werden, wenn sich die Projektion des Schleifwerkzeugs wenigstens über einen überwiegenden, insbesondere wenigstens über einen wesentlichen, Teil der Breite des mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeiteten Abschnitts der Werkstückfläche erstreckt. Dabei kann mit der Breite insbesondere die Erstreckung des betreffenden Abschnitts in der Vorschubrichtung des Schleifwerkzeugs gemeint sein.

[0040] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das wenigstens eine mit der Werkstückfläche in schleifendem Kontakt stehende Nachschleifwerkzeug gegenüber dem mit der Werkstückfläche in schleifendem Kontakt stehenden Schleifwerkzeug in Richtung der Werkstückfläche vorsteht. Dies ermöglicht nicht nur eine effektive schleifende Nachbearbeitung der Werkstückfläche mit dem Nachschleifwerkzeug, sondern kann auch zu einer Verringerung der während der Schleifbearbeitung auf das Schleifwerkzeug wirkenden Kräfte beitragen. Dann kann also das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug gegenüber dem Schleifwerkzeug in Richtung der Werkstückfläche vorstehen, während die Werkstückfläche sowohl mit dem Schleifwerkzeug schleifend bearbeitet als auch mit dem Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeitet wird. Unabhängig davon kann es einerseits für die genannten Vorteile ausreichend und andererseits arbeitungstechnisch zweckmäßig sein, wenn das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug um 5 µm bis 100 µm, vorzugsweise 10 µm bis 70

μm , insbesondere $15\ \mu\text{m}$ bis $50\ \mu\text{m}$, gegenüber dem Schleifwerkzeug vorsteht.

[0041] Zweckmäßigerweise kann vorgesehen sein, dass ein mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeug und/oder dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug zu bewirkender Materialabtrag eingestellt wird. Dies kann in einfacher Weise durch Verstellen des wenigstens einen Schleifwerkzeugs und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs in einer Einstellrichtung, insbesondere relativ zu dem Werkstückträger, erfolgen. Dabei kann einfach eine präzise Einstellung des Materialabtrags ermöglicht werden, wenn die wenigstens eine Einstellrichtung wenigstens im Wesentlichen senkrecht zu der Werkstückfläche angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann das Einstellen des Materialabtrags des wenigstens einen Schleifwerkzeugs und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs zweckmäßigerweise vor Beginn der schleifenden Bearbeitung mit dem Schleifwerkzeug und/oder der schleifenden Nachbearbeitung mit dem Nachschleifwerkzeug erfolgen. Dann kann die Stellung des wenigstens einen Schleifwerkzeugs während der schleifenden Bearbeitung und/oder des wenigstens einen Nachschleifwerkzeugs während der schleifenden Nachbearbeitung in der, insbesondere jeweiligen, Einstellrichtung wenigstens im Wesentlichen konstant sein. So kann in einfacher Weise ein konstanter Materialabtrag über die Werkstückfläche erreicht werden. Unabhängig davon, wird unter dem Materialabtrag vorzugsweise die Dicke der bei der schleifenden Bearbeitung oder der schleifenden Nachbearbeitung von der Werkstückfläche abgetragenen Schicht verstanden.

[0042] Im Hinblick auf eine zusätzliche Verringerung der Zykluszeiten und die auf das Werkstück während der Schleifbearbeitung wirkenden Kräfte kann es sich anbieten, wenn zwei zu schleifende Werkstückflächen des Werkstücks mit zwei Schleifwerkzeugen wenigstens teilweise, insbesondere wenigstens im Wesentlichen, gleichzeitig schleifend bearbeitet werden. Dann kann es sich vor demselben Hintergrund weiter anbieten, wenn die mit den Schleifwerkzeugen schleifend bearbeiteten Werkstückflächen mit zwei Nachschleifwerkzeugen wenigstens teilweise, insbesondere wenigstens im Wesentlichen, gleichzeitig schleifend nachbearbeitet werden. Unabhängig davon kann es sich zusätzlich positiv auf die auf das Werkstück wirkenden Kräfte auswirken, wenn die zu schleifenden Werkstückflächen wenigstens im Wesentlichen parallel zueinander und/oder voneinander abgewandt angeordnet sind.

[0043] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1A-4B eine erfindungsgemäße Schleifvorrichtung mit Schleifwerkzeugen und Nachschleifwerkzeugen der Schleifvorrichtung in verschiedenen Stellungen jeweils in einer Draufsicht und in einer Seitenansicht,

Fig. 5 ein Detail der Schleifvorrichtung aus den Fig. 1A-4B mit den Schleifwerkzeugen und Nachschleifwerkzeugen in der Stellung gemäß den Fig. 4A-B in einer Schnittansicht,

Fig. 6 ein Detail der Schleifvorrichtung aus den Fig. 1A-4B mit den Schleifwerkzeugen und Nachschleifwerkzeugen in der Stellung gemäß den Fig. 3A-B in einer Schnittansicht.

[0044] In den Fig. 1A-B ist eine Schleifvorrichtung 1 in einer schematischen Draufsicht und einer schematischen Seitenansicht dargestellt. Die Schleifvorrichtung 1 weist einen Werkstückträger 2 in Form einer Werkstückspindel auf. Der Werkstückträger 2 trägt ein Werkstück 3 in Form einer Bremsscheibe etwa für ein Nutzfahrzeug. Das Werkstück 3 weist vorliegend zwei zu schleifende Werkstückflächen 4 auf, bei denen es sich im dargestellten und insoweit bevorzugten Ausführungsbeispiel um die Reibflächen der Bremsscheibe handelt. Entsprechend der Anzahl der zu schleifenden Werkstückflächen 4 weist die Schleifvorrichtung 1 vorliegend zwei Schleifwerkzeuge 5 und zwei Nachschleifwerkzeuge 6 auf, die jeweils einer der Werkstückflächen 4 zugeordnet sind. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 auf gegenüberliegenden Seiten des Werkstückträgers 2 angeordnet.

[0045] Der Werkstückträger 2 ist um eine Werkstückdrehachse DWS drehbar gelagert, die vorliegend der Längsachse AL des Werkstückträgers 2 entspricht. So kann der Werkstückträger 2 zusammen mit dem Werkstück 3 um die Werkstückdrehachse DWS gedreht werden. Zum drehenden Antreiben des Werkstückträgers 2 um die Werkstückdrehachse DWS weist die Schleifvorrichtung 1 einen nicht dargestellten Werkstückdrehantrieb auf, der beispielsweise als elektrischer oder hydraulischer Antrieb ausgebildet sein kann.

[0046] Die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 sind ebenfalls drehbar gelagert. Dabei sind vorliegend die Schleifwerkzeuge 5 ebenso wie die Nachschleifwerkzeuge 6 um eine gemeinsame Werkzeugdrehachse DWZ drehbar gelagert. Zum drehenden Antreiben der Schleifwerkzeuge 5 und der Nachschleifwerkzeuge 6 weist die Schleifvorrichtung 1 vier nicht dargestellte, beispielsweise elektrische oder hydraulische, Werkzeugdrehantriebe auf, wobei jedem der Schleifwerkzeuge 5 und der Nachschleifwerkzeuge 6 einer der Werkzeugdrehantriebe zugeordnet ist.

[0047] Die im dargestellten und insoweit bevorzugten Ausführungsbeispiel als kreisförmige Schleifscheiben ausgebildeten Schleifwerkzeuge 5 und Nachschleifwerkzeuge 6 weisen jeweils eine vorliegend ebenfalls kreisförmige Schleiffläche 7,8 auf. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 so angeordnet, dass die Schleifflächen 7 der Schleifwerkzeuge 5 auf gegenüberliegenden Seiten einen Schleifspalt 9 begrenzen. In ähnlicher Weise be-

grenzen die Schleifflächen 8 der Nachschleifwerkzeuge 6 einen Schleifspalt 10 auf gegenüberliegenden Seiten.

[0048] Die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 unterscheiden sich im dargestellten und insoweit bevorzugten Ausführungsbeispiel hinsichtlich ihrer die Schleifflächen 7,8 bildenden Schleifpartikel. Die Schleifpartikel der Nachschleifwerkzeuge 6 sind feiner ausgebildet als die Schleifpartikel der Schleifwerkzeuge 5. Vorliegend weisen die Schleifpartikel der Schleifwerkzeuge 5 eine maximale Korngröße von etwa 400 µm auf. Die Schleifpartikel der Nachschleifwerkzeuge 6 weisen eine maximale Korngröße von etwa 150 µm auf. Dabei sind vorliegend die Schleifpartikel der Schleifwerkzeuge 5 metallisch und die Schleifpartikel der Nachschleifwerkzeuge 6 keramisch gebunden.

[0049] In den Fig. 1A-B sind die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 in Ausgangsstellungen vor Beginn der schleifenden Bearbeitung und der schleifenden Nachbearbeitung dargestellt. Um den Materialabtrag einzustellen, der mit den Schleifwerkzeugen 5 bei der schleifenden Bearbeitung und mit den Nachschleifwerkzeugen 6 bei der schleifenden Nachbearbeitung der jeweiligen Werkstückfläche 4 bewirkt werden soll, können die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 jeweils in einem Paar gegenläufiger Einstellrichtungen RE stufenlos verstellt werden. Dabei sind die Einstellrichtungen RE jeweils parallel zur Werkzeugdrehachse DWZ und senkrecht zur Schleiffläche 7,8 des jeweiligen Schleifwerkzeugs 5 oder Nachschleifwerkzeugs 6 angeordnet.

[0050] Nachdem optional der zu bewirkende Materialabtrag eingestellt worden ist, werden die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 jeweils in einer zu der jeweiligen Einstellrichtung RE senkrechten Vorschubrichtung RV auf die Werkstückdrehachse DWS zu bewegt. Zu diesem Zweck weist die Schleifvorrichtung 1 zwei nicht dargestellte, etwa als Linearantriebe ausgebildete, Vorschubantriebe auf, wobei ein Vorschubantrieb den Schleifwerkzeugen 5 und der andere Vorschubantrieb den Nachschleifwerkzeugen 6 zugeordnet ist. Beispielsweise können die Vorschubantriebe jeweils einen Schlitten bewegen, an dem die Schleifwerkzeuge 5 oder die Nachschleifwerkzeuge 6 montiert sind. Dabei werden die Vorschubantriebe von einer nicht dargestellten elektronischen Steuereinrichtung derart gesteuert, dass die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 kontinuierlich in der jeweiligen Vorschubrichtung RV bewegt werden. Währenddessen werden die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 um die jeweilige Werkzeugdrehachse DWZ und der Werkstückträger 2 zusammen mit dem Werkstück 3 um die Werkstückdrehachse DWS drehend angetrieben, was ebenfalls durch die nicht dargestellte Steuereinrichtung gesteuert sein kann.

[0051] In den Fig. 2A-B ist die Schleifvorrichtung 1 in einer schematischen Draufsicht und einer schematischen Seitenansicht dargestellt. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 in Stellungen dargestellt, kurz nachdem die

Schleifwerkzeuge 5 in schleifenden Kontakt mit der zugeordneten Werkstückfläche 4 gelangt sind, und die Nachschleifwerkzeuge 6 in Stellungen, unmittelbar bevor die Nachschleifwerkzeuge 6 in schleifenden Kontakt mit der zugeordneten Werkstückfläche 4 gelangen. Dementsprechend weisen die Werkstückflächen 4 jeweils einen noch ungeschliffenen und mithin zu schleifenden Abschnitt 11 auf, der radial innen angeordnet ist, und einen bereits durch das jeweilige Schleifwerkzeug 5 schleifend bearbeiteten Abschnitt 12, der radial außen angeordnet ist.

[0052] Die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 werden von der nicht dargestellten Steuereinrichtung so in der jeweiligen Vorschubrichtung RV bewegt, dass die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 bezogen auf den jeweiligen Abstand zu der Werkstückdrehachse DWS in einem Versatz V zueinander angeordnet sind. Dabei ist der Versatz V so eingestellt, dass der Abstand der Schleifwerkzeuge 5 zu der Werkstückdrehachse DWS geringer ist als der Abstand der Nachschleifwerkzeuge 6 zu der Werkstückdrehachse DWS. Vorliegend ist der Versatz V deutlich kleiner als die Erstreckung der Schleifwerkzeuge 5 in der Vorschubrichtung RV und beträgt ca. 0,5 cm bis 1 cm. Mit dem wenigstens im Wesentlichen konstanten Versatz V zueinander werden die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 kontinuierlich in der jeweiligen Vorschubrichtung RV bewegt.

[0053] In den Fig. 3A-B ist die Schleifvorrichtung 1 in einer schematischen Draufsicht und einer schematischen Seitenansicht dargestellt. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 jeweils in einer gegenüber der Stellung gemäß den Fig. 2A-B in der jeweiligen Vorschubrichtung RV weiterbewegten Stellung dargestellt. Sowohl die Schleifwerkzeuge 5 als auch die Nachschleifwerkzeuge 6 stehen in schleifendem Kontakt mit der jeweiligen Werkstückfläche 4. Dementsprechend weisen die Werkstückflächen 4 jeweils einen durch das jeweilige Nachschleifwerkzeug 6 schleifend nachbearbeiteten Abschnitt 13 auf, der radial außen angeordnet ist. Die Breite der zu schleifenden Abschnitte 11 der Werkstückflächen 4 ist verringert und die durch das jeweilige Schleifwerkzeug 5 schleifend bearbeiteten, jedoch noch nicht durch das jeweilige Nachschleifwerkzeug 6 schleifend nachbearbeiteten Abschnitte 12 der Werkstückflächen 4 sind radial nach innen gewandert. Dabei erstrecken sich die Projektionen der Schleifflächen 7 der Schleifwerkzeuge 5 in einer Richtung senkrecht auf die zugeordnete Werkstückfläche 4 jeweils über die gesamte Breite B des jeweiligen durch das Nachschleifwerkzeug 6 schleifend nachbearbeiteten Abschnitts 13 der Werkstückfläche 4.

[0054] In den Fig. 4A-B ist die Schleifvorrichtung 1 in einer schematischen Draufsicht und einer schematischen Seitenansicht dargestellt. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 jeweils in einer Stellung bei Erreichen des radial innen angeordneten Endes der jeweiligen Werkstückfläche 4 und die Nachschleifwerkzeuge 6 jeweils in

einer Stellung kurz vor Erreichen des radial innen angeordneten Endes der jeweiligen Werkstückfläche 4 dargestellt. Dementsprechend sind die durch das jeweilige Schleifwerkzeug 5 schleifend bearbeiteten, jedoch noch nicht durch das jeweilige Nachschleifwerkzeug 6 schleifend nachbearbeiteten Abschnitte 12 der Werkstückflächen 4 an das radial innere Ende der jeweiligen Werkstückfläche 4 gewandert. Die Breite B der durch das jeweilige Nachschleifwerkzeug 6 schleifend nachbearbeiteten Abschnitte 13 der Werkstückfläche 4 ist entsprechend vergrößert. Die Werkstückflächen 4 sind vollständig durch das jeweilige Schleifwerkzeug 5 schleifend bearbeitet.

[0055] Die Nachschleifwerkzeuge 6 werden bis zum Erreichen des radial innen angeordneten Endes der jeweiligen Werkstückfläche 4 weiter in der Vorschubrichtung RV bewegt, um so die schleifende Nachbearbeitung der Werkstückflächen 4 abzuschließen. Dann werden die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 jeweils in einer Richtung senkrecht zu der jeweiligen Vorschubrichtung RV von der zugeordneten Werkstückfläche 4 weg und sodann zurück in die Ausgangsstellung gemäß den Fig. 1A-B bewegt. Daraufhin kann das fertig geschliffene Werkstück 3 von dem Werkstückträger 2 entfernt werden und ein weiteres zu schleifendes Werkstück 3 an dem Werkstückträger 2 angeordnet werden, woraufhin der Schleifprozess von vorne beginnen kann.

[0056] In der Fig. 5 ist ein Detail der Schleifvorrichtung 1 im Bereich des Werkstückträgers 2 in einer Schnittansicht entlang der in der Fig. 4A dargestellten Schnittebene V-V dargestellt. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 in der Stellung gemäß den Fig. 4A-B dargestellt. Der Bremsstopf 14 des als Bremsscheibe ausgebildeten Werkstücks 3 liegt auf einem Trägerelement 15 des Werkstückträgers 2 auf. Durch die Nabenbohrung 16 der Bremsscheibe erstreckt sich ein Zentrierdorn 17 des Werkstückträgers 2, über den die Bremsscheibe vorliegend mittels eines Flanschdeckels 18 und eines Bajonettverschlusses 19 des Werkstückträgers 2 in axialer Richtung verspannt ist.

[0057] In der Fig. 6 ist ein Detail der Schleifvorrichtung 1 im Bereich der Schleifwerkzeuge 5 und der Nachschleifwerkzeuge 6 in einer Schnittansicht entlang der in der Fig. 3A dargestellten Schnittebene VI-VI dargestellt. Dabei sind die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 in der Stellung gemäß den Fig. 3A-B und ebenso wie das Werkstück 3 teilweise geschnitten dargestellt. Im Bereich der Werkstückflächen 4 weist das Werkstück 3 eine Beschichtung 20 auf, die auf einen Kern 21 des Werkstücks 3 aufgebracht und deren Dicke vorliegend deutlich vergrößert dargestellt ist. Dabei ist die Beschichtung 20 als Hartstoffbeschichtung etwa aus Aluminiumoxid, Carbon Keramik, Wolframcarbid, Siliziumcarbid, Chromcarbid oder Niobcarbid ausgebildet, deren Härte höher ist als die Härte des Kerns 21 des Werkstücks 3.

[0058] Die Schleifwerkzeuge 5 und die Nachschleifwerkzeuge 6 tragen jeweils einen Teil der Beschichtung

20 ab. Dabei beträgt der durch die Schleifwerkzeuge 5 jeweils bewirkte Materialabtrag MS vorliegend ca. 70 µm und der durch die Nachschleifwerkzeuge 6 jeweils bewirkte Materialabtrag MN ca. 30 µm, sodass der gesamte Materialabtrag vorliegend ca. 100 µm beträgt. Der Materialabtrag MS, MN ist der Anschaulichkeit halber deutlich vergrößert dargestellt.

Bezugszeichenliste

[0059]

1	Schleifvorrichtung
2	Werkstückträger
3	Werkstück
4	Werkstückfläche
5	Schleifwerkzeug
6	Nachschleifwerkzeug
7	Schleiffläche eines Schleifwerkzeugs
8	Schleiffläche eines Nachschleifwerkzeugs
9	durch Schleifwerkzeuge begrenzter Schleifspalt
10	durch Nachschleifwerkzeuge begrenzter Schleifspalt
11	zu schleifender Abschnitt
12	durch ein Schleifwerkzeug schleifend bearbeiteter Abschnitt
13	durch ein Nachschleifwerkzeug schleifend nachbearbeiteter Abschnitt
14	Bremsstopf
15	Trägerelement
16	Nabenbohrung
17	Zentrierdorn
18	Flanschdeckel
19	Bajonettverschluss
20	Beschichtung
21	Kern

AL	Längsachse
B	Breite
DWS	Werkstückdrehachse
DWZ	Werkzeugdrehachse
MN	durch ein Nachschleifwerkzeug bewirkter Materialabtrag
MS	durch ein Schleifwerkzeug bewirkter Materialabtrag
RE	Einstellrichtung
RV	Vorschubrichtung
V	Versatz

Patentansprüche

1. Schleifvorrichtung (1) zur schleifenden Bearbeitung eines Werkstücks (3), insbesondere einer Bremsscheibe, mit einem Werkstückträger (2) zum Tragen des zu schleifenden Werkstücks (3) und mit wenigstens einem Schleifwerkzeug (5) zur schleifenden Bearbeitung wenigstens einer zu schleifenden Werk-

- stückfläche (4) des von dem Werkstückträger (2) getragenen Werkstücks (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens ein Nachschleifwerkzeug (6) zur schleifenden Nachbearbeitung der wenigstens einen von dem Schleifwerkzeug (5) schleifend bearbeiteten Werkstückfläche (4) wenigstens teilweise gleichzeitig zur schleifenden Bearbeitung der zu schleifenden Werkstückfläche (4) durch das Schleifwerkzeug (5) vorgesehen ist.
2. Schleifvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Werkstückträger (2) um eine Werkstückdrehachse (DWS) drehbar gelagert ist und/oder dass das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) um eine, insbesondere zu der Werkstückdrehachse (DWS) wenigstens im Wesentlichen parallele, Werkzeugdrehachse (DWZ) drehbar gelagert ist.
3. Schleifvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) zum Bewegen entlang der Werkstückfläche (4) in einer, insbesondere zu einer Schleiffläche (7,8) des Schleifwerkzeugs (5) und/oder des Nachschleifwerkzeugs (6) wenigstens im Wesentlichen parallelen und/oder zu der Werkstückdrehachse (DWS) wenigstens im Wesentlichen senkrechten, Vorschubrichtung (RV) relativ zu dem Werkstückträger (2) bewegbar ist.
4. Schleifvorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
 eine Steuereinrichtung eingerichtet ist, das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) bezogen auf den jeweiligen Abstand zu einer Werkstückträgerachse (AL) des Werkstückträgers (2), insbesondere der Werkstückdrehachse (DWS), in einem Versatz (V) zueinander in der jeweiligen Vorschubrichtung (RV) zu bewegen und dass, vorzugsweise, der Versatz (V) kleiner ist als die Erstreckung des Schleifwerkzeugs (5) in der Vorschubrichtung (RV).
5. Schleifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) zum Einstellen des zu bewirkenden Materialabtrags (MS,MN) in einer, insbesondere zu der Vorschubrichtung (RV) wenigstens im Wesentlichen senkrechten, Einstellrichtung (RE) relativ zu dem Werkstückträger (2) verstellbar ist.
6. Schleifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 zwei Schleifwerkzeuge (5) zur wenigstens teilweise gleichzeitigen schleifenden Bearbeitung von zwei, insbesondere wenigstens im Wesentlichen parallelen und/oder voneinander abgewandten, zu schleifenden Werkstückflächen (4) des Werkstücks (3) vorgesehen sind und dass, vorzugsweise, zwei Nachschleifwerkzeuge (6) zur wenigstens teilweise gleichzeitigen schleifenden Nachbearbeitung der von den Schleifwerkzeugen (5) schleifend bearbeiteten Werkstückflächen (4) vorgesehen sind.
7. Schleifvorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Schleifwerkzeuge (5) und/oder die Nachschleifwerkzeuge (6) einen Schleifspalt (9,10) zur abschnittweisen Aufnahme des Werkstücks (3) während der schleifenden Bearbeitung und/oder der schleifenden Nachbearbeitung auf gegenüberliegenden Seiten begrenzen.
8. Schleifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) zur Grob- und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) zur Feinbearbeitung der Werkstückfläche (4) ausgebildet ist und/oder dass sich das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) hinsichtlich der maximalen Korngröße der Schleifpartikel, des Werkstoffs der Schleifpartikel und/oder des Werkstoffs der Bindung voneinander unterscheiden.
9. Schleifvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) auf gegenüberliegenden Seiten des Werkstückträgers (2) angeordnet sind.
10. Verfahren zur schleifenden Bearbeitung eines Werkstücks (3), insbesondere einer Bremsscheibe, mit einer Schleifvorrichtung (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
 - bei dem wenigstens eine zu schleifende Werkstückfläche (4) des von einem Werkstückträger (2) getragenen Werkstücks (3) mit wenigstens einem Schleifwerkzeug (5) schleifend bearbeitet wird,
 - bei dem die wenigstens eine mit dem Schleifwerkzeug (5) schleifend bearbeitete Werkstückfläche (4) mit wenigstens einem Nachschleifwerkzeug (6) schleifend nachbearbeitet wird

und

- bei dem die schleifende Bearbeitung mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeug (5) und die schleifende Nachbearbeitung mit dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug (6) wenigstens teilweise gleichzeitig erfolgen.

11. Verfahren nach Anspruch 10,

- bei dem das Werkstück (3) während der schleifenden Bearbeitung und/oder der schleifenden Nachbearbeitung um eine Werkstückdrehachse (DWS) gedreht wird und/oder
- bei dem das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) während der schleifenden Bearbeitung und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) während der schleifenden Nachbearbeitung um eine, insbesondere zu der Werkstückfläche (4) wenigstens im Wesentlichen senkrechte, Werkzeugdrehachse (DWZ) gedreht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,

- bei dem das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) während der schleifenden Bearbeitung und/oder das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) während der schleifenden Nachbearbeitung in einer Vorschubrichtung (RV) entlang der Werkstückfläche (4) bewegt wird und
- bei dem, vorzugsweise, das wenigstens eine Schleifwerkzeug (5) und das wenigstens eine Nachschleifwerkzeug (6) bezogen auf den jeweiligen Abstand zu einer Werkstückträgerachse (AL) des Werkstückträgers (2), insbesondere der Werkstückdrehachse (DWS), in einem Versatz (V) zueinander in der jeweiligen Vorschubrichtung (RV) bewegt werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

- bei dem eine Projektion des wenigstens einen mit der Werkstückfläche (4) in schleifendem Kontakt stehenden Schleifwerkzeugs (5) senkrecht auf die Werkstückfläche (4) wenigstens abschnittsweise in einem mit dem Nachschleifwerkzeug (6) schleifend nachbearbeiteten Abschnitt (13) der Werkstückfläche (4) angeordnet ist und/oder
- bei dem das wenigstens eine mit der Werkstückfläche (4) in schleifendem Kontakt stehende Nachschleifwerkzeug (6) in Richtung der Werkstückfläche (4) gegenüber dem mit der Werkstückfläche (4) in schleifendem Kontakt stehenden Schleifwerkzeug (5) vorsteht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,

- bei dem, insbesondere vor Beginn der schleifenden Bearbeitung und/oder Nachbearbeitung, ein mit dem wenigstens einen Schleifwerkzeugs (5) und/oder dem wenigstens einen Nachschleifwerkzeug (6) zu bewirkender Materialabtrag (MS,MN) durch Verstellen des Schleifwerkzeugs (5) und/oder des Nachschleifwerkzeugs (6) in einer, insbesondere zu der Werkstückfläche (4) wenigstens im Wesentlichen senkrechten, Einstellrichtung (RE) eingestellt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,

- bei dem zwei, insbesondere wenigstens im Wesentlichen parallele und/oder voneinander abgewandte, zu schleifende Werkstückflächen (4) des Werkstücks (3) mit zwei Schleifwerkzeugen (5) wenigstens teilweise gleichzeitig schleifend bearbeitet werden und
- bei dem, vorzugsweise, die mit den Schleifwerkzeugen (5) schleifend bearbeiteten Werkstückflächen (4) mit zwei Nachschleifwerkzeugen (6) wenigstens teilweise gleichzeitig schleifend nachbearbeitet werden.

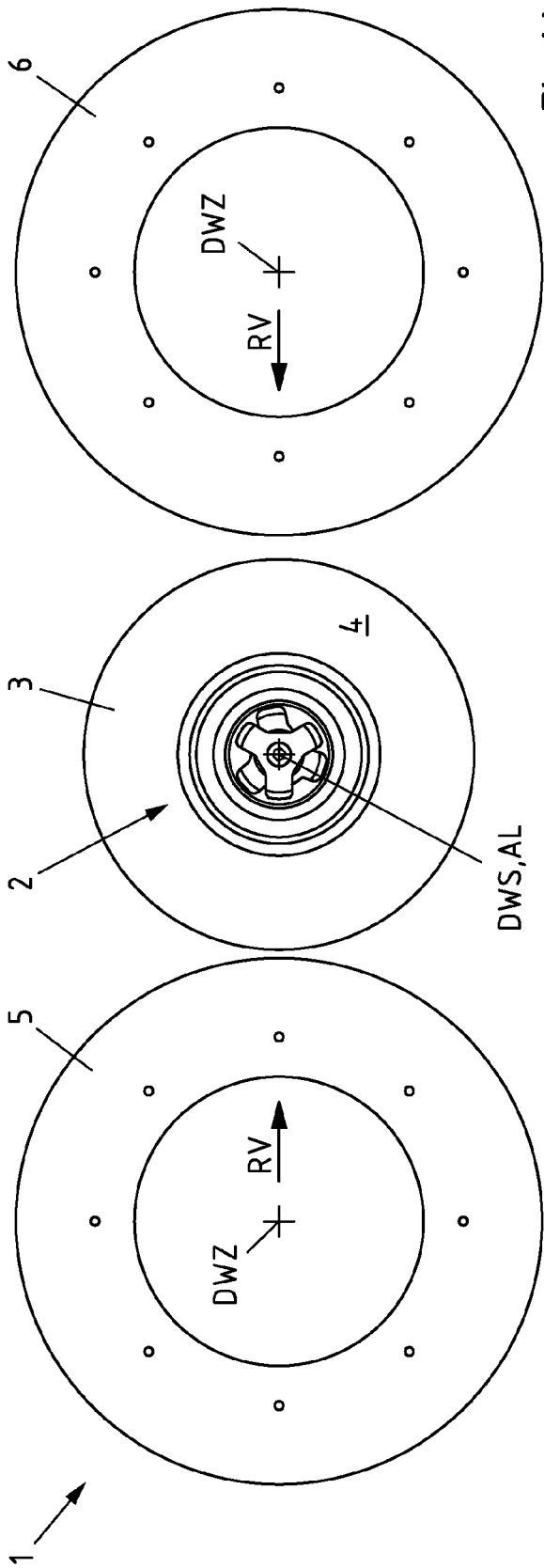


Fig. 1A

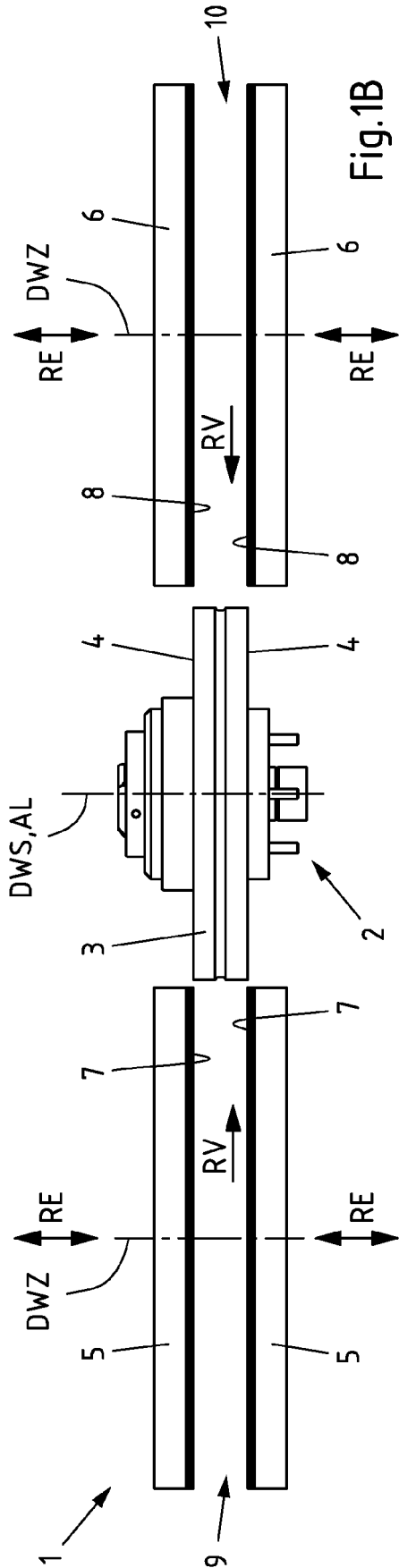


Fig. 1B

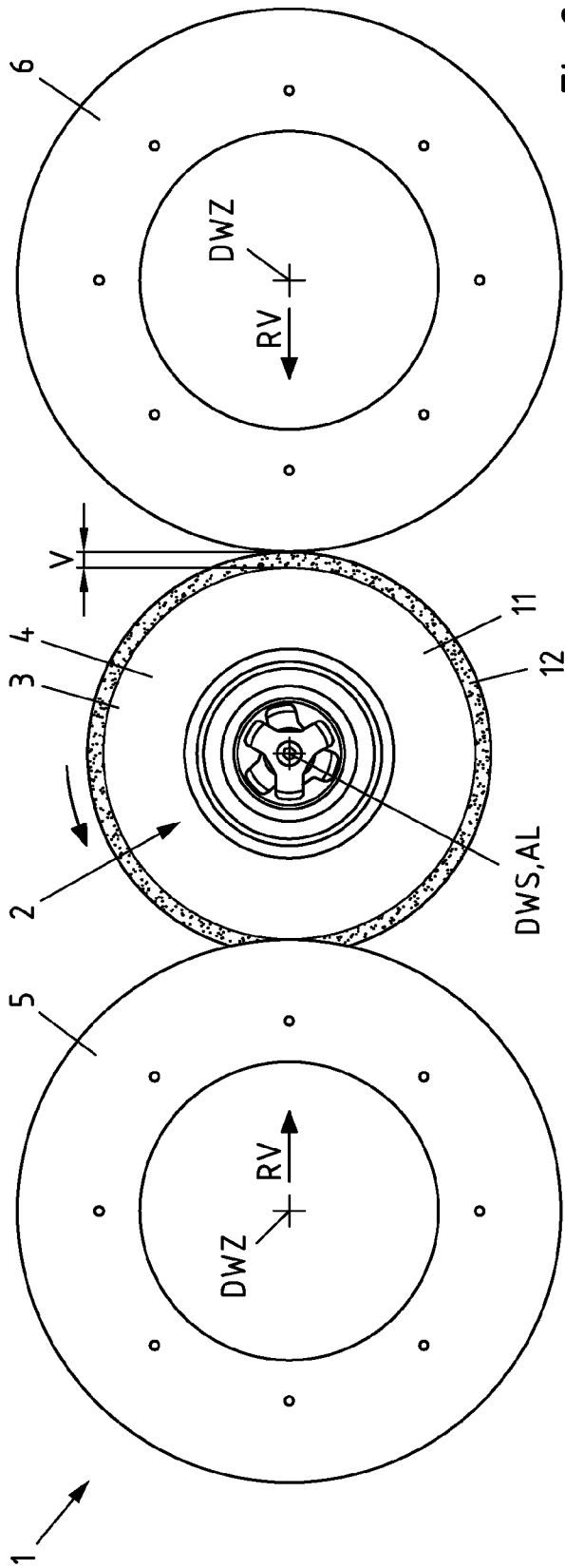


Fig. 2A

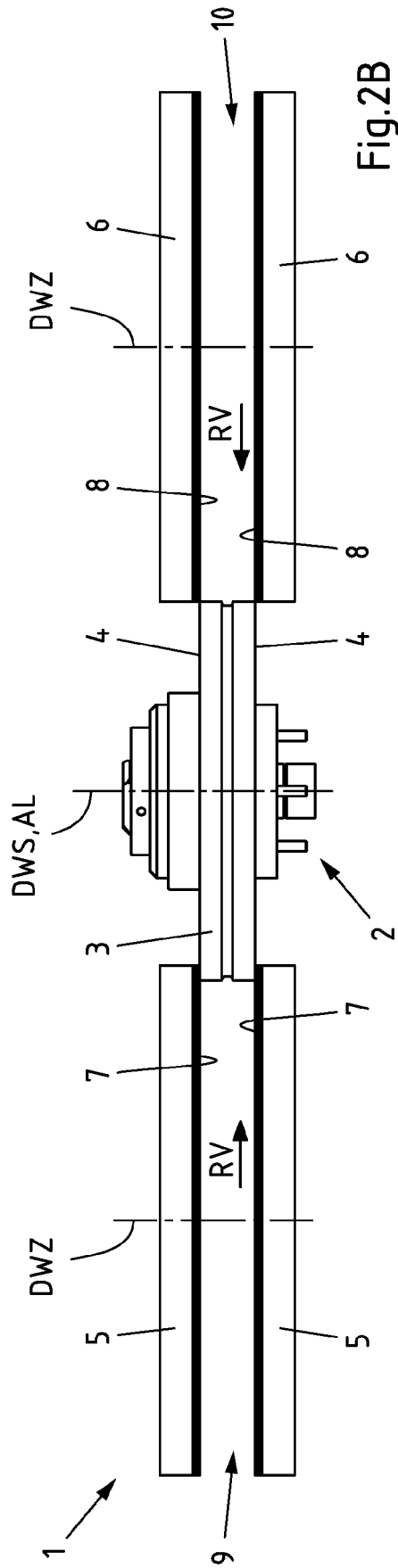
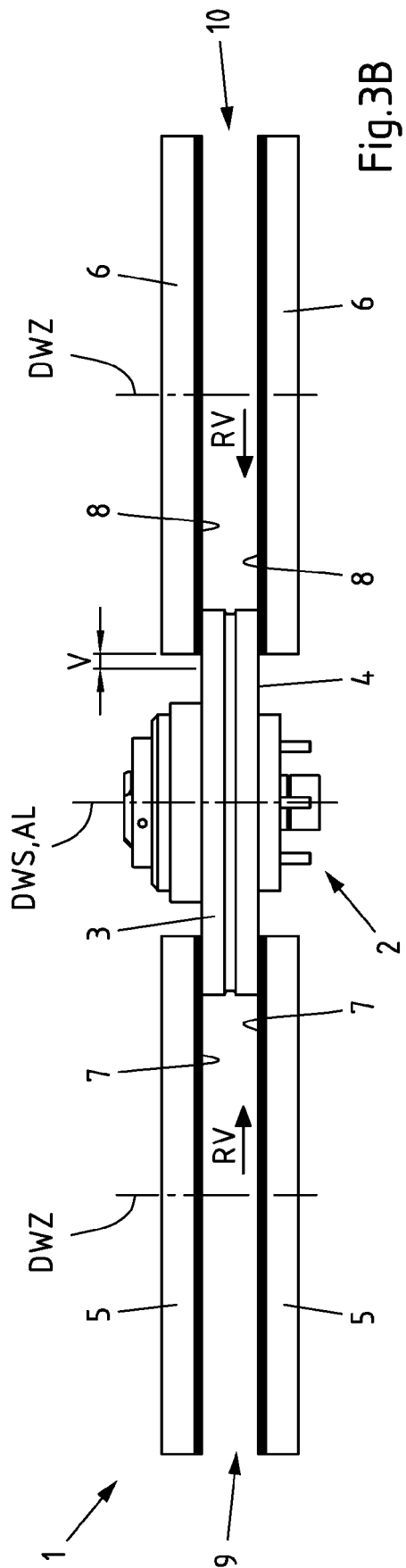
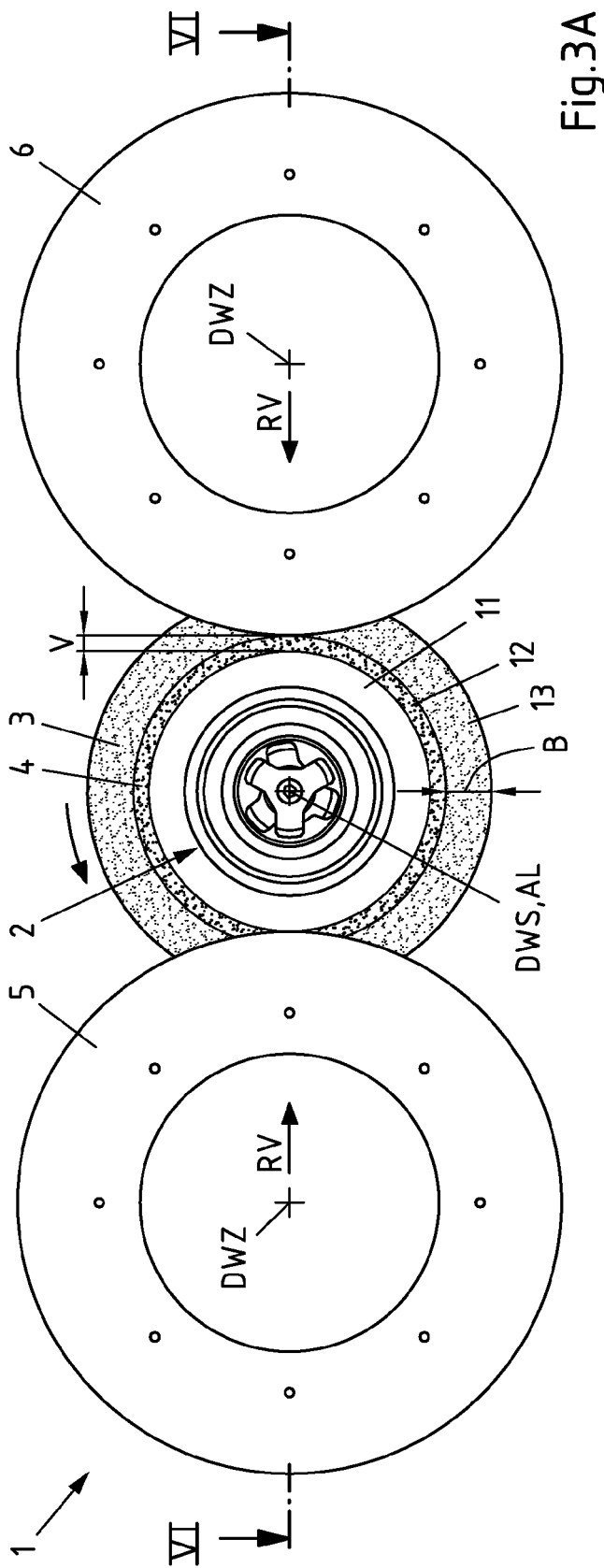


Fig. 2B



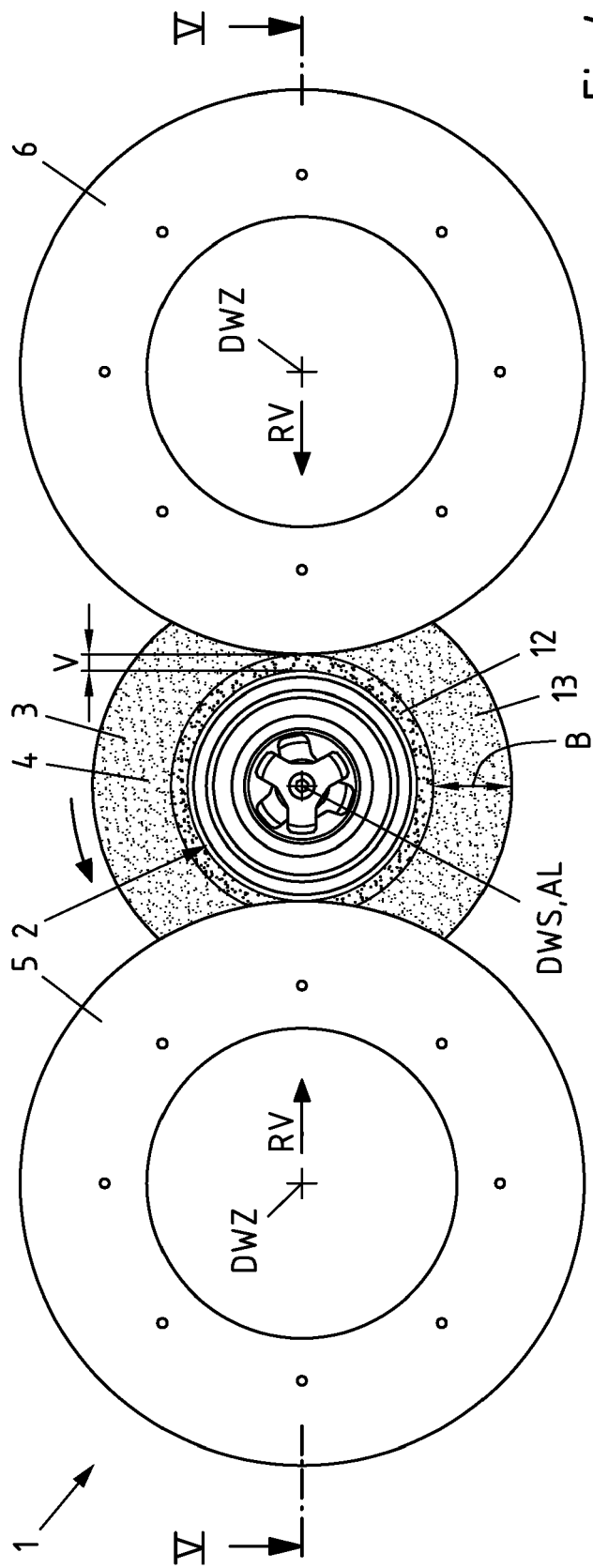


Fig. 4A

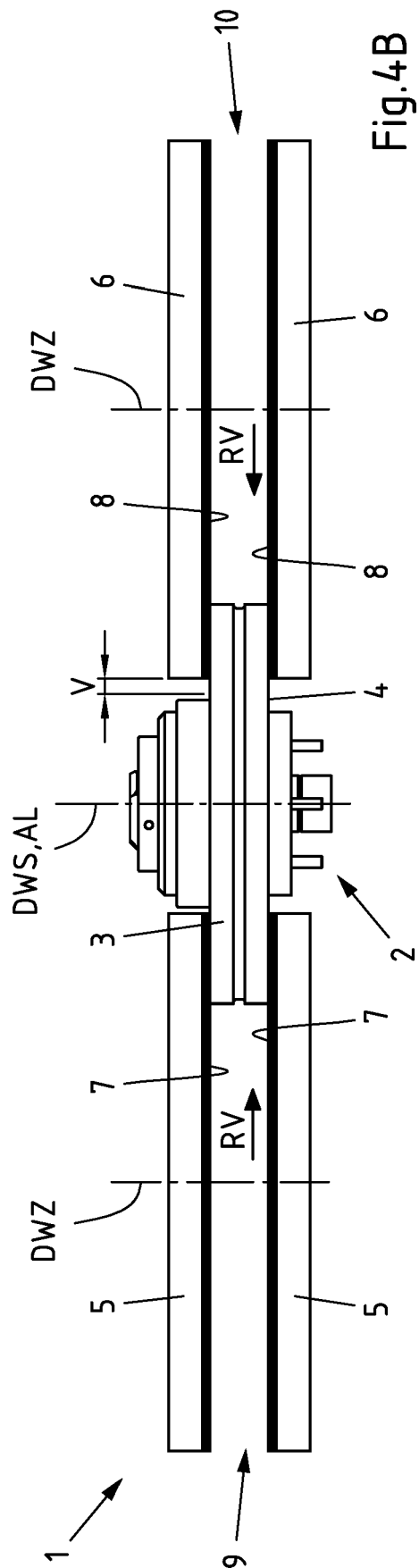


Fig. 4B

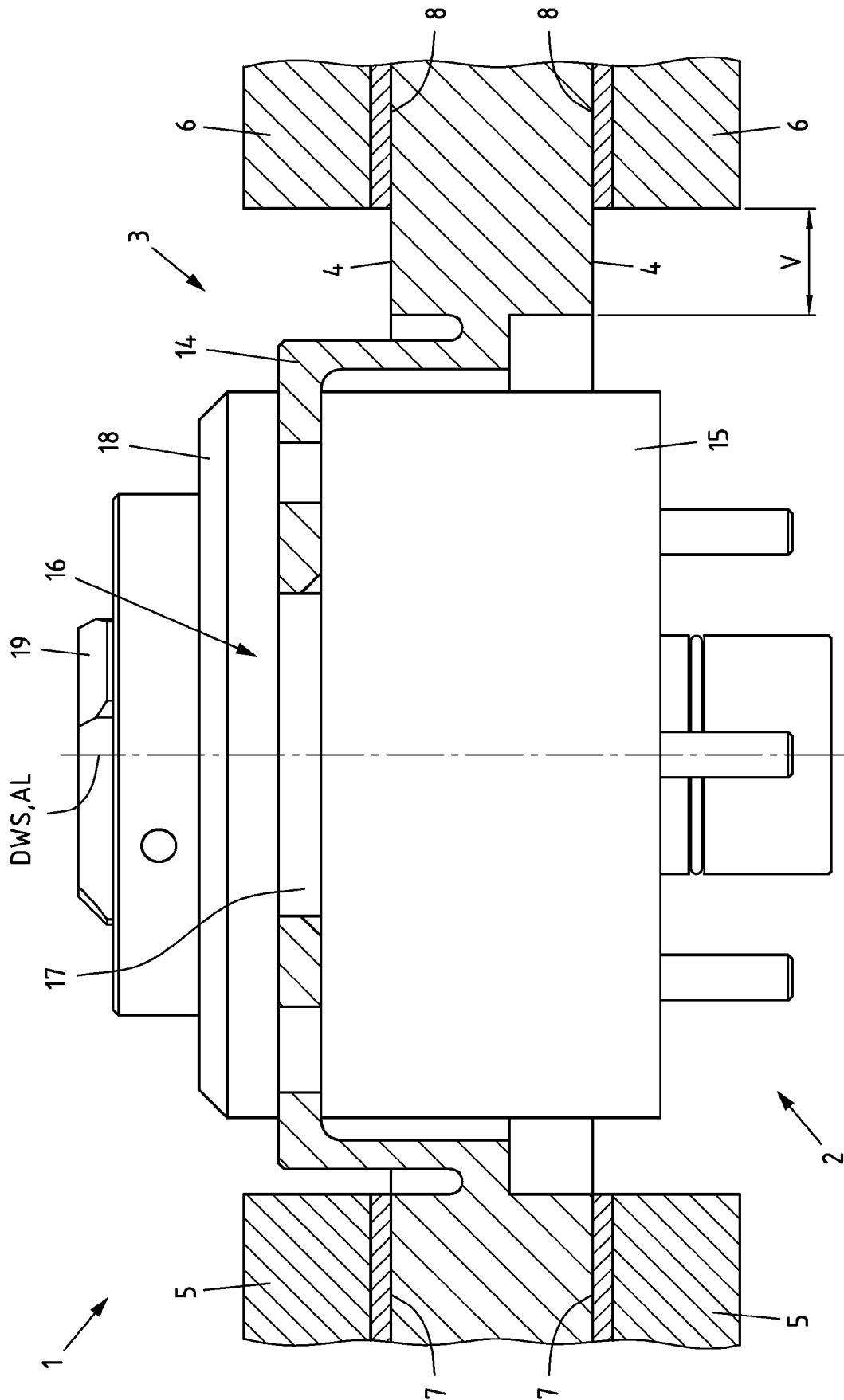
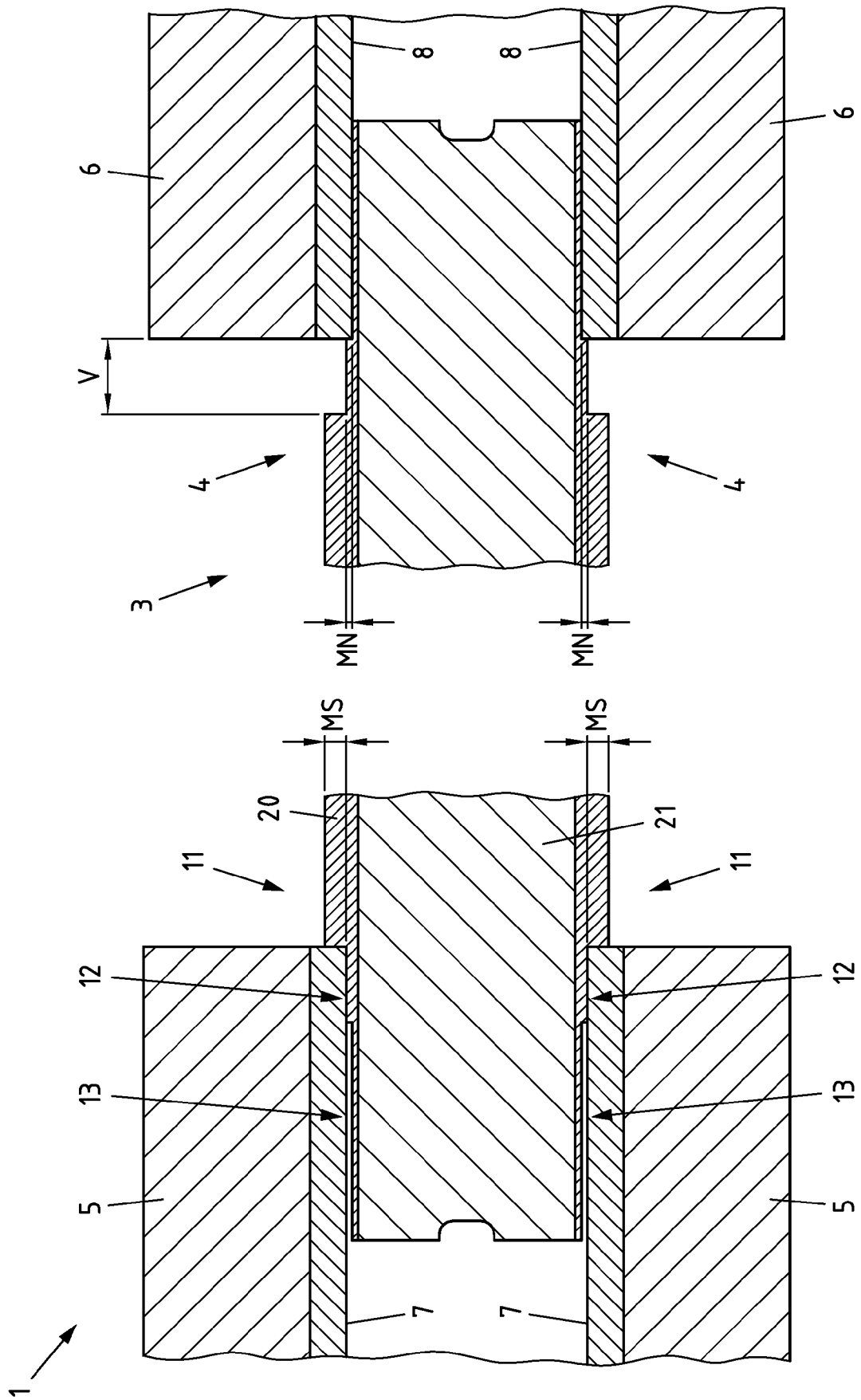


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 6553

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 105 397 604 B (HUO FENGWEI) 8. September 2017 (2017-09-08) * Absatz [0063]; Anspruch 1; Abbildungen 1, 7-10; Beispiele 7, 8 *	1, 2, 5, 8-14	INV. B24B7/17 B24B7/07 B24B51/00 B24B41/06 B24B27/00
X	CN 111 002 130 B (NANJING PINGSHUANG PLASTIC MACHINERY GEAR MFG CO LTD) 29. Juni 2021 (2021-06-29) * Absatz [0063]; Abbildungen 2, 6 *	1-9	
Y	JP 2011 156606 A (AISIN TAKAOKA LTD; NISSHIN KOGYO KK) 18. August 2011 (2011-08-18) * Anspruch 1; Abbildungen 1, 8, 10 *	15	
Y	CN 103 551 947 A (SHENGZHOU CHUANGYU MACHINERY CO LTD) 5. Februar 2014 (2014-02-05) * Anspruch 1; Abbildung 1; Beispiel 1 *	15	
A	US 3 473 269 A (SATTLER ROBERT I ET AL) 21. Oktober 1969 (1969-10-21) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. August 2023	Prüfer Endres, Mirja
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 23 16 6553

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

14-08-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	CN 105397604	B	08-09-2017	KEINE		

15	CN 111002130	B	29-06-2021	KEINE		

	JP 2011156606	A	18-08-2011	CN 102189455 A	21-09-2011	
				JP 5524643 B2	18-06-2014	
				JP 2011156606 A	18-08-2011	

20	CN 103551947	A	05-02-2014	KEINE		

	US 3473269	A	21-10-1969	KEINE		

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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