



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 475 185 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.2004 Patentblatt 2004/46

(51) Int Cl.7: **B24B 5/14, B24B 9/00**

(21) Anmeldenummer: **03405323.1**

(22) Anmeldetag: **07.05.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder: **Montandon, Jean-Claude**
3296 Arch (CH)

(74) Vertreter: **Roshardt, Werner Alfred, Dipl.-Phys.**
Keller & Partner
Patentanwälte AG
Schmiedenplatz 5
Postfach
3000 Bern 7 (CH)

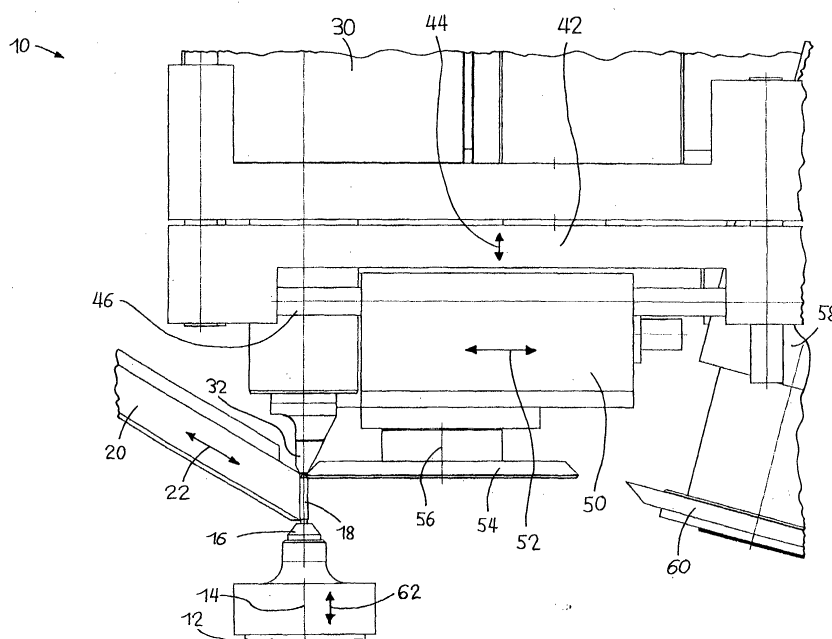
(71) Anmelder: **HTT Hauser Tripet Tschudin AG**
2500 Biel-Bienne 8 (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum abrasiven Rundbearbeiten**

(57) Zur Bearbeitung eines sich um eine Werkstückachse drehenden Werkstücks (18) werden ein erstes Abrasivwerkzeug (20), das sich um eine erste Werkzeugachse dreht, und das Werkstück (18) gegeneinander zugestellt werden, um in einem ersten Abrasivvorgang eine erste Werkstückfläche zu bearbeiten. Weiter wird ein zweites Abrasivwerkzeug (54), das sich um eine zweite Werkzeugachse (56) dreht, gegen das Werkstück (18) zugestellt, um in einem zweiten Abrasivvorgang eine zweite Werkstückfläche zu bearbeiten. Die beiden Werkstückflächen sind bezüglich der Werk-

stückachse rotationssymmetrisch ausgebildet und zu-
einander derart benachbart angeordnet, dass zwischen
ihnen eine scharfe, gratfreie kreisförmige Übergangs-
kante gebildet ist. Die beiden Abrasivvorgänge werden
derart gesteuert, dass sie zeitgleich beendet werden.
Das Verfahren und die Vorrichtung zum abrasiven
Rundbearbeiten ermöglichen eine zuverlässige und
präzise Bearbeitung von Werkstücken mit einer schar-
fen und gratfreien Übergangskante zwischen zwei rota-
tionssymmetrischen Flächen auch in der grossseriellen
Fertigung.

Fig.1



EP 1 475 185 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum abrasiven Rundbearbeiten eines Werkstücks und eine Vorrichtung zur Durchführung des abrasiven Rundbearbeitungsverfahrens gemäss den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Stand der Technik

[0002] Für zahlreiche Anwendungen werden Werkstücke benötigt, die wenigstens teilweise rotationssymmetrisch ausgebildet sind und eine die Symmetrieachse definierende Werkstückachse haben sowie zwei benachbarte Flächen, die bezüglich der Werkstückachse rotationssymmetrisch ausgebildet sind und zwischen denen eine kreisförmige Übergangskante gebildet ist. Solche Werkstücke werden z.B. als Ventil- oder Düsenadeln verwendet, wobei typischerweise eine der beiden Flächen einen Dichtsitz und die andere der beiden Flächen eine Führungsfläche der Ventil- oder Düsenadel bildet. Damit solche Ventil- oder Düsenadeln auch für Hochdruckanwendungen wie z.B. Kraftstoff-Einspritzsysteme für moderne Benzin- oder Dieselmotoren verwendbar sind, wo teilweise Drücke von weit über 1000 bar beherrscht werden müssen, sind hohe Anforderungen hinsichtlich der Einhaltung von Fertigungstoleranzen zu erfüllen. Insbesondere muss die Übergangskante zwischen der Sitz- und der Führungsfläche möglichst scharfkantig und gratfrei ausgebildet sein.

[0003] Für die Bearbeitung von Werkstücken der oben genannten Art werden spanbildende Verfahren mit geometrisch unbestimmten Schneiden (auch als abrasive Bearbeitungsverfahren bezeichnet) angewendet, insbesondere Schleifen und Honen. Ein Verfahren zum abrasiven Rundbearbeiten kann somit z.B. ein Rundschleifverfahren oder ein Rundhonverfahren sein. Entsprechend sind sowohl eine Rundschleifmaschine als auch eine Rundhonmaschine als Vorrichtung zur Durchführung eines abrasiven Rundbearbeitungsverfahrens anzusehen.

[0004] Aus der Druckschrift WO 01 /60565 (Robert Bosch GmbH) sind ein Schleifverfahren und eine Schleifmaschine bekannt, welche die Herstellung einer Ventildadel für ein Kraftstoff-Einspritzventil mittels Rundschleifen ermöglichen. Die Schleifmaschine ist mit einer Schleifscheibe und einem in Bezug auf das Werkstück gegenüber der Schleifscheibe angeordneten Entgratdorn versehen. Wenn die Schleifscheibe eine Schleiffläche des Werkstücks schleift, entsteht ein Grat, der über die zwischen dieser Schleiffläche und einer benachbarten Fläche gebildete Übergangskante hinaus in den Bereich der benachbarten Fläche vorsteht. Der Entgratdorn ist derart angeordnet und ausgebildet, dass der Grat aufgrund der Drehung des um seine Achse rotierenden Werkstücks vom Entgratdorn auf die Schleif-

fläche zurück gedrückt und beim nächsten Kontakt mit der Schleifscheibe abgeschliffen wird.

[0005] Es hat sich herausgestellt, dass das Schleifverfahren und die Schleifmaschine gemäss der Druckschrift WO 01 /60565 nachteilig ist für die Massenfertigung von grossen Werkstückserien. Es kommt nämlich immer wieder vor, dass die Gratbildung durch den Entgratdorn nicht zuverlässig verhindert wird. Deshalb ist eine aufwändige Nachkontrolle der Werkstücke nötig, um die gewünschte Fertigungsqualität gewährleisten zu können.

Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum abrasiven Rundbearbeiten, welche eine zuverlässige und präzise Bearbeitung von Werkstücken mit einer scharfen und gratfreien Übergangskante zwischen zwei rotationssymmetrischen Flächen auch in der grossseriellen Fertigung ermöglichen.

[0007] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche definiert. Gemäss der Erfindung wird zur Bearbeitung eines Werkstücks, das eine Werkstückachse hat, ein abrasives Rundbearbeitungsverfahren durchgeführt. Während der Durchführung des Rundbearbeitungsverfahrens dreht sich das Werkstück um die Werkstückachse, während gleichzeitig ein erstes Abrasivwerkzeug (insbesondere ein Schleifwerkzeug oder ein Honwerkzeug), das sich um eine erste Werkzeugachse dreht, und das Werkstück gegeneinander zugestellt werden, um in einem ersten Abrasivvorgang (insbesondere einem Schleif- oder Honvorgang) eine erste Werkstückfläche zu bearbeiten. Das erfindungsgemässe Bearbeitungsverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass ein zweites Abrasivwerkzeug (insbesondere ein Schleifwerkzeug oder ein Honwerkzeug), das sich um eine zweite Werkzeugachse dreht, gegen das Werkstück zugestellt wird, um in einem zweiten Abrasivvorgang eine zweite Werkstückfläche zu bearbeiten. Die beiden Werkstückflächen sind bezüglich der Werkstückachse rotationssymmetrisch ausgebildet und zueinander derart benachbart angeordnet, dass zwischen ihnen eine scharfe, gratfreie, kreisförmige Übergangskante gebildet ist. Dabei werden die beiden Abrasivvorgänge derart gesteuert, dass sie zeitgleich beendet werden.

[0008] Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, dass die beiden Abrasivvorgänge wenigstens gegen ihr Ende hin simultan durchgeführt und gleichzeitig beendet werden, während das Werkstück um die Werkstückachse rotiert.

[0009] Während der simultanen Durchführung der beiden Abrasivvorgänge wird ein allfällig durch das erste Abrasivwerkzeug beim abrasiven Bearbeiten der ersten Werkstückfläche gebildeter Grat, der über die Übergangskante hinaus in den Bereich der zweiten Werkstückfläche und somit in den vom zweiten Abrasiv-

werkzeug bearbeiteten Bereich vorsteht, zufolge der Rotation des Werkstücks um die Werkstückachse herum innerhalb von weniger als einer vollen Umdrehung des Werkstücks beim nächsten Kontakt mit dem zweiten Abrasivwerkzeug abgeschliffen. Auf gleiche Art wird ein allfällig durch das zweite Abrasivwerkzeug beim abrasiven Bearbeiten der zweiten Werkstückfläche gebildeter Grat, der über die Übergangskante hinaus in den Bereich der ersten Werkstückfläche und somit in den vom ersten Abrasivwerkzeug bearbeiteten Bereich vorsteht, innerhalb von weniger als einer vollen Umdrehung des Werkstücks beim nächsten Kontakt mit dem ersten Abrasivwerkzeug abgeschliffen. Beim simultanen abrasiven Bearbeiten der beiden Werkstückflächen wird somit jegliche Gratbildung an der Übergangskante zum vornherein wirksam verhindert.

[0010] Weiter werden beim simultanen abrasiven Bearbeiten der beiden Werkstückflächen auch allfällige Grate an der Übergangskante abgeschliffen, die zuvor während einem nichtsimultanen abrasiven Bearbeiten der Werkstückflächen gebildet worden sind. Für die gratfreie Ausbildung der Übergangskante nach dem Abschluss des erfindungsgemässen Verfahrens ist es deshalb unerheblich, ob vor dem Abschluss während einer gewissen Zeit einer der beiden Abrasivvorgänge alleine durchgeführt und dabei ein Grat an der Übergangskante gebildet wird. Durch die simultane Ausführung der beiden Abrasivvorgänge kurz vor dem Abschluss und das zeitgleiche Beenden der beiden Abrasivvorgänge beim Abschluss des erfindungsgemässen Bearbeitungsverfahrens werden auch allfällige Grate, die zuvor im Bereich der Übergangskante gebildet wurden, weggeschliffen.

[0011] Indem die beiden Abrasivvorgänge wenigstens am Ende des erfindungsgemässen Bearbeitungsverfahrens simultan ausgeführt und gleichzeitig beendet werden, bleibt keinerlei Grat an der Übergangskante übrig. Gleichzeitigkeit bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, dass eine allfällige Zeitdifferenz zwischen dem Ende des ersten und des zweiten Abrasivvorgangs zu kurz für eine Gratbildung ist, selbst wenn während einer dieser Zeitdifferenz entsprechenden Periode lediglich eines der beiden Abrasivwerkzeuge in (schleifendem) Kontakt mit dem Werkstück ist. Im Falle des Schleifens von aus Hartmetall gefertigten Werkstücken mittels Schleifscheiben, die zum Schleifen von Hartmetall geeignet sind und mit gebräuchlichen Schleifgeschwindigkeiten in der Grössenordnung zwischen ungefähr 20 und 60 m/sec bezüglich dem Werkstück bewegt werden, bedeutet Gleichzeitigkeit im oben erwähnten Sinne, dass die Zeitdifferenz zwischen dem Ende der beiden Schleifvorgänge kleiner als ungefähr 0.5 Sekunden, vorzugsweise kleiner als ungefähr 0.3 Sekunden, insbesondere sogar kleiner als ungefähr 0.2 Sekunden ist.

[0012] Für die Durchführung des ersten Abrasivvorgangs gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren ist es möglich, dass das Werkstück um eine während dem

ersten Abrasivvorgang stationäre Werkstückachse gedreht wird und das erste Abrasivwerkzeug gegen das Werkstück zugestellt wird. Solche Abrasivvorgänge werden typischerweise auf Rundschleifmaschinen ausgeführt, bei denen ein längliches Werkstück zwischen einer auf einem während dem ersten Abrasivvorgang stationären Spindelstock gelagerten Werkstückspindel und einer an einem während dem ersten Schleifvorgang stationären Reitstock angeordneten Pinole aufgenommen ist. Als Alternative dazu ist es aber auch möglich, dass das sich um die Werkstückachse drehende Werkstück gegen ein um eine während dem ersten Schleifvorgang stationäre erste Werkzeugachse rotierendes erstes Abrasivwerkzeug zugestellt wird. Solche Abrasivvorgänge werden in der Regel von Rundschleifmaschinen ausgeführt, die zum spitzenlosen Rundschleifen (d.h. zum Rundschleifen ohne Pinole) ausgebildet sind. Grundsätzlich ist es zudem auch möglich, dass während der Durchführung des ersten Abrasivvorgangs sowohl das erste Abrasivwerkzeug als auch die Werkstückachse (bzw. eine die Werkstückachse definierende Werkstückspindel) gleichzeitig verfahren werden.

[0013] Im Vergleich zu dem in WO 01 /60565 beschriebenen Schleifverfahren weist das erfindungsgemässe Bearbeitungsverfahren weiter den Vorteil auf, dass die beiden benachbarten Werkstückflächen, zwischen denen die Übergangskante gebildet ist, wenigstens teilweise simultan (d.h. gleichzeitig) bearbeitet werden, wodurch die Bearbeitungszeit zur Herstellung des Werkstücks beträchtlich verkürzt wird. Dies ist insbesondere für die grossserielle Fertigung von Werkstücken ein erheblicher Vorteil.

[0014] Im Zuge des erfindungsgemässen Verfahrens ist es möglich, dass beide Abrasivvorgänge lediglich zeitgesteuert durchgeführt werden. D.h., beide Abrasivvorgänge werden jeweils während zum vornherein festgelegten Zeitspannen durchgeführt, so dass für die beiden Flächen je ein der jeweiligen Zeitspanne entsprechender Abtrag spanend abgetragen wird. In diesem Fall können für die Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens die Startzeiten für die beiden Abrasivvorgänge um die Zeitdifferenz zwischen den für die beiden Abrasivvorgänge benötigten Zeitspannen versetzt festgelegt werden. Die beiden Abrasivvorgänge werden dann zu den um diese Zeitdifferenz versetzten Startzeiten gestartet, so dass nach der Vollendung der beiden Abrasivvorgänge diese zeitgleich beendet werden.

[0015] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsart der Erfindung wird jedoch wenigstens einer der beiden Abrasivvorgänge messgesteuert durchgeführt. Im vorliegenden Zusammenhang wird unter der messgesteuerten Durchführung eines Abrasivvorgangs verstanden, dass die in einem Abrasivvorgang bearbeitete Werkstückfläche während der Durchführung des Abrasivvorgangs gemessen wird und der Abrasivvorgang beendet wird, sobald ein gewünschtes Sollmass erreicht ist. Für die Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens

gemäss dieser Ausführungsart der Erfindung wird zunächst nach einer ersten Messung der Werkstückfläche aufgrund des Messresultats ein erster Schätzwert der für die Vollendung des messgesteuerten Abrasivvorgangs erforderlichen Zeitspanne bestimmt. Dieser Schätzwert wird anschliessend mit einem Zeitwert der für die Vollendung des anderen Abrasivvorgangs erforderlichen Zeitspanne verglichen, wobei die Zeitdifferenz zwischen dem Schätzwert für die Vollendung des messgesteuerten Abrasivvorgangs und dem Zeitwert für die Vollendung des anderen Abrasivvorgangs bestimmt wird. Handelt es sich beim anderen Abrasivvorgang um einen zeitgesteuerten Vorgang, so kann der Zeitwert aufgrund der bereits für diesen Abrasivvorgang aufgewendeten Zeit bestimmt werden. Handelt es sich dagegen beim anderen Abrasivvorgang ebenfalls um einen messgesteuerten Vorgang, so kann der Zeitwert analog zum Schätzwert für den ersten messgesteuerten Vorgang abgeschätzt werden. Anschliessend wird derjenige Abrasivvorgang, für den eine kürzere Zeit bis zur Vollendung des Vorgangs bestimmt worden ist, entsprechend der Zeitdifferenz verzögert. Die Bestimmung der Zeitdifferenz und die anschliessende Verzögerung des einen Abrasivvorgangs kann mehrmals während der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens vorgenommen werden, um die zeitliche Präzision für das zeitgleiche Beenden der beiden Abrasivvorgänge zu erhöhen.

[0016] Für die Durchführung der erfindungsgemässen Verfahrens ist eine der beiden bearbeiteten Werkstückflächen konisch ausgebildet, während die andere bearbeitete Werkstückfläche entweder konisch oder zylindrisch ausgebildet sein kann.

[0017] Das erfindungsgemässe Verfahren ist besonders gut für das Aussenrundscheifen geeignet, d.h. zum Rundscheifen eines Werkstücks, dessen eine zu bearbeitende Werkstückfläche aussenkonisch und dessen andere zu bearbeitende Werkstückfläche entweder ebenfalls aussenkonisch oder zylindrisch ausgebildet ist. Für das Aussenrundscheifen werden typischerweise Schleifscheiben eingesetzt, deren Durchmesser wesentlich grösser sind als der Durchmesser des Werkstücks in dem zu schleifenden Bereich. In diesem Fall ist der Vorteil besonders gross, da die Gratbildung bei der Verwendung von vergleichsweise grossen Schleifscheiben ein erhebliches Problem ist.

[0018] Grundsätzlich ist das erfindungsgemässe Verfahren aber auch für ein kombiniertes Aussen- und Innenrundscheifen (d.h. für ein Schleifen einer innenkonischen Werkstückfläche und einer zu dieser benachbarten weiteren Werkstückfläche, die entweder aussenkonisch oder zylindrisch ausgebildet ist) oder sogar für das Innenrundscheifen von zwei benachbarten innenkonischen Werkstückflächen anwendbar. In diesen Fällen werden zum Schleifen der innenkonischen Werkstückflächen jeweils Schleifscheiben mit einem vergleichsweise kleinen Durchmesser eingesetzt.

[0019] Eine zur Durchführung des erfindungsgemäss-

sen Verfahrens zum abrasiven Rundbearbeiten eines Werkstücks ausgebildete Abrasivvorrichtung kann insbesondere eine Schleifmaschine oder Honmaschine sein, die eine um eine Werkstückspindelachse rotierende Werkstückspindel umfasst, welche mit einem zur Aufnahme des Werkstücks ausgebildeten Werkstückhalter versehen ist. Die Abrasivvorrichtung umfasst weiter ein um eine erste Werkzeugachse rotierendes erstes Abrasivwerkzeug und eine erste Zustelleinrichtung, um das erste Abrasivwerkzeug und das Werkstück gegeneinander zuzustellen. Die erste Zustelleinrichtung ist derart ausgebildet, dass mittels der ersten Zustelleinrichtung entweder das erste Abrasivwerkzeug gegen das Werkstück oder das Werkstück mitsamt der Werkstückspindel gegen das erste Abrasivwerkzeug zustellbar ist. Es können aber auch gleichzeitig sowohl das erste Abrasivwerkzeug als auch das Werkstück mitsamt der Werkstückspindel bezüglich einer stationären Basis verfahrbar sein, um das erste Abrasivwerkzeug und das Werkstück gegeneinander zuzustellen. Die erfindungsgemässe Abrasivvorrichtung umfasst weiter ein um eine zweite Werkzeugachse rotierendes zweites Abrasivwerkzeug, eine zweite Zustelleinrichtung, die zum Zustellen des zweiten Abrasivwerkzeugs gegen das Werkstück ausgebildet ist, sowie eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Abrasivvorrichtung. Die Steuerungseinrichtung ist zur Steuerung der ersten Zustelleinrichtung derart ausgebildet, dass mittels der ersten Zustelleinrichtung das erste Abrasivwerkzeug und das Werkstück gegeneinander zugestellt werden, um in einem ersten Abrasivvorgang eine erste Werkstückfläche zu bearbeiten. Die Steuerungseinrichtung ist weiter zur Steuerung der zweiten Zustelleinrichtung derart ausgebildet, dass das zweite Abrasivwerkzeug mittels der zweiten Zustelleinrichtung gegen das Werkstück zugestellt wird, um in einem zweiten Abrasivvorgang eine zweite Werkstückfläche zu bearbeiten, wobei die beiden Werkstückflächen bezüglich der Werkstückspindelachse rotationssymmetrisch ausgebildet und zueinander derart benachbart angeordnet sind, dass zwischen ihnen eine kreisförmige Übergangskante gebildet ist. Darüber hinaus ist die Steuerungseinrichtung zum Steuern der beiden Zustelleinrichtungen derart ausgebildet ist, dass die beiden Abrasivvorgänge zeitgleich beendet werden.

[0020] Die erste Zustelleinrichtung kann einen ersten Schlitten umfassen, mittels welchem entweder das Werkstück mitsamt der Werkstückspindel oder das erste Abrasivwerkzeug entlang einer ersten geraden Linearführung schräg oder rechtwinklig zur Werkstückspindelachse verfahrbar ist, um das erste Abrasivwerkzeug und das Werkstück gegeneinander zuzustellen. Im Falle einer rechtwinkligen Zustellung des ersten Abrasivwerkzeugs gegen das Werkstück wird dies als Geradeinstich bezeichnet, im Falle einer von einem rechten Winkel abweichenden Zustellung als Schrägeinstich.

[0021] Als Alternative zu einem entlang einer ersten Linearführung verfahrbaren ersten Schlitten kann die

erste Zustelleinrichtung auch andere geeignete Zustellmittel umfassen, z.B. eine um eine Schwenkachse schwenkbare Plattform.

[0022] Zudem kann eine weitere translatorische Bewegungsachse zwischen dem ersten Abrasivwerkzeug und der Werkstückspindel vorgesehen sein, um zwischen dem Werkstück und dem ersten Abrasivwerkzeug eine ebene Relativbewegung mit zwei translatorischen Freiheitsgraden zu ermöglichen.

[0023] Gemäss einer bevorzugten Variante der Erfindung umfasst die zweite Zustelleinrichtung einen zweiten Schlitten, mittels welchem das zweite Abrasivwerkzeug entlang einer zweiten geraden Linearführung schräg oder rechtwinklig zur Werkstückspindelachse verfahrbar ist, wobei die zweite Linearführung derart angeordnet ist, dass das zweite Abrasivwerkzeug von einer in Bezug auf das Werkstück dem ersten Abrasivwerkzeug gegenüberliegenden Seite her gegen das Werkstück zustellbar ist. Wie bereits die erste Zustelleinrichtung kann auch die zweite Zustelleinrichtung nach Art eines Schrägeinstichs oder nach Art eines Geradeeinstichs angeordnet sein.

[0024] Dabei umfasst die zweite Linearführung wenigstens zwei den zweiten Schlitten führende und die Verfahrrichtung des zweiten Schlittens definierende längliche Führungselemente, die zwei zueinander parallele geometrische Achsen definieren. Die Führungselemente können z.B. Schienen oder Führungsstangen sein. Die Führungselemente sind derart angeordnet, dass die (geometrische) Werkstückspindelachse zwischen den durch die Führungselementen definierten Achsen hindurch führt. Die Anordnung der Führungselemente derart, dass die durch diese definierten Achsen beidseits der Werkstückspindelachse vorbei verlaufen, gewährleistet eine hohe Steifigkeit der Abrasivvorrichtung für die Werkstückbearbeitung mittels des zweiten Abrasivwerkzeugs und dadurch eine hohe Präzision bei der Bearbeitung.

[0025] Vorzugsweise sind die Führungselemente der zweiten Zustelleinrichtung sogar derart angeordnet, dass die Werkstückspindelachse sogar zwischen den Führungselementen selbst hindurch führt, nicht bloss zwischen deren Verlängerungen hindurch. Dadurch wird eine besonders hohe Steifigkeit der Abrasivvorrichtung erreicht.

[0026] Anstelle eines entlang einer zweiten Linearführung verfahrbaren zweiten Schlittens kann die zweite Zustelleinrichtung wiederum andere geeignete Zustellmittel umfassen, z.B. eine um eine Schwenkachse schwenkbare Plattform.

[0027] Das zweite Abrasivwerkzeug kann insbesondere eine Schleifscheibe sein. Im Falle der oben erwähnten Erfindungsvariante mit einem entlang einer zweiten Linearführung verfahrbaren zweiten Schlitten umfasst die Abrasivvorrichtung dann vorzugsweise weiter ein Abrichtwerkzeug zum Abrichten der Schleifscheibe. Das Abrichtwerkzeug kann auf der der Werkstückspindelachse gegenüberliegenden Seite der Schleif-

scheibe derart angeordnet sein, dass die Schleifscheibe mittels dem zweiten Schlitten wahlweise entweder gegen das Werkstück oder gegen das Abrichtwerkzeug verfahrbar ist. Dadurch wird eine kompakte und platzsparende Struktur der Abrasivvorrichtung erreicht.

[0028] Vorzugsweise umfasst die zweite Zustelleinrichtung einen dritten Schlitten, mittels welchem das zweite Abrasivwerkzeug entlang einer dritten geraden Linearführung parallel zur Werkstückspindelachse verfahrbar ist. Dabei umfasst die dritte Linearführung wenigstens drei den dritten Schlitten führende und die Verfahrrichtung des dritten Schlittens definierende längliche Führungselemente, die je eine zueinander parallele geometrische Achse definieren. Die Führungselemente können z.B. Schienen oder Führungsstangen sein.

[0029] Die Führungselemente sind derart angeordnet, dass die Werkstückspindelachse innerhalb eines Raumes liegt, der von einer gedachten Enveloppe (d.h. einer Enveloppe im geometrischen Sinn) um die wenigstens drei unendlich langen Achsen der dritten Linearführung begrenzt wird. Mit anderen Worten ausgedrückt sind die Führungselemente der dritten Linearführung derart angeordnet, dass die Werkstückspindelachse ein Vieleck durchdringt, das in einer zur Werkstückspindelachse normalen Ebene liegt und dessen Ecken durch die den Führungselementen zugeordneten Achsen der dritten Linearführung definiert sind. Diese Anordnung der Führungselemente gewährleistet wiederum eine hohe Steifigkeit der Abrasivvorrichtung für die Werkstückbearbeitung mittels des zweiten Abrasivwerkzeugs und somit eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit.

[0030] Falls die zweite Zustelleinrichtung sowohl einen entlang der zweiten Linearführung schräg oder rechtwinklig zur Werkstückspindelachse verfahrbaren zweiten Schlitten als auch einen entlang der dritten Linearführung parallel zur Werkstückspindelachse verfahrbaren dritten Schlitten umfasst, ist vorzugsweise der zweite Schlitten mittels der zweiten Linearführung am dritten Schlitten verfahrbar angeordnet, so dass der zweite Schlitten im Sinne einer seriellen Kinematik dem dritten Schlitten nachgeordnet ist. Dadurch wird eine vergleichsweise einfache und steife Konstruktion der zweiten Zustelleinrichtung erhalten. Grundsätzlich ist jedoch für bestimmte Anwendungen auch die umgekehrte seriellkinematische Anordnung möglich, d.h. die Anordnung der Schlitten derart, dass der dritte Schlitten mittels der dritten Linearführung am zweiten Schlitten verfahrbar angeordnet ist.

[0031] Die Abrasivvorrichtung kann weiter einen Reitstock umfassen, der mit einer Pinole zum Stabilisieren eines Längsendes des Werkstücks während der Werkstückbearbeitung versehen ist. In diesem Fall ist vorzugsweise die zweite Zustelleinrichtung am Reitstock angeordnet ist. Dadurch wird eine besonders einfache und steife Konstruktion der Abrasivvorrichtung erreicht.

[0032] Im Falle einer mit einem Reitstock und einer Pinole versehenen Abrasivvorrichtung, deren zweite

Zustelleinrichtung weiter einen dritten Schlitten umfasst, welcher parallel zur Werkstückspindelachse entlang einer dritten Linearführung verfahrbar ist, ist die dritte Linearführung vorteilhafterweise am Reitstock angeordnet. Der dritte Schlitten ist dann bezüglich dem Reitstock entlang der dritten Linearführung verfahrbar. Weiter ist vorteilhafterweise die Pinole in durch einen im dritten Schlitten ausgebildeten Durchgang hindurch führender Anordnung mit dem Reitstock derart verbunden, dass der dritte Schlitten unabhängig von der Pinole entlang der Pinole verfahrbar ist. Die Pinole kann ihrerseits mit einer Verstellvorrichtung versehen sein, welche zum Verstellen bzw. Verfahren der Pinole bezüglich dem Reitstock parallel zur Werkstückspindelachse ausgebildet ist. Der dritte Schlitten und die Pinole sind dann unabhängig voneinander parallel zur Werkstückspindelachse bezüglich dem Reitstock verfahrbar.

[0033] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 in einer vereinfachten Teilansicht von oben eine Abrasivvorrichtung gemäss einer ersten bevorzugten Ausführungsart der Erfindung, in einer ersten Arbeitsstellung;

Fig. 2 in einer der Fig. 1 entsprechenden Darstellung die Abrasivvorrichtung aus Fig. 1 in einer zweiten Arbeitsstellung;

Fig. 3 die Abrasivvorrichtung aus Fig. 1 in einer vereinfachten perspektivischen Teilansicht.

[0035] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0036] In den Figuren 1-3 ist eine Aussenrundscheifmaschine 10 dargestellt, die ein stabiles stationäres Maschinenbett (nicht dargestellt) aufweist. Auf dem Maschinenbett ist eine gerade Linearführung (nicht dargestellt) angeordnet, die nachfolgend als vierte Linearführung bezeichnet wird. Ein Schlitten (nicht dargestellt), nachfolgend als vierter Schlitten bezeichnet, ist auf der vierten Linearführung geradlinig verfahrbar, wie es in den Figuren durch den Doppelpfeil 62 angegeben ist.

[0037] Auf dem vierten Schlitten ist ein Werkstückspindelstock (nicht dargestellt) fest angeordnet, in welchem eine Werkstückspindel 12 um eine im Wesentlichen horizontale Werkstückspindelachse 14 drehbar gelagert ist, wobei sich die Werkstückspindelachse 14

parallel zur Verfahrrichtung des vierten Schlittens auf der vierten Linearführung erstreckt. An einem fliegenden Ende der Werkstückspindel ist eine Werkstückspannvorrichtung 16 angeordnet, in welcher ein Längsende eines länglichen Werkstücks 18 eingespannt ist. Die Werkstückspindel 12 wird von einem Motor (nicht dargestellt) derart angetrieben, dass sie sich beim Schleifen mit einer Tourenzahl von ungefähr 800 U/min um die Werkstückspindelachse 14 dreht.

[0038] Auf dem Maschinenbett ist eine weitere gerade Linearführung (nicht dargestellt) angeordnet, die nachfolgend als erste Linearführung bezeichnet wird. Ein Schlitten (nicht dargestellt), nachfolgend als erster Schlitten bezeichnet, ist entlang der ersten Linearführung schräg zur Werkstückspindelachse 14 verfahrbar. Der erste Schlitten trägt den Hauptspindelstock (nicht dargestellt) der Aussenrundscheifmaschine 10, wobei im Hauptspindelstock eine als Hauptschleifscheibe 20 bezeichnete erste Schleifscheibe 20 um eine erste im Wesentlichen horizontale Werkzeugachse (nicht dargestellt) drehbar gelagert ist. Der erste Schlitten und die erste Linearführung sind Teil einer ersten Zustelleinrichtung, welche dazu dient, die erste Schleifscheibe 20 gegen das Werkstück 18 zuzustellen und wieder von ihm weg zu fahren, wie es in den Figuren durch den Doppelpfeil 22 angegeben ist:

Die erste Schleifscheibe 20 ist zum Schleifen einer zylindrischen Fläche des Werkstücks 18 ausgebildet, wobei das Werkstück 18 im Bereich dieser zylindrischen Fläche einen Durchmesser von ungefähr 4 mm hat. Die erste Schleifscheibe 20 hat einen Scheibendurchmesser von ungefähr 500 mm und wird von einem Motor (nicht dargestellt) derart angetrieben, dass sie sich beim Schleifen mit einer Tourenzahl von ungefähr 1750 U/min um die erste Werkzeugachse dreht.

[0039] Weiter ist auf dem vierten Schlitten gegenüber dem Werkstückspindelstock ein Reitstock 30 fest montiert. An der dem Werkstückspindelstock zugewandten Stirnseite des Reitstocks 30 ist eine in Richtung zum Werkstückspindelstock hin vorstehende Pinole 32 angeordnet, wobei diese Pinole mittels eines hydraulischen Antriebs bezüglich dem Reitstock 30 parallel zur Werkstückspindelachse 14 verfahrbar ist.

[0040] Die Werkstückspindel 12 und die Pinole 32 sind derart angeordnet, dass das an einem Längsende in der Werkstückspannvorrichtung 16 eingespannte Werkstück 18 zwischen der Werkstückspindel 12 und der Pinole 32 aufgenommen ist, wobei es während seiner Rotation um die Werkstückspindelachse 14 am anderen Längsende von der Pinolenspitze stabilisiert wird. Zudem sind der Reitstock 30, der Werkstückspindelstock und der auf der ersten Linearführung verfahrbare Hauptspindelstock bezüglich einander derart angeordnet, dass die Hauptschleifscheibe 20 mittels der ersten Zustelleinrichtung zwischen der Werkstückspindel-

del 12 und der Pinolenspitze gegen das Werkstück 18 zustellbar ist.

[0041] Am Reitstock 30 sind vier gerade Führungsstangen 34, 36, 38, 40 angeordnet, die je parallel zur Werkstückspindelachse 14 angeordnet sind und von der dem Werkstückspindelstock zugewandten Stirnseite des Reitstocks 30 in Richtung zum Werkstückspindelstock vorstehen. Die vier Führungsstangen 34, 36, 38, 40 sind Teil einer weiteren geraden Linearführung, die nachfolgend als dritte Linearführung bezeichnet wird. Unmittelbar vor der dem Werkstückspindelstock zugewandten Stirnseite des Reitstocks 30 ist ein weiterer Schlitten 42, nachfolgend als dritter Schlitten 42 bezeichnet, angeordnet, der mit vier Führungsbuchsen versehen ist, durch welche die vier Führungsstangen 34, 36, 38, 40 der dritten Linearführung hindurch führen. Der dritte Schlitten 42 ist in einem Bereich zwischen dem Reitstock 30 und dem Werkstückspindelstock entlang der dritten Linearführung parallel zur Werkstückspindelachse 14 bezüglich dem Reitstock 30 verfahrbar, wie es in den Figuren 1-3 durch den Doppelpfeil 44 angegeben ist.

[0042] Die vier Führungsstangen 34, 36, 38, 40 der dritten Linearführung sind derart angeordnet, dass sie die Ecken eines Rechtecks bilden, welches annähernd dem Querschnitt des Reitstocks 30 entspricht. Weiter sind die vier Führungsstangen 34, 36, 38, 40 in Bezug auf die Werkstückspindelachse 14 derart angeordnet, dass die Werkstückspindelachse 14 durch das von den vier Führungsstangen 34, 36, 38, 40 der dritten Linearführung aufgespannte Rechteck hindurch führt.

[0043] Im dritten Schlitten 42 ist ein coaxial zur Werkstückspindelachse 14 verlaufender Pinolendurchgang ausgebildet. Die von der Stirnseite des Reitstocks 30 vorstehende Pinole 32 erstreckt sich durch diesen Durchgang hindurch, so dass der dritte Schlitten 42 unabhängig von der Pinole 32 entlang der dritten Linearführung verfahrbar ist.

[0044] Auf der vom Reitstock 30 entfernten und dem Werkstückspindelstock zugewandten Frontseite des dritten Schlittens 42 sind zwei gerade Führungsstangen 46, 48 angeordnet, die sich je quer zur Werkstückspindelachse 14 und im Wesentlichen horizontal erstrecken. Diese zwei Führungsstangen 46, 48 sind Teil einer weiteren geraden Linearführung, die nachfolgend als zweite Linearführung bezeichnet wird. Unmittelbar vor der dem Werkstückspindelstock zugewandten Frontseite des dritten Schlittens 42 ist ein weiterer Schlitten 50, nachfolgend als zweiter Schlitten 50 bezeichnet, angeordnet, der mit zwei Führungsbuchsen versehen ist, durch welche die zwei Führungsstangen 46, 48 der zweiten Linearführung hindurch führen. Der zweite Schlitten 50 ist in einem Bereich zwischen dem dritten Schlitten 42 und dem Werkstückspindelstock entlang der zweiten Linearführung quer zur Werkstückspindelachse 14 und im Wesentlichen horizontal bezüglich dem dritten Schlitten 42 verfahrbar, wie es in den Figuren durch den Doppelpfeil 52 angegeben ist.

[0045] Die Führungsstangen 46, 48 der zweiten Linearführung sind im Wesentlichen vertikal übereinander am dritten Schlitten 42 derart angeordnet, dass der im dritten Schlitten 42 ausgebildete Pinolendurchgang (und somit die zu diesem im Wesentlichen coaxiale Werkstückspindelachse 14) ungefähr in halber Höhe zwischen den beiden Führungsstangen 46, 48 der zweiten Linearführung hindurch führt.

[0046] Auf der vom dritten Schlitten 42 entfernten und dem Werkstückspindelstock zugewandten Frontseite des zweiten Schlittens 50 ist eine als Hilfsschleifscheibe 54 bezeichnete zweite Schleifscheibe 54 angeordnet, die um eine im Wesentlichen horizontale und parallel zur Werkstückspindelachse 14 angeordnete zweite Werkzeugachse 56 bezüglich dem zweiten Schlitten 50 drehbar gelagert ist. Der zweite Schlitten 50 und der dritte Schlitten 42 sowie die zweite und die dritte Linearführung sind Teil einer zweiten Zustelleinrichtung, welche dazu dient, die zweite Schleifscheibe 54 nach Art eines Kreuzschlittens in einer im Wesentlichen horizontalen Ebene gegen das Werkstück 18 zuzustellen und wieder von ihm weg zu fahren. Dabei ist die zweite Zustelleinrichtung derart ausgebildet und angeordnet, dass die zweite Schleifscheibe 54 auf der in Bezug auf die Werkstückspindelachse 14 bzw. das Werkstück 18 der ersten Schleifscheibe 20 gegenüberliegenden Seite des Werkstücks 18 angeordnet und von dieser Seite her gegen das Werkstück 18 zustellbar und wieder von diesem weg fahrbar ist.

[0047] Die zweite Schleifscheibe 54 ist zum Schleifen einer aussenkonischen Fläche des Werkstücks 18 ausgebildet, wobei diese aussenkonische Werkstückfläche derart zu der von der ersten Schleifscheibe 20 geschliffenen zylindrischen Werkstückfläche benachbart ist, dass zwischen ihnen eine scharfe kreisförmige Übergangskante gebildet ist. Die zweite Schleifscheibe 54 hat einen Scheibendurchmesser von ungefähr 100 mm und wird von einem Motor (nicht dargestellt) derart angetrieben, dass sie sich beim Schleifen mit einer Tourenzahl von ungefähr 6000 U/min um die zweite Werkzeugachse 56 dreht.

[0048] Am Reitstock 30 ist weiter eine Abrichteinheit angeordnet, die einen um eine vertikale Schwenkachse bezüglich dem Reitstock 30 schwenkbar verstellbaren Abrichtspindelstock 58 umfasst, in welchem eine Abrichtspindel gelagert ist, die um eine im Wesentlichen horizontale Abrichtspindelachse drehbar ist. An der Abrichtspindel ist eine Abrichtscheibe 60 angeordnet, die zum Abrichten der zweiten Schleifscheibe 54 ausgebildet ist. Die Abrichteinheit ist auf der dem Werkstückspindelachse 14 gegenüberliegenden Seite der zweiten Schleifscheibe 54 derart angeordnet, dass die zweite Schleifscheibe 54 mittels dem zweiten Schlitten 50 wahlweise entweder gegen das Werkstück 18 oder gegen die Abrichtscheibe 60 verfahrbar ist. Die Schleifscheibe 54 kann auch mit zwei translatorischen Freiheitsgraden in einer Ebene bezüglich der Abrichtscheibe 60 und/oder dem Werkstück 18 bewegt werden, in-

dem der zweite Schlitten 50 und der dritte Schlitten 42 gleichzeitig je entlang ihrer zugeordneten Linearführungen verfahren werden (auch als interpolierendes Bewegen bzw. Verfahren der Schleifscheibe 54 bezeichnet).

[0049] In den Figuren 1 und 2 ist die Aussenrundsleifmaschine 10 in einer Arbeitsstellung gezeigt, in der sowohl die erste Schleifscheibe 20 als auch die zweite Schleifscheibe 54 gegen das Werkstück 18 zugestellt sind und das Werkstück 18 von den beiden Schleifscheiben 20, 54 simultan geschliffen wird. In Fig. 3 sind der Übersichtlichkeit halber die erste Schleifscheibe 20 und der Werkstückspindelstock nicht dargestellt. In der Figur 2 ist die Aussenrundsleifmaschine 10 in einer Arbeitsstellung dargestellt, in der die zweite Schleifscheibe 54 entlang der zweiten Linearführung vom Werkstück 18 weg zur Abrichtscheibe 60 hin verfahren wird und in der die erste Schleifscheibe 20 vom Werkstück 18 weg verfahren ist.

[0050] Weiter umfasst die in den Figuren 1-3 dargestellte Aussenrundsleifmaschine 10 eine auf dem vierten Schlitten angeordnete erste Messeinrichtung (nicht dargestellt), die zum Messen des beim Schleifen mit der ersten Schleifscheibe 20 verursachten Abtrags vom Werkstück 18 ausgebildet ist, eine auf dem vierten Schlitten angeordnete zweite Messeinrichtung (nicht dargestellt), die zum Messen des beim Schleifen mit der zweiten Schleifscheibe 54 verursachten Abtrags vom Werkstück 18 ausgebildet ist, sowie eine Steuerungseinrichtung (nicht dargestellt), die zur Steuerung der ersten und der zweiten Zustelleinrichtung ausgebildet ist.

[0051] Bei einer anderen, nicht in den Figuren 1-3 dargestellten Variante einer erfindungsgemässen Aussenrundsleifmaschine ist die zweite Messeinrichtung nicht auf dem vierten Schlitten, sondern an der Pinole angeordnet.

[0052] Bei einer Aussenrundsleifmaschine gemäss einer weiteren nicht in den Figuren dargestellten Erfindungsvariante sind der Werkstückspindelstock, der Reitstock und die erste Messeinrichtung stationär auf dem Maschinenbett angeordnet. Um zwischen dem Werkstück und der Hauptschleifscheibe trotzdem eine ebene Relativbewegung mit zwei translatorischen Freiheitsgraden zu ermöglichen ist dafür die Hauptschleifscheibe auf einem Kreuzschlitten angeordnet, welcher bezüglich dem Maschinenbett mit zwei translatorischen Freiheitsgraden in einer Ebene verfahrbar ist.

[0053] Um mittels der in den Figuren 1-3 dargestellten Aussenrundsleifmaschine 10 die zylindrische und die aussenkonische Flächen des Werkstücks 18 derart zu schleifen, dass zwischen ihnen eine scharfe, gratfreie kreisförmige Übergangskante gebildet wird, wird zunächst mittels der ersten Abtragsmesseinrichtung der in einem ersten Schleifvorgang mittels der ersten Schleifscheibe 20 vom Werkstück 18 abzuschleifende Abtrag gemessen. Das Messergebnis der ersten Abtragsmesseinrichtung wird an die Maschinensteuerung übertragen, welche daraus die für die Vollendung des ersten Schleifvorgangs erforderliche erste Zeitspanne

bestimmt. Gleichzeitig wird mittels der zweiten Abtragsmesseinrichtung der in einem zweiten Schleifvorgang mittels der zweiten Schleifscheibe 54 vom Werkstück 18 abzuschleifende Abtrag gemessen. Das Messergebnis der zweiten Abtragsmesseinrichtung wird ebenfalls an die Maschinensteuerung übertragen, welche daraus die für die Vollendung des zweiten Schleifvorgangs erforderliche zweite Zeitspanne bestimmt. Danach bestimmt die Maschinensteuerung die Differenz zwischen der ersten und der zweiten Zeitspanne. Anschliessend werden die beiden Schleifvorgänge gestartet, wobei die Maschinensteuerung die erste und die zweite Zustelleinrichtung derart steuert, dass derjenige Schleifvorgang, für den die kürzere Zeitspanne bis zur Vollendung des Schleifvorgangs bestimmt worden ist, der Zeitdifferenz entsprechend nach dem Start des anderen Schleifvorgangs gestartet wird. Dadurch wird bewirkt, dass die beiden Schleifvorgänge zeitgleich vollendet werden.

[0054] Gemäss einer anderen Variante der Erfindung die Zeitdifferenz nicht automatisch durch die Maschinensteuerung bestimmt. Stattdessen werden zunächst mittels der ersten und der zweiten Abtragsmesseinrichtung die beiden von einem Werkstück abzutragenden Abträge gemessen, worauf ein Operateur aus diesen Abträgen die Zeitspannen für die Vollendung der beiden Schleifvorgänge und die Zeitdifferenz zwischen diesen Zeitspannen berechnet. Danach programmiert der Operateur die Maschinensteuerung für die Bearbeitung einer Serie von im Wesentlichen identisch zueinander ausgebildeten Werkstücken, wobei die Startzeitpunkte für die beiden Schleifvorgänge, die an jedem Werkstück vorzunehmen sind, um die Zeitdifferenz versetzt festgelegt werden, die aus den für die Durchführung der Schleifvorgänge bestimmten Zeitspannen berechnet worden sind. Anschliessend wird Serie der zu bearbeitenden Werkstücke mit fest programmierten Zeitschaltpunkten bearbeitet.

[0055] Zusammenfassend ist festzustellen, dass durch die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zum abrasiven Rundbearbeiten angegeben werden, welche eine zuverlässige und präzise Bearbeitung von Werkstücken mit einer scharfen und gratfreien Übergangskante zwischen zwei rotationssymmetrischen Flächen auch in der grossseriellen Fertigung ermöglichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum abrasiven Rundbearbeiten eines Werkstücks (18), das eine Werkstückachse hat und sich während der Durchführung des Verfahrens um die Werkstückachse dreht, während gleichzeitig ein sich um eine erste Werkzeugachse drehendes erstes Abrasivwerkzeug (20) und das Werkstück (18) gegeneinander zugestellt werden, um in einem ersten Abrasivvorgang eine erste Werkstückfläche zu bearbeiten, **dadurch gekennzeichnet, dass ein**

sich um eine zweite Werkzeugachse (56) drehendes zweites Abrasivwerkzeug (54) gegen das Werkstück (18) zugestellt wird, um in einem zweiten Abrasivvorgang eine zweite Werkstückfläche zu bearbeiten, wobei die beiden Werkstückflächen bezüglich der Werkstückachse rotationssymmetrisch ausgebildet und zueinander derart benachbart angeordnet sind, dass zwischen ihnen eine kreisförmige Übergangskante gebildet ist, und wobei die beiden Abrasivvorgänge zeitgleich beendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der beiden Abrasivvorgänge messgesteuert durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der beiden Werkstückflächen konisch ausgebildet ist.

4. Abrasivvorrichtung (10) zum abrasiven Rundbearbeiten eines Werkstücks (18), mit einer um eine Werkstückspindelachse (14) rotierenden Werkstückspindel (12), die mit einem zur Aufnahme des Werkstücks (18) ausgebildeten Werkstückhalter (16) versehen ist, einem um eine erste Werkzeugachse rotierenden ersten Abrasivwerkzeug (20), und einer ersten Zustelleinrichtung, um das erste Abrasivwerkzeug (20) und das Werkstück (18) gegeneinander zuzustellen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10) weiter ein um eine zweite Werkzeugachse (56) rotierendes zweites Abrasivwerkzeug (54) umfasst, eine zweite Zustelleinrichtung zum Zustellen des zweiten Abrasivwerkzeugs (54) gegen das Werkstück (18), sowie eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Abrasivvorrichtung (10) derart, dass mittels der ersten Zustelleinrichtung das erste Abrasivwerkzeug (20) und das Werkstück (18) gegeneinander zugestellt werden, um in einem ersten Abrasivvorgang eine erste Werkstückfläche zu bearbeiten, und dass das zweite Abrasivwerkzeug (54) mittels der zweiten Zustelleinrichtung gegen das Werkstück (18) zugestellt wird, um in einem zweiten Abrasivvorgang eine zweite Werkstückfläche zu bearbeiten, wobei die beiden Werkstückflächen bezüglich der Werkstückspindelachse (14) rotationssymmetrisch ausgebildet und zueinander derart benachbart angeordnet sind, dass zwischen ihnen eine kreisförmige Übergangskante gebildet ist, und wobei die Steuerungseinrichtung zum Steuern der beiden Zustelleinrichtungen derart ausgebildet ist, dass die beiden Abrasivvorgänge zeitgleich beendet werden.

5. Abrasivvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Zustelleinrichtung einen ersten Schlitten umfasst, mittels welchem entweder das Werkstück (18) mitsamt der Werk-

stückspindel (12) oder das erste Abrasivwerkzeug (20) entlang einer ersten geraden Linearführung schräg oder rechtwinklig zur Werkstückspindelachse (14) verfahrbar ist, um das erste Abrasivwerkzeug (20) und das Werkstück (18) gegeneinander zuzustellen.

6. Abrasivvorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Zustelleinrichtung einen zweiten Schlitten (50) umfasst, mittels welchem das zweite Abrasivwerkzeug entlang einer zweiten geraden Linearführung schräg oder rechtwinklig zur Werkstückspindelachse verfahrbar ist, um das zweite Abrasivwerkzeug (54) von einer in Bezug auf das Werkstück (18) dem ersten Abrasivwerkzeug (20) gegenüberliegenden Seite her gegen das Werkstück (18) zuzustellen, wobei die zweite Linearführung wenigstens zwei den zweiten Schlitten (50) führende und die Verfahrenrichtung des zweiten Schlittens (50) definierende längliche Führungselemente (46, 48) umfasst, die zwei zueinander parallele Achsen definieren und derart angeordnet sind, dass die Werkstückspindelachse (14) zwischen den beiden Achsen hindurch führt.

7. Abrasivvorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abrasivwerkzeug (54) eine Schleifscheibe (54) ist und dass die Abrasivvorrichtung (10) weiter ein Abrichtwerkzeug (60) zum Abrichten der Schleifscheibe (54) umfasst, wobei das Abrichtwerkzeug (60) auf der der Werkstückspindelachse (14) gegenüberliegenden Seite der Schleifscheibe (54) derart angeordnet ist, dass die Schleifscheibe (54) mittels dem zweiten Schlitten (50) wahlweise entweder gegen das Werkstück (18) oder gegen das Abrichtwerkzeug (60) verfahrbar ist.

8. Abrasivvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Zustelleinrichtung einen dritten Schlitten (42) umfasst, mittels welchem das zweite Abrasivwerkzeug (54) entlang einer dritten geraden Linearführung parallel zur Werkstückspindelachse (14) verfahrbar ist, wobei die dritte Linearführung wenigstens drei den dritten Schlitten (42) führende und die Verfahrenrichtung des dritten Schlittens (42) definierende längliche Führungselemente (34, 36, 38, 40) umfasst, die je eine zur Werkstückspindelachse (14) parallele Achse definieren und derart angeordnet sind, dass die Werkstückspindelachse (14) innerhalb eines von einer Enveloppe um die wenigstens drei Achsen der dritten Linearführung begrenzten Raumes liegt.

9. Abrasivvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie weiter einen Reitstock (30) umfasst, der mit einer Pinole

(32) zum Stabilisieren eines Längsendes des Werkstücks (18) während der Werkstückbearbeitung versehen ist, wobei die zweite Zustelleinrichtung am Reitstock (30) angeordnet ist.

5

10. Abrasivvorrichtung (10) nach Anspruch 8 und Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Linearführung am Reitstock (30) derart angeordnet ist, dass der dritte Schlitten (42) bezüglich dem Reitstock (30) entlang der dritten Linearführung verfahrbar ist, wobei die Pinole (32) in durch einen im dritten Schlitten (42) ausgebildeten Durchgang hindurch führender Anordnung mit dem Reitstock (30) verbunden ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

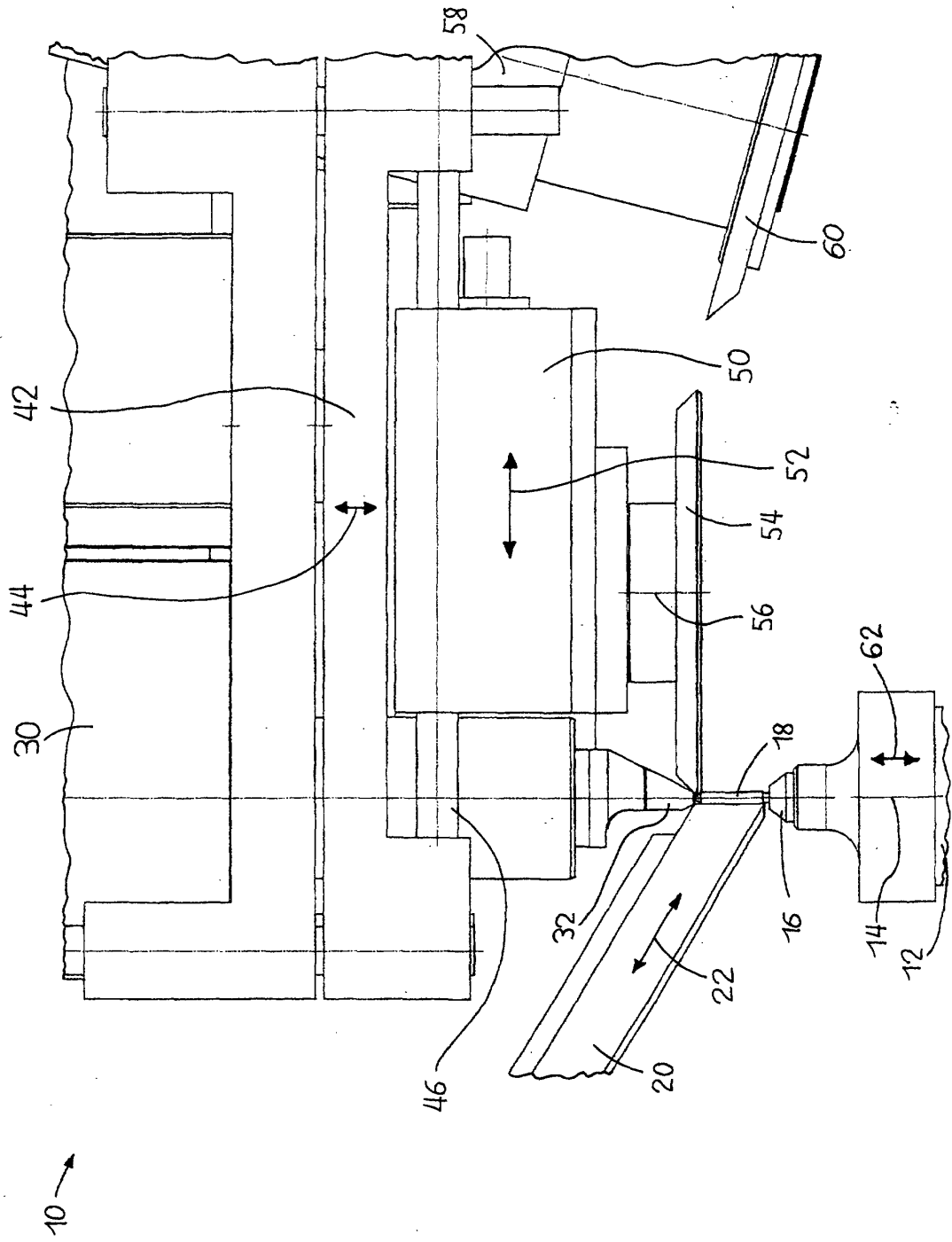


Fig. 2

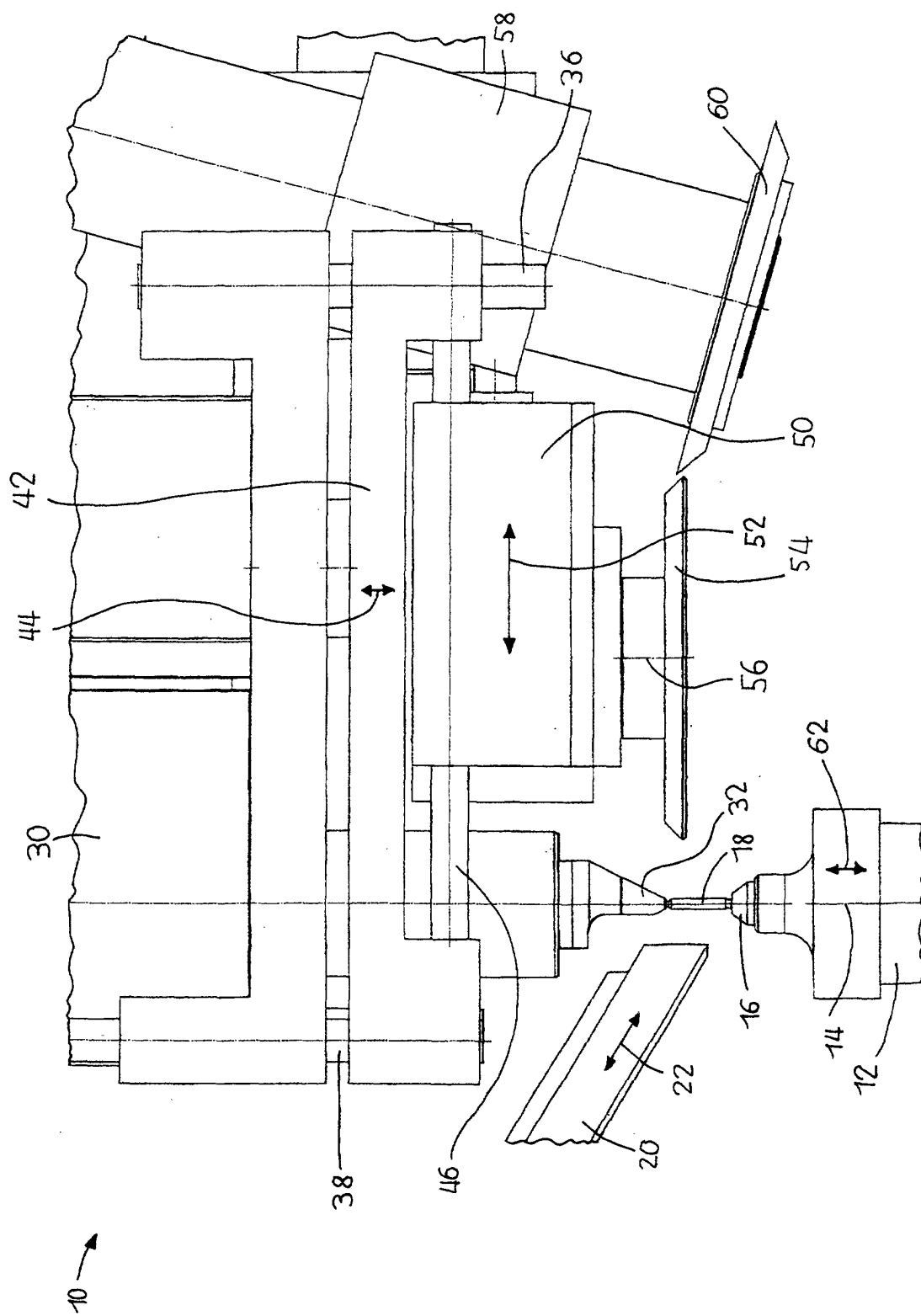
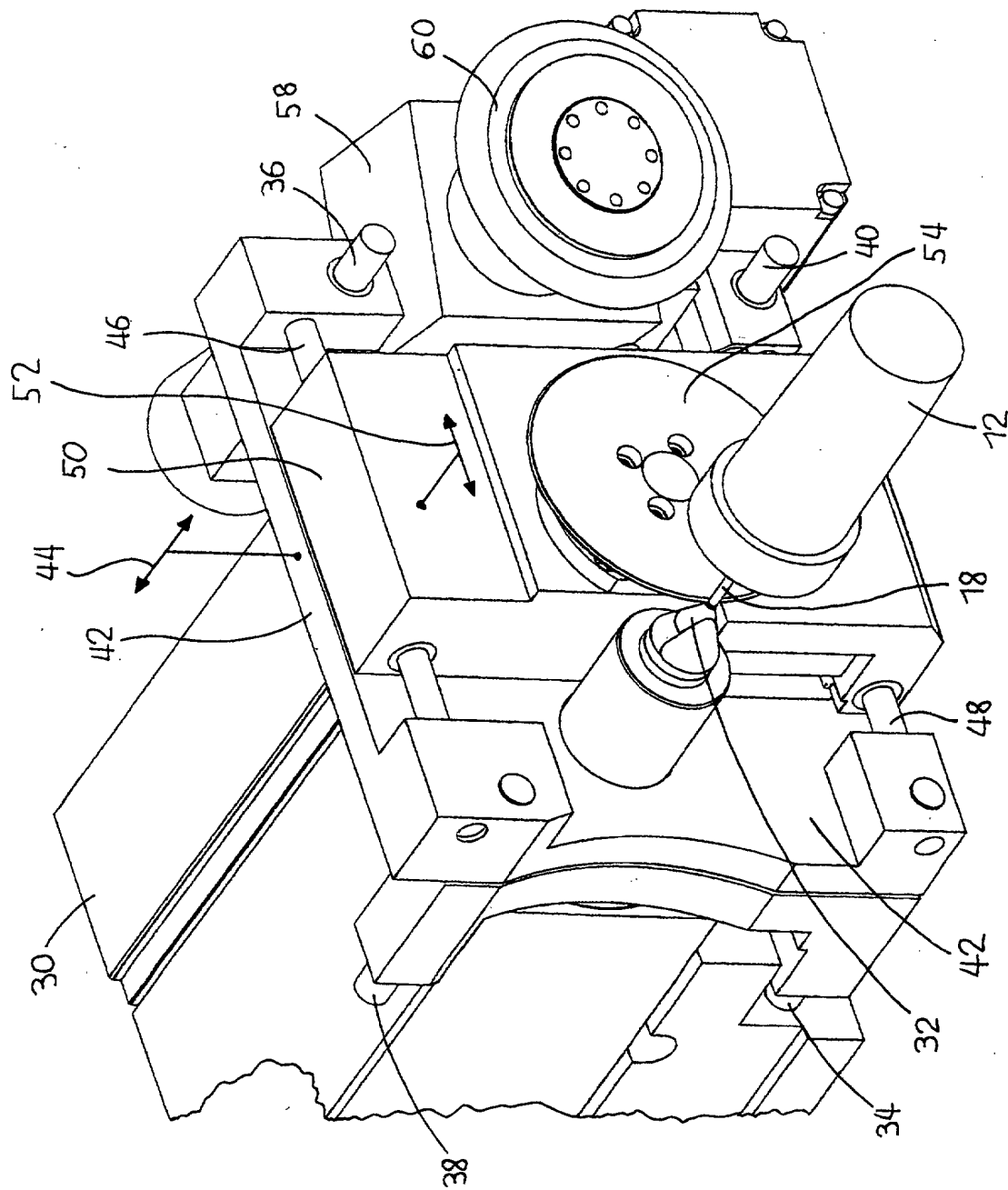


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 40 5323

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	WO 01 60565 A (BOSCH GMBH ROBERT ;GRUENDLER ERNST (DE)) 23. August 2001 (2001-08-23) * Seite 1, Zeile 27 - Seite 2, Zeile 14; Abbildung 1 *	1-10	B24B5/14 B24B9/00
A	WO 99 42248 A (DINSDALE WAYNE EDMUND ;DIPT LIMITED (GB)) 26. August 1999 (1999-08-26) * Seite 9, letzter Absatz - Seite 10, Absatz 1; Abbildung 4I *	1,4	
A	DE 101 26 796 A (JUNKER ERWIN MASCHF GMBH) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) * Absatz [0038]; Abbildungen 3A,3B *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31. August 1998 (1998-08-31) -& JP 10 128647 A (TOYO A TEC KK), 19. Mai 1998 (1998-05-19) * Zusammenfassung *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 11. September 2003	Prüfer Gelder, K
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 40 5323

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-09-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0160565 A	23-08-2001	DE 10006559 A1	23-08-2001
		WO 0160565 A1	23-08-2001
		EP 1289712 A1	12-03-2003
		JP 2003522652 T	29-07-2003
WO 9942248 A	26-08-1999	AU 2528099 A	06-09-1999
		WO 9942248 A1	26-08-1999
DE 10126796 A	19-12-2002	DE 10126796 A1	19-12-2002
JP 10128647 A	19-05-1998	KEINE	

EPO FORM P0461

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