

(19)



(11)

**EP 2 108 481 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**14.10.2009 Patentblatt 2009/42**

(51) Int Cl.:

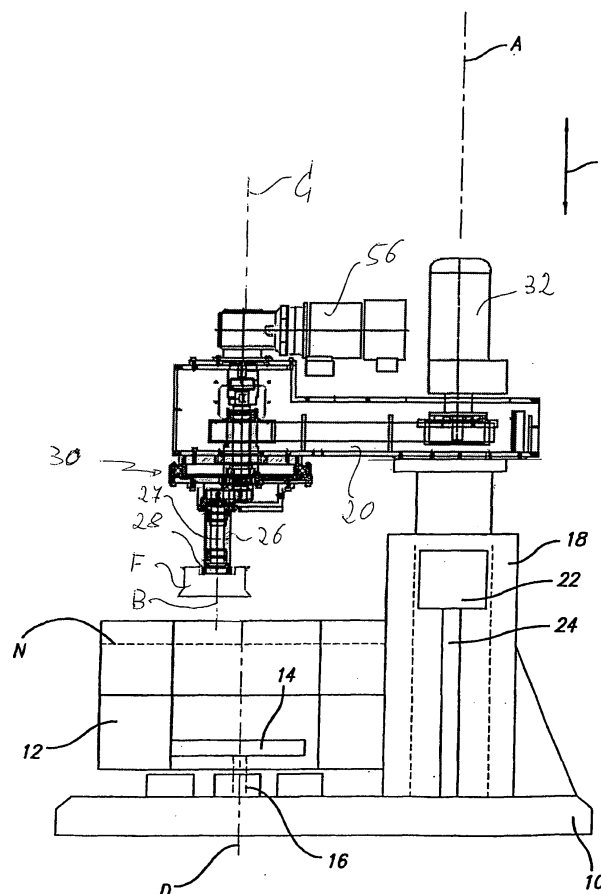
**B24B 31/00 (2006.01)****B24B 47/10 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **09005175.6**(22) Anmeldetag: **08.04.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK TR**(72) Erfinder: **Böhm, Rüdiger****96190 Untermerzbach-Memmelsdorf (DE)**(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR****Postfach 31 02 20****80102 München (DE)**(30) Priorität: **08.04.2008 DE 102008017841**(71) Anmelder: **Rösler Holding GmbH & Co. KG****96231 Bad Staffelstein (DE)****(54) Bearbeitungsverfahren und -vorrichtung**

(57) Bei einem Verfahren zum maschinellen Bearbeiten eines rotationssymmetrischen Werkstücks wird dieses in einem mit Bearbeitungsmittel gefüllten Behälter eingetaucht und relativ zu dem Bearbeitungsmittelbehälter

bewegt. Hierbei wird das Werkstück gleichzeitig mit getrennten Antrieben um seine Mittelachse gedreht und mit seiner Mittelachse entlang einer geschlossenen Umlaufbahn in dem Behälter bewegt.

**FIG. 1****EP 2 108 481 A2**

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum maschinellen Bearbeiten von insbesondere rotationssymmetrischen Werkstücken, z.B. Fahrzeugfelgen.

**[0002]** Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum maschinellen Bearbeiten von Werkstücken zu schaffen, mit denen eine verbesserte Einflussnahme auf verschiedene Geometrien des Werkstücks während des Bearbeitungsvorgangs möglich ist.

**[0003]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

**[0004]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Werkstück gleichzeitig von einem ersten Antriebsmotor um seine eigene vertikale Mittelachse gedreht, es wird von einem zweiten Antriebsmotor mit seiner Mittelachse entlang einer Orbitalbewegung entlang einer geschlossenen Umlaufbahn um eine rotierende vertikale Achse bewegt und diese vertikale Achse wird mit Hilfe eines dritten Antriebsmotors um eine stationäre vertikale Drehachse gedreht. Durch die Verbindung von drei separaten Antriebsmotoren können diese getrennt angesteuert werden und es ist eine deutliche Verbesserung und Vereinheitlichung des Materialabtrags erreichbar. Da das Werkstück nicht nur um seine eigene vertikale Mittelachse sondern auch noch um eine Orbitalbahn bewegt wird, die wiederum um eine stationäre vertikale Drehachse gedreht wird, lässt sich eine bestmögliche Vereinheitlichung des Schleifbildes erzielen. Im Gegensatz zu Schleifverfahren, bei denen das Werkstück zwar um drei zueinander parallele Drehachsen, jedoch nicht um seine eigene Mittelachse gedreht wird, konnten deutlich verbesserte Ergebnisse erzielt werden.

**[0005]** Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Orbitalbewegung und die Rotationsbewegung des Werkstücks mit Hilfe von zwei getrennten Antriebsmotoren bewerkstelligt, wodurch diese beiden Antriebe unabhängig voneinander getrennt regelbar sind und nicht mehr fest gekoppelt sind. Hierdurch lassen sich deutlich verbesserte Bearbeitungsergebnisse erzielen, und es ist eine deutliche Verbesserung und Vereinheitlichung des Materialabtrags an der Felgenoberfläche von innen nach außen erreichbar und es kann ein optimales Durchströmungsverhalten sowie ein gleichmäßiger Materialabtrag vom Mittelpunkt des Werkstücks bis zu seinem Außenumfang hin erreicht werden.

**[0006]** Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Beschreibung, der Zeichnung sowie den Unteransprüchen beschrieben.

**[0007]** Nach einer ersten vorteilhaften Ausführungsform können mehrere Werkstücke in den Behälter eingetaucht und relativ zu dem Behälter bewegt werden, wobei alle Werkstücke um ihre eigene vertikale Mittelachse, um die rotierende vertikale Achse und um die stationäre vertikale Drehachse gedreht werden. Bei diesem Verfahren ergibt sich der Vorteil, dass eventuelle Bearbeitungsschatten minimiert sind, da jedes Werkstück auch um seine eigene Mittelachse gedreht wird und somit kein Teil des Werkstücks auf einer Kreisbahn umläuft, auf welcher der Teil stets zum Mittelpunkt dieser Kreisbahn gerichtet ist.

**[0008]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Werkstück in einer Drehrichtung entlang der geschlossenen Umlaufbahn bewegt werden, wobei das Werkstück in der dazu entgegengesetzten Drehrichtung um seine eigene Mittelachse bewegt wird. Durch einen solchen gegenläufigen Drehsinn der Orbitalbewegung einerseits und der Rotationsbewegung andererseits haben sich sehr gute Ergebnisse erzielen lassen, insbesondere durch Variation der jeweiligen Drehgeschwindigkeiten. Es ist also vorteilhaft, wenn die Drehzahl des ersten Antriebsmotors unabhängig von der Drehzahl des zweiten Antriebsmotors variiert wird.

**[0009]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird keiner der Antriebsmotoren einer Dreh- oder Orbitalbewegung ausgesetzt. Dies trägt zu einer langen Lebensdauer der Vorrichtung bei, da die beiden Antriebsmotoren lediglich der Oszillationsbewegung ausgesetzt werden müssen, die jedoch mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit erfolgt.

**[0010]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann dem Werkstück zusätzlich eine Taumelbewegung auferlegt werden, um die Relativbewegung zwischen Bearbeitungsmittel und Werkstück noch weiter zu erhöhen.

**[0011]** Gute Ergebnisse haben sich auch dadurch erzielen lassen, dass die maximale Drehzahl der Rotationsbewegung und der Orbitalbewegung niedriger als etwa 150 U/min gewählt wird.

**[0012]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung sind die beiden Antriebsmotoren auf einem Bauteil montiert, das entweder ortsfest ist, beispielsweise wenn der Bearbeitungsmittelbehälter oszilliert wird, oder das von einer Oszillationseinrichtung oszillierbar ist. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich ebenfalls der Vorteil, dass die beiden Elektromotoren keinen schnellen Drehbewegungen sondern lediglich einer vergleichsweise langsamen Oszillationsbewegung unterworfen sind.

**[0013]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist der Orbitalantrieb ein von einem Antriebsmotor drehbar angetriebenes Bauteil auf, an dem das Spannfutter exzentrisch und drehbar befestigt ist. Auf diese Weise lässt sich das Spannfutter, das entlang der Orbitalbahn umläuft, um seine eigene Achse mit einem Antriebsmotor drehen, der selbst nicht entlang der Orbitalbahn umläuft, sondern - verglichen zur Bewegung des Werkstücks - stationär bleibt. Hierbei kann es vorteilhaft sein, wenn die Rotationseinrichtung eine von dem anderen Antriebsmotor drehbar angetriebene Welle aufweist, die sich durch das Bauteil hindurch erstreckt, und die mit dem Spannfutter in Drehverbindung steht. Hierdurch ist eine kostengünstige Lösung geschaffen, die nur mit wenigen Bauteilen auskommt und dennoch die

gewünschte Entkopplung der verschiedenen Bewegungen gewährleistet.

**[0014]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann ein dritter Antriebsmotor vorgesehen sein, mit dem die vertikale Achse um eine stationäre vertikale Drehachse drehbar ist, so dass einerseits das Werkstück um seine eigene Mittelachse rotiert und andererseits das Werkstück auf einer Orbitalbahn umläuft und sich um die stationäre vertikale Drehachse dreht.

**[0015]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Rotationseinrichtung mehrere Spannfutter aufweisen, die entweder über ein gemeinsames Getriebe, beispielsweise ein Planetengetriebe, oder über jeweils einen eigenen Antrieb um ihre eigene Mittelachse in Drehung versetzt werden können. Bei dieser Ausführungsform sind die Spannfutter koaxial zueinander angeordnet und werden einerseits um ihre eigene Drehachse, andererseits um die rotierende Drehachse und schließlich auch um die stationäre Drehachse gedreht, wodurch beste Bearbeitungsergebnisse erzielt werden.

**[0016]** Auch wenn vorstehend die Bewegung des Werkstücks bevorzugt relativ zu dem Bearbeitungsmittelbehälter beschrieben ist, wird stets davon ausgegangen, dass es für die Erfindung grundsätzlich unerheblich ist, ob die beschriebenen Bewegungen durch Bewegung des Werkstücks oder alternativ durch Bewegung des Behälters erzielt werden. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wird jedoch nicht der Behälter sondern ausschließlich die Felge bewegt, da dies einen apparativ und konstruktiv geringeren Aufwand erfordert.

**[0017]** Ergänzend sei bemerkt, dass sich das erfindungsgemäße Verfahren grundsätzlich für sämtliche Werkstücke und insbesondere auch für rotationssymmetrische Werkstücke eignet. In Frage kommen bei Felgen alle Arten von Felgen bzw. Rädern, d.h. Felgen für PKW, LKW oder Motorräder in allen Größen und Variationen. Das Bearbeiten kann ein Entgraten, Entzundern, Verrunden, Schleifen, Polieren oder dgl. sein.

**[0018]** Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben.

**[0019]** Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform einer Bearbeitungs- vorrichtung;

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung eines Teils der Bearbeitungs- vorrichtung von Fig. 1; und

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform einer Bearbeitungs- vorrichtung.

**[0020]** Die in Fig. 1 dargestellte Bearbeitungs- vorrichtung weist ein Grundgestell 10 auf, auf dem ein Bearbeitungsmittelbehälter 12 angeordnet ist. Der Bearbeitungsmittelbehälter 12 ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel rund und nach oben offen ausgebildet, kann jedoch auch trog- oder wannenförmig ausgebildet sein. Der Bearbeitungsmittelbehälter 12 steht in keiner festen Verbindung mit dem Grundgestell 10 und kann somit durch Flurförderfahrzeuge mühelos ausgetauscht werden. Zur Erhöhung der Bearbeitungsmittelbewegung kann zusätzlich ein Vibrationsantrieb vorgesehen sein. Ferner sind an dem Bearbeitungsmittelbehälter 12 diverse Zu- und Abflussmöglichkeiten vorgesehen, um kontinuierlich Wasser und/oder Behandlungsmittel (Compounds) zuzugeben bzw. zu entnehmen. Im Betrieb ist der Behälter 12 etwa bis zur Höhe des Niveaus N mit Bearbeitungsmittel gefüllt.

**[0021]** Am Boden des Behälters 12 ist ein Rührelement 14 vorgesehen, das mehrere sich parallel zum Boden erstreckende Paddel aufweist, die über einen Antrieb 16, der unterhalb des Behälterbodens gelegen ist, um eine vertikale Drehachse D rotierend angetrieben werden.

**[0022]** Ferner ist auf dem Grundgestell 10 ein Maschinenständer 18 angeordnet, an dem eine Quertraverse 20 in vertikaler Richtung, das heißt entlang des Doppelpfeiles X, verschiebbar befestigt ist. Die Vertikalbewegung wird dabei über einen nicht näher dargestellten Antrieb 22 bewirkt, der in Verbindung mit einem Hubzylinder 24 ein Anheben und ein Absenken der Quertraverse 20 bewirkt. Hierbei wird die Quertraverse entlang der Achse A in Richtung des Doppelpfeiles X angehoben oder abgesenkt. Bei der in der Fig. 1 dargestellten Position befindet sich die Quertraverse 20 in einer oberen Stellung, die der Be- und Entladeposition entspricht, das heißt aus der dargestellten Stellung kann die Quertraverse 20 nach unten bewegt werden.

**[0023]** Am äußeren Ende der Quertraverse 20 ist am unteren Ende einer in einem Schaft 26 geführten Welle 27 ein Spannfutter 28 montiert, das zum Befestigen eines Werkstücks, beispielsweise einer Felge F dient. Die Welle 27 ist hierbei an einem Getriebe 30 befestigt, das in Fig. 2 vergrößert dargestellt ist.

**[0024]** Wie Fig. 2 verdeutlicht, ist auf der Quertraverse 20 an ihrem in Fig. 2 rechten Ende ein erster Antriebsmotor 32 montiert, dessen Drehachse vertikal verläuft und der über einen in der Quertraverse 20 angeordneten Riemetrieb 40 eine Hohlwelle 42 antreibt, die um eine vertikale Drehachse C umläuft. Die Hohlwelle 42 erstreckt sich nach unten durch die Quertraverse 20 und weiter durch einen zweiteiligen Drehteller 44, dessen obere Hälfte 46 mit der Quertraverse 20 verschraubt ist und dessen untere Hälfte 48 über ein Kugellager relativ zu der oberen Hälfte 46 verdrehbar ist. Die Hohlwelle 42 ist an ihrem unteren Ende mit der unteren Hälfte 48 des Drehtellers 44 verschraubt, so dass sich bei einer Drehbewegung der Hohlwelle 42 um die Achse C die untere Hälfte 48 des Drehtellers 44 zusammen mit der Hohlwelle

42 dreht. Für eine reibungsfreie Lagerung der Hohlwelle 42 ist in der oberen Hälfte des Drehtellers 44 ein Kugellager 50 vorgesehen. Ebenso befindet sich zwischen der oberen Hälfte 46 und der unteren Hälfte 48 des Drehtellers 44 ein weiteres Kugellager 52.

**[0025]** Wie Fig. 2 ferner zeigt, ist der Schaft 26 über ein Flanschgehäuse 54 exzentrisch an der Unterseite der unteren Hälfte 48 des Drehtellers 44 befestigt, so dass der Schaft 26, die Welle 27 und das daran befestigte Spannfutter 28 entlang einer Orbitalbahn umlaufen, wenn der Antrieb 32 betätigt wird. In diesem Fall wird die Hohlwelle 42 über den Riemtrieb 40 in Drehung versetzt und dreht entsprechend die untere Hälfte 48 des Drehtellers 52 und damit auch das Flanschgehäuse 54 bzw. den daran befestigten Schaft 26 mit der darin angeordneten Welle 27.

**[0026]** Um unabhängig von der Orbitalbewegung, die durch den Antriebsmotor 32 bewirkt wird, eine Rotationsbewegung des Spannfutters 28 um die Achse B zu erzielen, ist am äußeren Ende der Quertraverse 20 ein weiterer Antriebsmotor 56 vorgesehen, der eine um die Drehachse C umlaufende vertikale Welle 58 antreibt, die sich durch die Hohlwelle 42 erstreckt. Somit erstreckt sich die Welle 58 entlang der Achse C durch die obere und die untere Hälfte des Drehtellers 44 und ist an ihrem unteren Ende mit einem Zahnrad 60 verbunden, das mit einem weiteren Zahnrad 62 kämmt, das mit der in dem Schaft 26 drehbar gelagerten Welle 27 in Verbindung steht. Auf diese Weise lässt sich das Spannfutter 28 mit Hilfe des zweiten Antriebsmotors 56 unabhängig von der Orbitalbewegung und unabhängig von einer Ansteuerung des ersten Antriebsmotors 32 um die eigene vertikale Mittelachse B drehen. Somit bewirkt der Antrieb 22 die Oszillationsbewegung der Felge F entlang der Achse A in Richtung des Doppelpfeiles X und der Antriebsmotor 32 bewirkt die Orbitalbewegung um die Achse C während der Antriebsmotor 56 die Rotationsbewegung der Felge F um ihre Mittelachse B bewirkt.

**[0027]** Wie Fig. 1 zeigt, verläuft die Drehachse D, die etwa in der Mitte des Behälters 12 angeordnet ist, etwa coaxial zur Drehachse C der Orbitalbahn.

**[0028]** Sämtliche Antriebe 16, 22, 32 und 56 und auch ein Antrieb 70 (Fig. 3) sind geschwindigkeitsgeregelt und in ihrer Drehrichtung umkehrbar. Sämtliche Antriebe sind mit einer (nicht dargestellten) Maschinensteuerung verbunden, in der die gewünschten Arbeitsabläufe beliebig programmiert werden können.

**[0029]** Bei der oben beschriebenen Vorrichtung weist der Schaft 26 einen Versatz von etwa 100 mm zur Drehachse C auf. Ein Versatz von etwa 80 bis etwa 150 mm kann vorteilhaft sein.

**[0030]** Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Werkstück, beispielsweise eine Fahrzeugfelge in den mit Bearbeitungsmittel gefüllten Behälter eingetaucht, entlang einer geschlossenen Umlaufbahn bewegt und zusätzlich um die eigene Mittelachse gedreht, wobei der Mittelpunkt der geschlossenen Umlaufbahn um eine stationäre Vertikalachse gedreht wird. Hierbei kann es vorteilhaft sein, wenn das Werkstück in einer Drehrichtung entlang der geschlossenen Umlaufbahn bewegt wird, und in der entgegengesetzten Drehrichtung um seine eigene Mittelachse bewegt wird. Beispielsweise kann der Antrieb 32 so angesteuert werden, dass sich das Werkstück F entlang einer Orbitalbahn im Uhrzeigersinn innerhalb des Behälters 12 bewegt, während es sich entgegen dem Uhrzeigersinn um seine eigene Symmetrieachse B dreht.

**[0031]** In der Praxis haben sich beim Schleifen und Polieren mit folgenden Betriebsparametern sehr gute Ergebnisse erzielen lassen:

	Orbitalantrieb 32	Spindelantrieb 56
Stufe 1: Vorschliff	90-115 U/min	125-180 U/min
Stufe 2a: Feinschliff	90-115 U/min	125-180 U/min
Stufe 2b: Feinschliff	30-45 U/min	70-125 U/min
Polieren	70-90 U/min	100-180 U/min

**[0032]** Wenn mit gegenläufigen Drehrichtungen gearbeitet wird, lässt sich die effektive Antriebsdrehzahl aus der Differenz der Orbitaldrehzahl und der Spindeldrehzahl errechnen.

**[0033]** Der Orbitalantrieb 32 ist bevorzugt zwischen etwa 30 und 130 U/min regelbar, während der Spindelantrieb 56 bevorzugt von etwa 40 bis 200 U/min regelbar ist.

**[0034]** Während der Bearbeitung haben sich auch zusätzliche Oszillationsbewegungen in vertikaler Richtung als vorteilhaft erwiesen:

	Hublänge	Häufigkeit
Vorschliff:	50 - 150 mm	30 - 60 Hübe/min
Feinschleifen a	50 - 150 mm	30 - 60 Hübe/min
Feinschleifen b	30 - 50 mm	5 - 10 Hübe/min
Polieren	30 - 150 mm	10 - 40 Hübe/min

**[0035]** Die maximale Hublänge in vertikaler Richtung kann etwa 350 mm betragen und kann auf eine maximale Häufigkeit von etwa 60 Hieben pro Minute begrenzt sein.

**[0036]** Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zum maschinellen Bearbeiten von Werkstücken, die ähnlich zu der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform ist, weshalb für gleiche oder gleichartige Bauteile die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

**[0037]** Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform ist die Quertraverse 20 mit Hilfe eines dritten Antriebsmotors 70 um die vertikale Drehachse A in oder entgegen dem Uhrzeigersinn in Richtung des Doppelpfeiles R verschwenkbar, d.h. die Mittelachse C der Orbitalbahn kann um die stationäre Drehachse A verschwenkt werden. In diesem Fall ist der Behälter 12 ringförmig ausgebildet und statt der Traverse 20 kann auch ein Karussell vorgesehen sein, an dem mehrere Spannfutter in gleicher Weise drehbar gelagert sind, wie dies in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist.

**[0038]** Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform ist neben der Oszillationsbewegung in Richtung des Doppelpfeils X entlang der Achse A eine erste Drehbewegung um die Achse A, eine zweite Drehbewegung um die Achse C und eine dritte Drehbewegung um die Achse B möglich, welche die Mittelachse des Spannfutters 28 für die Fahrzeugfelge F bildet.

**[0039]** Bei allen dargestellten Ausführungsformen können mehrere Spannfutter parallel und exzentrisch um die rotierende Drehachse C vorgesehen werden. Beispielsweise können die Spannfutter mit Hilfe eines Planetengetriebes und mit Hilfe eines gemeinsamen Antriebsmotors jeweils um ihre eigene Mittelachse gedreht werden. Alternativ kann für jedes Spannfutter ein eigener Antriebsmotor vorgesehen werden, um die Drehzahl des jeweiligen Werkstücks für seine Eigenrotation individuell einstellen zu können.

## Bezugszeichenliste

### **[0040]**

10	Grundgestell
12	Behälter
14	Röhrelement
16	Antrieb
18	Maschinenständer
20	Quertraverse
22	Antrieb
24	Hubzylinder
26	Schaft
27	Welle
28	Spannfutter
30	Getriebe
32	zweiter Antriebsmotor
40	Riementrieb
42	Hohlwelle
44	Drehteller
46	obere Hälfte
48	untere Hälfte
50	Kugellager
52	Kugellager
54	Flanschgehäuse
56	erster Antriebsmotor
58	Welle
60, 62	Zahnrad
70	dritter Antriebsmotor
A	Achse
B, C, D	Drehachse
F	Felge
N	Bearbeitungskörperriveau
R	Drehrichtung
X	Hubrichtung

## Patentansprüche

1. Verfahren zum maschinellen Bearbeiten zumindest eines rotationssymmetrischen Werkstücks (F), beispielsweise einer Fahrzeugfelge, bei dem das Werkstück (F) in einen mit Bearbeitungsmittel gefüllten Behälter (12) eingetaucht und relativ zu dem Behälter bewegt wird, wobei das Werkstück gleichzeitig:

von einem ersten Antriebsmotor (56) um seine eigene vertikale Mittelachse (B) gedreht wird,  
von einem zweiten Antriebsmotor (32) mit seiner Mittelachse (B) entlang einer geschlossenen Umlaufbahn um eine rotierende vertikale Achse (C) in dem Behälter bewegt wird,  
wobei die rotierende vertikale Achse (C) mit einem dritten Antriebsmotor (70) um eine stationäre vertikale Drehachse (A) gedreht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mehrere Werkstücke (F) in den Behälter (12) eingetaucht und relativ zu dem Behälter bewegt werden, wobei alle Werkstücke um ihre eigene vertikale Mittelachse (B), um die rotierende vertikale Achse (C) und um die stationäre vertikale Drehachse (A) gedreht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkstück (F) in einer Drehrichtung entlang der geschlossenen Umlaufbahn bewegt wird und in der entgegengesetzten Drehrichtung um seine eigene Mittelachse (B) bewegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Drehzahl des ersten Antriebsmotors (56) unabhängig von der Drehzahl des zweiten Antriebsmotors (32) und/oder des dritten Antriebsmotors (70) geregelt wird.

5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 - 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkstück in vertikaler Richtung (X) in dem Behälter auf und ab bewegt wird.

6. Vorrichtung zum maschinellen Bearbeiten von Werkstücken, mit

- einem Behälter (12) für Bearbeitungsmittel;  
- mindestens einem Spannfutter (28) zum Befestigen zumindest eines Werkstücks (F);  
- einer Rotationseinrichtung (26, 27, 56, 58, 60, 62), die das Spannfutter (28) um seine eigene Mittelachse (B) in Drehung versetzt; und  
- einem Orbitalantrieb (32, 40, 42, 44, 54), der das Spannfutter (28) entlang einer geschlossenen Umlaufbahn um eine vertikale Achse (C) bewegt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Rotationseinrichtung und der Orbitalantrieb jeweils einen eigenen, unabhängig ansteuerbaren Antriebsmotor (32, 56) aufweisen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die beiden Antriebsmotoren (32, 56) auf einem Bauteil (20) montiert sind, das ortsfest ist, oder das von einer Oszillationseinrichtung (22) in vertikaler Richtung oszillierbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Orbitalantrieb ein von einem Antriebsmotor (32) drehbar angetriebenes Bauteil (44) aufweist, an dem das oder die Spannfutter (28) exzentrisch und drehbar befestigt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Rotationseinrichtung eine von dem anderen Antriebsmotor (56) drehbar angetriebene Welle (58) aufweist, die

sich durch das Bauteil (44) hindurch erstreckt, und die mit dem Spannfutter (28) in Drehverbindung steht.

10. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 6 - 9,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die beiden Antriebsmotoren (32, 56) auf einem Bauteil (20) montiert sind, das um eine stationäre vertikale Achse (A) drehbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 10,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Rotationseinrichtung (26, 27, 56, 58, 60, 62) mehrere Spannfutter (28) aufweist, die über ein gemeinsames Getriebe oder über jeweils einen eigenen Antrieb um ihre eigene Mittelachse (B) in Drehung versetzt werden können.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6-10,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

alle Drehachsen (A, B, C) parallel verlaufen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

keiner der Antriebsmotoren (56, 32) einer Dreh- oder Orbitalbewegung ausgesetzt ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

ein dritter Antriebsmotor (70) vorgesehen ist, der die vertikale Achse (C) um eine stationäre vertikale Drehachse (A) dreht.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

alle drei Motoren unabhängig voneinander ansteuerbar sind.

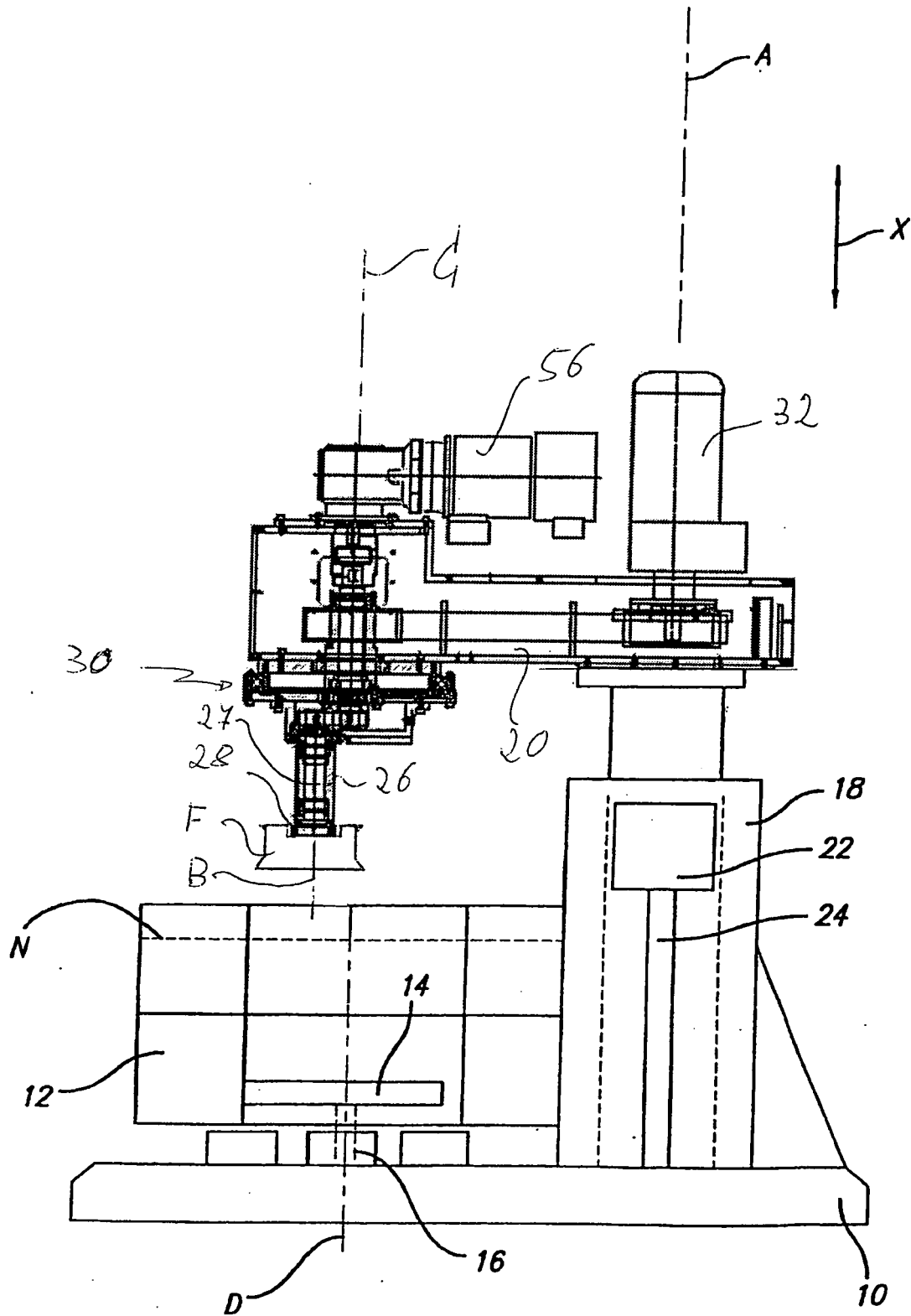


FIG. 1



