



(10) DE 11 2013 000 293 B4 2025.04.24

(12)

Patentschrift

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2013 000 293.0
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2013/054085
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2013/125551
(86) PCT-Anmeldetag: 20.02.2013
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 29.08.2013
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 14.08.2014
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24.04.2025

- (51) Int Cl.: **B23Q 7/04 (2006.01)**
B23F 5/20 (2006.01)
B23F 19/10 (2006.01)
B23F 23/04 (2006.01)
B23Q 3/155 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2012038720 24.02.2012 JP
JP2012078817 30.03.2012 JP
2012161619 20.07.2012 JP

(73) Patentinhaber:
AISIN CORPORATION, Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

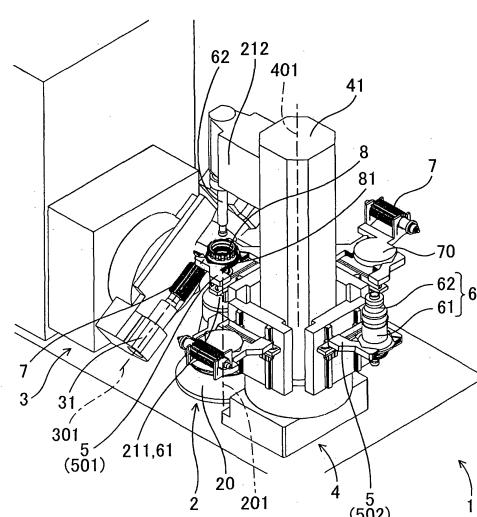
(72) Erfinder:
Kato, Susumu, Anjo-shi, Aichi, JP; Takagai, Akira, Anjo-shi, Aichi, JP; Otani, Masahiro, Anjo-shi, Aichi, JP; Kawanishi, Akitomo, Anjo-shi, Aichi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: Drehbearbeitungsmaschine und Drehbearbeitungsverfahren

(57) Hauptanspruch: Drehbearbeitungsmaschine (1), die Folgendes aufweist:
eine Drehvorrichtung (2), die ein Werkstück (8) hält und dreht;
eine Bearbeitungsvorrichtung (3), an der ein Schneidwerkzeug (7) montiert ist zum Bearbeiten des Werkstückes (8); und
eine Drehladeeinrichtung (4), die eine Vielzahl an Greifern (5) aufweist, die um eine Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) herum angeordnet sind, und die so dreht, dass die in Vielzahl vorgesehenen Greifer (5) aufeinanderfolgend der Drehvorrichtung (2) zugewandt sind, wobei jeder aus der Vielzahl an Greifern (5) so aufgebaut ist, dass er sich individuell zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt,
wobei die Drehladeeinrichtung (4) so aufgebaut ist, dass sie das Werkstück (8) zu der Drehvorrichtung (2) liefert und von diesem empfängt durch ein Drehen, wobei das Werkstück (8) durch den Greifer (5) direkt oder indirekt gehalten wird und der Greifer (5) zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt wird, und das Schneidwerkzeug (7) zu der Bearbeitungsvorrichtung (3) geliefert wird und von diesem empfangen wird durch Drehen, indem das Schneidwerkzeug (7) direkt oder indirekt durch den Greifer (5) gehalten wird und der Greifer (5) zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass

die Drehvorrichtung (2) so aufgebaut ist, dass sie um eine Drehmittelachse (201) der Drehvorrichtung (2) dreht, die sich in einer vertikalen Richtung erstreckt, die Drehladeeinrichtung (4) so aufgebaut ist, dass jeder aus der Vielzahl an Greifern (5) in einer horizontalen Richtung gedreht wird, wobei die Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung ...



(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2013 000 293 B4** 2025.04.24

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2005 030 846	A1
US	5 213 559	A
EP	2 093 007	A2
JP	H06- 22 782	B2
JP	2002- 233 922	A
JP	H11- 291 125	A

Beschreibung**TECHNISCHES GEBIET**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Drehbearbeitungsmaschinen und Drehbearbeitungsverfahren, die dazu in der Lage sind, ein Ersetzen eines Werkstückes und eines Schneidwerkzeuges, das zum Bearbeiten des Werkstückes verwendet wird, unter Verwendung einer Drehladeeinrichtung auszuführen.

HINTERGRUND DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Beim Bearbeiten eines Werkstückes mit einem Schneidwerkzeug in Bearbeitungsvorrichtungen werden eine Übertragung des Werkstückes und ein Ersetzen des Schneidwerkzeuges unter Verwendung von separaten Vorrichtungen ausgeführt. Insbesondere wird das Werkstück an einer spezifischen Bearbeitungsposition unter Verwendung eines Roboters, einer Übertragungsladeeinrichtung etc. gesetzt und unter Verwendung des Schneidwerkzeuges bearbeitet. Nachdem eine erforderliche Anzahl an Werkstücken bearbeitet worden ist, wird ein Ersetzen des Schneidwerkzeuges ausgeführt gemäß der Art an zu bearbeitendem Werkstück. Dieses Ersetzen wird unter Verwendung eines Roboters oder einer zugewiesenen Ersetzvorrichtung ausgeführt.

[0003] Beispielsweise verwendet das Werkstückeinstellverfahren von Patentdokument 1 eine Werkzeugmaschine, die Bearbeitungswerkzeugsockel, die jeweils eine Schneideeinrichtung haben und zu einer hin- und hergehenden Bewegung in der Lage sind, und einen Tisch aufweisen, auf dem Werkstücksockel versehen sind, auf denen ein Werkstück angeordnet wird. Die Werkstücksockel werden bewegt, indem die Bearbeitungswerkzeugsockel und der Tisch relativ bewegen werden. Beispielsweise hat das Bearbeitungszellsystem von Patentdokument 2 eine automatische Bearbeitungsmaschine, die ein Werkstück bearbeitet, und eine Einstellstation, die eine Einspanneinrichtung oder ein Werkzeug, das zum Bearbeiten des Werkstückes erforderlich ist, einstellt. Das Werkstück zum Bearbeiten und die Einspanneinrichtung oder das Werkzeug für die Bearbeitungseinstellung werden zu der automatischen Bearbeitungsmaschine durch einen Roboter geliefert. Die Einspanneinrichtung oder das Werkzeug, das Werkstück und ein Speichermedium, das eine Information wie beispielsweise eine Einstellinformation speichert, können in einem Satz in jedem Prozess (bei jeder Bearbeitung) zwischen der automatischen Bearbeitungsmaschine und der Einspannstation durch Übertragungseinrichtungen übertragen und bewegt werden.

[0004] Beispielsweise offenbart Patentdokument 3 im Hinblick auf eine Fräsmaschine, dass eine Lade-

einrichtung gedreht wird, um nicht bearbeitete und bearbeitete Werkstücke zu einem Tisch, der das Werkstück trägt, wiederholt hineinzubefördern und herauszubefördern.

Zugehörige Dokumente des Standes der Technik

Patentdokumente

Patentdokument 1: Offengelegte japanische Patentanmeldung JP 2002-233922 A

Patentdokument 2: Geprüfte japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnummer JP H06-22782 B

Patentdokument 3: Offengelegte japanische Patentanmeldung JP H11-291125 A

[0005] Weiterer Stand der Technik ist in den Dokumenten DE 10 2005 030 846 A1, US 5 213 559 A und EP 2 093 007 A2 aufgezeigt.

[0006] Die DE 10 2005 030 846 A1 offenbart eine Verzahnungsschleifmaschine mit einem Bewegungsmechanismus, an dem ein mit Profil bzw. Gewinde versehenes Schleifrad bzw. Profilschleifrad mit spiralförmig an einem Außenumfang desselben ausgebildeten Profil- bzw. Gewindegängen drehbar angebracht und so ausgebildet ist, dass er das Profilschleifrad entlang einer X-Richtung bewegt, die eine Richtung ist, in der sich das mit Profil versehene Schleifrad vorwärts oder rückwärts in Bezug auf eine Werkstück-Bearbeitungsposition bewegt, einer Z-Richtung, die eine Vertikalrichtung ist, und einer Y-Richtung, die eine Richtung senkrecht zu der X-Richtung und der Z-Richtung ist, bewegt, und das Profilschleifrad in einer Y-Z-Ebene geschwenkt wird, einer NC-Vorrichtung zur numerischen Steuerung einer Bewegung des Bewegungsmechanismus, um eine Position des an dem Bewegungsmechanismus angebrachten Profilschleifrads zu steuern, und einer Dreh-Abrichtvorrichtung mit einem scheibenförmigen Abrichtwerkzeug, die so angeordnet ist, dass bei Einstellung der Dreh-Abrichtvorrichtung an der Werkstück-Bearbeitungsposition das Abrichtwerkzeug Flanken der Profilgänge des Schleifwerkzeugs kontaktiert, während es drehangetrieben wird, um einen Abrichtvorgang auszuführen, und dadurch gekennzeichnet, dass die NC-Vorrichtung eine Steuerfunktion zum numerischen Steuern des Bewegungsmechanismus aufweist, und zwar so, dass eine Position in der X-Richtung, eine Position in der Z-Richtung und eine Schwenkposition in der Y-Z-Ebene des Profilschleifrads eingestellt wird, während ein Kontaktzustand des Abrichtwerkzeugs mit den Flanken der Profilgänge des Profilschleifrads beibehalten wird, um einen Rad-Andrückwinkel des Profilschleifrads zu modifizieren.

[0007] Die US 5 213 559 A offenbart eine Einrichtung zum automatischen Wechseln von Werkstücken in einer Verzahnungsmaschine, die folgendes hat: einen Werkzeug- oder Wälzfräskopf, der auf einem entsprechenden Bett montiert und in der Lage ist, sich vertikal und entlang einer horizontalen Achse zu bewegen, und Mittel zum Halten und Drehen eines Werkstückes, montiert auf dem gleichen Bett, wobei der Kopf aus einer Spindel und einem Lager zusammengesetzt ist, welche koaxial und horizontal zueinander angeordnet und in der Lage sind, eine Bewegung zueinander hin und voneinander fort auszuführen, zwischen und von denen ein Werkzeug getragen und um die gemeinsame Achse in Umdrehung versetzt wird, und die Einrichtung besteht aus einem vertikalen Ständer, der eine Anzahl von rundum angeordneten Elementen aufweist, durch welche die entsprechenden Werkstücke festgehalten und/oder getragen werden, und zwar in winkelmäßig gleich voneinander abstehenden Positionen im Verhältnis zu einer vertikalen Achse, um welche der Ständer zu dem Zweck drehbar ist, jedes Halte- und/oder Tragelement in eine Position über die Mittel zu bringen, durch die das Werkstück getragen und gedreht wird, wobei die Halte- und/oder Tragelemente zwei unterschiedliche Strukturtypen aufweisen, von denen der eine Typ dazu bestimmt ist, ein Werkzeug zu halten und/oder zu tragen und der andere Typ ein Werkstück zu halten und/oder zu tragen; und der Kopf in der Lage ist, eine Bewegung zu dem vertikalen Ständer hin und von diesem fort auszuführen, gesteuert durch eine zentrale Kontroll- und Steuereinheit auf solche Weise, dass ein Wechsel des Werkzeugs erfolgt.

[0008] Die EP 2 093 007 A2 offenbart ein Verfahren zum Betrieb einer Verzahnungsschleifmaschine, mit den Betriebsphasen der Verzahnungsschleifmaschine - Bearbeiten eines Werkstückes auf der Verzahnungsschleifmaschine mittels einer Schleifscheibe und/oder Schleifschncke und - Abrichten eines Profilierwerkzeuges zum Profilieren einer Schleifscheibe und/oder Schleifschncke auf der Verzahnungsschleifmaschine.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0009] Jedoch erhöht die Anwendung des Roboters oder der zugewiesenen Ersetzvorrichtung zum Ausführen eines Ersetzens des Schneidwerkzeuges, das zum Bearbeiten des Werkstückes angewendet wird, die Gesamtanfangsinvestitionskosten in der Bearbeitungsvorrichtung. Darüber hinaus sind viele beeinträchtigende Elemente während des Ersetzens des Schneidwerkzeuges vorhanden, was die Zeitspanne verlängert, die für das Ersetzen erforderlich ist.

[0010] Die vorliegende Erfindung ist im Hinblick auf die vorstehend dargelegten Probleme des Standes der Technik gemacht worden, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Drehbearbeitungsmaschine und ein Drehbearbeitungsverfahren zu schaffen, bei denen ein Werkstück und ein Schneidwerkzeug unter Verwendung der gleichen Drehladeeinrichtung geliefert und empfangen werden können, und wodurch die Zeitspanne reduziert werden kann, die für das Ersetzen des Schneidwerkzeuges erforderlich ist.

Lösung der Aufgabe

[0011] Diese Aufgabe ist durch eine Drehbearbeitungsmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Ein Drehbearbeitungsverfahren ist in Anspruch 7 aufgezeigt.

Effekte der Erfindung

[0013] In der vorstehend erläuterten Drehbearbeitungsmaschine wird die Zeitspanne, die für das Ersetzen des Schneidwerkzeuges erforderlich ist, in dem Fall reduziert, bei dem eine andere Art an Schneidwerkzeug gemäß der Art an zu bearbeitendem Werkstück verwendet wird.

[0014] In der Drehbearbeitungsmaschine ist die Drehladeeinrichtung mit der Vielzahl an Greifern so gestaltet, dass das Liefern und Empfangen des Werkstückes zu und von der Drehvorrichtung und das Liefern und Empfangen des Schneidwerkzeuges zu und von der Bearbeitungsvorrichtung in einer kurzen Zeitspanne ausgeführt werden können.

[0015] Beim Bearbeiten eines Werkstückes wird ein Schneidwerkzeug gemäß der Art an Werkstück durch den Greifer gehalten, und die Drehladeeinrichtung wird so gedreht, dass dieses Schneidwerkzeug der Bearbeitungsvorrichtung zugewandt ist. Dann wird das Schneidwerkzeug, das durch den Greifer gehalten wird, auf dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt der Bearbeitungsvorrichtung montiert. Ein Werkstück wird vor dem Bearbeiten durch den Greifer gehalten, und die Drehladeeinrichtung wird so gedreht, dass das Werkstück der Drehvorrichtung zugewandt ist. Danach wird das durch den Greifer gehaltene Werkstück auf dem Werkstückstützabschnitt der Drehvorrichtung montiert (hineinbefördert). Das Werkstück, das durch die Drehvorrichtung gedreht worden ist, wird durch das Schneidwerkzeug in der Bearbeitungsvorrichtung bearbeitet. Dann wird das bearbeitete Werkstück in der Drehvorrichtung durch den Greifer gehalten, und die Drehladeeinrichtung wird gedreht, um das bearbeitete Werkstück herauszubefördern. Anschließend wird der Vorgang

zum Hineinbefördern des Werkstückes, Bearbeiten des Werkstückes und Herausbefördern des Werkstückes gemäß der Anzahl an zu bearbeitenden Werkstücken wiederholt.

[0016] Danach wird, wenn ein Ersetzen des Schneidwerkzeuges gemäß der Art an zu bearbeitendem Werkstück erforderlich ist, das Schneidwerkzeug an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt der Bearbeitungsvorrichtung durch den Greifer gehalten, und die Drehladeeinrichtung wird gedreht, um dieses Schneidwerkzeug herauszubefördern. Dann wird ein anderes Schneidwerkzeug durch den Greifer gehalten, und die Drehladeeinrichtung wird so gedreht, dass dieses Schneidwerkzeug der Bearbeitungsvorrichtung zugewandt ist. Dieses Schneidwerkzeug wird auf dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt der Bearbeitungsvorrichtung montiert. Anschließend wird der Vorgang zum Hineinbefördern des Werkstückes, Bearbeiten des Werkstückes und Herausbefördern des Werkstückes durch jeden Greifer gemäß der Anzahl an zu bearbeitenden Werkstücken in einer ähnlichen Weise wie vorstehend beschrieben wiederholt.

[0017] Der Greifer kann das Werkstück und das Schneidwerkzeug direkt halten oder er kann zumindest entweder das Werkstück und/oder das Schneidwerkzeug über eine Palette etc. indirekt halten.

[0018] Wie dies vorstehend beschrieben ist, können gemäß der vorstehend erläuterten Drehbearbeitungsmaschine das Werkstück und das Schneidwerkzeug unter Verwendung der gleichen Drehladeeinrichtung geliefert und empfangen werden. Dadurch kann die Zeitspanne verringert werden, die für das Ersetzen des Schneidwerkzeuges erforderlich ist.

[0019] Gemäß dem vorstehend erläuterten Drehbearbeitungsverfahren können wie in dem Fall der vorstehend erläuterten Drehbearbeitungsmaschine das Werkstück und das Schneidwerkzeug unter Verwendung der gleichen Drehladeeinrichtung geliefert und empfangen werden. Dadurch kann die Zeitspanne verringert werden, die für das Ersetzen des Schneidwerkzeuges erforderlich ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Drehbearbeitungsmaschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Werkstückes, das durch einen Greifer gehalten wird, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines anderen Werkstückes, das durch den Greifer

gehalten wird, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Drehstützeinspanneinrichtung, die durch den Greifer gehalten wird, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht einer anderen Drehstützeinspanneinrichtung, die durch den Greifer gehalten wird, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 6 zeigt eine perspektivische Ansicht des Falles, bei dem Grate, die an einem Werkstück ausgebildet sind, durch ein Entgratungswerkzeug gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel entfernt werden.

Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Palette, die ein Schneidwerkzeug hält und die durch den Greifer gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel gehalten wird.

Fig. 8 zeigt eine perspektivische Ansicht der Drehbearbeitungsmaschine, bei der das Schneidwerkzeug an einem Schneidwerkzeugmontageabschnitt der Bearbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel montiert wird.

Fig. 9 zeigt eine perspektivische Ansicht der Drehbearbeitungsmaschine, bei der das Schneidwerkzeug an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt der Bearbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel montiert ist.

Fig. 10 zeigt eine perspektivische Ansicht der Drehbearbeitungsmaschine, bei der die Drehstützeinspanneinrichtung an einem Werkstücksstützabschnitt der Drehvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel montiert wird.

Fig. 11 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Drehbearbeitungsmaschine gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Fig. 12 zeigt eine Vorderansicht der Drehbearbeitungsmaschine, bei der ein Greifer, der ein zylindrisches Werkstück hält, bei einer ersten Höhenposition festgelegt worden ist und von einer externen Liefer/Empfangsposition zu einer internen Liefer/Empfangsposition gedreht wird, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 13 zeigt eine Vorderansicht der Drehbearbeitungsmaschine, bei der der Greifer, der eine Drehstützeinspanneinrichtung hält, bei einer zweiten Höhenposition festgelegt worden ist und von der externen Liefer/Empfangsposition zu der internen Liefer/Empfangsposition gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel gedreht wird.

Fig. 14 zeigt eine Vorderansicht der Drehbearbeitungsmaschine, bei der der Greifer, der eine Palette mit einem daran gehaltenen Schneidwerkzeug hält, bei einer dritten Höhenposition festgelegt ist und von der externen Liefer/Empfangsposition zu der internen Liefer/Empfangsposition gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel gedreht wird.

Fig. 15 zeigt eine Vorderansicht der Drehstützleinspanneinrichtung, die durch einen Einspanneinrichtungsabschnitt und den anderen Einspanneinrichtungsabschnitt ausgebildet ist, gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel.

MODI ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0020] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Drehbearbeitungsmaschine und des Drehbearbeitungsverfahrens der vorliegenden Erfindung, die vorstehend dargelegt ist, sind nachstehend beschrieben.

[0021] In der vorstehend dargelegten Drehbearbeitungsmaschine kann das Werkstück eine zylindrische Form haben, und die Bearbeitungsvorrichtung kann so aufgebaut sein, dass beide Enden des Schneidwerkzeuges an einem Schneidwerkzeugmontageabschnitt der Bearbeitungsvorrichtung montiert sind, und diese kann so aufgebaut sein, dass das Schneidwerkzeug an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt gedreht wird, um eine Verzahnungsfläche an dem Außenumfang des Werkstücks, das durch die Drehvorrichtung gedreht wird, auszubilden.

[0022] In diesem Fall bilden die Drehvorrichtung und die Bearbeitungsvorrichtung eine Fräsmaschine, und ein Ersetzen einer Fräse (Fräswerkzeug), die als das Schneidwerkzeug in der Fräsmaschine dient, kann in einer kurzen Zeitspanne ausgeführt werden.

[0023] Die Bearbeitungsvorrichtung kann das Schneidwerkzeug an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt drehen, wobei sich eine Drehmittelachse des Schneidwerkzeugmontageabschnittes in einer horizontalen Richtung erstreckt oder in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt ist. Die Produkte, die durch das Bearbeiten in der Fräsmaschine, die durch die Drehvorrichtung und die Bearbeitungsvorrichtung ausgebildet ist, hergestellt werden, können als Zahnräder wie beispielsweise ein Stirnzahnrad, ein Schrägzahnrad und ein Schneckenrad angewendet werden. Das Werkstück, das durch die Drehvorrichtung gehalten wird, kann ein Teil mit einem kreisartigen Querschnitt sein und eine Außenumfangsfläche haben, an der eine Verzahnungsfläche ausgebildet wird.

[0024] Jeder aus der Vielzahl an Greifern kann bei dem gleichen radialen Abstand von der Drehmittelachse angeordnet sein, und kann dazu in der Lage

sein, das Werkstück und/oder das Schneidwerkzeug direkt oder indirekt zu halten.

[0025] In diesem Fall können die Vielzahl an Greifern den gleichen Aufbau haben, und das Werkstück und das Schneidwerkzeug können durch irgendeinen der Greifer gehalten werden. Dies ermöglicht, dass ein Liefen und Empfangen des Werkstückes und ein Liefen und Empfangen des Schneidwerkzeuges in effizienter Weise ausgeführt werden.

[0026] Die Drehvorrichtung kann so aufgebaut sein, dass sie um eine Drehmittelachse dreht, die sich in einer vertikalen Richtung erstreckt, die Drehladeeinrichtung kann so aufgebaut sein, dass jeder aus der Vielzahl an Greifern in einer horizontalen Richtung gedreht wird, wobei die Drehmittelachse sich in der vertikalen Richtung erstreckt, und jeder aus der Vielzahl an Greifern der Drehladeeinrichtung, die Drehvorrichtung und die Bearbeitungsvorrichtung kann dazu in der Lage sein, sich in der vertikalen Richtung relativ zu bewegen, und kann so aufgebaut sein, dass die Relativbewegung ausgeführt wird, um das Werkstück zwischen der Drehladeeinrichtung und der Drehvorrichtung zu liefern und zu empfangen und das Schneidwerkzeug zwischen der Drehladeeinrichtung und der Bearbeitungsvorrichtung zu liefern und zu empfangen.

[0027] In diesem Fall können ein Liefen und Empfangen des Werkstückes und ein Liefen und Empfangen des Schneidwerkzeuges stabil ausgeführt werden.

[0028] Das Schneidwerkzeug kann so aufgebaut sein, dass es durch eine Palette gehalten ist, und die Palette kann einen Basisabschnitt, der durch den Greifer gehalten wird, und einen Schneidwerkzeughalteabschnitt haben, der an einer Position ausgebildet ist, die von einer Mitte des Basisabschnittes versetzt ist, und der das Schneidwerkzeug hält, und die Bearbeitungsvorrichtung kann so aufgebaut sein, dass der Schneidwerkzeugmontageabschnitt vorwärts bewegt wird, und so, dass das Schneidwerkzeug an dem Schneidwerkzeughalteabschnitt der Palette, die durch den Greifer gehalten wird, an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt montiert wird, der vorwärts bewegt worden ist.

[0029] In diesem Fall ermöglicht die Anwendung der Palette, dass das Liefen und Empfangen des Schneidwerkzeuges zwischen jedem Greifer und der Bearbeitungsvorrichtung mit Leichtigkeit in einer kurzen Zeitspanne ausgeführt werden.

[0030] Die Drehvorrichtung kann so aufgebaut sein, dass das Werkstück über eine Drehstützeinspanneinrichtung gestützt ist, die an einem Werkstücksstützabschnitt (siehe Bezugszeichen 21) der Drehvorrichtung montiert ist, und die Drehladeeinrichtung

kann so aufgebaut sein, dass die Drehstützeinspanneinrichtung zu der Drehvorrichtung geliefert und von dieser empfangen wird durch Drehen, wobei die Drehstützeinspanneinrichtung durch den Greifer direkt oder indirekt gehalten wird.

[0031] In diesem Fall wird das Austauschen (Ersetzen) der Drehstützeinspanneinrichtung gemäß der Art an Werkstück benötigt, und das Ersetzen des Schneidwerkzeuges und der Drehstützeinspanneinrichtung kann in einer kurzen Zeitspanne ausgeführt werden.

[0032] Die Drehstützeinspanneinrichtung kann durch einen Einspanneinrichtungsabschnitt, der an einer Drehspindel der Drehvorrichtung montiert ist, und einen anderen Einspanneinrichtungsabschnitt ausgebildet sein, der an einer anderen Drehspindel montiert ist, die koaxial zu der einen Drehspindel in der Drehvorrichtung angeordnet ist, und die Drehladeeinrichtung kann so aufgebaut sein, dass ermöglicht ist, dass der Greifer die Drehstützeinspanneinrichtung hält, die den einen Einspanneinrichtungsabschnitt aufweist, der mit dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt kombiniert ist.

[0033] In diesem Fall dreht die Drehvorrichtung das Werkstück, das zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt an der einen Drehspindel und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt an der anderen Drehspindel gehalten wird, und die Bearbeitungsvorrichtung kann das Werkstück stabil bearbeiten.

[0034] Die Drehladeeinrichtung ermöglicht, dass der Greifer die Drehstützeinspanneinrichtung hält, die durch den einen Einspanneinrichtungsabschnitt und den anderen Einspanneinrichtungsabschnitt ausgebildet ist, und diese Drehstützeinspanneinrichtung zwischen einer externen Liefer/Empfangsposition und einer internen Liefer/Empfangsposition bewegen kann.

[0035] Ein Entgratungswerkzeug kann an der Drehstützeinspanneinrichtung drehbar angebracht sein, und das Entgratungswerkzeug kann so aufgebaut sein, dass es Grate entfernt, die in dem Werkstück erzeugt worden sind, wenn das Werkstück durch die Bearbeitungsvorrichtung bearbeitet worden ist.

[0036] In diesem Fall wird das Austauschen (Ersetzen) der Drehstützeinspanneinrichtung und des Entgratungswerkzeuges gemäß der Art an Werkstück benötigt, und das Ersetzen des Entgratungswerkzeuges kann ausgeführt werden, wenn das Ersetzen der Drehstützeinspanneinrichtung ausgeführt wird.

[0037] In dem vorstehend erläuterten Drehbearbeitungsverfahren kann die Drehvorrichtung so aufge-

baut sein, dass das Werkstück über eine Drehstützeinspanneinrichtung gestützt wird, die an einem Werkstückstützabschnitt der Drehvorrichtung montiert ist, und die Drehstützeinspanneinrichtung kann zu der Drehvorrichtung geliefert werden und von dieser empfangen werden durch Drehen der Drehladeeinrichtung, wobei die Drehstützeinspanneinrichtung durch den Greifer direkt oder indirekt gehalten wird.

[0038] In diesem Fall wird das Austauschen (Ersetzen) der Drehstützeinspanneinrichtung gemäß der Art an Werkstück benötigt, und das Ersetzen des Schneidwerkzeuges und der Drehstützeinspanneinrichtung kann in einer kurzen Zeitspanne ausgeführt werden.

Ausführungsbeispiele

[0039] Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Drehbearbeitungsmaschine und des Drehbearbeitungsverfahrens unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0040] Wie dies in **Fig. 1** gezeigt ist, hat eine Drehbearbeitungsmaschine 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Drehvorrichtung 2, die ein Werkstück 8 hält und dreht, eine Bearbeitungsvorrichtung 3, an der ein Schneidwerkzeug 7 montiert ist zum Bearbeiten des Werkstückes 8, und eine Drehladeeinrichtung 4, um die herum eine Vielzahl an Greifern 5 bei dem gleichen radialen Abstand von einer Drehmittelachse 401 angeordnet sind, und die so dreht, dass jeder Greifer 5 aufeinanderfolgend der Drehvorrichtung 2 zugewandt ist.

[0041] Jeder Greifer 5 ist dazu in der Lage, sowohl das Werkstück 8 als auch das Schneidwerkzeug 7 direkt oder indirekt zu halten, und ist so aufgebaut, dass das Werkstück 8 zu der Drehvorrichtung 2 geliefert wird und von dieser empfangen wird und das Schneidwerkzeug 7 zu der Bearbeitungsvorrichtung 3 geliefert wird und von dieser empfangen wird.

[0042] Die Drehbearbeitungsmaschine 1 und das Drehbearbeitungsverfahren des vorliegenden Ausführungsbeispiels sind nachstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 1 bis 4** detailliert beschrieben.

[0043] Wie dies in **Fig. 1** gezeigt ist, bilden die Bearbeitungsvorrichtung 3 und die Drehvorrichtung 2 des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Fräsmaschine, die Verzahnungsflächen 81 an dem Außenumfang des Werkstückes 8 mit einer Fräse als das Schneidwerkzeug 7 ausbildet. Die Drehbearbeitungsmaschine 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist dazu in der Lage, das Werkstück 8 zu der Fräsmaschine zu übertragen und ein Ersetzen des

Schneidwerkzeuges 7 an der Fräsmaschine auszuführen. Die Bearbeitungsvorrichtung 3 und die Drehvorrichtung 2 des vorliegenden Ausführungsbeispiels schneiden Zähne in das Werkstück 8 mit einem kreisartigen Querschnitt, um ein Schrägzahnrad als ein Erzeugnis herzustellen.

[0044] Wie dies in den **Fig. 2** und **3** gezeigt ist, hat das Werkstück 8 des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Scheibenform für Zahnräder, und der Greifer 5 ist so aufgebaut, dass er den Außenumfang des Werkstückes 8, das eine Scheibenform hat, hält. Der Greifer 5 ist dazu in der Lage, eine Vielzahl an Arten an Werkstücken 8 mit verschiedenen Außen-durchmessern zu halten, indem der Abstand zwischen einem Paar an Greifabschnitten 51 variiert wird. **Fig. 2** zeigt ein Werkstück 8A, das verwendet wird zum Ausbilden eines Zahnrades mit einem großen Außendurchmesser, und **Fig. 3** zeigt ein Werkstück 8B, das verwendet wird zum Ausbilden eines Zahnrades mit einem kleinen Außendurchmesser.

[0045] Eingriffsabschnitte 511, die einander in der vertikalen Richtung überlappen, um miteinander in Eingriff zu gelangen, wenn das Werkstück 8B mit dem kleinen Außendurchmesser gehalten wird, sind in dem Paar an Greifabschnitten 51 des Greifers 5 ausgebildet. Der Greifer 5 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist so aufgebaut, dass er die paarweise vorgesehenen Greifabschnitte 51 hält, die das Werkstück 8, eine Drehstützeinspanneinrichtung 6 oder eine Palette 70 zwischen ihnen von beiden Seiten in der horizontalen Richtung zueinander hin und voneinander weg bewegen.

[0046] Wie dies in **Fig. 1** gezeigt ist, ist die Bearbeitungsvorrichtung 3 so aufgebaut, dass eine Drehmittelachse 301 eines Schneidwerkzeugmontageabschnittes 31 (Frässpindel), an der das Schneidwerkzeug 7 montiert ist, in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt ist. Die Drehvorrichtung 2 ist so aufgebaut, dass sie um eine Drehmittelachse 201 dreht, die sich in der vertikalen Richtung erstreckt. Die Bearbeitungsvorrichtung 3 dreht das Schneidwerkzeug 7 zum Ausbilden der Verzahnungsflächen 81 in einem schraubenartigen Muster an dem Außenumfang des Werkstückes 8, das durch die Drehvorrichtung 2 gedreht wird.

[0047] Die Bearbeitungsvorrichtung 3 ist dazu in der Lage, den Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 zu drehen, und sie ist so aufgebaut, dass der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 nach vorn und zurück und nach oben und nach unten bewegt wird. Der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 ist so aufgebaut, dass Wellenabschnitte an beiden Enden des Schneidwerkzeuges 7 gehalten werden. Die Bearbeitungsvorrichtung 3 ist an der Verlängerung (Erstreckung) der Richtung angeordnet, in der die

Drehvorrichtung 2 in Bezug auf die Drehladeeinrichtung 4 angeordnet ist.

[0048] Wie dies in **Fig. 1** gezeigt ist, ist ein Werkstückstützabschnitt der Drehvorrichtung 2 durch einen unteren Stützabschnitt 211, der das Werkstück 8 von unten stützt, und einen oberen Stützabschnitt 212 ausgebildet, der das Werkstück 8 von oben stützt. Der untere Stützabschnitt 211 ist an dem oberen Ende eines Drehtisches 20 angebracht, und der obere Stützabschnitt 212 ist an einer Drehmittelstützsäule 41 der Drehladeeinrichtung 4 angebracht.

[0049] Die Drehvorrichtung 2 ist so aufgebaut, dass das Werkstück 8 über die Drehstützeinspanneinrichtung 6 gestützt ist, die an dem Werkstückstützabschnitt montiert ist. Die Drehvorrichtung 2 ist an einer Position angeordnet, die zwischen der Bearbeitungsvorrichtung 3 und der Drehladeeinrichtung 4 angeordnet ist, und ist so aufgebaut, dass das Werkstück 8 von beiden Seiten gestützt wird und um die Drehmittelachse 201 parallel zu der Drehmittelachse 401 der Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird.

[0050] Wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist, ist die Drehstützeinspanneinrichtung 6 in einen unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61, der an dem unteren Stützabschnitt 211 montiert ist, und einen oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62, der an dem oberen Stützabschnitt 212 montiert ist, so geteilt, dass das Werkstück 8 zwischen ihnen von oben und unten gehalten wird. Das Werkstück 8 wird durch die Drehvorrichtung 2 derart gestützt, dass die axiale Richtung des Werkstückes 8 sich in der vertikalen Richtung erstreckt.

[0051] **Fig. 4** zeigt den Zustand, bei dem die Drehstützeinspanneinrichtung 6, indem der untere Einspanneinrichtungsabschnitt 61 sich direkt mit dem oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 überlappt, durch den Greifer 5 gehalten wird.

[0052] Wie dies in **Fig. 5** gezeigt ist, kann ein Entgratungswerkzeug 63 an dem unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 angebracht werden. Das Entgratungswerkzeug 63 wird durch den unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 so gestützt, dass das Entgratungswerkzeug 63 um eine Drehmittelachse des unteren Einspanneinrichtungsabschnittes 61 umlaufen kann. Das Entgratungswerkzeug 63 wird durch den unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 so gestützt, dass das Entgratungswerkzeug 63 um eine Drehmittelachse drehen kann, die parallel zu der Drehmittelachse 201 der Drehvorrichtung 2 ist. Darüber hinaus ist das Entgratungswerkzeug 63 mit einer Anschlagschraube 64 versehen, die mit einem Stab (Stange) 65 in Eingriff steht, der an einer Halterung der Drehbearbeitungsmaschine 1 angeordnet ist (an dieser steht). Wenn der untere Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an dem unteren

Stützabschnitt 211 montiert ist, steht die Anschlagschraube 64 mit dem Stab 65 so in Eingriff, dass das Entgratungswerkzeug 63 nicht um die Drehmittelachse des unteren Einspanneinrichtungsabschnittes 61 umläuft.

[0053] In diesem Fall kann, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist, das Entgratungswerkzeug 63 Grate 82, die in dem unteren Teil des Werkstückes 8 in der axialen Richtung ausgebildet sind (eine Vielzahl an Vorsprüngen, die an dem Ende ausgebildet sind, das geschnitten worden ist), wenn Zähne in den Außenumfang des Werkstückes 8 mit dem Schneidwerkzeug 7 von oben schneiden, in der axialen Richtung entfernen. Das Entgratungswerkzeug 63 entfernt die Grate 82, während es sich im Ansprechen auf die Drehung des Werkstückes 8 dreht. Das Entgratungswerkzeug 63 kann an dem oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 angebracht sein.

[0054] Wie dies in **Fig. 7** gezeigt ist, wird das Schneidwerkzeug 7 des vorliegenden Ausführungsbeispiels an der Palette 70 gehalten, die durch jeden Greifer 5 der Drehladeeinrichtung 4 gehalten wird. Die Palette 70 hat einen Basisabschnitt 71, der durch den Greifer 5 gehalten wird, und einen Schneidwerkzeughalteabschnitt 72, der an einer Position ausgebildet ist, die von der Mitte des Basisabschnittes 71 versetzt ist, und der das Schneidwerkzeug 7 hält. Der Basisabschnitt 71 ist in einer Scheibenform so ausgebildet, dass jeder Greifer 5 mit Leichtigkeit den Basisabschnitt 71 halten kann. Der Schneidwerkzeughalteabschnitt 72 ist so aufgebaut, dass ein Paar an Empfangsabschnitten 721 die Wellenabschnitte an beiden Enden des Schneidwerkzeuges 7 empfangen kann, das derart angeordnet ist, dass seine Achse sich in der horizontalen Richtung erstreckt. Indem die Palette 70 durch den Greifer 5 gehalten wird, ist der Schneidwerkzeughalteabschnitt 72 der Palette 70 außerhalb des Drehradius des Greifers 5 angeordnet.

[0055] Die Bearbeitungsvorrichtung 3 ist so aufgebaut, dass der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 vorwärts bewegt wird und der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 nach oben und nach unten so bewegt wird, dass das Schneidwerkzeug 7 in dem Schneidwerkzeughalteabschnitt 72 der Palette 70, die durch den Greifer 5 gehalten wird, an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 montiert ist.

[0056] Wie dies in **Fig. 1** gezeigt ist, ist die Drehladeeinrichtung 4 des vorliegenden Ausführungsbeispiels so ausgebildet, dass die Vielzahl an Greifern 5 um die Drehmittelstützsäule 41 drehbar angeordnet ist. Die Drehmittelachse 401 der Drehmittelstützsäule 41 erstreckt sich in der vertikalen Richtung, und jeder Greifer 5 ist so aufgebaut, dass er um die Drehmittelstützsäule 41 in der horizontalen Richtung dreht.

[0057] Die in Vielzahl vorgesehenen Greifer 5 sind so aufgebaut, dass sie das Werkstück 8, das Schneidwerkzeug 7 und die Drehstützeinspanneinrichtung 6 von einer Richtung halten, die senkrecht zu der Drehmittelachse 401 der Drehladeeinrichtung 4 und der Drehmittelachse 201 der Drehvorrichtung 2 ist, und zwischen dem unteren Stützabschnitt 211 (eine Drehspindel 21, die nachstehend beschrieben ist) und dem oberen Stützabschnitt 212 (die andere Drehspindel 22) der Drehvorrichtung 2 passieren.

[0058] Der Greifer 5 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist an vier Positionen vorgesehen, die um 90° voneinander an dem Außenumfang der Drehmittelstützsäule 41 verschoben sind. Jeder Greifer 5 kann in Bezug auf die Drehmittelstützsäule 41 sich individuell nach oben und nach unten bewegen. Der Greifer 5 kann unter regelmäßigen Abständen an zwei oder drei Positionen oder fünf oder mehr Positionen um die Drehmittelstützsäule 41 herum vorgesehen sein.

[0059] Die Drehladeeinrichtung 4 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist so aufgebaut, dass entweder das Werkstück 8, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 und/oder die Palette 70, die das Schneidwerkzeug 7 hält, hineinbefördert und herausbefördert wird/werden. Jeder Greifer 5 ist so aufgebaut, dass er sich aufeinanderfolgend zu der Liefer/Empfangsposition 501 wendet, um der Drehvorrichtung 2 zugewandt zu sein, und zu einer Hereinbeförderungs-/Herausbeförderungsposition 502 wendet, die an der Seite der Drehmittelstützsäule 41 angeordnet ist, die von der Drehvorrichtung 2 entgegengesetzt ist.

[0060] Jeder Greifer 5 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist so aufgebaut, dass er ein Werkstück 8 vor dem Bearbeiten zu der Drehvorrichtung 2 liefert und ein bearbeitetes Werkstück 8 von der Drehvorrichtung 2 herausnimmt, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 zu der Drehvorrichtung 2 liefert und von dieser herausnimmt, und das Schneidwerkzeug 7 zu der Bearbeitungsvorrichtung 3 liefert und von dieser herausnimmt.

[0061] Obwohl dies in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, ist eine Übertragungsvorrichtung, die dazu in der Lage ist, entweder das Werkstück 8, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 und/oder die Palette 70 zu befördern (zu übertragen), an der Seite der Drehladeeinrichtung 4 angeordnet, die von der Drehvorrichtung 2 entgegengesetzt ist.

[0062] Die Übertragungsvorrichtung kann in verschiedener Art und Weise in Bezug auf die Drehladeeinrichtung 4 angeordnet sein. Beispielsweise kann das Werkstück 8, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 und die Palette 70 durch die gleiche Übertragungsvorrichtung hineinbefördert und herausbe-

fördert werden, oder kann durch verschiedene Übertragungsvorrichtungen hineinbefördert und herausbefördert werden. Die Übertragungsvorrichtung kann an einer Vielzahl an Positionen um die Drehmittelstützsäule 41 herum angeordnet sein, um die die Greifer 5 sich drehen.

[0063] Der Betrieb der Drehbearbeitungsmaschine 1 und des Drehbearbeitungsverfahrens des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist nachstehend beschrieben.

[0064] Wie dies in **Fig. 8** gezeigt ist, hält beim Behandeln des Werkstückes 8 der Greifer 5, der an der Hereinbeförderungsposition/Herausbeförderungsposition 502 angeordnet ist, die Palette 70, die das Schneidwerkzeug 7 entsprechend der Art ein Werkstück 8 hält. Zu diesem Zeitpunkt hält der Greifer 5 den Basisabschnitt 71 der Palette 70, wobei die Seite, an der der Schneidwerkzeughalteabschnitt 72 und das Schneidwerkzeug 7 angeordnet sind, an der Vorderseite angeordnet ist (die Seite, die von der Drehmittelstützsäule 41 weiter weg ist).

[0065] Die Drehladeeinrichtung 4 wird gedreht, um den Greifer 5, der die Palette 70 mit dem daran gehaltenen Schneidwerkzeug 7 hält, zu der Liefer-/Empfangsposition 501 zu bewegen. Dann wird, wie dies in **Fig. 9** gezeigt ist, wobei sich die Drehmittelachse 301 des Schneidwerkzeugmontageabschnittes 31 der Bearbeitungsvorrichtung 3 in der horizontalen Richtung erstreckt, der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 vorwärts bewegt und nach oben, nach unten, nach rechts oder nach links bewegt, und das Schneidwerkzeug 7, das durch die Palette 70 gehalten wird, wird an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 montiert.

[0066] Wie dies in **Fig. 10** gezeigt ist, hält der Greifer 5, der an der Hereinbeförderungsposition/Herausbeförderungsposition 502 angeordnet ist, die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die der Art an Werkstück 8 entspricht und die den oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 hat, der an den unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 angeordnet ist. Zu diesem Zeitpunkt hält der Greifer 5 den unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61.

[0067] Die Drehladeeinrichtung 4 wird so gedreht, dass der Greifer 5, der die Drehstützeinspanneinrichtung 6 hält, zu der Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird. Dann wird dieser Greifer 5 nach unten bewegt, um den unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 der Drehstützeinspanneinrichtung 6 auf den unteren Stützabschnitt 211 an dem Drehtisch 20 der Drehvorrichtung 2 zu montieren. Danach wird der obere Stützabschnitt 212 auf der Drehmittelstützsäule 41 der Drehladeeinrichtung 4 nach unten bewegt, um den oberen Einspanneinrichtungs-

abschnitt 62 der Drehstützeinspanneinrichtung 6 auf den oberen Stützabschnitt 212 zu montieren.

[0068] Anschließend hält der Greifer 5, der an der Hereinbeförderungsposition/Herausbeförderungsposition 502 angeordnet ist, das Werkstück 8 entsprechend der Drehstützeinspanneinrichtung 6. Dann wird der obere Stützabschnitt 212 an der Drehmittelstützsäule 41 der Drehladeeinrichtung 4 nach oben zurück versetzt. Die Drehladeeinrichtung 4 wird so gedreht, dass der Greifer 5, der das Werkstück 8 hält, zu der Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird.

[0069] Danach wird der Greifer 5, der das Werkstück 8 hält, nach unten bewegt, um das Werkstück 8 auf dem unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an den unteren Stützabschnitt 211 an dem Drehtisch 20 zu montieren. Dann werden der obere Stützabschnitt 212 und der obere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 nach unten bewegt, um den oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 auf den oberen Teil des Werkstück 8 zu montieren, das an dem unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 montiert ist. Anschließend wird, indem das Werkstück 8 durch den unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und den oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 gestützt ist, der Drehtisch 20 um die Drehmittelachse 201 gedreht.

[0070] Das Schneidwerkzeug 7 an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31, dessen Drehmittelachse 301 in Bezug auf die horizontale Richtung geneigt ist, wird näher zu dem Werkstück 8 bewegt, und der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 wird um die Drehmittelachse 301 gedreht. Das Drehschneidwerkzeug 7 schneidet Zähne in das sich drehende Werkstück 8 zum Ausbilden der Verzahnungsflächen 81 in einem schraubenartigen (spiralartigen) Muster an dem Außenumfang des Werkstückes 8.

[0071] Nachdem die Verzahnungsflächen 81 in einem schraubenartigen Muster an dem Außenumfang des Werkstückes 8 ausgebildet worden sind, werden der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 und das Schneidwerkzeug 7 zurückversetzt, und der obere Stützabschnitt 212 und der obere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 werden nach oben zurückversetzt. Danach wird das bearbeitete Werkstück 8 durch den Greifer 5 gehalten, der an der Liefer/Empfangsposition 501 angeordnet ist, und die Drehladeeinrichtung 4 wird so gedreht, dass dieses Werkstück 8 zu der Hereinbeförderungsposition/Herausbeförderungsposition 502 bewegt wird. Gleichzeitig zu dieser Bewegung wird ein Werkstück 8, das noch nicht bearbeitet worden ist, durch den Greifer 5 gehalten und zu der Liefer/Empfangsposition 501 bewegt. Verzahnungsflächen 81 werden an diesem Werkstück 8, das noch nicht

bearbeitet worden ist, in einer Weise ausgebildet, die ähnlich wie vorstehend beschrieben ist. Anschließend wird der Vorgang zum Hereinbefördern des Werkstückes 8, Bearbeiten des Werkstückes 8 und Herausbefördern des Werkstückes 8 gemäß der Anzahl an zu bearbeitenden Werkstücken 8 wiederholt.

[0072] Dann werden beim Ausführen des Einstellvorgangs zum Ändern der Art an zu bearbeitendem Werkstück 8 das Schneidwerkzeug 7 und die Drehstützeinspanneinrichtung 6 ausgetauscht, bevor das Werkstück 8 zu der Drehvorrichtung 2 befördert wird. Wie dies in den **Fig.** 8 und 9 gezeigt ist, wird beim Austauschen des Schneidwerkzeuges 7 der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 so bewegt, dass das verwendete Schneidwerkzeug 7 an dem Schneidwerkzeughalteabschnitt 72 der Palette 70 angeordnet wird, die durch den Greifer 5 gehalten wird, der an der Liefer/Empfangsposition 501 angeordnet ist, und dieser Greifer 5 wird zu der Hereinbeförderposition/Herausbeförderposition 502 durch Drehen der Drehladeeinrichtung 4 bewegt. Darüber hinaus wird eine Palette 70, die ein als Nächstes zu verwendendes Schneidwerkzeug 7 hält, durch einen anderen Greifer 5 gehalten, und dieser andere Greifer 5 wird zu der Liefer/Empfangsposition 501 bewegt, indem die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird. Das Schneidwerkzeug 7, das als Nächstes verwendet wird, wird an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 in einer ähnlichen Weise wie vorstehend beschrieben montiert.

[0073] Wie dies in **Fig.** 10 gezeigt ist, wird beim Austauschen der Drehstützeinspanneinrichtung 6 der obere Stützabschnitt 212 nach unten bewegt, um den oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 von dem oberen Stützabschnitt 212 zu trennen, und den oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 auf dem unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 anzurichten. Dann hält der Greifer 5, der an der Liefer/Empfangsposition 501 angeordnet ist, die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die den oberen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 hat, der an dem unteren Einspanneinrichtungsabschnitt 61 angeordnet ist, und die Drehstützeinspanneinrichtung 6 wird zu der Hereinbeförderposition/Herausbeförderposition 502 bewegt, indem die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird. Darüber hinaus wird eine als Nächstes zu verwendende Drehstützeinspanneinrichtung 6 durch einen anderen Greifer 5 gehalten, und dieser andere Greifer 5 wird zu der Liefer/Empfangsposition 501 bewegt, indem die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird. Die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die als Nächstes zu verwenden ist, wird an dem Werkstückstützabschnitt in einer ähnlich wie vorstehend beschriebenen Weise montiert. Anschließend wird der Vorgang zum Hereinbefördern des Werkstückes 8, Bearbeiten des Werkstückes 8 und Heraus-

befördern des Werkstückes 8 gemäß der Anzahl an zu bearbeitenden Werkstücken 8 wiederholt.

[0074] Somit können gemäß der Drehbearbeitungsmaschine 1 und dem Drehbearbeitungsverfahren, die vorstehend beschrieben sind, das Werkstück 8, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 und das Schneidwerkzeug 7 unter Verwendung der gleichen Drehladeeinrichtung 4 geliefert und empfangen werden. Demgemäß kann beim Ändern der Art an zu bearbeitendem Werkstück 8 das Ersetzen der Drehstützeinspanneinrichtung 6 und des Schneidwerkzeuges 7 in einer kurzen Zeitspanne unter Verwendung der Drehladeeinrichtung 4 ausgeführt werden.

[0075] Die in Vielzahl vorgesehenen Greifer 5 können so aufgebaut sein, dass sie ein beliebiges Werkstück 8, ein beliebiges Schneidwerkzeug 7 und/oder eine beliebige Drehstützeinspanneinrichtung 6 halten. Alternativ kann jeder aus der Vielzahl an Greifern 5 als ein zugewiesener Greifer aufgebaut sein, der entweder das Werkstück 8, das Schneidwerkzeug 7 oder die Drehstützeinspanneinrichtung 6 hält.

[0076] Die Drehladeeinrichtung 4 kann so aufgebaut sein, dass sie das Werkstück 8 und das Schneidwerkzeug 7 liefert und empfängt, aber nicht die Drehstützeinspanneinrichtung 6. Dadurch kann die Zeitspanne verringert werden, die für das Ersetzen des Schneidwerkzeuges 7 erforderlich ist. In einer nicht beanspruchten Alternative kann die Drehladeeinrichtung 4 so aufgebaut sein, dass das Werkstück 8 und die Drehstützeinspanneinrichtung 6 geliefert und empfangen werden, aber nicht das Schneidwerkzeug 7. Dadurch kann die Zeitspanne verringert werden, die für das Ersetzen der Drehstützeinspanneinrichtung 6 erforderlich ist.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0077] Wie dies in **Fig.** 11 gezeigt ist, hat eine Drehbearbeitungsmaschine 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Drehvorrichtung 2, die ein zylindrisches Werkstück 8 über eine Drehstützeinspanneinrichtung 6 stützt und dreht, eine Bearbeitungsvorrichtung 3, an der ein Schneidwerkzeug 7 montiert ist zum Bearbeiten des zylindrischen Werkstückes 8, und eine Drehladeeinrichtung 4, die eine Vielzahl an Greifern 5 hat, die um eine Drehmittelachse 401 angeordnet sind, und die so dreht, dass die Vielzahl an Greifern 5 in aufeinanderfolgende Weise der Drehvorrichtung 2 zugewandt sind. Die in Vielzahl vorgesehenen Greifer 5 sind so aufgebaut, dass sie sich unabhängig nach oben und nach unten bewegen, und eine Höhenposition von jedem der Vielzahl an Greifern 5 kann festgelegt werden auf: eine erste Höhenposition 50A, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 zu der Drehvorrichtung 2 liefert und von dieser empfängt, wie dies in **Fig.** 12 gezeigt ist; eine zweite Höheposition

50B, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 zu der Drehvorrichtung 2 liefert und von dieser empfängt, wie dies in **Fig. 13** gezeigt ist; und eine dritte Höhenposition 50C, an der der Greifer 5 das Schneidwerkzeug 7 zu der Bearbeitungsvorrichtung 3 liefert und von dieser empfängt, wie dies in **Fig. 14** gezeigt ist.

[0078] Die Drehladeeinrichtung 4 ist so aufgebaut, dass jeder Greifer 5 zwischen einer externen Liefer-/Empfangsposition 502, an der der Greifer 5 einem (nicht gezeigten) externen Übertragungssockel (Gestell) zugewandt ist, und einer internen Liefer-/Empfangsposition 501 gedreht wird, an der der Greifer 5 der Drehvorrichtung 2 zugewandt ist. Die Drehladeeinrichtung 4 ist so aufgebaut, dass die Höhenposition des Greifers 5 auf eine Höhenposition aus der ersten bis dritten Höhenposition 50A, 50B, 50C an entweder der externen Liefer/Empfangsposition 502 oder der internen Liefer/Empfangsposition 501 festgelegt wird (eingestellt wird) und der Greifer 5 zu der anderen Liefer/Empfangsposition 501, 502 zurückkehrt, während der Greifer 5 bei der eingestellten Höhenposition 50A, 50B, 50C gehalten wird.

[0079] Die Drehbearbeitungsmaschine 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist nachstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 11** bis **14** detailliert beschrieben.

[0080] Wie dies in **Fig. 12** gezeigt ist, ist die Drehvorrichtung 2 so aufgebaut, dass eine Drehspindel 21, die an dem Drehtisch vorgesehen ist, unter Verwendung einer Drehantriebsquelle gedreht wird, und die andere Drehspindel 22 im Ansprechen auf die Drehung der einen Drehspindel 21 sich dreht. Die Drehvorrichtung 2 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist derart angeordnet, dass ihre Drehmittalachse 201 sich in der vertikalen Richtung erstreckt, wobei die eine Drehspindel 21 an der unteren Seite in der vertikalen Richtung ist und die andere Drehspindel 22 an der oberen Seite in der vertikalen Richtung ist. Die andere Drehspindel 22 ist an einer Drehmittelstützsäule 41 der Drehladeeinrichtung 4 angebracht.

[0081] Die Drehstützeinspanneinrichtung 6 ist durch einen Einspanneinrichtungsabschnitt (unterer Einspanneinrichtungsabschnitt) 61, der an der einen Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2 montiert ist, und einen anderen Einspanneinrichtungsabschnitt (oberer Einspanneinrichtungsabschnitt) 62 ausgebildet, der an der anderen Drehspindel 22 montiert ist, die koaxial zu der einen Drehspindel 21 in der Drehvorrichtung 2 angeordnet ist. Der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 kann in Kombination mit dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 befördert werden.

[0082] Ein zylindrisches Werkstück 8, das noch nicht bearbeitet ist, wird durch die Drehladeeinrichtung 4 zu einer Position zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61, der an der einen Drehspindel 21 montiert ist, und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62, der an der anderen Drehspindel 22 montiert ist, herein befördert. Ein bearbeitetes zylindrisches Werkstück 8 wird durch die Drehladeeinrichtung 4 von der Position zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61, der an der einen Drehspindel 21 montiert ist, und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62, der an der anderen Drehspindel 22 montiert ist, heraus befördert.

[0083] Wie dies in **Fig. 11** gezeigt ist, ist die Drehladeeinrichtung 4 so aufgebaut, dass die in Vielzahl vorgesehenen Greifer durch eine Antriebsquelle wie beispielsweise ein Motor so gedreht werden, dass jeder Greifer 5 um einen vorbestimmten Umfangswinkel zu einem Zeitpunkt bewegt wird. Jeder Greifer 5 kann durch einen elektrischen Aktuator 42, der bei der Drehmittelstützsäule 41 vorgesehen ist, individuell nach oben und nach unten gleiten. Lineare Führungen 43 sind an beiden Seiten des elektrischen Aktuators 42 angeordnet. Jeder Greifer 5 kann entlang der linearen Führungen 43 im Ansprechen auf die Antriebskraft des elektrischen Aktuators nach oben und nach unten gleiten.

[0084] Der elektrische Aktuator 42 und das Paar an linearen Führungen 43 sind auf einer Basisplatte 44 angeordnet, die bei der Drehmittelstützsäule 41 vorgesehen ist. Eine Nockenführung 45 ist an dem elektrischen Aktuator 42 und dem Paar an linearen Führungen 43 angebracht. Die Nockenführung 45 hat einen Führungsabschnitt 451, der dann angewendet wird, wenn ein Paar an Greifabschnitten 51 des Greifers 5 öffnet und schließt. Der Führungsabschnitt 451 hat eine lineare Form in seinem mittleren Abschnitt, an dem die paarweise vorgesehenen Greifabschnitte 51 so geschlossen sind, dass die paarweise vorgesehenen Greifabschnitte 51 sich parallel zueinander erstrecken. Der Führungsabschnitt 451 ist zu der Drehmittelstützsäule 41 an seinen äußeren Abschnitten, an denen die paarweise vorgesehenen Greifabschnitte 51 geöffnet werden, gekrümmmt.

[0085] Wie dies in **Fig. 13** gezeigt ist, wird, indem der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 an dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 angeordnet und mit diesem kombiniert ist, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 zu der Drehvorrichtung 2 durch die Drehladeeinrichtung 4 übertragen (befördert). Sowohl die Drehstützeinspanneinrichtung 6 als auch das zylindrische Werkstück 8 als auch das Schneidwerkzeug 7 wird von dem externen Übertragungssockel oder einem Roboter durch den Greifer 5 gehalten, der an der externen Liefer/Empfangsposition 502 angeordnet ist, und die Drehladeeinrichtung

4 wird so gedreht, dass dieser Greifer 5 zu der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird. Somit wird jeweils die Drehstützeinspanneinrichtung 6, das zylindrische Werkstück 8 und das Schneidwerkzeug 7 zu der Position übertragen, die der Drehvorrichtung zugewandt ist.

[0086] Die Drehstützeinspanneinrichtung 6 ist so aufgebaut, dass der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 zusammen kombiniert sind, indem ihre jeweiligen Mitten zueinander ausgerichtet sind, wobei eine Mittelwelle 621, die an einer Mittenposition des anderen Einspanneinrichtungsabschnittes 62 nach unten vorragt, in ein mittleres Loch 611 eingeführt wird, das an einer Mittelposition des einen Einspanneinrichtungsabschnittes 61 ausgebildet ist. Ein mittleres Loch 83 ist in der Mitte des zylindrischen Werkstückes 8 ausgebildet. Wenn das zylindrische Werkstück 8 zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 gehalten wird, wird die Mittelwelle 621, die durch das mittlere Loch 83 des zylindrischen Werkstückes 8 eingeführt ist, in das mittlere Loch 611 eingeführt. Der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 werden miteinander kombiniert, indem die jeweiligen Mitten der Mittelwelle 621 und des mittleren Lochs 611 zueinander ausgerichtet sind, unabhängig davon, ob der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 das zylindrische Werkstück 8 zwischen ihnen halten oder nicht.

[0087] Die Drehstützeinspanneinrichtung 6 wird auf der Drehvorrichtung 2 wie folgt montiert.

[0088] Wie dies in den **Fig. 13** und **15** gezeigt ist, hält der Greifer 5, der an der externen Liefer/Empfangsposition 502 angeordnet ist, zuerst von dem externen Übertragungssockel oder dem Roboter, die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die den anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 hat, der an dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 angeordnet ist. Danach wird die Drehladeeinrichtung 4 so gedreht, dass der Greifer 5, der an der externen Liefer/Empfangsposition 502 angeordnet ist, zu der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird. Dann wird der Greifer 5, der zu der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, nach unten bewegt, um den einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 auf die eine Drehspindel 21 zu montieren. Danach wird die andere Drehspindel 22, die an der Drehmittelstützsäule 41 der Drehladeeinrichtung 4 vorgesehen ist, nach unten bewegt, um den anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 auf die andere Drehspindel 22 zu montieren. Anschließend wird die andere Drehspindel 22 nach oben so bewegt, dass das zylindrische Werkstück 8 zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und dem

anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 empfangen werden kann.

[0089] Wie dies in **Fig. 15** gezeigt ist, ist ein Entgratungswerkzeug 63 an dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 der Drehstützeinspanneinrichtung 6 angebracht. Das Entgratungswerkzeug 63 ist so angebracht, dass es dazu in der Lage ist, um eine Mittelachse 601 des einen Einspanneinrichtungsabschnittes 61 zu drehen, und ist so aufgebaut, dass eine Endfläche des zylindrischen Werkstückes 8 entgratet wird, das zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 gehalten wird.

[0090] Das Entgratungswerkzeug 63 des vorliegenden Ausführungsbeispiels hat einen Ringabschnitt 631, der um eine Mittelachse 601 des einen Einspanneinrichtungsabschnittes 61 drehbar ist, einen Stützarmabschnitt 632, der so vorgesehen ist, dass er zu einer Seite in der Umfangsrichtung von dem Ringabschnitt 631 vorragt, und einen Drehwerkzeugabschnitt 633, der in dem Stützarmabschnitt 632 so gestützt ist, dass er um eine Mittelachse drehbar ist, die parallel zu der Mittelachse 601 des einen Einspanneinrichtungsabschnittes 61 parallel ist. Der Stützarmabschnitt 632 ist mit einer Anschlagschraube 64 versehen, die mit einem Halteelement (Stab) 65 in Eingriff steht (sh. **Fig. 6**), das an einer Halterung der Drehbearbeitungsmaschine 1 angeordnet ist (an dieser steht).

[0091] Wenn der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an der einen Drehspindel 21 montiert ist, steht die Anschlagschraube 64 des Stützarmabschnittes 632 mit dem Halteelement 65 so in Eingriff, dass das Entgratungswerkzeug 63 sich nicht um die Mittelachse 601 des einen Einspanneinrichtungsabschnittes 61 dreht, wenn die eine Drehspindel 21 und der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 drehen.

[0092] Wie dies in **Fig. 12** gezeigt ist, wird die Höhenposition des Greifers 5 auf die folgenden drei Höhenpositionen geändert, wenn der Greifer 5 zwischen der externen Liefer/Empfangsposition 502 und der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, während das zylindrische Werkstück 8 gehalten wird. Das heißt, die Höhenposition des Greifers 5 kann geändert werden zu: einer Höhenposition, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 an der externen Liefer/Empfangsposition 502 liefert und empfängt; eine Höhenposition, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 hält und durch die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird; und eine Höhenposition, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 an der internen Liefer/Empfangsposition 501 liefert und empfängt. Die Höhenposition, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 hält und durch die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird, ist die erste

Höhenposition 50A, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 zu der Drehvorrichtung 2 liefert und von dieser empfängt. Die erste Höhenposition 50A ist als eine Höhenposition festgelegt, an der das zylindrische Werkstück 8, das durch den Greifer 5 gehalten wird, geringfügig höher als der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an der Drehvorrichtung 2 angeordnet ist.

[0093] Wie dies in **Fig. 13** gezeigt ist, wird die Höhenposition des Greifers 5 auf die folgenden drei Höhenpositionen geändert, wenn der Greifer 5 zwischen der externen Liefer/Empfangsposition 502 und der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, während die Drehstützeinspanneinrichtung 6 gehalten wird.

[0094] Das heißt, die Höhenposition des Greifers 5 kann geändert werden zu: einer Höhenposition, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 an der externen Liefer/Empfangsposition 502 liefert und empfängt; eine Höhenposition, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 hält und durch die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird; und eine Höhenposition, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 an der internen Liefer/Empfangsposition 501 liefert und empfängt. Die Höhenposition, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 hält und durch die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird, ist die zweite Höhenposition 50B an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 zu der Drehvorrichtung 2 liefert und von dieser empfängt. Die zweite Höhenposition 50B ist als eine Höhenposition festgelegt, an der die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die durch den Greifer 5 gehalten wird, geringfügig höher angeordnet ist als die eine Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2.

[0095] Wie dies in **Fig. 14** gezeigt ist, wird die Höhenposition des Greifers 5 auf die folgenden drei Höhenpositionen geändert, wenn der Greifer 5 zwischen der externen Liefer/Empfangsposition 502 und der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, während eine Palette 70 mit dem darauf gehaltenen Schneidwerkzeug 7 gehalten wird. Das heißt, die Höhenposition des Greifers 5 kann geändert werden zu: einer Höhenposition, an der der Greifer 5 die Palette 70 an der externen Liefer/Empfangsposition 502 liefert und empfängt; einer Höhenposition, an der der Greifer 5 die Palette 70 hält und durch die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird; und einer Höhenposition, an der der Greifer 5 das Schneidwerkzeug 7, das an der Palette 70 gehalten wird, zu einem Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 der Bearbeitungsvorrichtung 3 an der internen Liefer/Empfangsposition 501 liefert und von diesem empfängt. Die Höhenposition, an der der Greifer 5 die Palette 70 hält und durch die Drehladeeinrichtung 4 gedreht wird, ist die dritte Höhenposition 50C, an der der Greifer 5 das Schneidwerkzeug 7 zu der Bearbei-

tungsvorrichtung 3 liefert und von dieser empfängt. Die dritte Höhenposition 50C ist an einer Höhenposition festgelegt, an der die Palette 70, die durch den Greifer 5 gehalten wird, sich geringfügig höher befindet als der eine Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an der Drehvorrichtung 2.

[0096] Der Betrieb der Drehbearbeitungsmaschine 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist nachstehend beschrieben.

[0097] Wie dies in **Fig. 14** gezeigt ist, wird beim Behandeln des zylindrischen Werkstückes 8 die Palette 70, die das Schneidwerkzeug 7 hält, das der Art an zylindrischen Werkstück 8 entspricht, durch den Greifer 5 an der externen Liefer/Empfangsposition 502 gehalten, und die Höhenposition dieses Greifers 5 ist auf die dritte Höhenposition 50C gesetzt, bei der der Greifer 5 das Schneidwerkzeug 7 liefert und empfängt. Die dritte Höhenposition 50C ist auf eine derartige Höhe festgelegt, dass der Greifer 5 und die Palette 70 nicht mit dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an der einen Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2 und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 an der anderen Drehspindel 22 in Beeinträchtigung gelangen, wenn die Drehladeeinrichtung 4 dreht. Indem der Greifer 5 an der dritten Höhenposition 50C gehalten wird, wird die Drehladeeinrichtung 4 so gedreht, dass das Schneidwerkzeug 7 an der Palette 70 gehalten durch den Greifer 5 von der externen Liefer/Empfangsposition 502 zu der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, so dass das Schneidwerkzeug 7 der Drehvorrichtung 2 und der Bearbeitungsvorrichtung 3 zugewandt ist. Dann wird der Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 der Bearbeitungsvorrichtung 3 bewegt und das Schneidwerkzeug 7, das durch den Greifer 5 gehalten wird, wird an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt 31 montiert.

[0098] Wie dies in **Fig. 13** gezeigt ist, wird die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die der Art des zylindrischen Werkstückes 8 entspricht, durch den Greifer 5 an der externen Liefer/Empfangsposition 502 gehalten, und die Höhenposition dieses Greifers 5 ist auf die zweite Höhenposition 50B festgelegt, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 liefert und empfängt. Die zweite Höhenposition 50B ist auf eine derartige Höhe festgelegt, dass der Greifer 5 und die Drehstützeinspanneinrichtung 6 nicht mit der einen Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2 in Beeinträchtigung gelangen, wenn die Drehladeeinrichtung 4 dreht. Indem der Greifer 5 an der zweiten Höhenposition 50B gehalten wird, wird die Drehladeeinrichtung 4 so gedreht, dass die Drehstützeinspanneinrichtung 6, die durch den Greifer 5 gehalten wird, von der externen Liefer/Empfangsposition 502 zu der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, so dass die Drehstützeinspanneinrichtung 6 der

Drehvorrichtung 2 zugewandt ist. Der Greifer 5 wird nach unten bewegt, um den einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 der Drehstützeinspanneinrichtung 6, die durch den Greifer 5 gehalten wird, auf die eine Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2 zu montieren.

[0099] Die andere Drehspindel 22 an der Drehmittelsäule 41 wird nach unten bewegt, um die andere Drehspindel 22 auf dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 zu montieren, der mit dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 kombiniert wird. Dann wird die andere Drehspindel 22 nach oben bewegt und zurückversetzt.

[0100] Wie dies in **Fig. 12** gezeigt ist, wird ein zylindrisches Werkstück 8 vor dem Bearbeiten durch den Greifer 5 an der externen Liefer/Empfangsposition 502 gehalten, und die Höhenposition dieses Greifers 5 ist auf die erste Höhenposition 50A gesetzt, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 liefert und empfängt. Die erste Höhenposition 50A ist auf eine derartige Höhe festgelegt, dass der Greifer 5 und das zylindrische Werkstück 8 nicht mit dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an der einen Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2 in Beeinträchtigung gelangen, wenn die Drehladeeinrichtung 4 dreht. Der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 an der anderen Drehspindel 22 der Drehvorrichtung 2 ist zu einer derartigen Position zurückversetzt, dass der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 nicht mit dem zylindrischen Werkstück 8 in Beeinträchtigung gelangt. Indem der Greifer 5 an der ersten Höhenposition 50A gehalten wird, wird die Drehladeeinrichtung 4 so gedreht, dass das zylindrische Werkstück 8, das durch den Greifer 5 gehalten wird, von der externen Liefer/Empfangsposition 502 zu der internen Liefer/Empfangsposition 501 bewegt wird, so dass das zylindrische Werkstück 8 der Drehvorrichtung 2 zugewandt ist.

[0101] Der Greifer 5 wird nach unten bewegt, um das zylindrische Werkstück 8 auf den einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 zu montieren, der an der einen Drehspindel 21 der Drehvorrichtung 2 montiert ist. Die andere Drehspindel 22 der Drehvorrichtung 2 wird nach unten bewegt, um die Mittelwelle 621 des anderen Einspanneinrichtungsabschnittes 62, der an der anderen Drehspindel 22 montiert ist, in das mittlere Loch 83 des zylindrischen Werkstückes 8 und das mittlere Loch 611 des einen Einspanneinrichtungsabschnittes 61, das an der einen Drehspindel 21 montiert ist, einzuführen (sh. **Fig. 15**).

[0102] In dieser Weise wird das zylindrische Werkstück 8 hereinbefördert und wird zwischen dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 und dem anderen Einspanneinrichtungsabschnitt 62 so gehalten, dass das zylindrische Werkstück 8 durch die Drehvorrichtung 2 gedreht werden kann.

[0103] Dann wird das Schneidwerkzeug 7 an der Bearbeitungsvorrichtung 3 gedreht, um Verzahnungsflächen 81 an dem Außenumfang des zylindrischen Werkstückes 8, das durch die Drehvorrichtung 2 gedreht wird, zu schneiden. Danach werden die andere Drehspindel 22 und der andere Einspanneinrichtungsabschnitt 62 nach oben zurückversetzt, wird das bearbeitete zylindrische Werkstück 8, das an dem einen Einspanneinrichtungsabschnitt 61 an der einen Drehspindel 21 montiert ist, durch den Greifer 5 gehalten, der sich an der internen Liefer/Empfangsposition 501 befindet, und wird die Drehladeeinrichtung 4 so gedreht, dass dieser Greifer 5 zu der externen Liefer/Empfangsposition 502 bewegt wird, wodurch das zylindrische Werkstück 8 heraus befördert wird. Anschließend wird der Vorgang des Hereinbeförderns des zylindrischen Werkstückes 8, des Bearbeitens des zylindrischen Werkstückes 8 und des Herausbeförderns des zylindrischen Werkstückes 8 gemäß der Anzahl an zu bearbeitenden zylindrischen Werkstücken 8 wiederholt.

[0104] Wenn das Ersetzen der Drehstützeinspanneinrichtung 6 oder des Schneidwerkzeuges 7 gemäß der Art an zu bearbeitendem zylindrischen Werkstück 8 erforderlich ist, wird die Drehladeeinrichtung 4 so gedreht, dass der Greifer 5, der die Drehstützeinspanneinrichtung 6 oder das Schneidwerkzeug 7 hält, sich zwischen der internen Liefer/Empfangsposition 501 und der externen Liefer/Empfangsposition 502 bewegt, während er an der zweiten Höhenposition 50B oder der dritten Höhenposition 50C gehalten wird, wobei dies in einer ähnlichen Weise wie vorstehend beschrieben geschieht.

[0105] Wie dies vorstehend beschrieben ist, kann in der Drehbearbeitungsmaschine 1 die Höhenposition des Greifers 5 an der Drehladeeinrichtung 4 auf die drei Höhenpositionen geändert werden, nämlich die Höhenposition, an der der Greifer 5 das zylindrische Werkstück 8 liefert und empfängt, die Höhenposition, an der der Greifer 5 die Drehstützeinspanneinrichtung 6 liefert und empfängt, und die Höhenposition, an der der Greifer 5 das Schneidwerkzeug 7 liefert und empfängt. Dadurch kann die Zeitspanne verringert werden, die erforderlich ist, um den Greifer 5 der Drehladeeinrichtung 4 nach oben und nach unten zu bewegen, wenn das zylindrische Werkstück 8, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 und das Schneidwerkzeug 7 geliefert und empfangen werden, und somit kann die Zeitspanne verringert werden, die für die Übertragung des zylindrischen Werkstückes 8 und für das Ersetzen der Drehstützeinspanneinrichtung 6 und des Schneidwerkzeuges 7 erforderlich ist.

[0106] In der Drehbearbeitungsmaschine 1 können das zylindrische Werkstück 8, die Drehstützeinspanneinrichtung 6 und das Schneidwerkzeug 7 unter Verwendung der gleichen Drehladeeinrichtung 4 geliefert und empfangen werden. Dadurch kann

ebenfalls die Zeitspanne reduziert werden, die für das Ersetzen der Drehstützeinspanneinrichtung 6 und des Schneidwerkzeuges 7 erforderlich ist.

Patentansprüche

1. Drehbearbeitungsmaschine (1), die Folgendes aufweist:

eine Drehvorrichtung (2), die ein Werkstück (8) hält und dreht;

eine Bearbeitungsvorrichtung (3), an der ein Schneidwerkzeug (7) montiert ist zum Bearbeiten des Werkstückes (8); und

eine Drehladeeinrichtung (4), die eine Vielzahl an Greifern (5) aufweist, die um eine Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) herum angeordnet sind, und die so dreht, dass die in Vielzahl vorgesehenen Greifer (5) aufeinanderfolgend der Drehvorrichtung (2) zugewandt sind,

wobei jeder aus der Vielzahl an Greifern (5) so aufgebaut ist, dass er sich individuell zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt, wobei die Drehladeeinrichtung (4) so aufgebaut ist, dass sie das Werkstück (8) zu der Drehvorrichtung (2) liefert und von diesem empfängt durch ein Drehen, wobei das Werkstück (8) durch den Greifer (5) direkt oder indirekt gehalten wird und der Greifer (5) zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt wird, und das Schneidwerkzeug (7) zu der Bearbeitungsvorrichtung (3) geliefert wird und von diesem empfangen wird durch Drehen, indem das Schneidwerkzeug (7) direkt oder indirekt durch den Greifer (5) gehalten wird und der Greifer (5) zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Drehvorrichtung (2) so aufgebaut ist, dass sie um eine Drehmittelachse (201) der Drehvorrichtung (2) dreht, die sich in einer vertikalen Richtung erstreckt,

die Drehladeeinrichtung (4) so aufgebaut ist, dass jeder aus der Vielzahl an Greifern (5) in einer horizontalen Richtung gedreht wird, wobei die Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) sich in der vertikalen Richtung erstreckt, und

jeder aus der Vielzahl an Greifern (5) der Drehladeeinrichtung (4), die Drehvorrichtung (2) und die Bearbeitungsvorrichtung (3) dazu in der Lage ist, sich in der vertikalen Richtung relativ zu bewegen, und so aufgebaut ist, dass die Relativbewegung ausgeführt wird, um das Werkstück (8) zwischen der Drehladeeinrichtung (4) und der Drehvorrichtung (2) zu liefern und zu empfangen und das Schneidwerkzeug (7) zwischen der Drehladeeinrichtung (4) und der Bearbeitungsvorrichtung (3) zu liefern und zu empfangen.

2. Drehbearbeitungsmaschine (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (8) eine zylindrische Form hat, und die

Bearbeitungsvorrichtung (3) so aufgebaut ist, dass beide Enden des Schneidwerkzeuges (7) an einem Schneidwerkzeugmontageabschnitt (31) der Bearbeitungsvorrichtung (3) montiert sind, und diese so aufgebaut ist, dass das Schneidwerkzeug (7) an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt (31) gedreht wird, um eine Verzahnungsfläche (81) an dem Außenumfang des Werkstücks (8), das durch die Drehvorrichtung (2) gedreht wird, auszubilden.

3. Drehbearbeitungsmaschine (1) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schneidwerkzeug (7) so aufgebaut ist, dass es durch eine Palette (70) gehalten ist, und die Palette (70) einen Basisabschnitt, der durch den Greifer (5) gehalten wird, und einen Schneidwerkzeughalteabschnitt (72) hat, der an einer Position ausgebildet ist, die von einer Mitte des Basisabschnittes versetzt ist, und der das Schneidwerkzeug (7) hält, und die Bearbeitungsvorrichtung (3) so aufgebaut ist, dass der Schneidwerkzeugmontageabschnitt (31) vorwärts bewegt wird, und so, dass das Schneidwerkzeug (7) an dem Schneidwerkzeughalteabschnitt (72) der Palette (70), die durch den Greifer (5) gehalten wird, an dem Schneidwerkzeugmontageabschnitt (31) montiert wird, der vorwärts bewegt worden ist.

4. Drehbearbeitungsmaschine (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehvorrichtung (2) so aufgebaut ist, dass das Werkstück (8) über eine Drehstützeinspanneinrichtung (6) gestützt ist, die an einem Werkstücksstützabschnitt der Drehvorrichtung (2) montiert ist, und die Drehladeeinrichtung (4) so aufgebaut ist, dass die Drehstützeinspanneinrichtung (6) zu der Drehvorrichtung (2) geliefert und von dieser empfangen wird durch Drehen, wobei die Drehstützeinspanneinrichtung (6) durch den Greifer (5) direkt oder indirekt gehalten wird.

5. Drehbearbeitungsmaschine (1) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehstützeinspanneinrichtung (6) durch einen Einstellungsabschnitt (61), der an einer Drehspindel (21) der Drehvorrichtung (2) montiert ist, und einen anderen Einstellungsabschnitt (62) ausgebildet ist, der an einer anderen Drehspindel (22) montiert ist, die koaxial zu der einen Drehspindel (21) in der Drehvorrichtung (2) angeordnet ist, und die Drehladeeinrichtung (4) so aufgebaut ist, dass ermöglicht ist, dass der Greifer (5) die Drehstützeinspanneinrichtung (6) hält, die einen Einstellungsabschnitt (61) aufweist, der mit dem anderen Einstellungsabschnitt (62) kombiniert ist.

6. Drehbearbeitungsmaschine (1) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Entgratungswerkzeug (63) an der Drehstützein-

spanneinrichtung (6) drehbar angebracht ist, und das Entgratungswerkzeug (63) so aufgebaut ist, dass es Grate entfernt, die in dem Werkstück (8) erzeugt worden sind, wenn das Werkstück (8) durch die Bearbeitungsvorrichtung (3) bearbeitet worden ist.

7. Drehbearbeitungsverfahren, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

Anwenden einer Drehvorrichtung (2), die ein Werkstück (8) hält und dreht, einer Bearbeitungsvorrichtung (3), an der ein Schneidwerkzeug (7) montiert ist zum Bearbeiten des Werkstückes (8), und einer Drehladeeinrichtung (4), die eine Vielzahl an Greifern (5) aufweist, die um eine Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) herum angeordnet sind, und die so dreht, dass die Vielzahl an Greifern (5) in Aufeinanderfolge der Drehvorrichtung (2) zugewandt sind;

wobei jeder aus der Vielzahl an Greifern (5) so aufgebaut ist, dass er sich individuell zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt; und

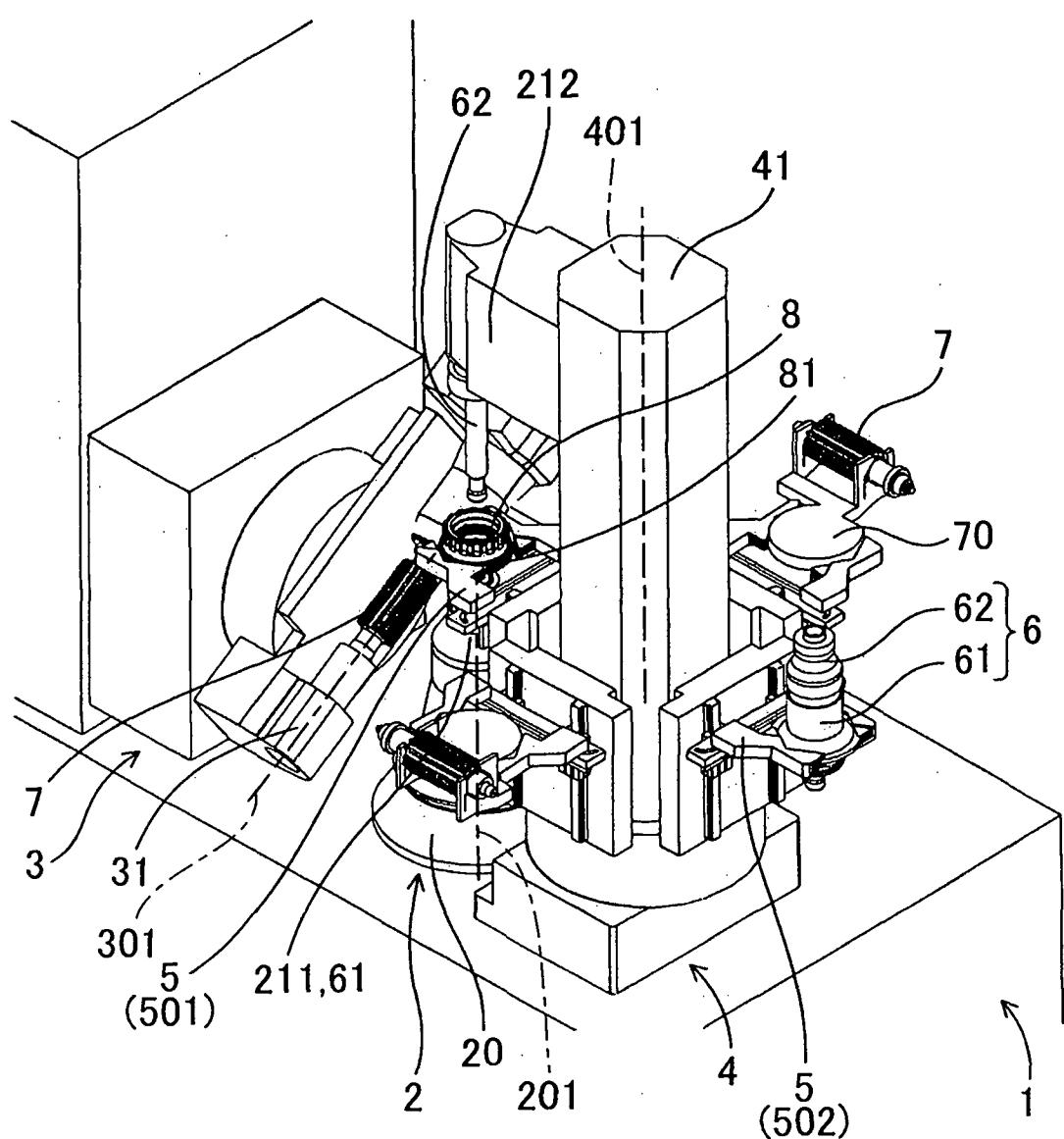
die Drehladeeinrichtung (4) ausführt: Liefern des Werkstückes (8) zu der Drehvorrichtung (2) und Empfangen des Selben von dieser durch Drehen der Drehladeeinrichtung (4), wobei das Werkstück (8) direkt oder indirekt durch den Greifer (5) gehalten wird und der Greifer (5) zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt wird, und die Drehladeeinrichtung (4) ausführt: Liefern des Schneidwerkzeuges (7) zu der Bearbeitungsvorrichtung (3) und Empfangen des Selben von dieser durch Drehen der Drehladeeinrichtung (4), wobei das Schneidwerkzeug (7) durch den Greifer (5) direkt oder indirekt gehalten wird und der Greifer (5) zu der Drehmittelachse (401) der Drehladeeinrichtung (4) bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Drehvorrichtung (2) so aufgebaut ist, dass das Werkstück (8) über eine Drehstützeinspanneinrichtung (6) gestützt wird, die an einem Werkstückstützabschnitt der Drehvorrichtung (2) montiert ist, und die Drehstützeinspanneinrichtung (6) zu der Drehvorrichtung (2) geliefert wird und von dieser empfangen wird durch Drehen der Drehladeeinrichtung (4), wobei die Drehstützeinspanneinrichtung (6) durch den Greifer (5) direkt oder indirekt gehalten wird.

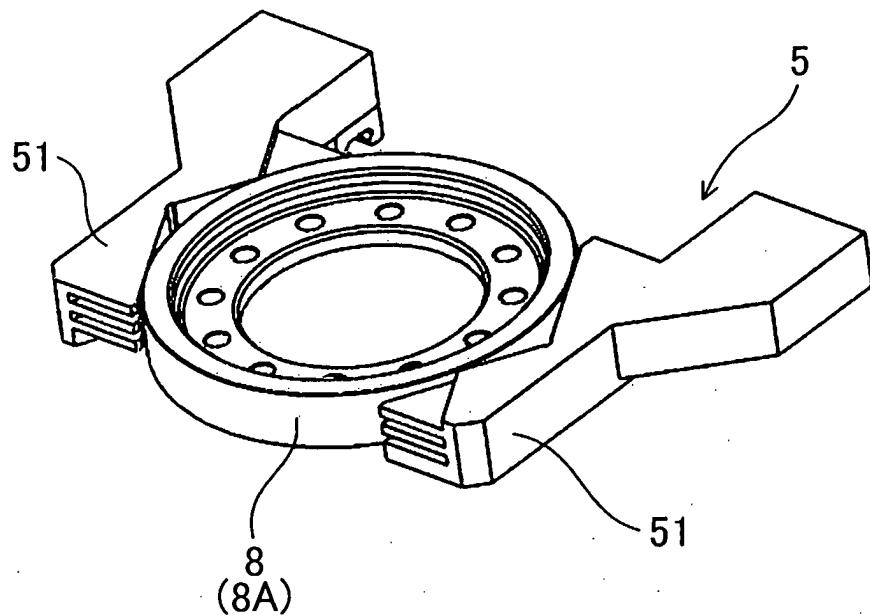
Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



F I G . 2



F I G . 3

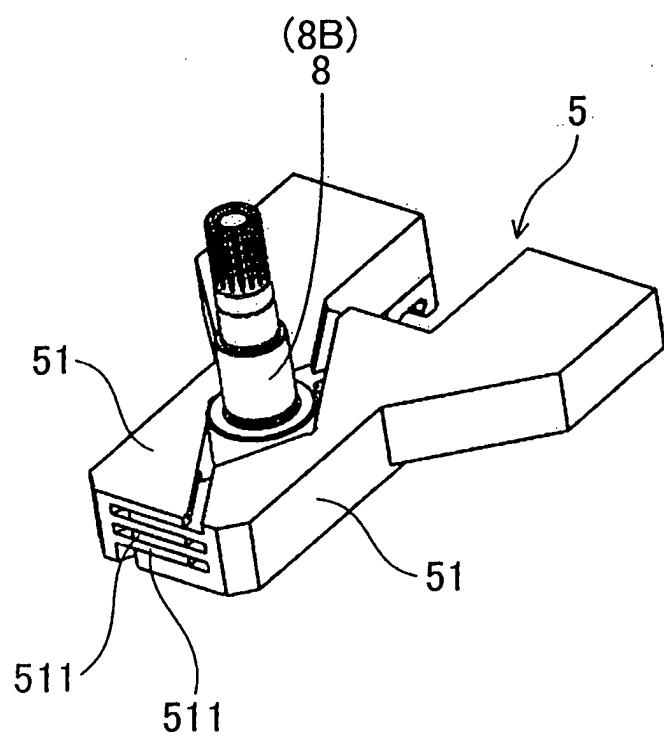
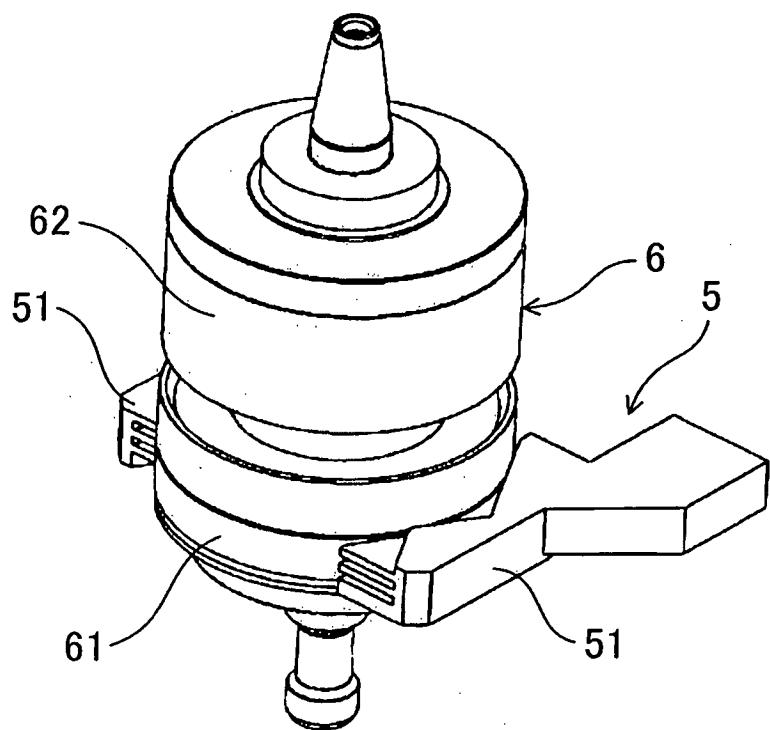


FIG. 4



F I G . 5

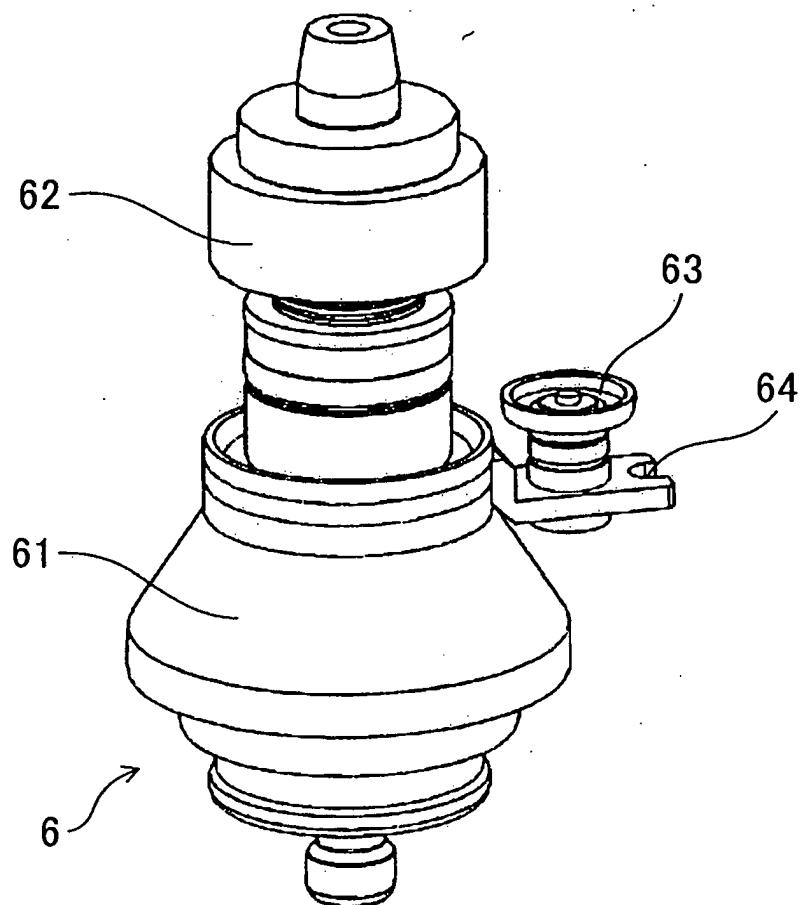
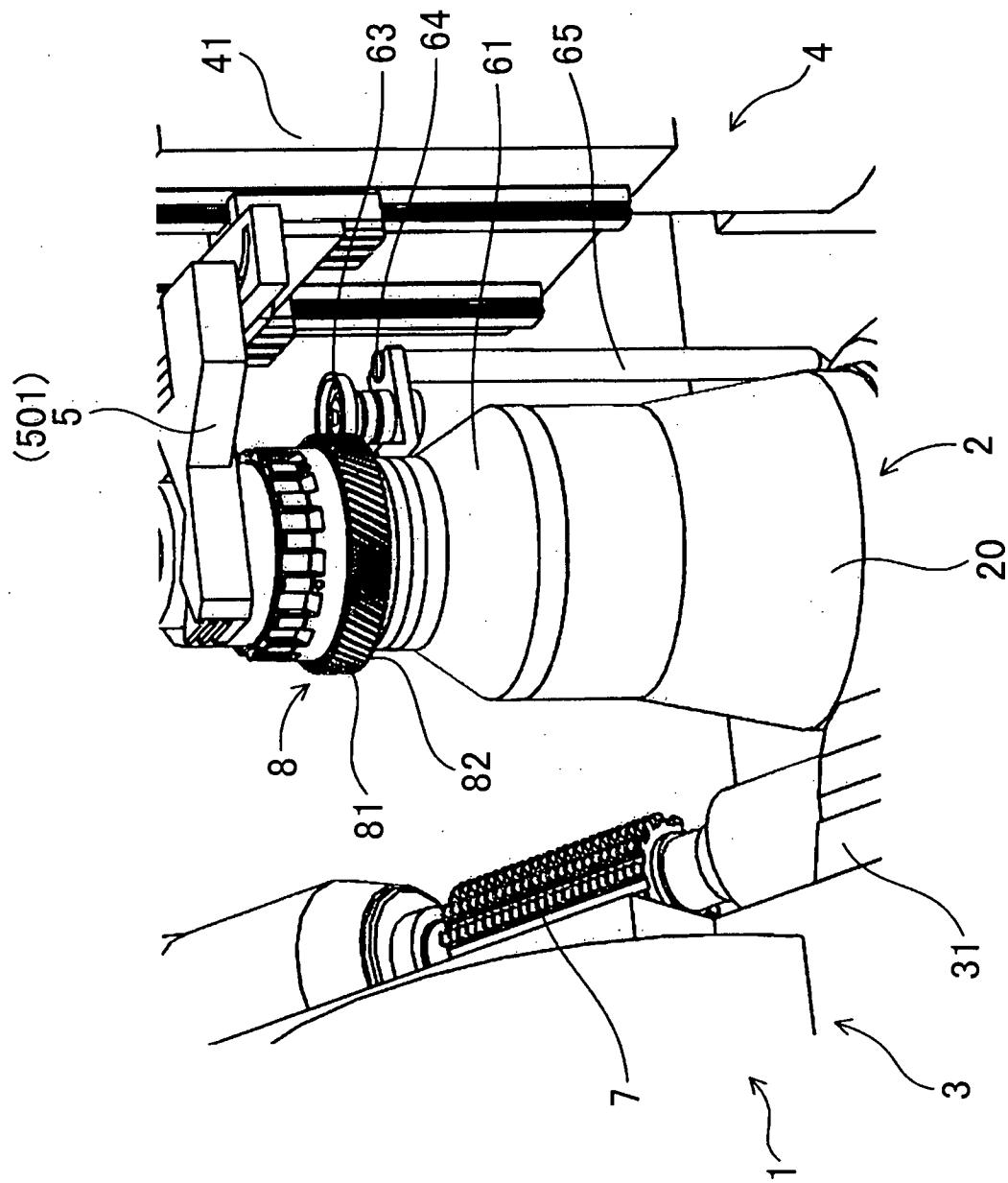


FIG. 6



F I G . 7

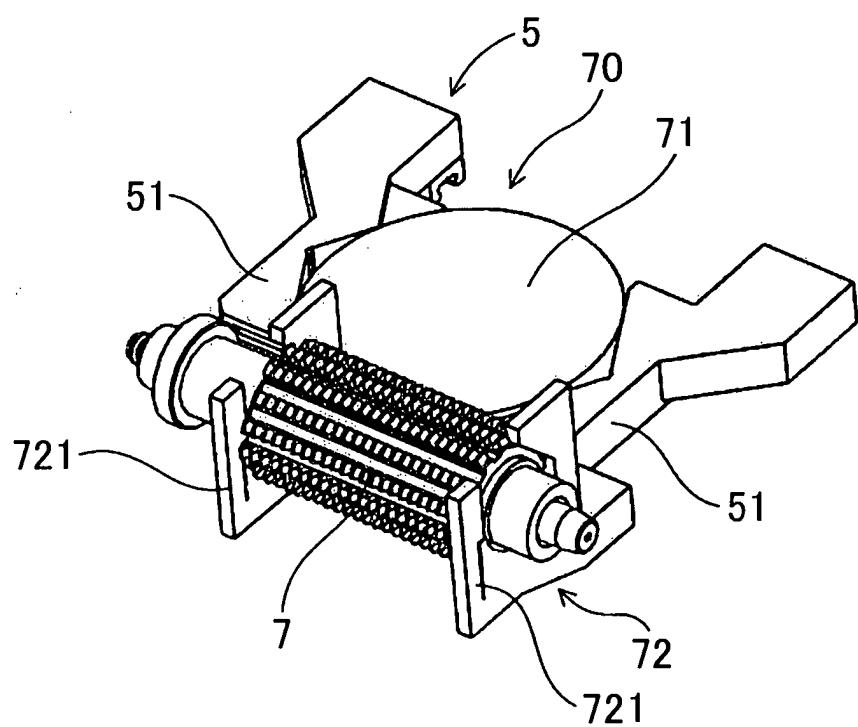


FIG. 8

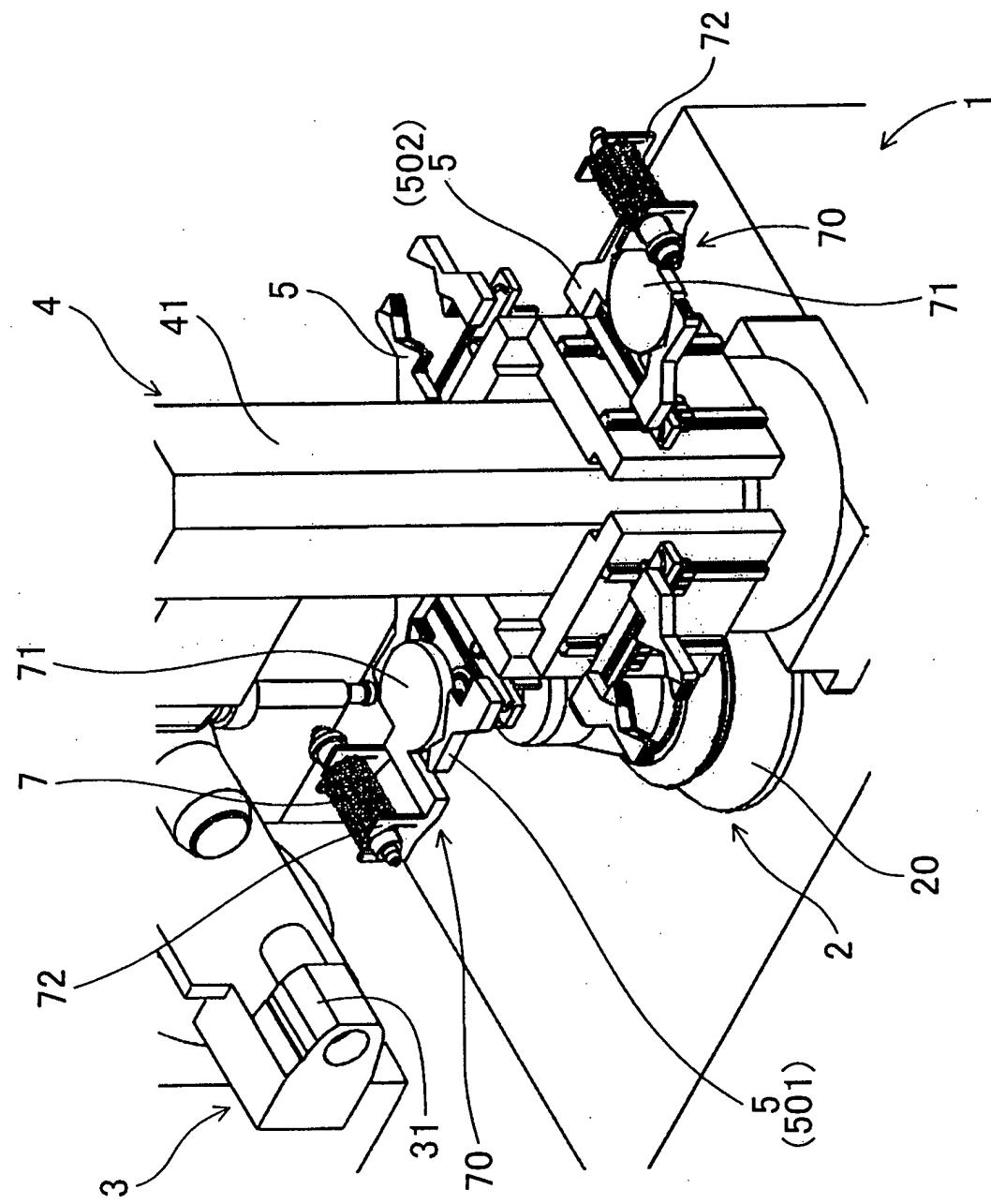


FIG. 9

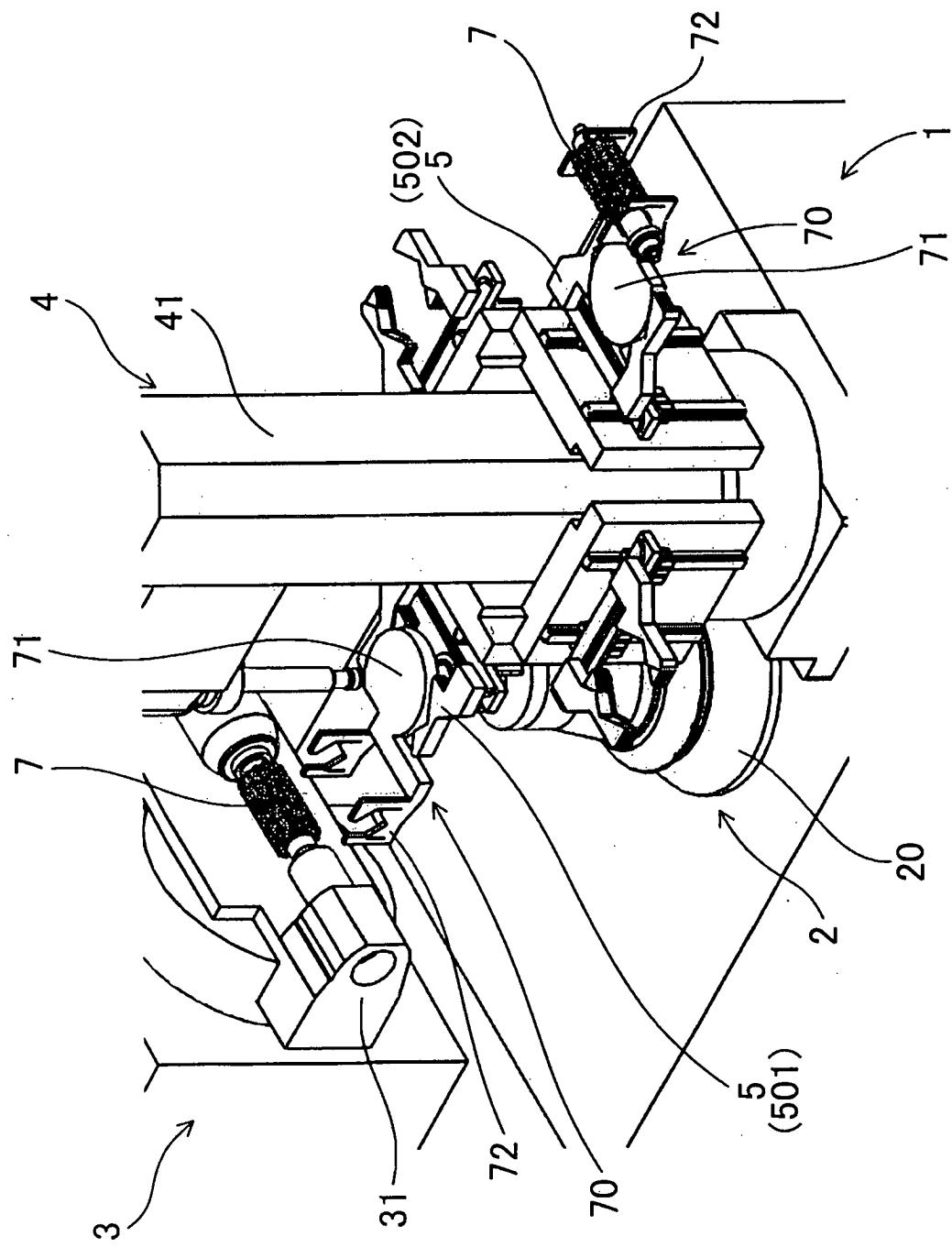


FIG. 10

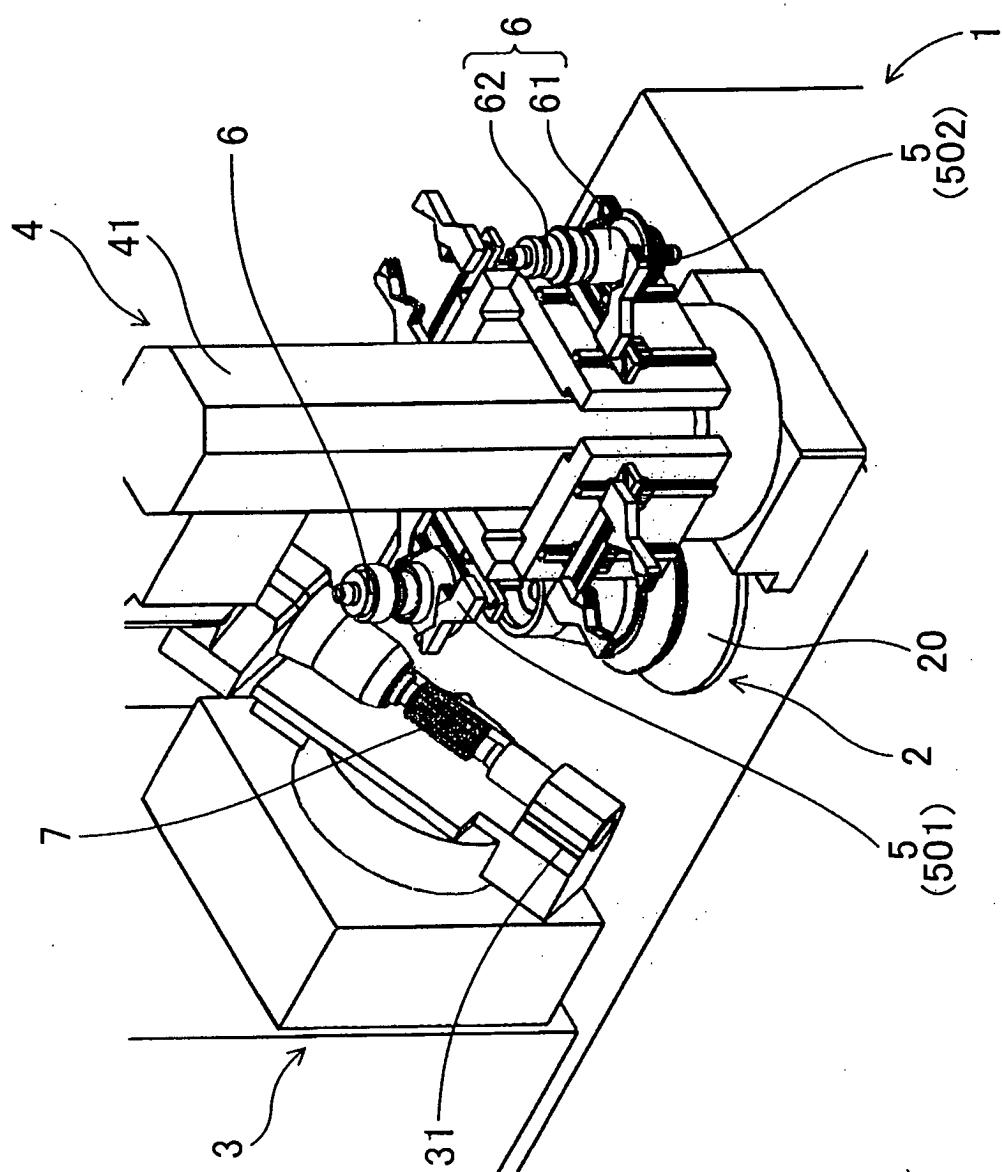


FIG. 11

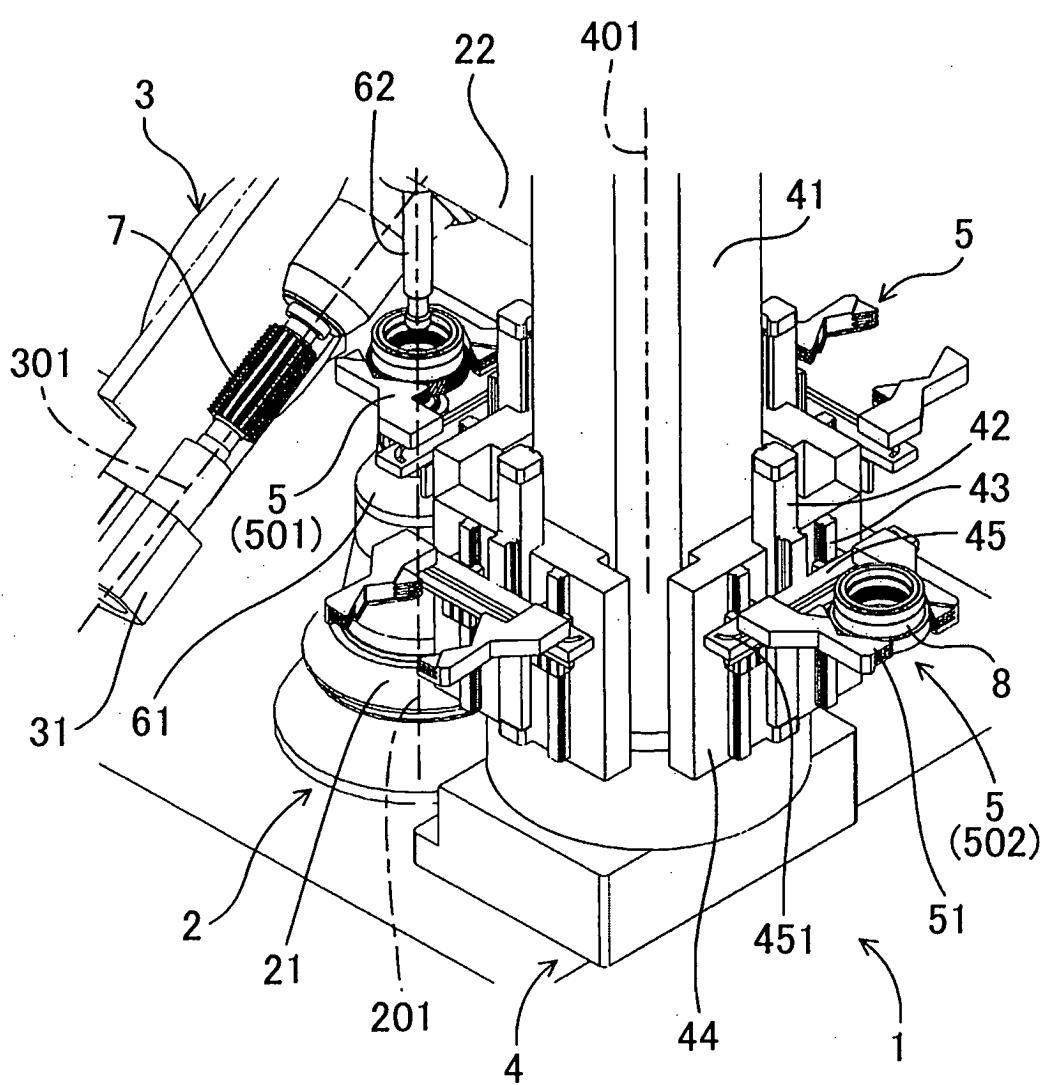


FIG. 12

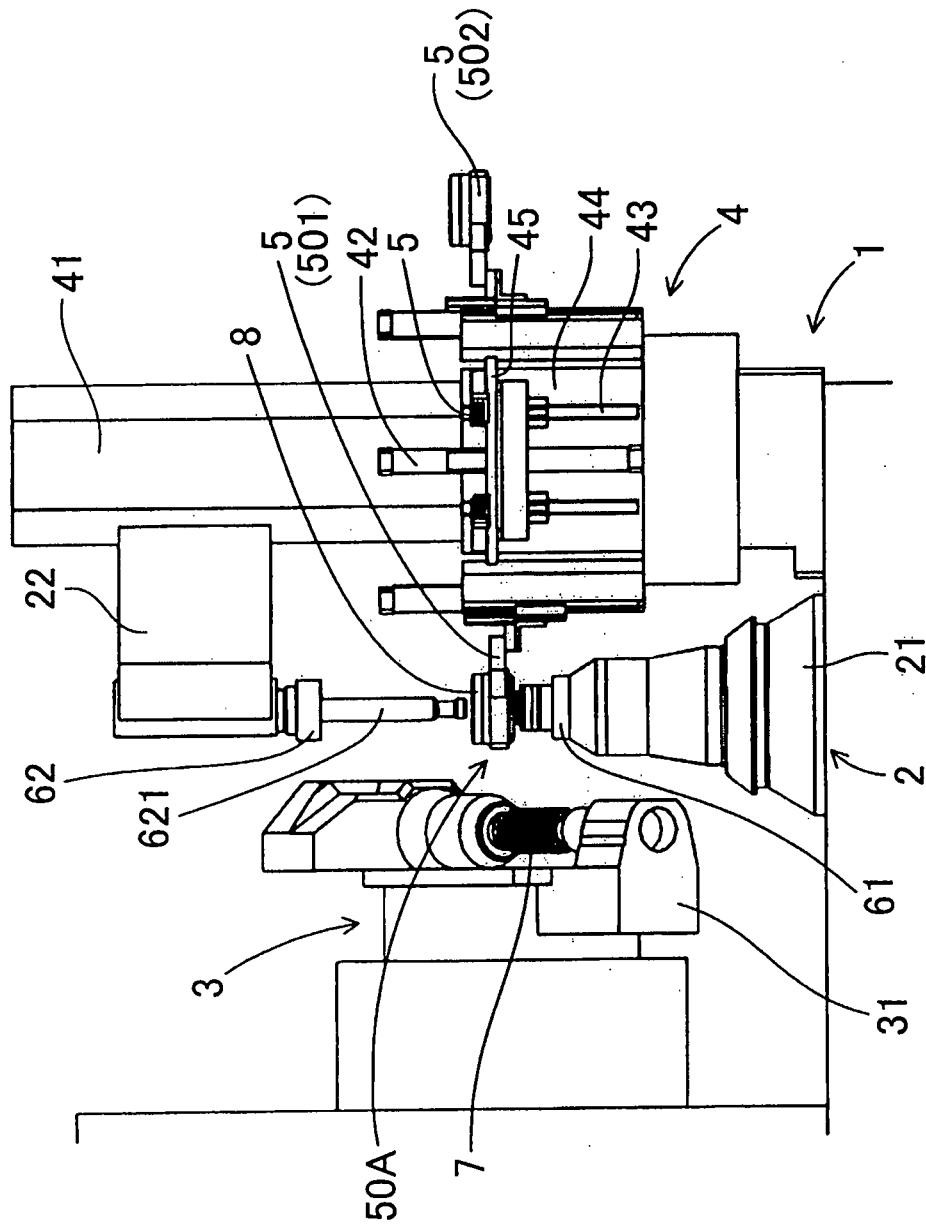


FIG. 13

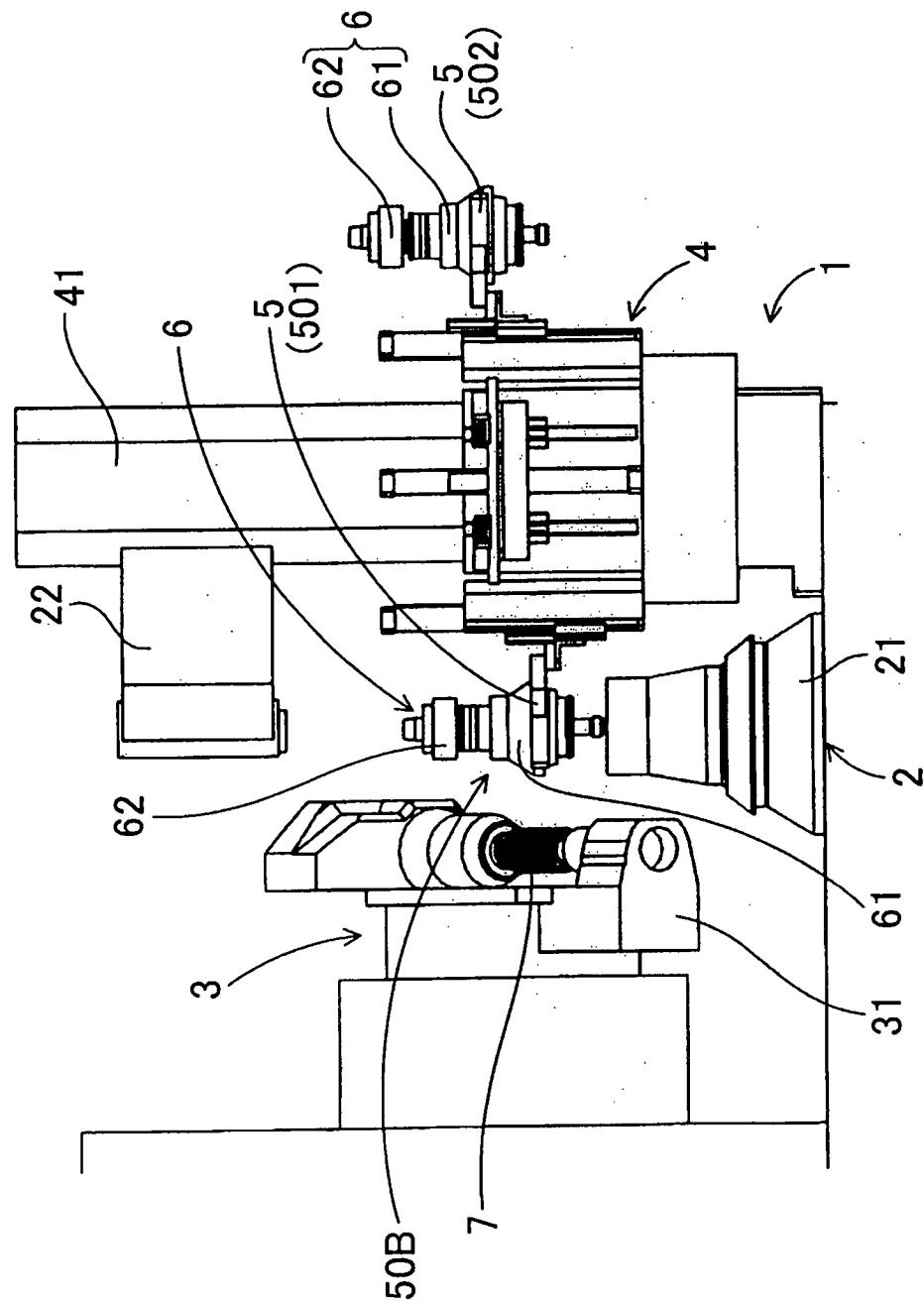
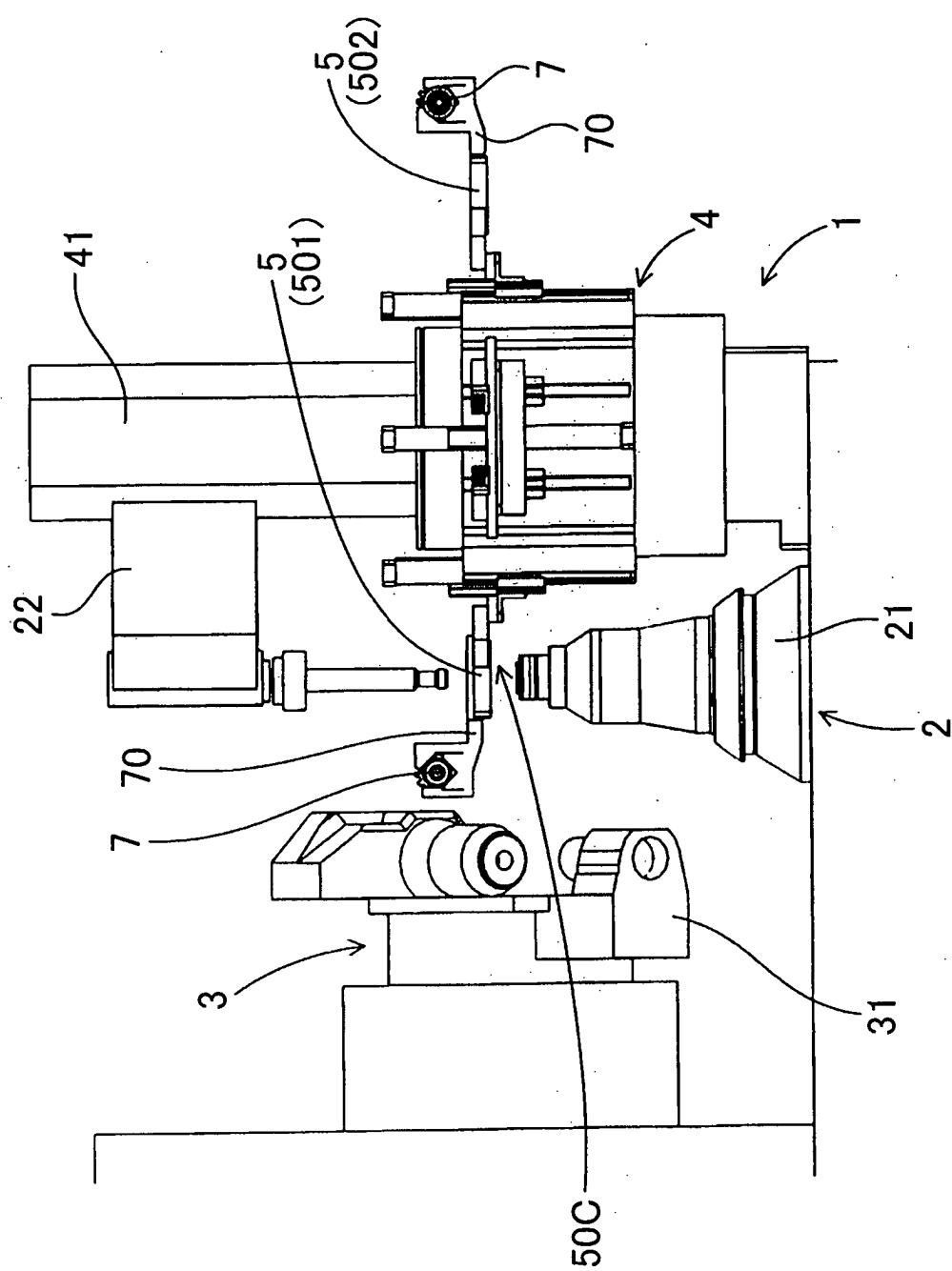


FIG. 14



F I G . 15

