

(19)



(11)

EP 4 094 890 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.12.2023 Patentblatt 2023/49

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24B 41/047^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24B 41/047; B24B 27/0076

(21) Anmeldenummer: **22165338.9**

(22) Anmeldetag: **30.03.2022**

(54) **VORRICHTUNG ZUM BEARBEITEN VON FLÄCHIGEN WERKSTÜCKEN**

DEVICE FOR PROCESSING FLAT WORKPIECES

DISPOSITIF D'USINAGE DE PIÈCES PLATES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **05.05.2021 DE 102021111672**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.11.2022 Patentblatt 2022/48

(73) Patentinhaber: **Weber, Georg**
96317 Kronach (DE)

(72) Erfinder: **Weber, Georg**
96317 Kronach (DE)

(74) Vertreter: **Schaumburg und Partner**
Patentanwälte mbB
Mauerkircherstraße 31
81679 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B4- 10 338 682 US-A- 3 874 123

EP 4 094 890 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken, die einen Maschinenrahmen hat, der eine Werkstückauflage und mindestens eine relativ zur Werkstückauflage positionierbare Trägereinheit umfasst. Die Vorrichtung hat weiterhin einen ersten und mindestens einem zweiten Bearbeitungskopf, wobei jeder Bearbeitungskopf mit der Trägereinheit verbunden ist. Jeder Bearbeitungskopf umfasst einen Werkzeugträger, der an der Trägereinheit um eine zur Werkstückauflage senkrechte erste Achse drehbar gelagert ist und der mindestens ein Werkzeug trägt, das an dem Werkzeugträger exzentrisch zur ersten Achse um eine zur Werkstückauflagefläche senkrechte zweite Achse drehbar gelagert und mit einem Planetenrad verbunden ist. Das Planetenrad steht mit einem zur ersten Achse coaxialen Sonnenrad in Getriebeeingriff. Die Werkzeugträger der Bearbeitungsköpfe sind mittels mindestens einer ersten Antriebseinheit antreibbar.

[0002] Bekannte Vorrichtungen zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken sind oft derart ausgeführt, dass der Abstand zwischen den Bearbeitungswerkzeugen und einer Werkstückauflage zur Auflage des zu bearbeitenden Werkstücks vorzugsweise motorisch einstellbar ist. So ist aus dem Dokument DE 10 2017 110 950 A1 bekannt, dass bei Schleifmaschinen der Abstand zwischen den einzelnen Schleifbürsten einerseits und einer Fördereinrichtung andererseits einstellbar ist. Damit kann auf unterschiedlich dicke Werkstücke reagiert werden und zudem ein Anpressdruck oder Schleifdruck der einzelnen Schleifbürsten an der zu schleifenden Oberfläche eingestellt werden. Auch sind Schleifmaschinen bekannt, bei denen diese Einstellung automatisch sensorgesteuert erfolgt.

[0003] Bei solchen bekannten Schleifmaschinen wird der Abstand aller Bearbeitungsköpfe bzw. aller Werkzeuge gleichzeitig verändert. Insbesondere bei unebenen flächigen Werkstücken muss ein relativ großer Abstand zum Werkstück eingehalten werden, wobei es vorkommen kann, dass einzelne Bereiche des Werkstücks dann nicht mehr von den Werkzeugen kontaktiert werden und dadurch nicht bearbeitet werden. Darüber hinaus ist beispielsweise aus dem Dokument DE 103 38 682 B4 eine Schleifeinrichtung mit Planetenschleifköpfen bekannt, bei denen am Werkzeugträger des Planetenkopfs selbst eine Verstelleinrichtung zur gleichzeitigen Höhenverstellung aller Schleifbürsten des Planetenkopfs vorgesehen ist.

[0004] Aus dem Dokument US 3,874,123 A ist eine Planetenschleifvorrichtung für Werkstücke bekannt. Die Planetenschleifvorrichtung hat mehrere Schleifeinheiten mit jeweils einem drehbaren Schleifmittel. Jede Schleifeinheit hat eine separate Antriebseinheit, durch die die Höhe des jeweiligen Schleifmittels relativ zum Werkstück eingestellt werden kann. Hierzu muss die Höhe des zu bearbeitenden Werkstücks im Bearbeitungsbereich des Schleifmittels exakt bekannt sein, damit es insbesondere im Randbereich des zu bearbeitenden Werkstücks nicht zu einer Kollision zwischen Schleifmittel und Werkstück kommt.

[0005] Beim Zuschnitt von plattenförmigen bzw. flächigen Metallstücken durch Schneidbrennen oder ähnliche Bearbeitungsverfahren können sich die so hergestellten flächigen Werkstücke verziehen, so dass sie keine ebene zu bearbeitende Oberfläche aufweisen. Überschreitet die unebene Oberflächenstruktur des zu bearbeitenden Werkstücks ein gewisses Maß, insbesondere die in der DIN hierfür festgelegten Toleranzen, besteht die Gefahr, dass Werkzeuge bei der Bearbeitung des Werkstücks beschädigt und/oder Oberflächenbereiche des Werkstücks von Bearbeitungswerkzeugen nicht ausreichend bearbeitet, insbesondere nicht kontaktiert, werden.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken mit Hilfe von Planetenköpfen anzugeben, bei der auch unebene flächige Werkstücke zuverlässig bearbeitet werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Insbesondere dadurch, dass die Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken gemäß Anspruch 1 sowohl der Werkzeugträger des ersten Bearbeitungskopfes als auch der Werkzeugträger des zweiten Bearbeitungskopfes jeweils derart angeordnet sind, dass sie jeweils in einem Verschieberegion entlang der ersten Achse relativ zur Trägereinheit verschiebbar angeordnet sind, kann der Abstand der Werkzeugträger relativ zur zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks angepasst werden und zwar unabhängig von der Position des Werkzeugträgers des weiteren Bearbeitungskopfes bzw. der weiteren Bearbeitungsköpfe. Durch die Verschiebemöglichkeit entlang der ersten Achse des jeweiligen Bearbeitungskopfes erfolgt eine Positionierung aller Werkzeuge des jeweiligen Kopfes, so dass auch bei der Bearbeitung des Randbereichs des Werkstücks bei einer entsprechenden Ansteuerung der Werkzeugträger erst dann in Richtung Werkstück bewegt wird, wenn das Werkstück sich im Bearbeitungsbereich des jeweiligen Bearbeitungskopf befindet, bevorzugt 50 % des Bearbeitungsbereichs überdeckt. Dadurch wird ein Anstoßen einzelner Werkzeuge an die Werkstückkante verhindert. Ferner können die Werkzeuge mit einer vorbestimmten Andruckkraft, insbesondere durch die Gewichtskraft des Werkzeugträgers und der mit diesem verbundenen Elemente und/oder durch die Andruckkraft einer Antriebseinheit an die zu bearbeitende Oberfläche des flächigen Werkstücks angedrückt werden.

[0009] Flächige oder plattenförmige Werkstücke sind alle Werkstücke, deren den Bearbeitungsköpfen zugewandte Seite eine Oberfläche haben, die mit Hilfe der jeweiligen Werkzeuge der Bearbeitungsköpfe bearbeitbar sind. Die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks muss zumindest nicht in allen Bereichen parallel zur Werkstückauflage verlaufen, sondern kann auch kurvenförmige oder wellenförmige Bereiche haben. Insbesondere Blechzuschnitte oder

gelagerte Hölzer können verzogen sein und keine zur Werkstückauflage exakt parallele Oberfläche haben. Durch die Vorrichtung nach Anspruch 1 können mehr Oberflächenunebenheiten ausgeglichen werden, als die Werkzeuge der Bearbeitungsköpfe selbst ausgleichen können.

[0010] Vorzugsweise ist die Verschiebung des zweiten Bearbeitungskopfs in dem Verschiebebereich des zweiten Bearbeitungskopfs entlang der ersten Achse relativ zur Trägereinheit unabhängig von der Verschiebung bzw. von der Verschiebestellung des Werkzeugträgers des ersten Bearbeitungskopfs. Hierdurch kann eine einfache Anpassung der Position der Bearbeitungsköpfe an die Oberfläche des zu bearbeitenden flächigen Werkstücks erfolgen.

[0011] Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Sonnenrad des jeweiligen Bearbeitungskopfs drehfest an der Trägereinheit angeordnet ist. Vorzugsweise sind die Werkzeugträger aller Bearbeitungsköpfe entlang der jeweiligen ersten Achse verschiebbar angeordnet, so dass über die gesamte Bearbeitungsbreite der Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken eine Anpassung an den Verlauf der Oberfläche des zu bearbeitenden flächigen Werkstücks einfach möglich ist. Die Werkzeuge sind dabei vorzugsweise Abschlagwerkzeuge, insbesondere zum Abschlagen von Schlacke, Schleifwerkzeuge zum Schleifen der zu bearbeitenden Oberfläche des flächigen Werkstücks und/oder Bürstenwerkzeuge zum Bürsten der Oberfläche der zu bearbeitenden flächigen Werkstücke. Mit Hilfe der Abschlagwerkzeuge können auch Leimreste von Holzwerkstücken, insbesondere von Leimhölzern, entfernt werden.

[0012] Durch die Möglichkeit, die Bearbeitungsköpfe in den jeweiligen Verschiebebereich zu verschieben, können die Bearbeitungsköpfe dem Oberflächenverlauf des Werkstücks folgen und können insbesondere ausweichen, wenn sich der Abstand zwischen Trägereinheit und Werkstückoberfläche im Bearbeitungsbereich des jeweiligen Bearbeitungskopfes verringert. Dadurch können größere Höhenunterschiede im Oberflächenverlauf ausgeglichen werden, als bei Vorrichtungen mit nicht individuell verschiebbaren Bearbeitungsköpfen, bei denen Höhenunterschiede, wenn überhaupt, nur durch die Werkzeuge ausgeglichen werden können. So ermöglichen beispielsweise Bürstenwerkzeuge oder Werkzeuge, die jeweils einen Schleifkörper und eine Vielzahl von Schleifblättern, die in die Zylinder- und Drehachse der zylindrischen Schleifkörper enthaltenen radialen Ebenen angeordnet sind, umfassen, einen Höhenunterschiedsausgleich von einigen Millimetern.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Drehrichtung der ersten Antriebseinheit änderbar ist, so dass eine den Erfordernissen angepasste Bearbeitung der flächigen Werkstücke einfach möglich ist. Durch die Änderung der Drehrichtung ist insbesondere eine Verlängerung der Standzeit von Abschlagwerkzeugen und/oder Bürstenwerkzeugen einfach möglich.

[0014] Ferner ist es vorteilhaft, wenn der jeweiligen Bearbeitungskopf derart ausgebildet und angeordnet ist, dass die Werkzeuge die Unterseite eines auf einer Werkstückauflage aufliegenden Werkstücks bearbeiten. Alternativ können die Bearbeitungsköpfe jeweils derart ausgebildet und angeordnet sein, dass die Werkzeuge die Oberseite eines auf der Werkstückauflage aufliegenden Werkstücks bearbeiten.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es, wenn jedem Bearbeitungskopf eine zweite Antriebseinheit zugeordnet ist, die ausgebildet ist, den Werkzeugträger des jeweiligen Bearbeitungskopfes im jeweiligen Verschiebebereich zu verschieben. Insbesondere kann die jeweilige zweite Antriebseinheit den Werkzeugträger entlang des Verschiebebereichs in die vom Werkstück entfernte Position bewegen und dann, wenn ein Werkstück in den Bearbeitungsbereich des jeweiligen Bearbeitungskopfs gelangt und eine voreingestellte Fläche des jeweiligen Bearbeitungsbereichs überdeckt, in Richtung des Werkstücks bewegt werden.

[0016] Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine erste Sensoreinheit vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, das Vorhandensein eines zu bearbeitenden Werkstücks und/oder Eintreffen eines zu bearbeitenden Werkstücks und/oder den Abstand der zu bearbeitenden Oberfläche eines zu bearbeitenden Werkstücks zur Werkstückauflage im Bearbeitungsbereich eines Bearbeitungskopfes zu detektieren und eine entsprechende Sensorinformation zu erzeugen und zu einer Steuereinheit zu übertragen. Hierdurch ist es möglich, das Eintreffen oder das Vorhandensein des Werkstücks im Bearbeitungsbereich und/oder den Verlauf der Oberfläche des Werkstücks zu detektieren und bei der Ansteuerung der Bearbeitungsköpfe zu berücksichtigen. Alternativ zur ersten Sensoreinheit können der Steuereinheit entsprechende Informationen über die Geometrie des zu bearbeitenden Werkstücks zur Verfügung gestellt werden, insbesondere durch Übertragung entsprechender Daten aus einer Datenquelle und/oder durch Eingabe über eine Eingabeeinheit, beispielsweise durch eine Bedienperson.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuereinheit derart ausgebildet ist, die zweiten Antriebseinheiten der Bearbeitungsköpfe ausgehend von der Sensorinformation der ersten Sensoreinheit derart anzusteuern, dass zumindest ein Teil des Werkzeugs oder ein Teil der Werkzeuge des jeweiligen Bearbeitungskopfes die zu bearbeitende Oberfläche des im Bearbeitungsbereich des Bearbeitungskopfes befindlichen zu bearbeitenden Werkstücks kontaktieren. Hierdurch wird eine sichere und qualitativ hochwertige Bearbeitung des zu bearbeitenden Werkstücks sichergestellt.

[0018] Die erste Sensoreinheit kann insbesondere einen optischen Sensor, wie eine Lichtschranke, einen Lichttaster, eine Laserentfernungsmesseinheit, einen induktiven Geber, einen Reed Sensor und/oder einen mechanischen Schalter umfassen. Hierdurch kann eine einfache und kostengünstige Erfassung des Werkstücks zur Steuerung der zweiten Antriebseinheit erfolgen. Alternativ kann die Sensoreinheit auch eine Kamera umfassen, die zumindest die äußere Form des zu bearbeitenden flächigen Werkstücks erfasst und entsprechende Sensorinformationen erzeugt, wobei die Steu-

ereinheit davon ausgehend die zweiten Antriebseinheiten ansteuert.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Bearbeitungsköpfe durch eine Positionierung der Trägereinheit und/oder durch eine entsprechende Ansteuerung der zweiten Antriebseinheiten in eine Bearbeitungsposition gebracht werden. Durch die Bearbeitungsposition haben die Bearbeitungsköpfe einen voreingestellten Abstand zur Werkstückauflage und/oder werden in Kontakt mit dem Werkstück gebracht. Der Kontakt mit dem Werkstück kann insbesondere mit Hilfe einer Sensoreinheit, z.B. mit einer Strommesseinheit zum Ermitteln der Stromaufnahme, oder mit Hilfe einer Sensoreinheit zum Detektieren des Drehmoments eines Antriebsmotors der ersten Antriebseinheit ermittelt werden. Während der Bearbeitung des zu bearbeitenden Werkstücks kann diese Sensorinformation, d.h. die Stromaufnahme oder das Drehmoment des Antriebsmotors, genutzt werden, um die zweite Antriebseinheit anzusteuern und/oder eine weitere Antriebseinheit zum Ändern der Position der Trägereinheit entsprechend anzusteuern.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Verschieberegion des jeweiligen Werkzeugträgers durch einen Verstellbereich der jeweiligen zweiten Antriebseinheit begrenzt ist. Hierdurch ist eine einfache Begrenzung des Verschieberegions möglich.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die zweite Antriebseinheit jeweils eine pneumatische Antriebseinheit ist. Bei einer solchen pneumatischen Antriebseinheit ist die Andruckkraft besonders einfach einstellbar und beim Erhöhen einer Gegenkraft durch das zu bearbeitende Werkstück, insbesondere in Folge einer Verringerung des Abstandes der Werkstückoberfläche relativ zur Trägereinheit, kann mit Hilfe der pneumatischen Antriebseinheit die Andruckkraft einfach eingestellt und begrenzt werden, so dass der Werkzeugträger dem Verlauf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks folgen kann.

[0022] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erste Sensoreinheit den Verlauf der Oberfläche und/oder die Form eines in den Bearbeitungsbereich eines Bearbeitungskopfes gelangenden Abschnitts des zu bearbeitenden Werkstücks ermittelt und wenn die Steuereinheit derart ausgebildet ist, die zweite Antriebseinheit des jeweiligen Bearbeitungskopfes ausgehend vom ermittelten Verlauf anzusteuern, wobei die Steuereinheit vorzugsweise derart ausgebildet ist, die zweite Antriebseinheit eines Bearbeitungskopfes derart anzusteuern, dass ein voreingestellter Abstand zwischen Werkzeugträger und zu bearbeitender Oberfläche nicht unterschritten, insbesondere auf dem voreingestellten Abstand gehalten wird, wenn der Abschnitt in den Bearbeitungsbereich des Bearbeitungskopfes gelangt. Hierbei kann der Werkzeugträger vom Werkstück wegbewegt werden, wenn sich der Abstand zwischen der zu bearbeitenden Oberfläche und dem Werkzeugträger verringert. Ferner kann der jeweilige Werkzeugträger zum Werkstück hinbewegt werden, wenn sich der Abstand zwischen der zu bearbeitenden Oberfläche und dem Werkzeugträger vergrößert. Hierdurch wird die Position des jeweiligen Bearbeitungskopfes einfach an den Verlauf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks angepasst.

[0023] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung mindestens eine dritte Antriebseinheit hat, wobei die dritte Antriebseinheit und die Trägereinheit derart ausgebildet sind, dass die Trägereinheit zusammen mit den Bearbeitungsköpfen in Richtung der Werkstückauflage und in entgegengesetzter Richtung mit Hilfe der dritten Antriebseinheit bewegbar ist. Alternativ oder zusätzlich können die mindestens zwei Bearbeitungsköpfe in einer einzigen Reihe quer zu einer Transportrichtung des zu bearbeitenden Werkstücks nebeneinander in der Trägereinheit angeordnet sein. Ferner kann die Trägereinheit parallel zur Werkstückauflage ausgerichtet sein.

[0024] Die dritte Antriebseinheit kann mindestens einen motorisch angetriebenen Spindelantrieb umfassen. Durch die dritte Antriebseinheit kann die Trägereinheit insbesondere zum Werkstück hin bewegt werden, um einen Verschleiß der Werkzeuge auszugleichen, vorzugsweise dann, wenn die Bearbeitungsköpfe unterhalb der Werkstückauflage angeordnet sind. Sind die Bearbeitungsköpfe oberhalb der Werkstückauflage angeordnet, kann durch eine Positionierung der Trägereinheit sowohl ein Ausgleich des Verschleißes der Werkzeuge als auch eine Anpassung der Vorrichtung an die Materialdicke des zu bearbeitenden Werkstücks erfolgen.

[0025] Ferner ist es vorteilhaft, wenn der Werkzeugträger über eine Antriebswelle mit der ersten Antriebseinheit verbunden ist. Zum Verschieben des Werkzeugträgers kann die Antriebswelle, vorzugsweise mit Hilfe mindestens eines Nadellagers, drehbar und im Verschieberegion entlang der ersten Achse verschiebbar gelagert sein. Alternativ kann zumindest ein Bereich der Antriebswelle als Zapfwelle ausgebildet sein. Hierdurch ist eine einfache Verschiebung des Werkzeugträgers relativ zur Trägereinheit möglich.

[0026] Ferner ist es besonders vorteilhaft, wenn der Verschieberegion eine Länge im Bereich von 2 mm bis 60 mm, insbesondere eine Länge im Bereich von 5 mm bis 40 mm, vorzugsweise im Bereich von 10 mm bis 20 mm hat. Hierdurch können Toleranzen in der Ebenheit der zu bearbeitenden flächigen Werkstücke einfach ausgeglichen werden. Solche Toleranzen können insbesondere bei der Vorverarbeitung dieser Werkstücke, wie Schneidbrennen oder Laserschneiden, entstehen.

[0027] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Planetenräder in direktem Eingriff mit dem jeweiligen Sonnenrad oder über jeweils ein Zwischenrad mit dem jeweiligen Sonnenrad in Eingriff stehen. Hierdurch ist eine einfache und sichere Kraftübertragung bei einem einfachen Aufbau der Vorrichtung möglich.

[0028] Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Sonnenrad ein Sonnenzahnrad ist und wenn das Zwischenrad ein Zwischenzahnrad ist und/oder wenn die Planetenräder Planetenzahnräder sind. Hierdurch ist eine sichere formschlüssige Kraftübertragung möglich, so dass eine exakte Steuerung der Planetenköpfe möglich ist. Insbesondere tritt dadurch kein

Schlupf auf, wie er bei Riemenantrieben oder Reibrädern häufig auftritt.

[0029] Ferner ist es besonders vorteilhaft, wenn die Antriebswelle über eine formschlüssige Getriebestufe, insbesondere über Zahnräder, mit der zweiten Antriebseinheit verbunden ist. Alternativ hierzu kann auch für jeden Planetenkopf ein Direktantrieb vorgesehen sein. Beide Varianten ermöglichen einen besonders einfachen und sicheren Antrieb der Planetenköpfe.

[0030] Ferner ist es vorteilhaft, wenn beim Verschieben des Werkzeugträgers eines Bearbeitungskopfes im Verschiebebereich entlang der ersten Achse eine Verschiebung der Planetenräder relativ zum Sonnenrad des jeweiligen Bearbeitungskopfes erfolgt. Hierdurch ist ein einfacher und platzsparender Aufbau der Vorrichtung möglich.

[0031] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Zahnbreite der Planetenzahnräder oder die Zahnbreite der Zwischenzahnräder um den Verstellbereich breiter als die Zahnbreite des Sonnenrades ist. Hierdurch kann das im Normalfall einen großen Durchmesser aufweisende Sonnenrad mit einer relativ schmalen Zahnbreite versehen werden, wobei die üblicherweise einen geringeren Durchmesser als das Sonnenrad aufweisenden Planetenzahnräder eine entsprechende größere Zahnbreite haben, so dass hierdurch Platz und Material eingespart werden können.

[0032] Ferner kann die Trägereinheit mit den Bearbeitungsköpfen oberhalb der Werkstückauflage angeordnet sein, so dass das Gewicht des Werkzeugträgers und/oder der Antriebswelle eine Kraft auf den Werkzeugträger in Richtung der Werkstückauflage ausüben kann. Hierdurch werden durch die Gewichtskraft des Werkzeugträgers, der Antriebswelle und der Werkzeuge eine Andruckkraft zur Bearbeitung durch die Werkzeuge erzeugt. Dadurch ist es möglich, dass zum Bearbeiten des Werkstücks die zweite Antriebseinheit keine oder nur eine geringe Andruckkraft zusätzlich ausüben muss.

[0033] Alternativ ist es möglich, den Werkzeugträger und/oder die Trägereinheit unterhalb eines Werkstückaufnahmebereichs oder einer Werkstücktransportebene der Werkstückauflage anzuordnen. Hierdurch kann die Unterseite des Werkstücks mit Hilfe der Werkzeuge bearbeitet werden. Die Andruckkraft wird dann vorzugsweise durch die zweite Antriebseinheit erzeugt.

[0034] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung eine zweite Sensoreinheit hat, die ausgebildet ist, den Oberflächenverlauf eines auf der Werkzeugaufgabe aufliegenden Werkstücks zu erfassen. Hierdurch kann die Steuereinheit die zweiten Antriebseinheiten abhängig vom Verlauf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks ansteuern.

[0035] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Bearbeitungsköpfe derart angeordnet sind, dass sich die Wirkungskreise der Werkzeuge benachbarter Bearbeitungsköpfe überschneiden. Hierdurch ist eine vollflächige Bearbeitung der Werkstücke über die gesamte Bearbeitungsbreite möglich, ohne dass Lücken entstehen, so dass auf mehrere, hintereinander angeordnete Reihen von Planetenköpfen verzichtet werden kann und nur eine Planetenkopfreihe erforderlich ist. Hierdurch kann die Vorrichtung sehr platzsparend aufgebaut werden.

[0036] Es ist ferner vorteilhaft, wenn jeder Planetenkopf mindestens zwei, insbesondere 3, 4 oder 5 Werkzeuge und somit entsprechend viele Planetenräder hat. Hierdurch ist ein einfacher Aufbau der Vorrichtung möglich.

[0037] Besonders vorteilhaft ist es, wenn mindestens ein Positionserfassungselement vorgesehen ist, das dazu ausgebildet ist, zumindest das Erreichen des vom Werkzeugträger entfernten Endes des Verschiebebereichs mindestens eines Werkzeugträgers zu detektieren. Die Steuereinheit kann dann die dritte Antriebseinheit beim Erreichen des vom Werkzeugträger entfernten Endes des Verstellbereichs derart ansteuern, dass die Trägereinheit von einem zu bearbeitenden Werkstück weg bewegt wird.

[0038] Alternativ oder zusätzlich kann eine dritte bzw. vierte Sensoreinheit vorgesehen sein, die einen Wert der Antriebsleistung, der Antriebskraft und/oder des Antriebsdrehmoments der ersten Antriebseinheit ermittelt. Die Steuereinheit kann dann den durch die dritte Sensoreinheit ermittelten Wert mit einem voreingestellten, insbesondere aufgrund weiterer Betriebsparameter berechneten, Grenzwert vergleichen. Ferner kann die Steuereinheit beim Erreichen oder Überschreiten des Grenzwertes die zweite und/oder dritte Antriebseinheit derart ansteuern, dass der Abstand mindestens eines Werkzeugträgers oder aller Werkzeugträger zur Werkstückauflage oder zum Werkstück vergrößert wird. Hierdurch ist eine einfache automatische Ansteuerung der zweiten und/oder dritten Antriebseinheit möglich.

[0039] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen in Verbindung mit den beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 eine schematische Darstellung von Bearbeitungsbereichen der Vorrichtung nach Fig. 1 mit ersten Werkzeugen zum Bearbeiten des Werkstücks;

Fig. 3 eine schematische Darstellung von Bearbeitungsbereichen der Vorrichtung nach Fig. 1 mit zweiten Werkzeugen zum Bearbeiten des Werkstücks;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken gemäß einer zweiten Ausführungsform;

- Fig. 5 eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken gemäß einer dritten Ausführungsform;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung von Bearbeitungsbereichen der Vorrichtung nach Fig.5;
- Fig. 7 eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken gemäß einer vierten Ausführungsform;
- Fig. 8 eine schematische Draufsicht auf eine Anordnung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken;
- Fig. 9 eine schematische Seitenansicht der Anordnung nach Fig. 8;
- Fig. 10 eine erste schematische Ansicht der Anordnung nach Fig. 8 von vorn; und
- Fig. 11 eine zweite schematische Ansicht der Anordnung nach Fig. 8 von vorn.

[0040] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 10 zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken 14 gemäß einer ersten Ausführungsform. Die Vorrichtung 10 umfasst einen Maschinenrahmen 12 mit einer Werkstückauflage 16 zur Auflage des Werkstücks 14. Mit Hilfe der Werkstückauflage 16 wird das Werkstück 14 in einer Auflageebene 18 gehalten bzw. in dieser Ebene transportiert. Hierzu kann die Werkstückauflage 16 insbesondere ein Förderband umfassen. Der Umriss des Werkstücks 14 ist schematisch mit Hilfe einer Strichlinie über die gesamte maximale Bearbeitungsbreite der Vorrichtung 10 gezeichnet. Zu bearbeitende Werkstücke 14 können jedoch eine geringere Breite aufweisen. Insbesondere können auch zwei oder mehr Werkstücke 14 nebeneinander auf der Werkstückauflage 16 angeordnet sein, so dass diese gleichzeitig bearbeitet werden können.

[0041] Die Vorrichtung 10 umfasst weiterhin eine Trägereinheit 20, die mit Hilfe einer Antriebseinheit 74 relativ zum Maschinenrahmen 12 orthogonal zur Auflageebene 18 bewegbar angeordnet ist. Mit der Trägereinheit 20 sind mehrere Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 verbunden, die als Planetenköpfe 22 bis 30 ausgeführt sind und jeweils zwei Werkzeuge 32 bis 50 umfassen. Bei anderen Ausführungsformen können auch mehr als zwei, insbesondere drei, vier oder fünf, Werkzeuge 32 bis 50 je Bearbeitungskopf 22 bis 30 vorgesehen sein.

[0042] Die Vorrichtung 10 umfasst ferner eine erste Antriebseinheit 72 zum Antrieb der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30, wobei die als Planetenköpfe ausgeführten Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 jeweils ein feststehendes Sonnenrad und einen mit Hilfe der ersten Antriebseinheit 72 antreibbaren Werkzeugträger haben. Die Werkzeugträger sind an der Trägereinheit 20 jeweils um eine zur Werkstückauflage 16 durch die Längsachse einer Antriebswelle 62 bis 70 des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22 bis 30 definierten senkrechten ersten Achse drehbar gelagert. Der Werkzeugträger trägt jeweils zwei Werkzeuge 32 bis 50, die an dem Werkzeugträger exzentrisch zur ersten Achse um eine zur Auflageebene 18 senkrechte zweite Achse drehbar gelagert und jeweils mit einem Planetenrad verbunden sind. Das Planetenrad steht mit dem zur ersten Achse coaxialen Sonnenrad in Getriebeeingriff. Der Werkzeugträger des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22 bis 30 ist derart angeordnet, dass er in einem Verschieberegion A1 bis A5 entlang der ersten Achse relativ zur Trägereinheit 20 verschiebbar ist.

[0043] Die Vorrichtung 10 umfasst weiterhin zweite Antriebseinheiten 52 bis 60, durch die die Werkzeugträger der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 unabhängig voneinander in Richtung der Pfeile A1 bis A5 entlang ihres jeweiligen Verschieberegions bewegt werden. Somit sind die Werkzeugträger aller Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 entlang der jeweiligen ersten Achse verschiebbar angeordnet. Hierdurch kann der Abstand der Werkzeuge 32 bis 50 relativ zur Auflageebene 18 bzw. relativ zu der zu bearbeitenden Oberfläche des Werkstücks 14 eingestellt und insbesondere individuell an den Verlauf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 14 angepasst werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Steuereinheit 76 die Antriebseinheiten 52 bis 60 abhängig davon ansteuert, ob sich das zu bearbeitende Werkstück 14 bereits im Bearbeitungsbereich des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22 bis 30 befindet, insbesondere ob das Werkstück 14 einen voreingestellten Prozentsatz von beispielsweise 50 % des Bearbeitungsbereichs des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22 bis 30 bedeckt. Hierdurch wird sichergestellt, dass das jeweilige Werkzeug 32 bis 50 nicht zu tief relativ zur Werkstückoberfläche angeordnet ist, so dass Beschädigungen insbesondere der Werkzeuge 32 bis 50 und der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 vermieden werden. Die Werkzeuge 32 bis 50 sind bei der ersten Ausführungsform abrasive Werkzeuge 32 bis 50, die im Wesentlichen zylindrische Schleifkörper haben. Die Schleifkörper umfassen jeweils eine Vielzahl von Schleifblättern, die in die Zylinder- und Drehachse der zylindrischen Schleifkörper enthaltenen radialen Ebenen angeordnet sind. Die Anordnung der Schleifblätter ist in Fig.2 schematisch dargestellt.

[0044] Bei solchen abrasiven Werkzeugen 32 bis 50 wird der Bearbeitungskopf 22 bis 30 mit Hilfe der zweiten Antriebseinheiten 52 bis 60 durch die Steuereinheit 76 derart angesteuert, dass die Schleifblätter oder Schleifkörper so weit in Richtung des zu bearbeitenden Werkstücks 14 bewegt, dass die Schleifblätter nach einem Kontakt mit der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 14 elastisch verformt werden. Vorzugsweise werden die Werkzeuge 32

bis 50 soweit in Richtung des Werkstücks 14 bewegt, dass die Schleifblätter der Werkzeuge 32 bis 50 mit einer voreingestellten Tiefe in den Bereich des Werkstücks 14 hineinragen, vorzugsweise mit einer Tiefe im Bereich von 1 mm bis 5 mm, insbesondere 3 mm, wenn sich kein Werkstück 14 in dem Bearbeitungsbereich des Werkzeugs 32 bis 50 befinden würde. Die Werkzeuge 32 bis 50 haben somit einen Abstand zur Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 14 im Bereich von -1 mm bis -5 mm, insbesondere - 3 mm.

[0045] Bei Abschlagwerkzeugen, wie sie beispielsweise in Fig.3 schematisch dargestellt sind, werden die Werkzeuge 82 bis 90 durch die Steuereinheit 76 mit Hilfe der Antriebseinheiten 52 bis 60 soweit dem zu bearbeitenden Werkstück 14 angenähert, dass sie bevorzugt einen Abstand im Bereich von 0 mm bis 0,5 mm zur Oberfläche des Werkstücks 14 haben. Hierdurch kann insbesondere Schlacke, die sich auf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 14 befindet, abgeschlagen werden.

[0046] Fig.2 zeigt eine schematische Draufsicht auf die Werkzeuge 32 bis 50 der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 der Vorrichtung nach Fig.1 und auf das Werkstück 14, wobei die Trägereinheit 20 und die Werkzeugträger der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 nicht dargestellt sind. In Fig.2 sind Bearbeitungsbereiche 112 bis 120 der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 durch Strich- Punkt-Linien dargestellt. Wie bereits erwähnt, umfassen die Werkzeuge 32 bis 50 jeweils mehrere Schleifblätter, von denen ein Schleifblatt beim Werkzeug 32 mit dem Bezugszeichen 32a bezeichnet ist. Ferner sind in Fig.2 die Sonnenräder 102 bis 110 der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 dargestellt sowie die mit den Sonnenrädern 102 bis 110 in Eingriff stehenden Planetenräder 122 bis 140, wobei die Planetenräder 126, 128, 134, 136 über Zwischenräder 142 bis 148 in Getriebeeingriff mit dem jeweiligen Sonnenrad 104, 108 stehen. Die Werkzeugträger der Bearbeitungsköpfe 22, 26 und 30 werden durch die Antriebseinheit 72 in eine erste Drehrichtung in Uhrzeigersinn angetrieben und die Werkzeugträger der Bearbeitungsköpfe 24 und 28 in eine dem Uhrzeigersinn entgegengesetzte zweite Drehrichtung. Durch die Zwischenräder 142 bis 148 wird erreicht, dass alle Werkzeuge 32 bis 50 im Uhrzeigersinn angetrieben werden. Bei einer Bewegung der Werkzeugträger der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 kämmen die Werkzeuge 32 bis 50, so dass sich die Bearbeitungsbereiche 112 bis 120 teilweise überschneiden. Das Werkstück 14 wird in Richtung des Pfeils P1 an den Bearbeitungsköpfen 22 bis 30 vorbeigeführt, so dass die gesamte Oberfläche des Werkstücks 14 durch die Werkzeuge 32 bis 50 der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 bearbeitet wird. Die Drehrichtungen der Werkzeugträger und der Werkzeuge 32 bis 50 sind in den Fig. 2, 3 und 6 durch Richtungspfeile abgegeben. Die Drehrichtungen der Werkzeuge 32 bis 50 sind gleich, so dass bei drehrichtungsabhängigen Werkzeugen 32 bis 50 nur ein Werkzeugtyp erforderlich ist. Bei anderen Ausführungsformen können auch alle Werkzeuge 32 bis 50 über Zwischenräder 142 bis 148 oder alternativ direkt in Eingriff mit dem jeweiligen Sonnenrad 102 bis 110 stehen. Auch sind Ausführungsformen möglich, bei denen ein Teil der Werkzeuge 32 bis 50 eines Bearbeitungskopfes 22 bis 30 über ein Zwischenrad 142 bis 148 und ein anderer Teil der Werkzeuge 32 bis 50 des Bearbeitungskopfes 22 bis 30 direkt in Eingriff mit dem Sonnenrad 102 bis 110 des Bearbeitungskopfes 22 bis 30 steht.

[0047] Fig.3 zeigt eine schematische Darstellung der Bearbeitungsbereiche 112 bis 120 der Vorrichtung 10 nach Fig. 1 mit zweiten Werkzeugen 82 bis 100 zum Bearbeiten des Werkstücks 14. Die Werkzeuge sind Abschlagwerkzeuge 82 bis 100, die jeweils einen zylindrischen Grundkörper von dem mehrere Abschlagstifte 82a bzw. Abschlagzylinder haben, die in Richtung des zu bearbeitenden Werkstücks 14 vom Grundkörper abstehen. Die Abschlagstifte 82a dienen insbesondere zum Abschlagen von Schlacke oder anderen Rückständen, die insbesondere beim Zuschnitt des Werkstücks 14 auf dessen Oberfläche verbleiben können. Bei unterschiedlichen Drehrichtungen benachbarter Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 haben die Werkzeuge 32 bis 50, 82 bis 100 bei direktem Eingriff der Planetenräder 122 bis 140 mit dem jeweiligen Sonnenrad 102 bis 110 bei einer entsprechenden Bewegung des Werkstücks 14 in Richtung des Pfeils P1 etwa dieselbe Bearbeitungsgeschwindigkeit der Bearbeitungsbereiche der einzelnen Werkzeuge 32 bis 50, 82 bis 100 in allen Teilen des Bearbeitungsbereichs 112 bis 120 des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22 bis 30. Durch die Wahl der Drehrichtung kann somit die Schnitt-, Bürst- oder Abschlaggeschwindigkeit beeinflusst oder eingestellt werden. Mit Hilfe von Zwischenrädern 142 bis 148 kann somit die Drehrichtung aller oder einzelner Werkzeuge 32 bis 50, 82 bis 100 an die verfahrenstechnischen Erfordernisse zum Bearbeiten des Werkstücks 14 angepasst werden.

[0048] Fig.4 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 200 zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken 14 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Elemente mit gleichem Aufbau oder gleicher Funktion haben dieselben Bezugszeichen. Dies gilt auch für die nachfolgend beschriebenen weiteren Ausführungsformen.

[0049] Im Unterschied zur Vorrichtung 10 nach Fig.1 kontaktieren die Werkzeuge 32 bis 50 der Vorrichtung 200 das Werkstück 14 an dessen Unterseite. Hierdurch ist eine einfache Bearbeitung der Unterseite des Werkstücks 14 mit Hilfe der Werkzeuge 32 bis 50 möglich. Insbesondere entfällt bei der Vorrichtung 200 die Anpassung der Position der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 in Abhängigkeit der Werkzeugdicke bzw. der Werkzeughöhe. Das Verfahren der Trägereinheit 20 in Richtung des Werkstücks 14 oder vom Werkstück 14 weg mit Hilfe der Antriebseinheit 74 erfolgt insbesondere nur zum Ausgleich des Verschleißes der Werkzeuge 32 bis 50. Der übrige Aufbau und die Funktion der Vorrichtung 200 stimmen mit der Vorrichtung 10 nach Fig.1 überein.

[0050] Fig.5 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung 300 zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken 14 gemäß einer dritten Ausführungsform. Die Vorrichtung 300 hat im Unterschied zur Vorrichtung nach Fig.1 nur zwei nebeneinander angeordnete Bearbeitungsköpfe 22, 24. Die als Elektromotor ausgeführte erste Antriebseinheit

72 treibt eine drehbar gelagerte Antriebswelle 302 an, wobei ein Antriebsritzel 304 mit der Antriebswelle 302 drehfest verbunden ist. Das Antriebsritzel 304 steht mit einem drehfest mit der Antriebswelle 64 verbundenen Zahnrad 306 in direktem Eingriff und über ein Zwischenzahnrad 308 mit einem mit der Antriebswelle 62 drehfest verbundenen Zahnrad 310 in Eingriff. Mit der Antriebswelle 62 ist ein Werkzeugträger 320 drehfest verbunden, in dem die Werkzeuge 32, 34 zusammen mit den Planetenzahnradern 122, 124 drehbar gelagert sind. In gleicher Weise ist mit der Antriebswelle 64 ein Werkzeugträger 322 des zweiten Bearbeitungskopfes 24 drehfest verbunden, wobei in diesem Werkzeugträger 324 die Werkzeuge 36, 38 sowie die Planetenzahnräder 126, 128 drehbar gelagert sind. Zur übersichtlicheren Darstellung sind nicht alle geschnittenen Elemente schraffiert dargestellt. So sind insbesondere die Wellen 62, 62, 302 und die Kolben der Antriebseinheiten 52, 54 nicht schraffiert dargestellt. Der Werkzeugträger 320 ist um 90° und seine Drehachse versetzt zu dem Werkzeugträger 322 angeordnet, so dass die Werkzeuge 32 bis 38 bei einer Bewegung der Werkzeugträger 320, 322 kämmen.

[0051] Die Planetenzahnräder 122, 124 stehen mit dem drehfest angeordneten Sonnenrad 102 in Eingriff und rollen bei einer Drehbewegung des Werkzeugträgers 320 am Sonnenrad 102 ab. In gleicher Weise rollen die Planetenräder 126, 128 bei einer Drehbewegung des Werkzeugträgers 322 am Sonnenrad 104 ab, so dass die Werkzeuge 36, 38 auf einer Planetenbahn um die Drehachse der Antriebswellen 62, 64 bewegt werden und dabei selbst eine Drehbewegung ausführen, wie dies durch die Pfeile in Fig. 6 angegeben ist. Über eine nicht dargestellte Antriebseinheit ist die Trägereinheit 20 relativ zur Auflageebene 18 bewegbar, so dass der Abstand A0 der Bearbeitungsköpfe 22, 24 und somit der Werkzeuge 32 bis 38 zur Auflageebene 18 einstellbar ist und dadurch insbesondere an die Dicke bzw. Höhe des zu bearbeitenden Werkstücks 14 angepasst werden kann. Mit Hilfe der bei dieser Ausführungsform als pneumatische Antriebseinheiten ausgeführten zweiten Antriebseinheiten 52, 54 ist jeder der Bearbeitungsköpfe 22, 24 unabhängig von der Position des anderen Bearbeitungskopfes 22, 24 entlang der Längsachse der Antriebsachsen 62, 64 verschiebbar, so dass der Abstand des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22, 24 zur Bearbeitungsebene 18 abhängig vom Verlauf der zu bearbeitenden Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 14 einstellbar ist. Insbesondere kann der jeweilige Bearbeitungskopf 22, 24 dann auf das Werkstück 14 abgesenkt werden, wenn das Werkstück 14 in den Bearbeitungsbereich 112, 114 des jeweiligen Bearbeitungskopfes 22, 24 gelangt und insbesondere einen voreingestellten Anteil des Bearbeitungsbereichs 112, 114 belegt.

[0052] Der Hub des Kolbens des Pneumatikzylinders der zweiten Antriebseinheiten 52, 54 begrenzt den Verschiebbereich der Werkzeugträger 320, 322 und somit der Werkzeuge 32 bis 38. In Fig. 5 sind die Kolben der Pneumatikzylinder in einer mittleren Position dargestellt. Die Summe aus dem möglichen Hub des Kolbens nach oben und dem möglichen Hub des Kolbens nach unten ist die Länge des möglichen Verschiebbereichs V1, V2. Der Verschiebbereich V1 und V2 hat eine Länge im Bereich von 1 mm bis 60 mm, insbesondere im Bereich von 20 mm bis 40 mm. Allgemein begrenzt der Verstellbereich der zweiten Antriebseinheiten 52, 54 den Verstellbereich. Es kann mindestens ein dritter Sensor vorgesehen sein, der die von der Auflageebene 18 entfernte Endlage der jeweiligen zweiten Antriebseinheit 52, 54 oder das Erreichen einer solchen Endposition der Antriebswelle 62, 64 erfasst. Ausgehend von einer Sensorinformation des Sensors kann die Steuereinheit 76 die Antriebseinheit 74 derart ansteuern, dass der Abstand zwischen Träger 20 und der Auflageebene 18 vergrößert wird. Alternativ oder zusätzlich zu dem dritten Sensor kann ein vierter Sensor vorgesehen sein, der den Motorstrom und/oder das Drehmoment der ersten Antriebseinheit 72 erfasst und eine Sensorinformation an die Steuereinheit 76 überträgt. Beim Überschreiten eines voreingestellten Grenzwertes kann die Steuereinheit 76 die Antriebseinheit 74 dann derart ansteuern, dass der Abstand zwischen Träger 20 und der Auflageebene 18 vergrößert wird.

[0053] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung der Bearbeitungsbereiche 112, 114 der Vorrichtung 300 nach Fig. 5. Im Unterschied zur Darstellung nach Fig. 2 sind die Drehrichtungen der Werkzeuge 32 bis 38 benachbarter Bearbeitungsköpfe 22, 24 unterschiedlich. Bei anderen Ausführungsformen kann jedoch ebenso ein Zwischenrad zwischen Sonnenrad 102, 104 und den Planetenrädern 122 bis 128 eines Bearbeitungskopfes 22, 24 vorgesehen sein, so dass die Drehrichtung aller Werkzeuge 32 bis 38 dann gleich ist. Alternativ zu den dargestellten Schleifwerkzeugen 32 bis 38 können bei allen Ausführungsformen auch andere Werkzeuge, wie Bürstwerkzeuge oder Abschlagwerkzeuge 82, 84, eingesetzt werden.

[0054] Fig. 7 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung 400 zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken 14 gemäß einer vierten Ausführungsform. Im Unterschied zur dritten Ausführungsform nach Fig. 5 kontaktieren die Werkzeuge 32 bis 38 die Unterseite des zu bearbeitenden Werkstücks 14. Der übrige Aufbau und Funktion der Vorrichtung 400 stimmt mit dem Aufbau und der Vorrichtung 300 nach Fig. 5 überein.

[0055] Fig. 8 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Anordnung 500 zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken 14. Die Anordnung 500 umfasst eine als Förderband ausgeführte Fördereinheit 510 zum Transport des Werkstücks 14 in Richtung des Pfeils P1 an der Vorrichtung 10 zum Bearbeiten des Werkstücks 14 vorbei. In Transportrichtung P1 vor der Vorrichtung 10, d.h. stromaufwärts der Vorrichtung 10, ist eine Sensoreinheit 520 angeordnet, die zumindest das Eintreffen der Vorderkante des Werkstücks 14 detektiert und mindestens eine entsprechende Sensorinformation erzeugt. Bei anderen Ausführungsformen kann die Sensoreinheit 520 zusätzlich oder alternativ auch die Seitenkanten und die Hinterkante des Werkstücks 14 detektieren. Die erzeugte Sensorinformation wird zur Steuereinheit 76 übertragen, die

dann die zweiten Antriebseinheiten 52 bis 60 abhängig vom Signal der Sensoreinheit 520 ansteuert.

[0056] Die Sensoreinheit 520 kann dabei Lichtschranken, Lichttaster, Laserentfernungsmesseinheiten, mindestens eine Kamera, vorzugsweise eine Zeilenkamera, mindestens einen induktiven Sensor und/oder mindestens einen Reed-Kontakt, mechanische Schalter, insbesondere Schaltrollen, Ultraschallsensoren, insbesondere Ultraschallentfernungsmesssensoren, umfassen. Die Sensoreinheit 520 ist vorzugsweise so ausgebildet, dass sie jede beliebige Form und/oder Lage des Werkstücks 14 detektieren kann. Davon ausgehend kann die Steuereinheit 76 gezielt Bereiche auswählen und die zweiten Antriebseinheiten 52 bis 60 derart ansteuern kann, dass die Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 ausgewählte Bereiche der Oberfläche des Werkstücks 14 bearbeiten.

[0057] Bei anderen Ausführungsformen kann auch auf das Vorsehen der Sensoreinheit 520 verzichtet werden, wenn die Geometrie des Werkstücks 14 durch die Eingabe und/oder Übertragung entsprechender Daten an die Steuereinheit 76 erfolgt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuereinheit 520 beispielsweise mit Hilfe mehrere Laserabstandsmesseinheiten den Verlauf der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks 14 im Erfassungsbereich der Sensoreinheit 520 ermittelt, wobei der jeweilige Erfassungsbereich in Transportrichtung P1 nachfolgend dem Bearbeitungsbereich 112 bis 120 entspricht. Hierdurch ist eine einfache und exakte Ansteuerung der zweiten Antriebseinheiten 52 bis 60 in Abhängigkeit des mit Hilfe der Sensoreinheit 520 erfassten Verlaufs der zu bearbeitenden Oberfläche im entsprechenden Bearbeitungsbereich 112 bis 120 möglich.

[0058] Bei anderen Ausführungsformen kann anstatt der Vorrichtung 10 auch eine der Vorrichtungen 200, 300 oder 400 eingesetzt werden, wobei die Sensoreinheit 520 bei den Ausführungsformen 200, 400 die Unterseite des zu bearbeitenden Werkstücks 14 abtastet.

[0059] Fig.9 zeigt eine schematische Seitenansicht der Anordnung 500 nach Fig.8. Die Fördereinheit 510 umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Umlenkwalzen 512, 514 und ein über diese Umlenkwalzen 512, 514 geführtes Förderband 516. Im Bereich der Vorrichtung 10 kann das Förderband 516 durch Gegendruckelemente gestützt und/oder geführt sein. Hierdurch wird eine sichere Bearbeitung des zu bearbeitenden Werkstücks 14 ermöglicht.

[0060] Fig.10 zeigt eine erste schematische Ansicht der Anordnung 500 nach Fig.8 von vorn, wobei die Sensoreinheit 520 ausgeblendet worden ist. Fig.11 zeigt eine zweite schematische Ansicht der Anordnung 500 nach Fig.8 von vorn, wobei nur die Sensoreinheit 520 und nicht die Vorrichtung 10 dargestellt ist. Die Sensoreinheit 520 umfasst eine Vielzahl von Sensorelementen, die im Ausführungsbeispiel als Laserentfernungsmesseinheiten ausgeführt sind und von denen eine mit 522 bezeichnet ist. Im Ausführungsbeispiel nach den Fig. 8 bis 11 sind dem Bearbeitungsbereich 112 bis 120 jeweils zwölf Sensorelemente 522 zugeordnet, wobei die Erfassungsbereiche in Fig.11 mit A bis E gekennzeichnet sind. Vorzugsweise ist der Erfassungsbereich A dem Bearbeitungskopf 22, der Erfassungsbereich B dem Bearbeitungskopf 24, der Erfassungsbereich C dem Bearbeitungskopf 26, der Erfassungsbereich D dem Bearbeitungskopf 28 und der Erfassungsbereich E dem Bearbeitungskopf 30 zugeordnet. Wie in den Fig.9 bis 11 gut ersichtlich ist, hat das zu bearbeitende Werkstück 14 eine unebene Oberfläche, die mit Hilfe der Sensoreinheit 520 erfasst werden kann. Bei anderen Ausführungsformen können pro Bearbeitungskopf 22 bis 30 auch weniger oder mehr Sensorelemente 522 vorgesehen sein, insbesondere ein Sensorelement 522 je Bearbeitungskopf 22 bis 30 oder zwei Sensorelemente 522, drei Sensorelemente 522 oder vier bis zehn Sensorelemente 522 je Bearbeitungskopf 22 bis 30.

[0061] Wie bereits erwähnt können die Drehrichtungen und damit die Bearbeitungsgeschwindigkeiten der Werkzeuge 32 bis 50, 82 bis 100, durch das Vorsehen bzw. Nichtvorsehen von Zwischenrädern 142 bis 148 beeinflusst werden. Bei anderen Ausführungsformen kann auch das jeweilige Sonnenrad 102 bis 110 der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 mit Hilfe einer weiteren Antriebseinheit angetrieben werden. Dadurch kann die Drehzahl der Planetenräder 122 bis 140 und somit der Werkzeuge 32 bis 50, 82 bis 100 unabhängig von der Drehzahl der Bearbeitungsköpfe 22 bis 30 eingestellt werden.

Bezugszeichenliste

[0062]

10, 200, 300, 400	Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken
12	Maschinenrahmen
14	Werkstück
16	Werkstückauflage
18	Auflageebene
20	Trägereinheit
22 bis 30	Bearbeitungskopf
32 bis 50; 82 bis 100	Werkzeug
52 bis 60, 72, 74	Antriebseinheit
62 bis 70	Antriebswelle
76	Steuereinheit

32a	Schleifblatt
82a	Abschlagbolzen
102 bis 108	Sonnenrad
112 bis 120	Bearbeitungsbereich
5 122 bis 140	Planetenrad
142 bis 148	Zwischenrad
302	Antriebswelle
304	Antriebsritzel
306,310	Zahnrad
10 308	Zwischenzahnrad
312 bis 318	Nadellager
320, 322	Werkzeugträger
500	Anordnung
510	Fördereinheit
15 512,514	Umlenkrolle
516	Förderband
520	Sensoreinheit
522	Sensorelement
A0 bis A5	Abstand
20 P1	Transportrichtung
V1, V2	Verschiebebereich

Patentansprüche

25

1. Vorrichtung zum Bearbeiten von flächigen Werkstücken

30

35

40

mit einem Maschinenrahmen (12), der eine Werkstückauflage (16) und mindestens eine relativ zur Werkstückauflage (16) positionierbare Trägereinheit (20) umfasst,

mit einem ersten und mindestens einem zweiten Bearbeitungskopf (22 bis 30), wobei jeder Bearbeitungskopf (22 bis 30) mit der Trägereinheit (20) verbunden ist und wobei jeder Bearbeitungskopf (22 bis 30) einen Werkzeugträger (320, 322) umfasst, der an der Trägereinheit (20) um eine zur Werkstückauflage (16) senkrechte erste Achse (62 bis 70) drehbar gelagert ist und der mindestens ein Werkzeug (32 bis 50) trägt, das an dem Werkzeugträger (320, 322) exzentrisch zur ersten Achse (62 bis 70) um eine zur Werkstückauflagefläche (16) senkrechte zweite Achse drehbar gelagert und mit einem Planetenrad (122 bis 140) verbunden ist, das mit einem zur ersten Achse (62 bis 70) koaxialen Sonnenrad (102 bis 110) in Getriebeeingriff steht, wobei die Werkzeugträger (320, 322) der Bearbeitungsköpfe (22 bis 30) mittels mindestens einer ersten Antriebseinheit (72) antreibbar sind, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Werkzeugträger (320) des ersten Bearbeitungskopfes (22) derart angeordnet ist, dass er in einem Verschiebebereich (V1) entlang der ersten Achse (62) relativ zur Trägereinheit (20) verschiebbar ist, und **dass** der Werkzeugträger (322) des zweiten Bearbeitungskopfes (24) derart angeordnet ist, dass er in einem Verschiebebereich (V2) entlang der ersten Achse (64) relativ zur Trägereinheit (20) verschiebbar ist.

45

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Bearbeitungskopf (22 bis 30) eine zweite Antriebseinheit (52 bis 60) zugeordnet ist, die ausgebildet ist, den Werkzeugträger (320, 322) des jeweiligen Bearbeitungskopfes (22 bis 30) im jeweiligen Verschiebebereich (V1 bis V2) zu verschieben,

50

55

dass eine erste Sensoreinheit (520) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, das Vorhandensein und/oder Eintreffen und/oder den Abstand der zu bearbeitenden Oberfläche eines zu bearbeitenden Werkstücks (14) zur Werkstückauflage (16) im Bearbeitungsbereich (112 bis 120) eines Bearbeitungskopfes (22 bis 30) zu detektieren und eine entsprechende Sensorinformation zu erzeugen und zu einer Steuereinheit (76) zu übertragen,

dass die Steuereinheit (76) ausgebildet ist, die zweiten Antriebseinheiten (52 bis 60) der Bearbeitungsköpfe (22 bis 30) ausgehend von der Sensorinformation derart anzusteuern, dass zumindest ein Teil des Werkzeugs (32 bis 50) oder ein Teil der Werkzeuge (32 bis 50) des jeweiligen Bearbeitungskopfes (22 bis 30) die zu bearbeitende Oberfläche des im Bearbeitungsbereich (112 bis 120) des Bearbeitungskopfes (22 bis 30) befindlichen zu bearbeitenden Werkstücks (14) kontaktieren.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Sensoreinheit (520) den Verlauf der Oberfläche und/oder die Form eines in den Bearbeitungsbereich (112 bis 120) eines Bearbeitungskopfes (22 bis 30) gelangenden Abschnitts des zu bearbeitenden Werkstücks (14) zuvor ermittelt, und
 5 dass die Steuereinheit (76) derart ausgebildet ist, die zweite Antriebseinheit (52 bis 60) des jeweiligen Bearbeitungskopfes (22 bis 30) ausgehend vom ermittelten Verlauf anzusteuern, wobei die Steuereinheit (76) vorzugsweise derart ausgebildet ist, die zweite Antriebseinheit (52 bis 60) eines Bearbeitungskopfes (22 bis 30) derart anzusteuern, dass ein voreingestellter Abstand zwischen Werkzeugträger (320, 322) und zu bearbeitender Oberfläche des Werkstücks (14) nicht unterschritten, insbesondere auf dem voreingestellten Abstand gehalten, wird, wenn der Abschnitt in den Bearbeitungsbereich (112 bis 120) des Bearbeitungskopfes (22 bis 30) gelangt.
 10
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10, 200, 300, 400) mindestens einen dritte Antriebseinheit (74) hat,
 15 dass die dritte Antriebseinheit (74) und die Trägereinheit (20) derart ausgebildet sind, dass die Trägereinheit (20) zusammen mit den Bearbeitungsköpfen (22 bis 30) in Richtung der Werkstückauflage (16) und in entgegengesetzter Richtung bewegbar ist, und/oder
 dass die mindestens zwei Bearbeitungsköpfe (22 bis 30) in einer einzigen Reihe quer zu einer Transportrichtung (P1) des zu bearbeitenden Werkstücks (14) nebeneinander in der Trägereinheit (20) angeordnet sind, wobei die Trägereinheit (20) vorzugsweise parallel zur Werkstückauflage (16) ausgerichtet ist.
 20
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugträger (320, 322) über eine Antriebswelle (62 bis 70) mit der ersten Antriebseinheit (72) verbunden ist, wobei zum Verschieben des Werkzeugträgers (320, 322) die Antriebswelle (62 bis 70), vorzugsweise mit Hilfe mindestens eines Nadellagers (312 bis 318), drehbar und in dem Verschiebebereich (V1, V2) entlang der ersten Achse (62 bis 70) verschiebbar gelagert ist.
 25
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschiebebereich (V1, V2) eine Länge im Bereich von 2 mm bis 60 mm, insbesondere im Bereich von 5 mm bis 40 mm, vorzugsweise im Bereich von 10 mm bis 20 mm, hat.
 30
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Planetenräder (122 bis 140) in direktem Eingriff mit dem jeweiligen Sonnenrad (102 bis 110) oder über jeweils ein Zwischenrad (142 bis 148) mit dem jeweiligen Sonnenrad (102 bis 110) in Eingriff sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sonnenrad ein Sonnenzahnrad (102 bis 110) ist, dass das Zwischenrad ein Zwischenzahnrad (142 bis 148) ist und/oder dass die Planetenräder Planetenzahnräder (122 bis 140) sind.
 35
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (62 bis 70) über eine formschlüssige Getriebestufe, insbesondere über Zahnräder (304 bis 310), mit der ersten Antriebseinheit (72) verbunden ist.
 40
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verschieben des Werkzeugträgers (320, 322) eines Bearbeitungskopfes (22 bis 30) im Verschiebebereich (V1, V2) entlang der ersten Achse eine Verschiebung der Planetenräder (122 bis 140) relativ zum Sonnenrad (102 bis 110) des jeweiligen Bearbeitungskopfes (22 bis 30) erfolgt.
 45
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahnbreite der Planetenzahnräder (122 bis 140) oder die Zahnbreite der Zwischenzahnräder (142 bis 148) um den Verschiebebereich (V1, V2) breiter als die Zahnbreite des Sonnenzahnrades (102 bis 110) ist.
 50
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägereinheit (20) mit den Bearbeitungsköpfen (22 bis 30) oberhalb der Werkstückauflage (16) angeordnet ist und dass das Gewicht des Werkzeugträgers (320, 322) und/oder der Antriebswelle (62 bis 70) eine Kraft auf den Werkzeugträger (320, 322) in Richtung der Werkstückauflage (16) ausübt.
 55
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugträger (320, 322) unterhalb eines Werkstückaufnahmebereichs oder einer Werkstücktransportebene (18) der Werk-

stückauflage (16) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Positionserfassungselement vorgesehen ist, das derart ausgebildet ist, zumindest das Erreichen des vom Werkzeugträger (320, 322) entfernten Endes des Verschiebebereichs (V1, V2) mindestens eines Werkzeugträgers (320, 3220) zu detektieren, wobei die Steuereinheit (76) die dritte Antriebseinheit (74) beim Erreichen des vom Werkzeugträger (320, 322) entfernten Endes des Verschiebebereichs (V1, V2) derart ansteuert, die Trägereinheit (20) von einem zu bearbeitenden Werkstück (14) weg zu bewegen.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine dritte Sensoreinheit vorgesehen ist, einen Wert der Antriebsleistung, der Antriebskraft und/oder des Antriebsdrehmoments der ersten Antriebseinheit ermittelt, und dass die Steuereinheit (74) den durch die dritte Sensoreinheit ermittelten Wert mit einem voreingestellten, insbesondere auf Grund weiterer Betriebsparameter berechneten, Grenzwert vergleicht, und dass die Steuereinheit (76) beim Erreichen oder Überschreiten des Grenzwertes die zweite und/oder dritte Antriebseinheit (74, 62 bis 70) derart ansteuert, dass der Abstand mindestens eines Werkzeugträgers (320, 322) oder aller Werkzeugträger (320, 322) zur Werkstückauflage (16) oder zum Werkstück (14) vergrößert wird.

Claims

1. An apparatus for machining flat workpieces, comprising

a machine frame (12) including a workpiece support (16) and at least one carrier unit (20) positionable relative to the workpiece support (16),

a first and at least a second machining head (22 to 30), each machining head (22 to 30) being connected to the carrier unit (20) and each machining head (22 to 30) comprising a tool carrier (320, 322) that is mounted on the carrier unit (20) rotatably about a first axis (62 to 70) perpendicular to the workpiece support (16) and that carries at least one tool (32 to 50) that is mounted on the tool carrier (320, 322) eccentrically to the first axis (62 to 70) rotatably about a second axis perpendicular to the workpiece support (16) and is connected to a planet wheel (122 to 140) that is gear-engaged with a sun wheel (102 to 110) that is coaxial to the first axis (62 to 70),

the tool carrier (320, 322) of the machining heads (22 to 30) being drivable by at least a first drive unit (72), **characterized in that**

the tool carrier (320) of the first machining head (22) is arranged such that it is movable in a shifting range (V1) along the first axis (62) relative to the carrier unit (20), and that the tool carrier (322) of the second machining head (24) is arranged such that it is movable in a shifting area (V2) along the first axis (64) relative to the carrier unit (20).

2. The apparatus according to claim 1, **characterized in that** a second drive unit (52 to 60) is allocated to each machining head (22 to 30), said second drive unit being configured to shift the tool carrier (320, 322) of the respective machining head (22 to 30) in the respective shifting range (V1 to V2),

that a first sensor unit (520) is provided which is configured to detect the presence and/or the arrival and/or the distance of the surface to be machined of a workpiece (14) to be machined to the workpiece support (16) in the machining area (112 to 120) of a machining head (22 to 30) and to generate a corresponding sensor information and to transmit it to a control unit (76),

that the control unit (76) is configured to control the second drive units (52 to 60) of the machining heads (22 to 30) based on the sensor information such that at least a part of the tool (32 to 50) or a part of the tools (32 to 50) of the respective machining head (22 to 30) contact the surface to be machined of the workpiece (14) to be machined that is present in the machining area (112 to 120) of the machining head (22 to 30).

3. The apparatus according to claim 2, **characterized in that** the first sensor unit (520) determines in advance the course of the surface and/or the shape of a portion of the workpiece (14) to be machined entering the machining area (112 to 120) of a machining head (22 to 30), and

that the control unit (76) is configured to control the second drive unit (52 to 60) of the respective machining head (22 to 30) based on the determined course, the control unit (76) preferably being configured to control the second drive unit (52 to 60) of a machining head (22 to 30) such that a preset distance between the tool carrier (320, 322) and the surface of the workpiece (14) to be machined is not fallen below, in particular is kept to the preset distance

when the portion enters the machining area (112 to 120) of the machining head (22 to 30).

4. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the apparatus (10, 200, 300, 400) has at least a third drive unit (74),

that the third drive unit (74) and the carrier unit (20) are configured such that the carrier unit (20) together with the machining heads (22 to 30) is movable in the direction of the workpiece support (16) and in opposite direction, and/or

that the at least two machining heads (22 to 30) are arranged next to one another in the carrier unit (20) in a single row transverse to a transport direction (P1) of the workpiece (14) to be machined, wherein the carrier unit (20) is preferably oriented parallel to the workpiece support (16).

5. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the tool carrier (320, 322) is connected to the first drive unit (72) via a drive shaft (62 to 70), wherein for shifting the tool carrier (320, 322) the drive shaft (62 to 70) is mounted rotatably preferably with the aid of at least one needle bearing (312 to 318) and movably in the shifting range (V1, V2) along the first axis (62 to 70).

6. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the shifting range (V1, V2) has a length in the range from 2 mm to 60 mm, in particular in the range from 5 mm to 40 mm, preferably in the range from 10 mm to 20 mm.

7. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the planet wheels (122 to 140) are directly engaged with the respective sun wheel (102 to 110) or via a respective intermediate wheel (142 to 148) with the respective sun wheel (102 to 110).

8. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sun wheel is a sun gear wheel (102 to 110), that the intermediate wheel is an intermediate gear wheel (142 to 148) and/or that the planet wheels are planet gear wheels (122 to 140).

9. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the drive shaft (62 to 70) is connected to the first drive unit (72) via a positive gear stage, in particular via gear wheels (304 to 310).

10. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** upon shifting the tool carrier (320, 322) of a machining head (22 to 30) in the shifting range (V1, V2) along the first axis, a shifting of the planet wheels (122 to 140) relative to the sun wheel (102 to 110) of the respective machining head (22 to 30) takes place.

11. The apparatus according to one of the preceding claims 8 to 10, **characterized in that** the tooth width of the planet gear wheels (122 to 140) or the tooth width of the intermediate gear wheels (142 to 148) is broader than the tooth width of the sun gear wheel (102 to 110) by the shifting range (V1, V2).

12. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the carrier unit (20) with the machining heads (22 to 30) is arranged above the workpiece support (16) and that the weight of the tool carrier (320, 322) and/or of the drive shaft (62 to 70) exerts a force on the tool carrier (320, 322) in the direction of the workpiece support (16).

13. The apparatus according to one of the preceding claims 1 to 11, **characterized in that** the tool carrier (320, 322) is arranged below a workpiece receiving area or a workpiece transport plane (18) of the workpiece support (16).

14. The apparatus according to one of the preceding claims 4 to 13, **characterized in that** at least one position detection element is provided that is configured to detect at least the reaching of the end of the shifting range (V1, V2) of at least one tool carrier (320, 322) remote from the tool carrier (320, 322), the control unit (76) controlling the third drive unit (74) upon reaching the end of the shifting range (V1, V2) remote from the tool carrier (320, 322) to move the carrier unit (20) away from a workpiece (14) to be machined.

15. The apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least a third sensor unit is provided that determines a value of the drive power, the drive force and/or the drive torque of the first drive unit, and that the control unit (74) compares the value determined by the third sensor unit with a preset limit value, in particular calculated on the basis of further operating parameters, and that the control unit (76) when reaching or exceeding

the limit value controls the second and/or the third drive unit (74, 62 to 70) such that the distance of at least one tool carrier (320, 322) or all tool carriers (320, 322) to the workpiece support (16) or to the workpiece (14) is increased.

5 Revendications

1. Dispositif d'usinage de pièces plates à usiner

avec un châssis de machine (12) comprenant un support de pièce (16) et au moins une unité de support (20) pouvant être positionnée par rapport au support de pièce (16),
avec une première tête d'usinage et au moins une deuxième tête d'usinage (22 à 30), dans lequel chaque tête d'usinage (22 à 30) est reliée à l'unité de support (20) et dans lequel chaque tête d'usinage (22 à 30) comprend un porte-outil (320, 322) qui est monté sur l'unité de support (20) de manière à pouvoir tourner autour d'un premier axe (62 à 70) perpendiculaire au support de pièce (16) et qui porte au moins un outil (32 à 50) monté sur le support d'outil (320, 322) de manière à pouvoir tourner autour d'un deuxième axe perpendiculaire à la surface de support de pièce (16) de manière excentrique par rapport au premier axe (62 à 70) et relié à une roue planétaire (122 à 140) qui est en prise avec une roue solaire (102 à 110) coaxiale par rapport au premier axe (62 à 70),
dans lequel les porte-outils (320, 322) des têtes d'usinage (22 à 30) peuvent être entraînés au moyen d'au moins une première unité d'entraînement (72), **caractérisé en ce que**
le porte-outil (320) de la première tête d'usinage (22) est agencé de telle manière qu'il peut être déplacé par rapport à l'unité de support (20) le long du premier axe (62) dans une région de déplacement (V1), et
le porte-outil (322) de la deuxième tête d'usinage (24) est agencé de telle manière qu'il peut être déplacé par rapport à l'unité de support (20) le long du premier axe (64) dans une région de déplacement (V2).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'à** chaque tête d'usinage (22 à 30) est associée une deuxième unité d'entraînement (52 à 60) conçue pour déplacer le porte-outil (320, 322) de la tête d'usinage (22 à 30) respective dans la région de déplacement (V1 à V2) respective ,

en ce qu'il est prévu une première unité de capteur (520) conçue pour détecter la présence et/ou l'arrivée et/ou la distance de la surface à usiner d'une pièce à usiner (14) par rapport au support de pièce (16) dans la région d'usinage (112 à 120) d'une tête d'usinage (22 à 30), et pour générer une information de capteur correspondante et la transmettre à une unité de commande (76),

en ce que l'unité de commande (76) est conçue pour commander les deuxièmes unités d'entraînement (52 à 60) des têtes d'usinage (22 à 30) à partir de l'information de capteur de telle manière qu'au moins une partie de l'outil (32 à 50) ou une partie des outils (32 à 50) de la tête d'usinage (22 à 30) respective vient en contact avec la surface à usiner de la pièce à usiner (14) se trouvant dans la région d'usinage (112 à 120) de la tête d'usinage (22 à 30).

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la première unité de capteur (520) détermine préalablement le tracé de la surface et/ou la forme d'une section de la pièce à usiner (14) parvenant dans la région d'usinage (112 à 120) d'une tête d'usinage (22 à 30), et

en ce que l'unité de commande (76) est conçue pour commander la deuxième unité d'entraînement (52 à 60) de la tête d'usinage (22 à 30) respective à partir du tracé déterminé, dans lequel l'unité de commande (76) est de préférence conçue pour commander la deuxième unité d'entraînement (52 à 60) d'une tête d'usinage (22 à 30) de telle manière qu'une distance prédéfinie entre le porte-outil (320, 322) et la surface à usiner de la pièce à usiner (14) n'est pas dépassée négativement, en particulier est maintenue à la distance prédéfinie, lorsque la section parvient dans la région d'usinage (112 à 120) de la tête d'usinage (22 à 30).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif (10, 200, 300, 400) présente au moins une troisième unité d'entraînement (74),

en ce que la troisième unité d'entraînement (74) et l'unité de support (20) sont conçues de telle manière que l'unité de support (20) peut être déplacée avec les têtes d'usinage (22 à 30) dans la direction du support de pièce (16) et dans la direction opposée, et/ou

en ce que les au moins deux têtes d'usinage (22 à 30) sont agencées côte à côte dans l'unité de support (20) sur une seule rangée transversalement par rapport à une direction de transport (P1) de la pièce à usiner (14), dans lequel l'unité de support (20) est de préférence orientée parallèlement au support de pièce (16).

- 5 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le porte-outil (320, 322) est relié à la première unité d'entraînement (72) par l'intermédiaire d'un arbre d'entraînement (62 à 70), dans lequel l'arbre d'entraînement (62 à 70) est monté de manière à pouvoir tourner, de préférence à l'aide d'au moins un roulement à aiguilles (312 à 318), et à pouvoir être déplacé le long du premier axe (62 à 70) dans la région de déplacement (V1, V2), afin de déplacer le porte-outil (320, 322).
- 10 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plage de déplacement (V1, V2) présente une longueur comprise entre 2 mm et 60 mm, en particulier comprise entre 5 mm et 40 mm, de préférence comprise entre 10 mm et 20 mm.
- 15 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roues planétaires (122 à 140) sont en prise directe avec la roue solaire (102 à 110) respective ou sont en prise avec la roue solaire (102 à 110) respective par l'intermédiaire de respectivement une roue intermédiaire (142 à 148).
- 20 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la roue solaire est une roue dentée solaire (102 à 110), **en ce que** la roue intermédiaire est une roue dentée intermédiaire (142 à 148) et/ou **en ce que** les roues planétaires sont des roues dentées planétaires (122 à 140).
- 25 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre d'entraînement (62 à 70) est relié à la première unité d'entraînement (72) par l'intermédiaire d'un étage d'engrenage à complémentarité de forme, en particulier par l'intermédiaire de roues dentées (304 à 310).
- 30 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un déplacement des roues planétaires (122 à 140) par rapport à la roue solaire (102 à 110) de la tête d'usinage (22 à 30) respective intervient lors du déplacement du porte-outil (320, 322) d'une tête d'usinage (22 à 30) dans la région de déplacement (V1, V2) le long du premier axe.
- 35 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 8 à 10, **caractérisé en ce que** la largeur de denture des roues dentées planétaires (122 à 140) ou la largeur de denture des roues dentées intermédiaires (142 à 148) autour de la région de déplacement (V1, V2) est supérieure à la largeur de denture de la roue dentée solaire (102 à 110) .
- 40 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de support (20) est agencée avec les têtes d'usinage (22 à 30) au-dessus du support de pièce (16) et **en ce que** le poids du support d'outil (320, 322) et/ou de l'arbre d'entraînement (62 à 70) exerce une force sur le support d'outil (320, 322) en direction du support de pièce (16).
- 45 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 11, **caractérisé en ce que** le support d'outil (320, 322) est agencé en dessous d'une région d'accueil de pièce ou d'un plan de transport de pièce (18) du support de pièce (16).
- 50 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes 4 à 13, **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins un élément de détection de position conçu pour détecter au moins l'arrivée, au niveau de l'extrémité, distante du porte-outil (320, 322), de la région de déplacement (V1, V2), d'au moins un porte-outil (320, 322) dans lequel l'unité de commande (76) commande la troisième unité d'entraînement (74) lors de l'arrivée au niveau de l'extrémité, distante du porte-outil (320, 322), de la région de déplacement (V1, V2) de manière à éloigner l'unité de support (20) d'une pièce à usiner (14) devant être usinée.
- 55 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins une troisième unité de capteur déterminant une valeur de la puissance d'entraînement, de la force d'entraînement et/ou du couple d'entraînement de la première unité d'entraînement, et **en ce que** l'unité de commande (74) compare la valeur déterminée par la troisième unité de capteur à une valeur limite prédéfinie, en particulier calculée en se basant sur d'autres paramètres de fonctionnement, et **en ce que** l'unité de commande (76) commande la deuxième et/ou la troisième unité d'entraînement (74, 62 à 70) de telle manière que lorsque la valeur limite est atteinte ou dépassée, la distance entre au moins un porte-outil (320, 322) ou l'ensemble des porte-outils (320, 322) et le support de pièce (16) ou la pièce à usiner (14) est augmentée.

FIG. 1

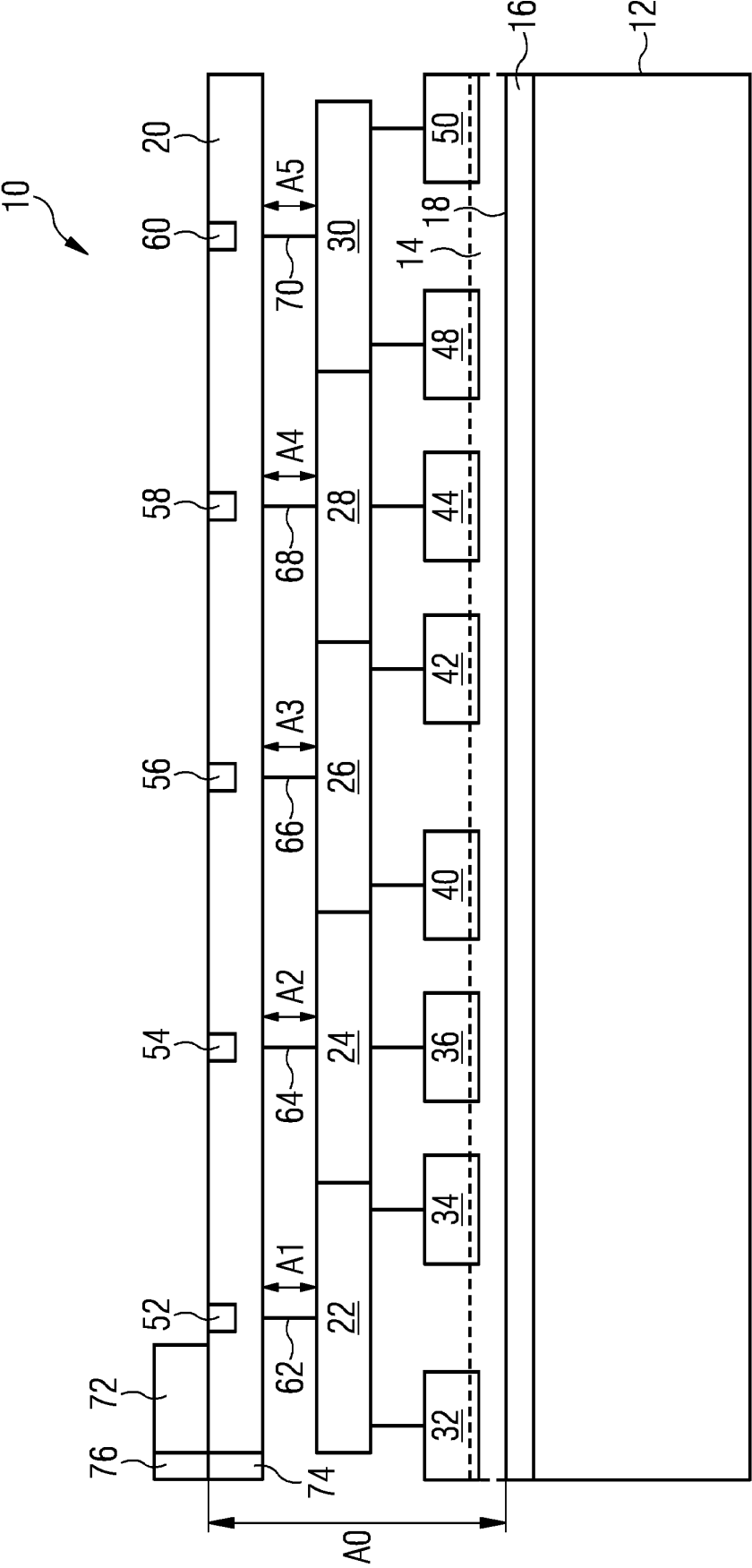


FIG. 2

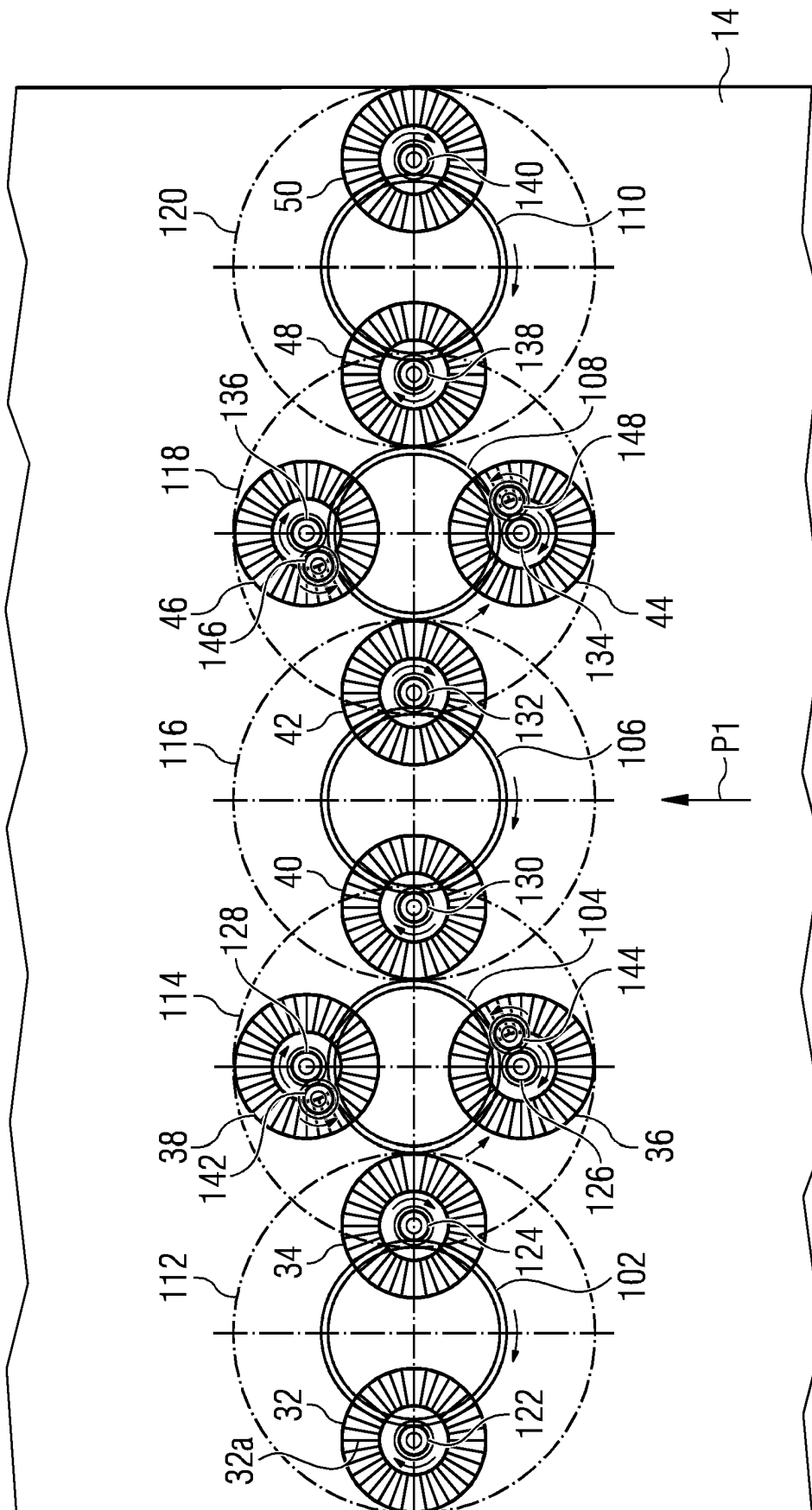


FIG. 3

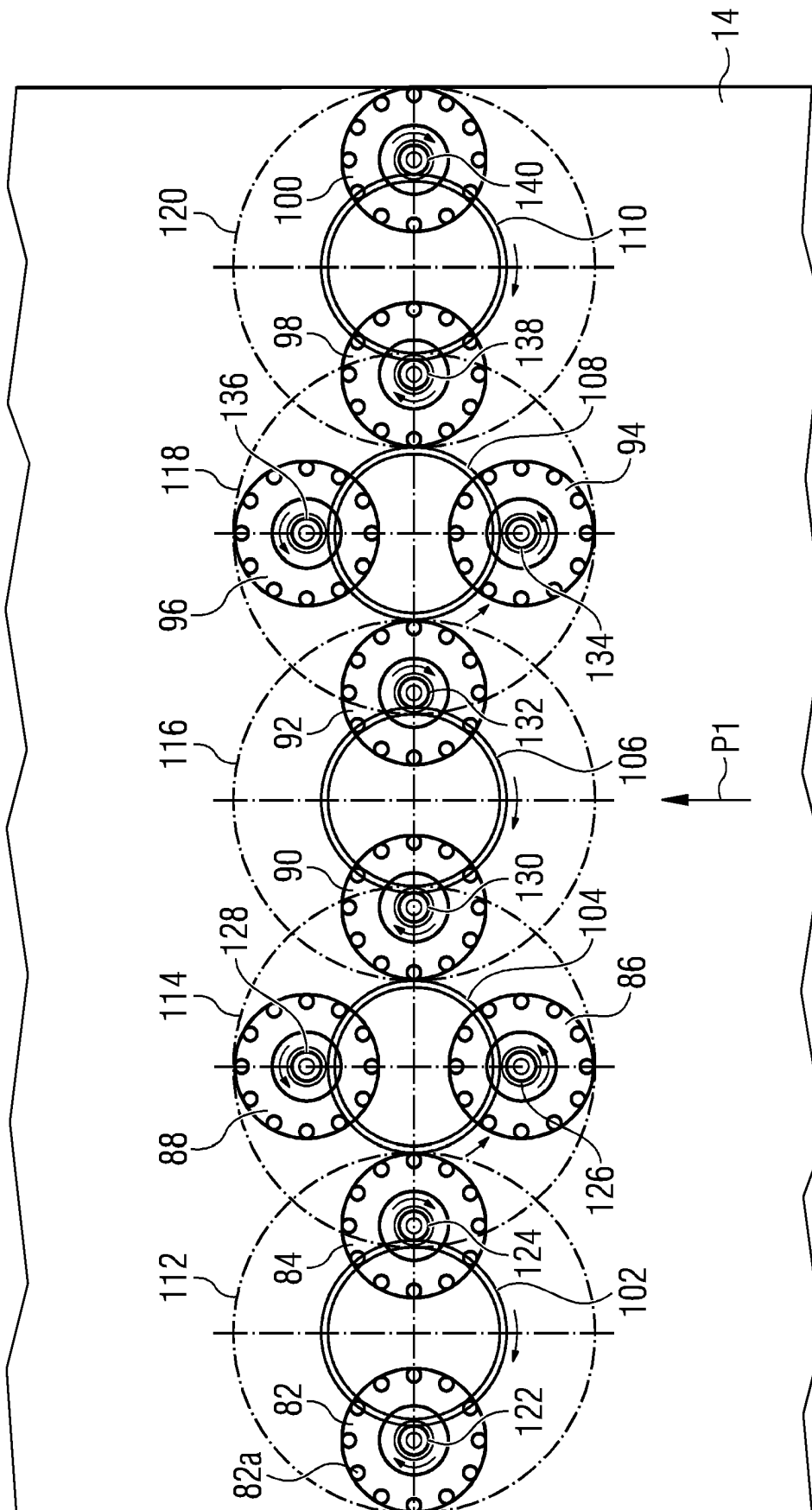


FIG. 4

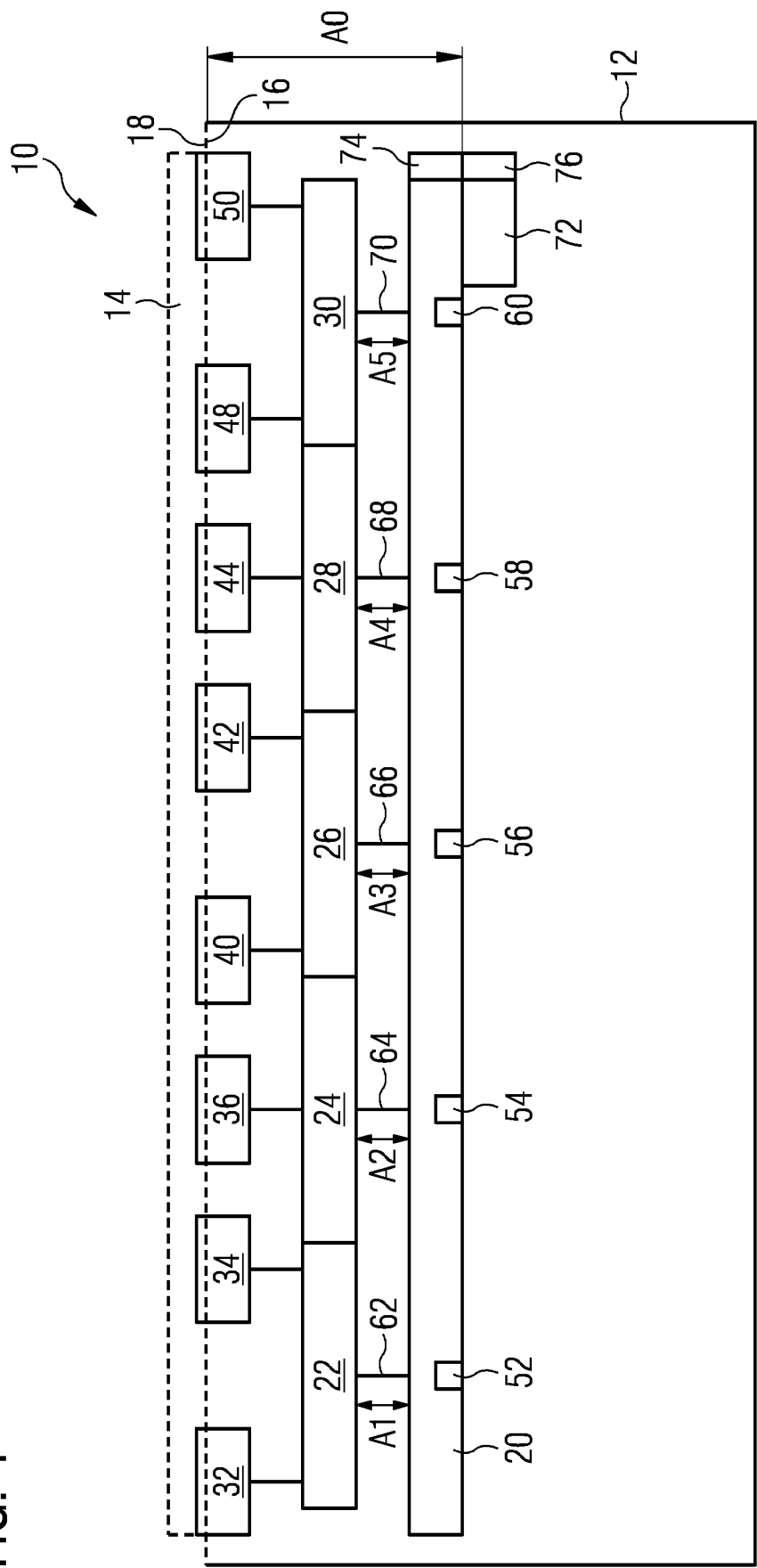


FIG. 5

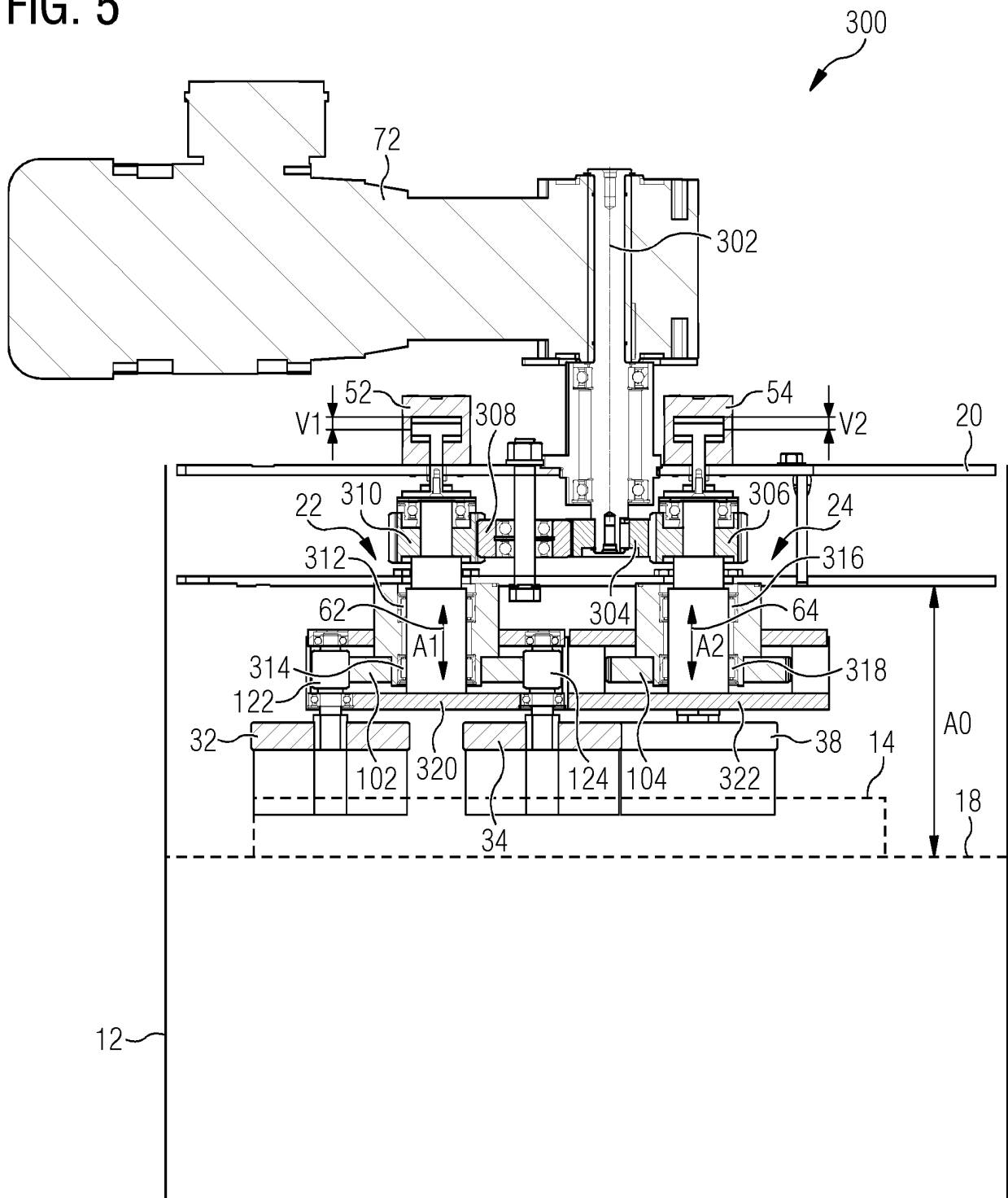


FIG. 6

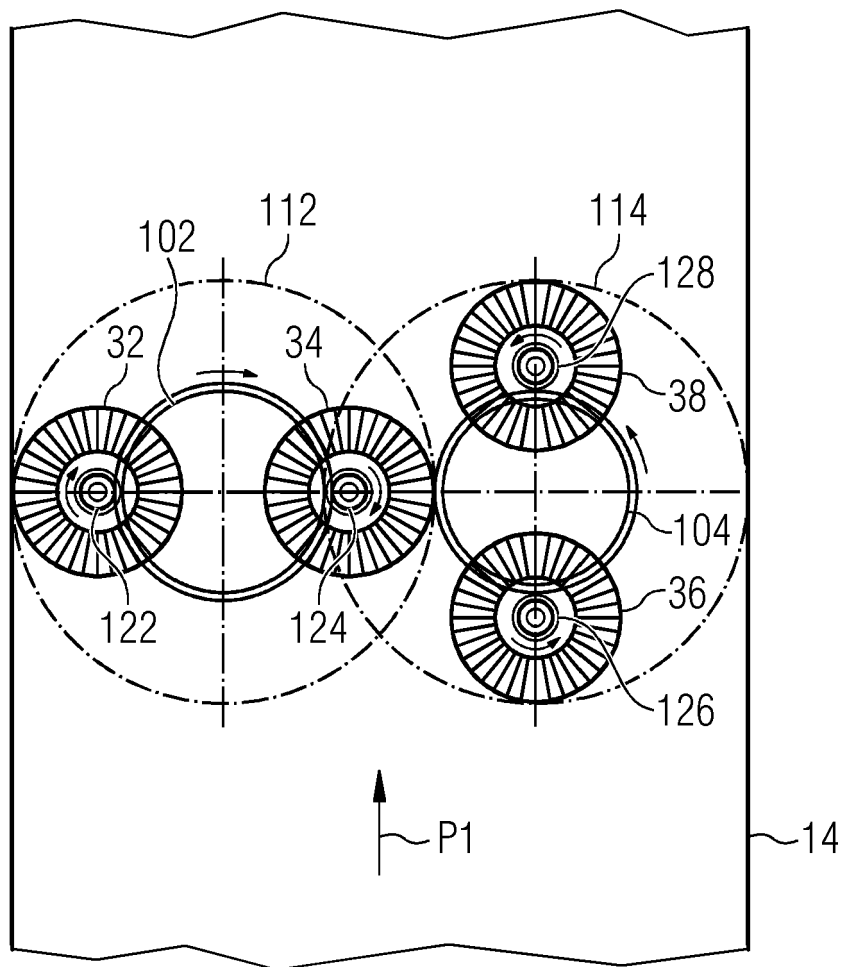


FIG. 7

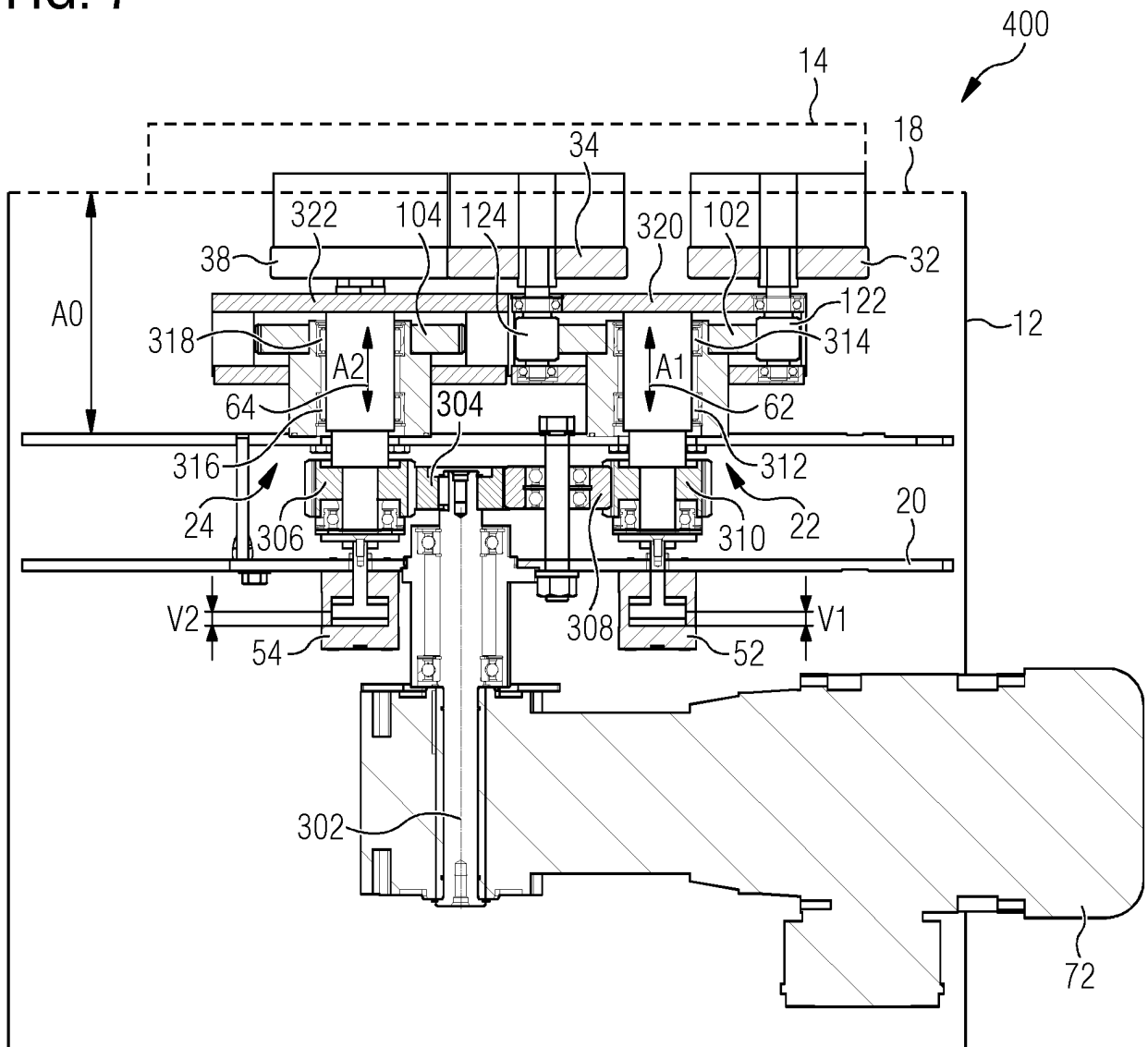


FIG. 8

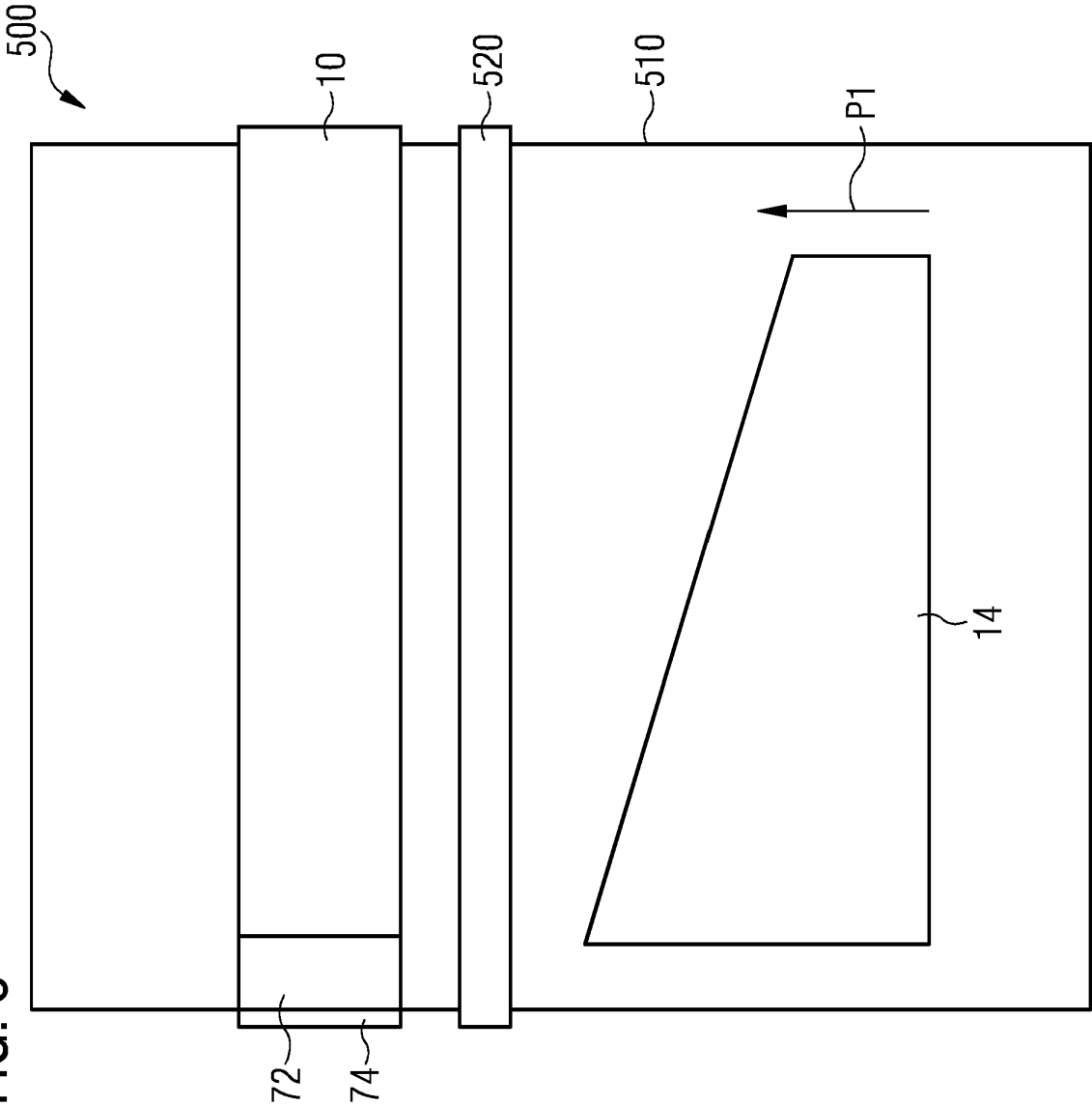


FIG. 9

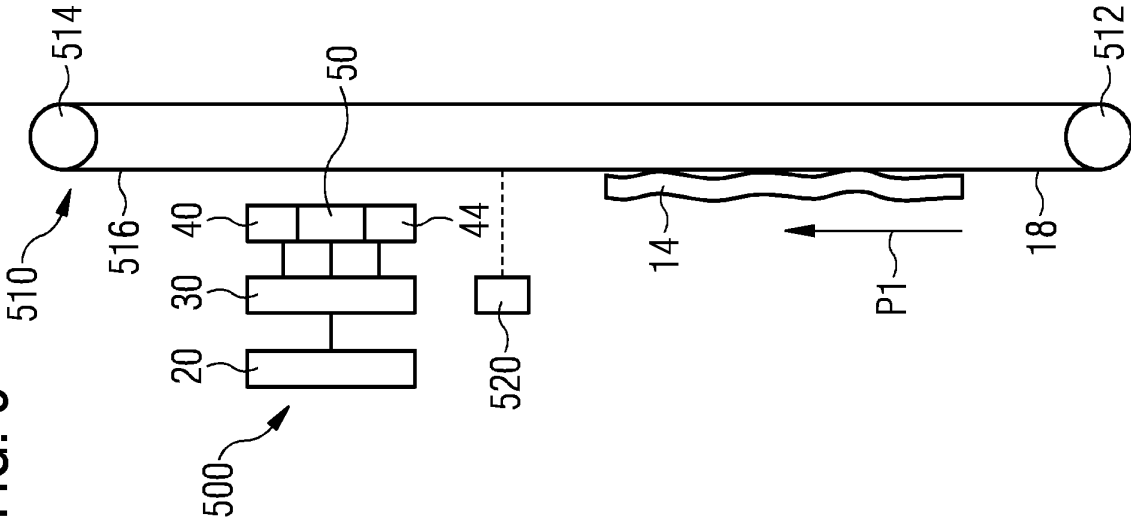


FIG. 10

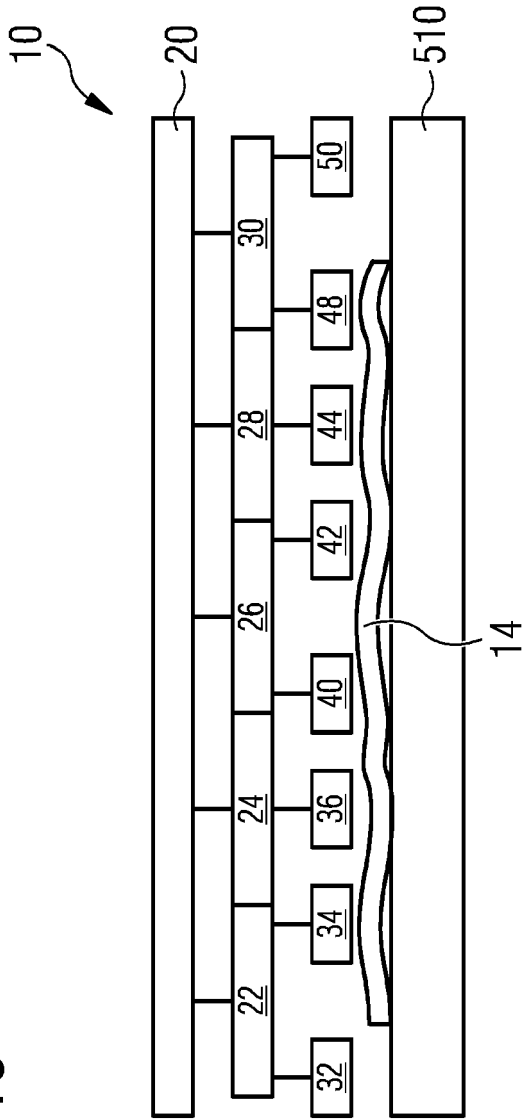
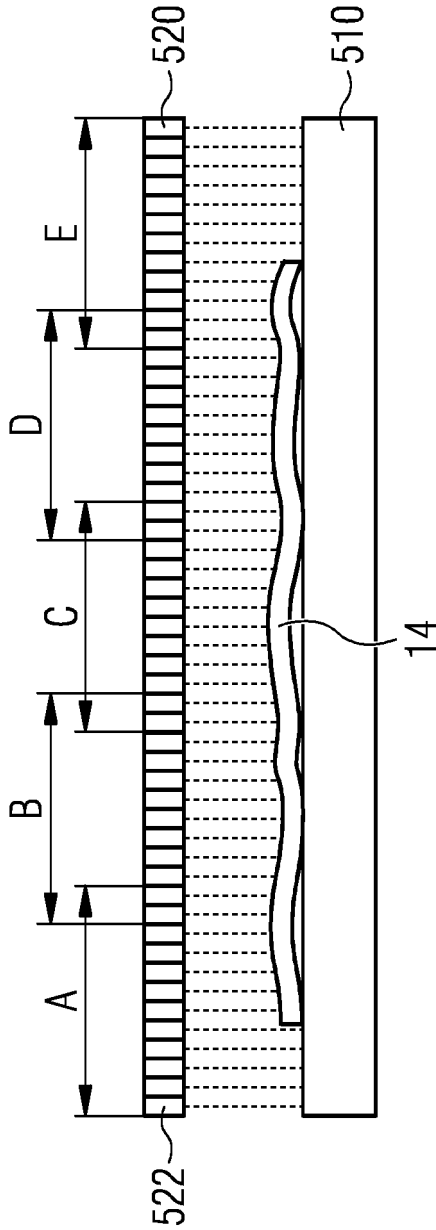


FIG. 11



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102017110950 A1 [0002]
- DE 10338682 B4 [0003]
- US 3874123 A [0004]