



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>B2D 1/00</b></p>	<p><b>A2</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/09285</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>24. Februar 2000 (24.02.00)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02317 (22) Internationales Anmeldedatum: 28. Juli 1999 (28.07.99)  (30) Prioritätsdaten: 198 36 624.8 13. August 1998 (13.08.98) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HECK- ERT WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE/DE]; Otto-Schmerbach-Strasse 15/17, D-09117 Chemnitz (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PÖNISCH, Achim [DE/DE]; Am Hopfenberg 16, D-09573 Erdmannsdorf (DE).  (74) Anwalt: RUMRICH, Gabriele; Limbacher Strasse 305, D-09116 Chemnitz (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>

(54) Title: MACHINE-TOOL, ESPECIALLY MILLING CENTER

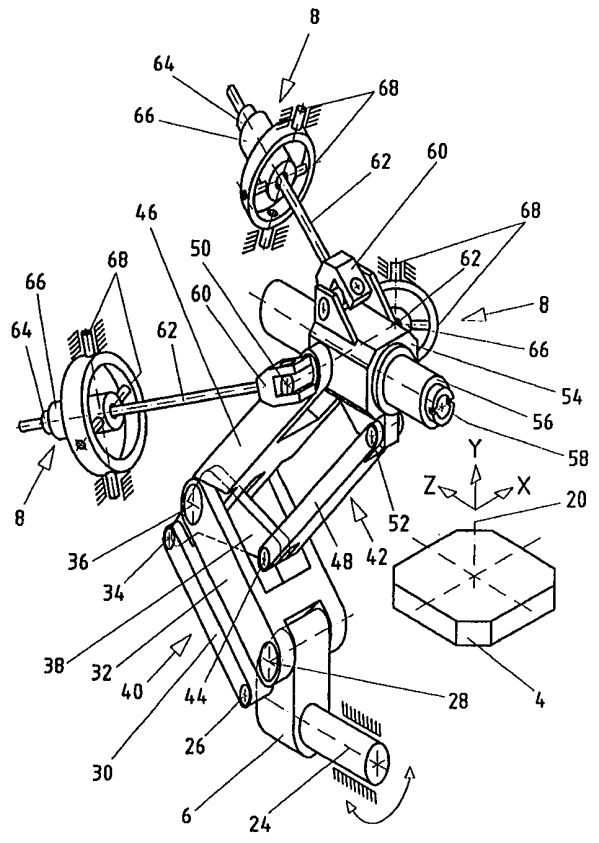
(54) Bezeichnung: WERKZEUGMASCHINE, INSBESONDERE FRÄSBEARBEITUNGSZENTRUM

(57) Abstract

The invention relates to a machine-tool, especially a milling center, comprising a housing (2), a holder (54) for tools and/or workpieces, a coupling guide departing from the housing (2) to guide the holder (54) and a drive device departing from the housing (2) to move and fix the holder (54) guided by the coupling guide. The invention is characterized in that the coupling guide has first means for guiding the holder (54) on a first plane where it brushes over the surface and second means for pivoting the holder (54) on a second plane where it cuts the first plane, wherein the drive device has third means for moving and fixing the holder (54) guided by the coupling guide in an area.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere Fräsbearbeitungszentrum, mit einem Gestell (2), einem Träger (54) für Werkzeuge und/oder Werkstücke, einer vom Gestell (2) ausgehenden Koppelführung, um den Träger (54) zu führen, und einer vom Gestell (2) ausgehenden Antriebseinrichtung, um den koppelgeführten Träger (54) zu bewegen und festzulegen. Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelführung erste Mittel aufweist, um den Träger (54) in einer ersten Ebene flächenüberstreichend zu führen, und zweite Mittel aufweist, um den Träger (54) in einer die erste Ebene schneidenden zweiten Ebene zu schwenken, wobei die Antriebseinrichtung dritte Mittel aufweist, um den koppelgeführten Träger (54) im Raum zu bewegen und festzulegen.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Werkzeugmaschine, insbesondere Fräsbearbeitungszentrum

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere  
Fräsbearbeitungszentrum, mit einem Gestell, einem Träger  
5 für Werkzeuge und/oder Werkstücke, einer vom Gestell  
ausgehenden Koppelführung, um den Träger zu führen, und  
einer vom Gestell ausgehenden Antriebseinrichtung, um den  
Träger zu bewegen und festzulegen.

Werkzeugmaschinen mit koppelgeführten Trägern sind  
10 gegenüber jenen mit führungs(schienen)geführten Trägern  
flexibler, leichter und dynamischer, was zum einen auf den  
Wegfall der sich über die gesamten Kurse erstreckenden  
Führungen einschließlich ihres Unterbaus und ihrer  
Abdeckungen und Abstreifer und zum anderen auf die dadurch  
15 wesentlich geringere Angriffsfläche geführter Teile für  
Späne und Prozeßhilfsmittel zurückgeht.

Eine bekannte Vorrichtung zur Bearbeitung und/oder  
Montage von Werkstücken gemäß EP 0 812 652 A1 weist eine  
Koppelführung auf, die einem durch zwei Linearantriebe  
20 verstellbaren Träger eine ebene Bewegung erlauben.  
Bewegungen senkrecht zu dieser Ebene sind durch  
pinolenartige Ausbildung des Trägers und/oder separate  
Tischbewegungen realisiert. Beides ist wiederum mit den  
Nachteilen führungs(schienen)geführter Träger verbunden,  
25 wobei es hier die Führungen des Tisches und/oder der Pinole

sowie die zugehörigen Abdeckungen und Abstreifer sind, die die erzielbaren Geschwindigkeiten und Beschleunigungen begrenzen.

Darüber hinaus sind Werkzeugmaschinen bekannt, bei denen  
5 der Träger durch sechs jeweils NC-gesteuerte Linearaktoren im Raum geführt, bewegt und festgelegt wird. Der Verzicht auf Koppelführungen erhöht den Steuerungsaufwand, die Kosten und den Platzbedarf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine  
10 gattungsgemäße Werkzeugmaschine zu schaffen, die bei Realisierung vergleichbarer Kurse leichter ist und höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zuläßt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Koppelführung erste Mittel aufweist, um den Träger in  
15 einer ersten Ebene flächenüberstreichend zu führen, und zweite Mittel aufweist, um den Träger in einer die erste Ebene schneidenden zweiten Ebene zu schwenken, wobei die Antriebseinrichtung dritte Mittel aufweist, um den ausgerichtet geführten Träger im Raum zu bewegen und  
20 festzulegen. Indem jeder durch ein kartesisches Koordinatentriple  $x, y, z$  beschreibbarer Punkt durch eine in der ersten Ebene flächenüberstreichend bewegbare und in der zweiten Ebene schwenkbare Koppelführung, die die drei Freiheitsgrade der Drehungen um die kartesischen Achsen  $x,$   
25  $y, z$  bindet, erreichbar und durch eine vom Gestell

ausgehende Antriebseinrichtung, die die drei Freiheitsgrade der Verschiebungen längs der kartesischen Achsen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  bindet, ansteuerbar ist, ist für die Bearbeitung eines Werkstückes weder eine pinolenartige Ausbildung des das  
5 Werkzeug und/oder das Werkstück tragenden Trägers noch eine mit dem Träger korrespondierende Bewegung einer das Werkstück bzw. das Werkzeug tragenden Vorrichtung, beispielsweise eines Tisches bzw. Werkzeughalters, erforderlich.

10 Dabei ist der Träger in der ersten Ebene bei Aufrechterhaltung seiner durch eine Ausrichtachse definierten räumlichen Ausrichtung führbar, wobei die erste Ebene vorzugsweise die Ausrichtachse enthält. Er wird vorzugsweise durch die ersten Mittel getragen, die  
15 vorzugsweise in der zweiten Ebene schwenkbar sind.

Die ersten Mittel weisen wenigstens eine, vorzugsweise wenigstens zwei miteinander verbundene parallelogrammartige Viergelenkketten auf, die in der ersten Ebene und/oder dazu parallelen Ebenen liegen. Sie umfassen insbesondere zwei in  
20 der ersten Ebene liegende parallelogrammartige Viergelenkketten, wobei die vom Gestell ausgehende erste Viergelenkkette mit der an den Träger führenden zweiten Viergelenkkette verbunden ist und die gestellabgewandten Gelenkachsen der beiden vom Gestell ausgehenden  
25 gleichlangen ersten Glieder der ersten Viergelenkkette und

die trägerabgewandten Gelenkachsen der beiden an den Träger führenden gleichlangen zweiten Glieder vorzugsweise in einer die Viergelenkketten schließenden gemeinsamen Koppel liegen. Diese Koppel weist drei Gelenkachsen auf, um deren erste ein erstes Glied, um deren zweite sowohl ein anderes erstes als auch ein zweites Glied und um deren dritte ein anderes zweites Glied lagern. Stattdessen ist es auch möglich, die Koppel nur mit zwei Gelenkachsen zu versehen, um deren jede sowohl ein erstes als auch ein zweites Glied lagern. Darüber hinaus kann die Koppel auch zwischen den vom Gestell ausgehenden und/oder den an den Träger führenden Gliedern derart angeordnet sein, daß ihre Gelenkachsen von den gestell- bzw. trägergebundenen Gelenkachsen jeweils den gleichen Abstand aufweisen. Schließlich ist es vorgesehen, ein erstes und ein zweites Glied zur Aufnahme sowohl von Zug- und Druckkräften als auch von Biege- und Torsionskräften mit einem größeren Querschnitt auszustatten als das jeweils andere erste und zweite Glied, die lediglich Zug- und Druckkräfte aufnehmen.

Die zweiten Mittel ermöglichen die Schwenkbarkeit der ersten Mittel in der zweiten Ebene. Sie tragen die ersten Mittel und sind um eine am Gestell angeordnete Schwenkachse, die vorzugsweise parallel zur Ausrichtachse verläuft, schwenkbar. Sie umfassen insbesondere eine Schwenkeinrichtung bzw. einen Schwenkkörper, der am Gestell

um diese Schwenkachse schwenkbar ist und die ersten Mittel trägt. Sie können aber auch als Lager der ersten Mittel ausgebildet sein, so daß beispielsweise die Viergelenkketten mittels Kugel- oder Kardangelenken sowohl in der ersten als auch in der zweiten Ebene schwenkbar sind.

Die dritten Mittel weisen Aktoren auf (vorzugsweise wenigstens drei), die einerseits am Gestell und andererseits am Träger oder an den ersten Mitteln angelenkt sind, wobei sich die Gelenkabstände je Aktor verändern lassen. Sie umfassen vorzugsweise wenigstens drei in bezug auf das Gestell längenveränderliche Linearaktoren, die mit ihren einen Enden an voneinander beabstandeten Gestellpositionen und mit ihren anderen Enden am Träger angelenkt sind. Die Anlenkung erfolgt kardanisch und/oder kugelgelenkig. Die Anlenkpunkte sind in Richtung der Ausrichtachse gesehen jeweils um 120 Grad versetzt angeordnet. In einem zentralen Arbeitspunkt des Trägers schließen die Aktoren bzw. Linearaktoren mit der Ausrichtachse Winkel von 45 Grad und mit den beiden Gelenkachsen des Kreuzgelenks Winkel von 90 Grad ein. Die Linearaktoren umfassen vorzugsweise jeweils eine drehantreibbare Mutter und eine axialverschiebliche drehfeste Gewindespindel, können aber auch als Lineardirektantriebe, Zahnstange-Ritzel-Antriebe,

Arbeitszylinder und dgl. ausgebildet sein. Es ist jedoch auch möglich, Aktoren einzusetzen, die ihre Gelenkabstände auf andere Weise verändern, beispielsweise durch Öffnen oder Schließen zangenartig verbundener Schenkel.

5 Der Träger ist vorzugsweise als Spindelstock ausgebildet, in dem eine Werkzeuge und/oder Werkstücke aufnehmende Arbeitsspindel lagert, deren Drehwinkellage korrigierbar ist, beispielsweise softwaremäßig, und deren Drehachse vorzugsweise mit der Ausrichtachse zusammenfällt. Er kann  
10 aber auch feststehende Werkzeuge und/oder Werkstücke tragen. Trägt der Träger ein Werkzeug, mit dem ein auf einem Werkstücktisch aufgenommenes Werkstück bearbeitbar ist, kann sich unter dem Werkstücktisch und um die ersten, zweiten und dritten Mittel ein raumfestes erstes Gehäuse  
15 und über dem Werkstücktisch ein wegklappbares zweites Gehäuse wölben, die gemeinsam ein cockpitartiges Gesamtgehäuse bilden, wobei wenigstens das zweite Gehäuse durchsichtig ist. Zwischen zwei Gliedern der Viergelenkketten kann eine Gewichtsausgleichseinrichtung  
20 angeordnet sein, die vorzugsweise als Druckfeder ausgebildet ist. Parallel zu den Viergelenkketten ist eine Energiezuführungskette geführt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den zugehörigen  
25 schematischen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine dreidimensionale Darstellung eines erfindungsgemäßen Fräsbearbeitungszentrums, bei der aus Gründen der Übersichtlichkeit Gestell und Gehäuse weggelassen sind,

5 Fig. 2 eine Draufsicht des kompletten Fräsbearbeitungszentrum,

Fig. 3 eine Vorderansicht,

Fig. 4 eine Seitenansicht mit einer im Mittelpunkt der y-z-Arbeitsfläche befindlichen Spindel (Kursmitte y, z),

10 Fig. 5 die Spindel in einem ersten Eckpunkt (+y, +z) der y-z-Arbeitsfläche

Fig. 6 die Spindel in einem zweiten Eckpunkt (+y, -z),

Fig. 7 die Spindel in einem dritten Eckpunkt(-y, -z) und

Fig. 8 die Spindel in einem vierten Eckpunkt(-y, +z).

15 Das Fräsbearbeitungszentrum weist ein Gestell 2 auf, das in Reihenfolge einen Werkstücktisch 4, ein Schwenkstück 6, drei Hohlwellenmotoren 8 und einen Schaltschrank 10 aufnimmt und von einem Gehäuse 12 umgeben ist, welches selbst Bestandteil des Gestells 2 sein kann. Über dem  
20 Arbeitsraum 14 wölbt sich eine durchsichtige Kanzel 16, die mit dem Gehäuse 12 ein Cockpit 18 bildet und hochklappbar ist.

Der Werkstücktisch 4 ist gegebenenfalls um eine senkrechte Drehachse 20 drehbar. Er trägt ein Werkstück mit  
25 der maximalen äußeren Kontur 22.

Das Schwenkstück 6 ist um eine waagerechte Schwenkachse 24 schwenkbar, die die senkrechte Drehachse 20 des Werkstücktisches 4 schneidet.

An seinem in Richtung Werkstücktisch 4 ansteigenden  
5 Abschnitt lagern um Schwenkachsen 26 und 28, die lotrecht auf einer von der Drehachse 20 und der Schwenkachse 24 gebildeten Ebene stehen, eine gabelförmig ausgebildete Nebenkoppel 30 kleinen Querschnitts zur Aufnahme von Zug- und Druckkräften und eine gleichlange gabelförmig  
10 ausgebildete Hauptkoppel 32 großen Querschnitts zur Aufnahme von Zug-, Druck-, Biege- und Torsionskräften. An deren gestellabgewandten Enden lagert um Schwenkachsen 34 und 36, die parallel zu den Schwenkachsen 26 und 28 verlaufen, ein dreieckförmiger Umlenkhebel 38. Hauptkoppel  
15 30 und Nebenkoppel 32 bilden mit Abschnitten des Schwenkstücks 6 und des Umlenkhebels 38 eine Viergelenkkette 40, deren Parallelogrammstruktur sich daraus ableitet, daß der Achsabstand zwischen den Schwenkachsen 26 und 34 dem Achsabstand zwischen den  
20 Schwenkachsen 28 und 36 und der Achsabstand zwischen den Schwenkachsen 26 und 28 dem Achsabstand zwischen den Schwenkachsen 34 und 36 entspricht.

Der Umlenkhebel 38 bildet gleichzeitig ein Glied einer ebenfalls parallelogrammartigen Viergelenkkette 42. Dazu  
25 lagern an ihm um die Schwenkachse 36 und eine dazu

parallele Schwenkachse 44 eine gabelförmig ausgebildete  
Hauptkoppel 46 großen Querschnitts zur Aufnahme von Zug-,  
Druck-, Biege- und Torsionskräften und eine gabelförmig  
ausgebildete gleichlange Nebenkoppel 48 kleinen  
5 Querschnitts zur Aufnahme von Zug- und Druckkräften,  
während an deren anderen Enden um Schwenkachsen 50 und 52,  
die parallel zu den Schwenkachsen 36 und 44 verlaufen, ein  
Spindelstock 54 mit einer Motorspindel 56 lagert, deren  
Drehachse 58 parallel zur Schwenkachse 24 des Schwenkstücks  
10 6 verläuft. Indem der Achsabstand zwischen den  
Schwenkachsen 36 und 50 dem Achsabstand zwischen den  
Schwenkachsen 44 und 52 und der Achsabstand zwischen den  
Schwenkachsen 36 und 44 dem Achsabstand zwischen den  
Schwenkachsen 50 und 52 entspricht, bildet auch die aus der  
15 Hauptkoppel 46 und der Nebenkoppel 48 sowie Abschnitten des  
Umlenkhebels 38 und des Spindelstocks 54 bestehende  
Viergelenkkette 42 ein Parallelogramm.

Am Spindelstock 54 sind an der Deckfläche und den beiden  
Seitenflächen mit Hilfe von Kreuzgelenken 60 insgesamt drei  
20 drehfeste Gewindespindeln 62 angelenkt, die in  
drehantreibbaren Spindelmuttern 64 der gestellseitigen  
Hohlwellenmotoren 8 laufen, deren Gehäuse 66 mit Hilfe von  
Kreuzgelenken 68 am Gestell 2 angelenkt sind. Von vorn auf  
die Motorspindel 56 gesehen, sind die gestellseitigen  
25 Anlenkpunkte jeweils um 120 Grad versetzt angeordnet.

Befindet sich die Vorderkante der Motorspindel 56 im Schnittpunkt der Raumdiagonalen eines durch zueinander senkrechte Ebenen (x-y, x-z, y-z) begrenzten ansteuerbaren Arbeitsraumes, schließen die Gewindespindeln 62 mit der  
5 Drehachse 58 der Motorspindel 56 Winkel von 45 Grad und mit den beiden Gelenkachsen der Kreuzgelenke 68 Winkel von jeweils 90 Grad ein. In Fig. 2 ist die Arbeitsfläche in der x-z-Ebene mit 70, in Fig. 3 die Arbeitsfläche in der x-y-Ebene mit 72 und in den Fig. 4 bis 8 die Arbeitsfläche in  
10 der y-z-Ebene mit 74 bezeichnet. In den Fig. 2 und 3 ist zu erkennen, daß neben dem ansteuerbaren kubischen Arbeitsraum auch zwei ansteuerbare Randbereiche 76 existieren, die dem Werkzeug- und/oder Werkstückwechsel vorbehalten bleiben. In den Fig. 2 und 3 ist eine in Wechselposition befindliche  
15 Motorspindel mit 78 bezeichnet.

Parallel zu den Viergelenkketten 40 und 42 ist eine nichtdargestellte Energiekette geführt, die die Motorspindel 56 mit Energie versorgen. Eine zwischen den Gelenkachsen 52 und 28 angelenkte nichtdargestellte  
20 Druckfeder sorgt für Gewichtsausgleich.

Die Wirkungsweise ist folgende:

In einer hinteren oberen Position der Motorspindel 56 (Fig. 5) sind alle Gewindespindeln 62 eingefahren, haben

die Koppeln 30 und 32 ihren größten und die Koppeln 46 und 48 ihren geringsten gegenseitigen Abstand.

Um die Motorspindel aus dieser Position heraus längs ihrer Drehachse in z-Richtung zu bewegen, werden die  
5 Spindelmutter 64 mittels der Hohlwellenmotoren 8 derart gleichsinnig gedreht, daß die darin aufgenommenen drehfesten Gewindespindeln 62 in Richtung Arbeitsraum 14 (in bezug auf die y-z-Ebene) symmetrisch ausweichen, was nichts anderes heißt, als daß die Gewindespindeln in bezug  
10 auf das Gestell ihre Länge vergrößern. Alternativ könnte dies auch durch Teleskopanordnungen, Ritzel-Zahnstange-Paarungen, Arbeitszylinder und dgl. geschehen. Bei ihrer Bewegung in z-Richtung nimmt die Motorspindel 56 die miteinander verbundenen Viergelenkketten 40 und 42 mit,  
15 indem sich die Koppeln 30 und 32 unter Verringerung ihres gegenseitigen Abstands senkrecht aufrichten und die Koppeln 46 und 48 unter Vergrößerung ihres gegenseitigen Abstandes in Richtung Arbeitsraum 14 neigen, ohne daß die jeweils anderen gegenüberliegenden Glieder der  
20 parallelogrammartigen Viergelenkketten 40 und 42 wie der Umlenkhebel 38 und die Motorspindel 56 ihre Ausrichtung ändern.

Um die Motorspindel 56 aus der in Fig. 6 gezeigten Position heraus in y-Richtung nach unten zu bewegen, werden  
25 die obere Gewindespindel 62 auf bereits beschriebene Weise

ausgefahren und die beiden anderen Gewindespindeln 62 durch Drehrichtungsumkehr der Hohlwellenmotoren 8 (in bezug auf die y-z-Ebene) symmetrisch eingefahren. Dabei werden die miteinander verbundenen Viergelenkketten 40 und 42  
5 mitgeführt, indem sich die Koppeln 30 und 32 unter Vergrößerung ihres gegenseitigen Abstands wieder in ihren Ausgangszustand zurückneigen und sich die Koppeln 46 und 48 unter Verringerung ihres gegenseitigen Abstandes weiter nach vorn neigen. Auch hierbei bleibt die Ausrichtung des  
10 Umlenkhebels 38 und der Motorspindel 56 erhalten.

Um die Motorspindel 56 aus der in Fig.7 gezeigten Position heraus längs ihrer Drehachse in die in Fig. 8 gezeigte Position zu bewegen, werden alle Gewindespindeln 62 auf bereits beschriebene Weise (in bezug auf die y-z-  
15 Ebene) symmetrisch eingefahren, wobei die Viergelenkketten 40 und 42 auf ebenso beschriebene Weise mitgeführt werden.

Entsprechend lassen sich in der y-z-Ebene durch symmetrisches Aus- und Einfahren der Gewindespindeln 62 auch alle anderen Positionen einstellen.

20 Fährt man die Gewindespindeln 62 (in bezug auf die y-z-Ebene) unsymmetrisch ein und aus, wird die Motorspindel 56 auch in der zur y-z-Ebene senkrechten x-Richtung bewegt, wobei das Schwenkstück 6, das die verbundenen Viergelenkketten 40 und 42 samt Motorspindel 56 trägt, um  
25 die Schwenkachse 24 schwenkt, so daß die stellvertretend

für andere erste Mittel stehenden Viergelenkketten der Motorspindel nicht mehr in der y-z-Ebene, sondern in einer entsprechend herausgeschwenkten Schwenkebene folgen. Auf diese Weise wird jede durch das Koordinatentriple  $x, y, z$  beschreibbare Raumposition aktiv durch lediglich drei in bezug auf das Gestell 2 längenveränderliche Gewindespindeln 62 eingestellt, während sich die Motorspindel 56 auf den passiv folgenden Viergelenkketten 40 und 42, die auf dem Schwenkstück 6 ruhen, abstützt. In Arbeitsteilung binden die in den Spindelmuttern aufgenommenen Gewindespindeln 62 die drei Freiheitsgrade der Verschiebungen längs der kartesischen Achsen und die Viergelenkketten 40 und 42 sowie das Schwenkstück 6 die drei Freiheitsgrade der Drehungen um die kartesischen Achsen. Nichtdargestellte Kompensationsmittel sorgen dafür, daß die Drehwinkellage der Motorspindel beim Schwenken um die Schwenkachse 24 erhalten bleibt. Sie drehen die Motorspindel gegensinnig zur Schwenkbewegung.

## Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine, insbesondere Fräsbearbeitungszentrum,  
mit einem Gestell (2), einem Träger (54) für Werkzeuge  
5 und/oder Werkstücke, einer vom Gestell (2) ausgehenden  
Koppelführung, um den Träger (54) zu führen, und einer vom  
Gestell (2) ausgehenden Antriebseinrichtung, um den  
koppelgeführten Träger (54) zu bewegen und festzulegen,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- 10 - die Koppelführung erste Mittel aufweist, um den Träger  
(54) in einer ersten Ebene flächenüberstreichend zu führen,  
und zweite Mittel aufweist, um den Träger (54) in einer die  
erste Ebene schneidenden zweiten Ebene zu schwenken, und  
- die Antriebseinrichtung dritte Mittel aufweist, um den  
15 koppelgeführten Träger (54) im Raum zu bewegen und  
festzulegen.

2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Träger (54) in der ersten Ebene bei  
20 Aufrechterhaltung seiner durch eine Ausrichtachse (58)  
definierten räumlichen Ausrichtung führbar ist.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß die erste Ebene die Ausrichtachse (58)  
25 enthält.

4. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel den Träger tragen.
- 5 5. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel in der zweiten Ebene schwenkbar sind.
- 10 6. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel wenigstens eine parallelogrammartige Viergelenkkette (42) aufweisen.
- 15 7. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel wenigstens zwei miteinander verbundene parallelogrammartige Viergelenkketten (40, 42) aufweisen.
- 20 8. Werkzeugmaschine nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die parallelogrammartigen Viergelenkketten (40, 42) in der ersten Ebene und/oder dazu parallelen Ebenen liegen.
- 25 9. Werkzeugmaschine nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die gestellabgewandten Gelenkachsen zweier vom Gestell (2) ausgehender gleichlanger erster

Glieder (30,32) der ersten Viergelenkkette (40) und die  
trägerabgewandten Gelenkachsen zweier an den Träger (54)  
führender gleichlanger zweiter Glieder (46, 48) der zweiten  
Viergelenkkette (42) in einer die Viergelenkketten (40, 42)  
5 schließenden gemeinsamen Koppel (38) liegen.

10. Werkzeugmaschine nach Anspruch 9, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Koppel (38) drei Gelenkachsen  
aufweist, um deren erste (34) ein erstes Glied (30), um  
10 deren zweite (36) sowohl ein anderes erstes als auch ein  
zweites Glied (32, 46) und um deren dritte (44) ein anderes  
zweites Glied (48) lagern.

11. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10, dadurch  
15 gekennzeichnet, daß die Koppel (38) die Ausrichtung der  
zweiten Viergelenkkette (42) in bezug auf die Ausrichtung  
der ersten Viergelenkkette (40) umlenkt.

12. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 9 bis 11,  
20 dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes und ein zweites  
Glieder (32, 46) zur Aufnahme sowohl von Zug- und  
Druckkräften als auch von Biege- und Torsionskräften einen  
größeren Querschnitt aufweisen, als das jeweils andere  
erste und zweite Glied (30, 48), die lediglich Zug- und  
25 Druckkräfte aufnehmen.

13. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Mittel die Schwenkbarkeit der ersten Mittel in der zweiten Ebene ermöglichen.

5

14. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Mittel um eine am Gestell (2) angeordnete Schwenkachse (24) schwenkbar sind und die ersten Mittel tragen.

10

15. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Mittel einen Schwenkkörper (6) umfassen, der am Gestell (2) um eine Schwenkachse (24) schwenkbar ist und die ersten Mittel

15 trägt.

16. Werkzeugmaschine nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkachse (24) parallel zur Ausrichtachse (58) verläuft.

20

17. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die dritten Mittel Aktoren aufweisen, die einerseits am Gestell (2) und andererseits am Träger (54) oder an den ersten Mitteln angelenkt sind,

25 wobei sich die Gelenkabstände je Aktor verändern lassen.

18. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die dritten Mittel wenigstens drei in bezug auf das Gestell (2) längenveränderliche Linearaktoren aufweisen, die mit ihren einen Enden an  
5 voneinander beabstandeten Gestellpositionen und mit ihren anderen Enden am Träger (54) angelenkt sind.

19. Werkzeugmaschine nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktoren bzw. Linearaktoren  
10 kardanisich und/oder kugelgelenkig angelenkt sind.

20. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlenkpunkte der Aktoren bzw. Linearaktoren in Richtung der Ausrichtachse  
15 gesehen jeweils um 120 Grad versetzt angeordnet sind.

21. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 17 bis 20, gekennzeichnet durch einen im Schnittpunkt der Arbeitsraumdiagonalen liegenden zentralen Arbeitspunkt des  
20 Trägers (54), in dem die Aktoren bzw. Linearaktoren mit der Ausrichtachse Winkel (58) von 45 Grad einschließen.

22. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 17 bis 21, gekennzeichnet durch einen im Schnittpunkt der  
25 Arbeitsraumdiagonalen liegenden zentralen Arbeitspunkt des

Trägers (54), in dem die Aktoren bzw. Linearaktoren jeweils mit beiden Gelenkachsen (68) des Kreuzgelenks Winkel von 90 Grad einschließen.

5 23. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearaktoren jeweils eine drehantreibbare Mutter (64) und eine axialverschiebliche drehfeste Gewindespindel (62) aufweisen.

10

24. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (54) als Spindelstock ausgebildet ist, in dem eine Werkzeuge und/oder Werkstücke aufnehmende Arbeitsspindel (56) lagert.

15

25. Werkzeugmaschine nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse der Arbeitsspindel (56) mit der Ausrichtachse (58) zusammenfällt.

20 26. Werkzeugmaschine nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehwinkellage der Arbeitsspindel (56) korrigierbar ist.

27. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 26,

dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (54) ein Werkzeug trägt mit dem ein auf einem Werkstücktisch (4) aufgenommenes Werkstück bearbeitbar ist.

5 28. Werkzeugmaschine nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein raumfestes erstes Gehäuse (12), das sich unter dem Werkstücktisch (4) und um die ersten, zweiten und dritten Mittel wölbt, und ein wegklappbares zweites Gehäuse (16), das sich über dem Werkstücktisch (4)  
10 wölbt, ein cockpitartiges Gesamtgehäuse (18) bilden.

29. Werkzeugmaschine nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens das zweite Gehäuse (16) durchsichtig ist.

15

30. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 6 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei Gliedern der Viergelenkketten (40, 42) eine vorzugsweise als Druckfeder ausgebildete Gewichtsausgleichseinrichtung angeordnet ist.

20

31. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche von 6 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu den Viergelenkketten (40, 42) eine Energiezuführungskette geführt ist.

25

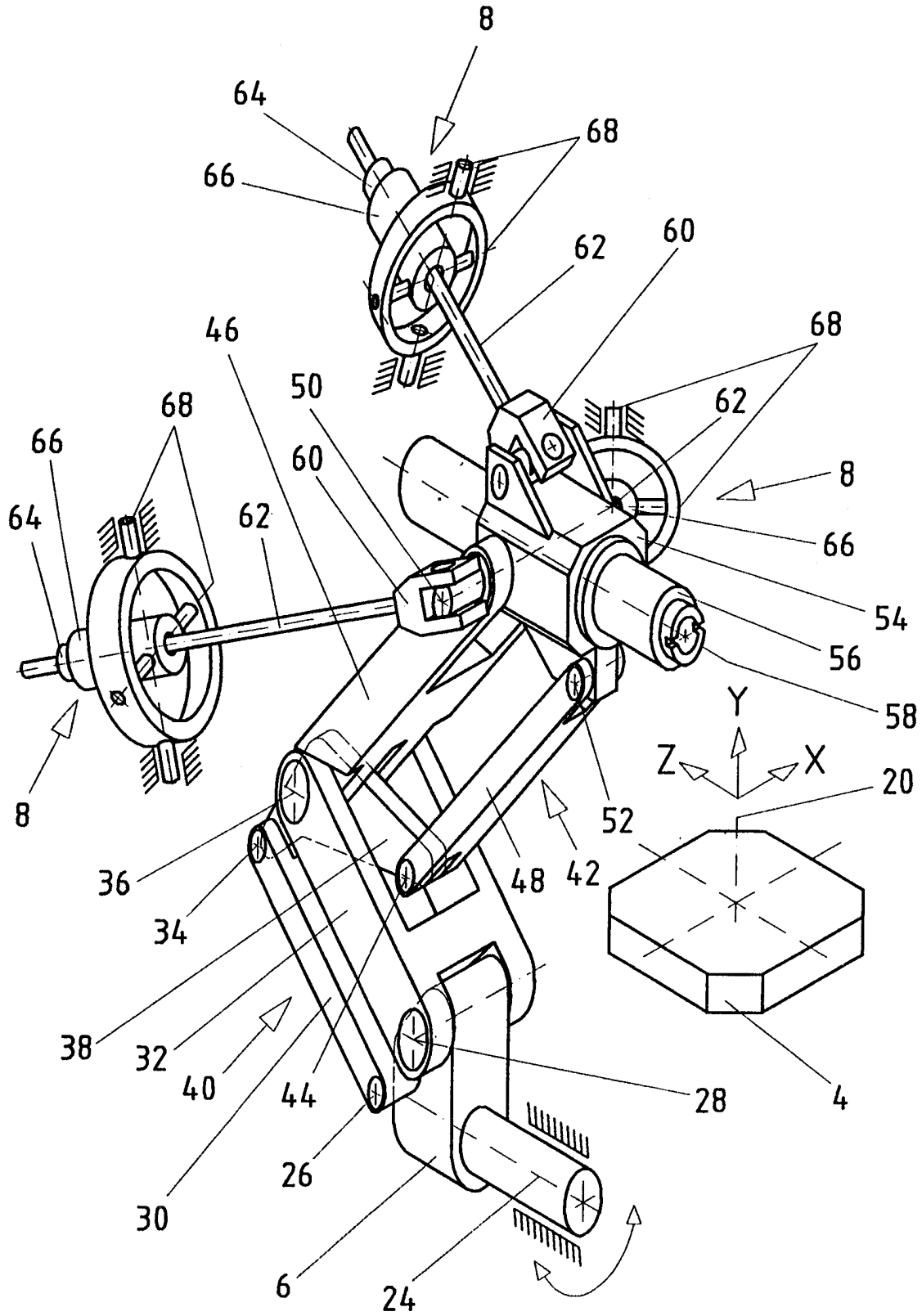


Fig.1

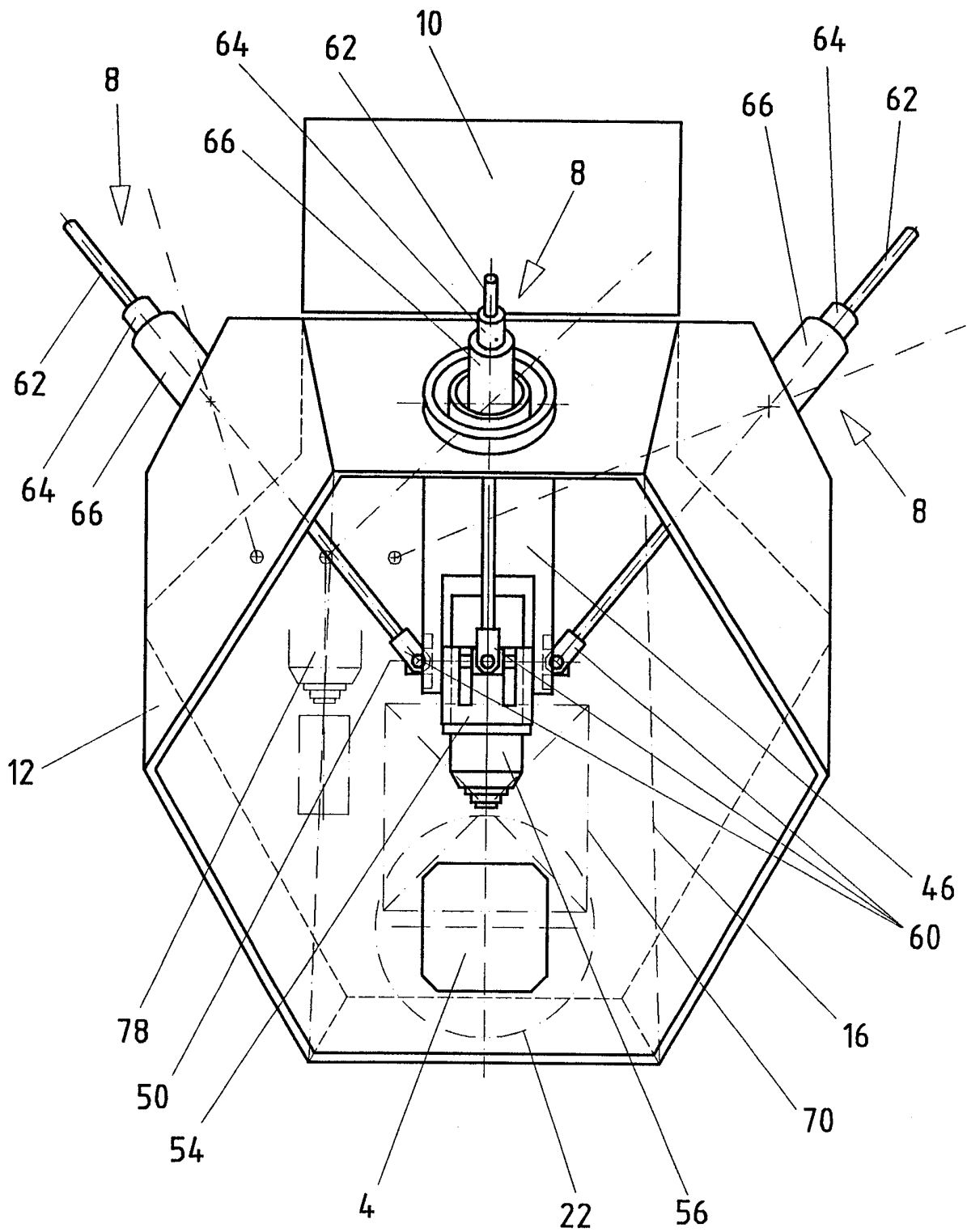


Fig.2

3/8

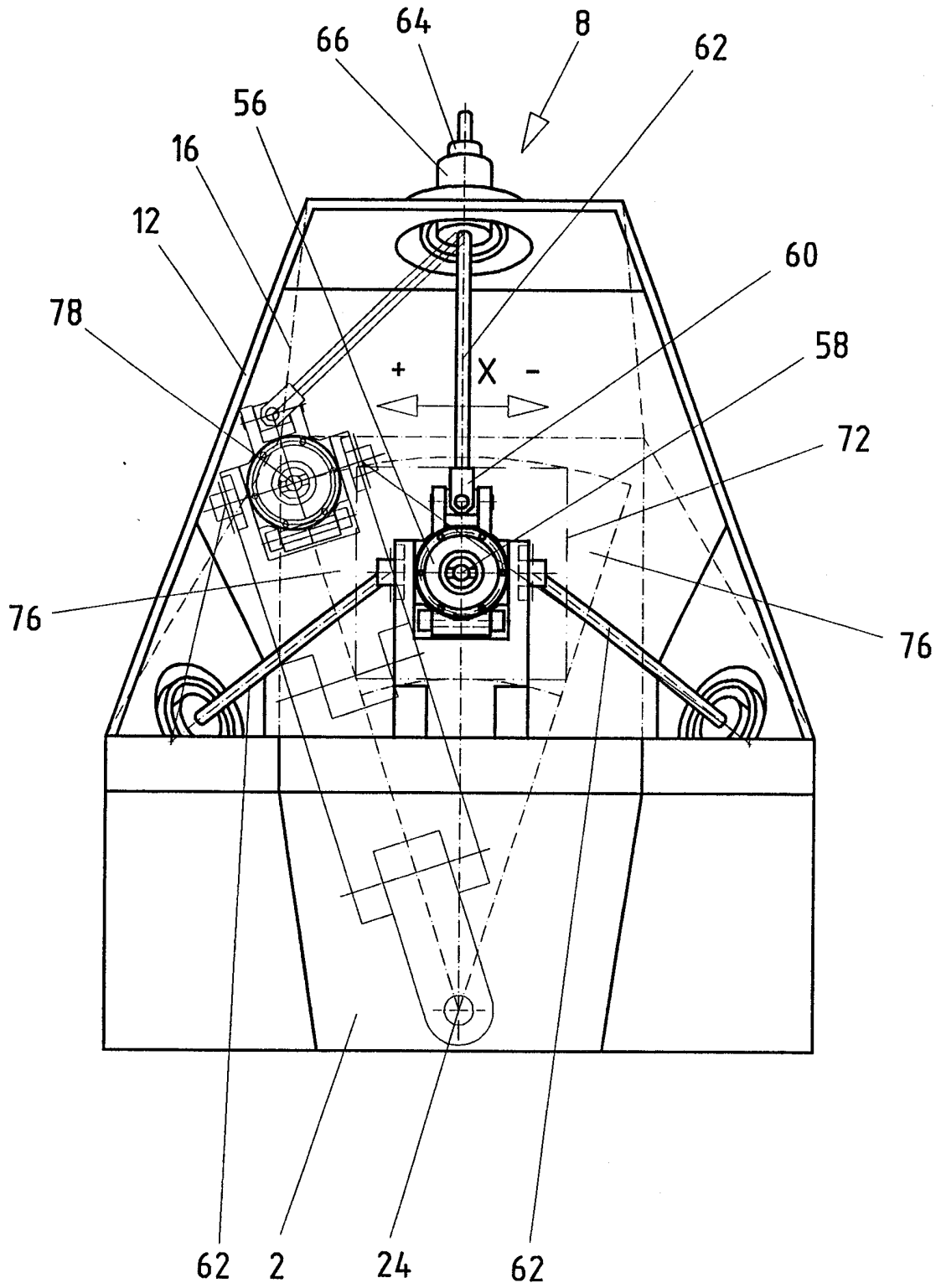


Fig.3

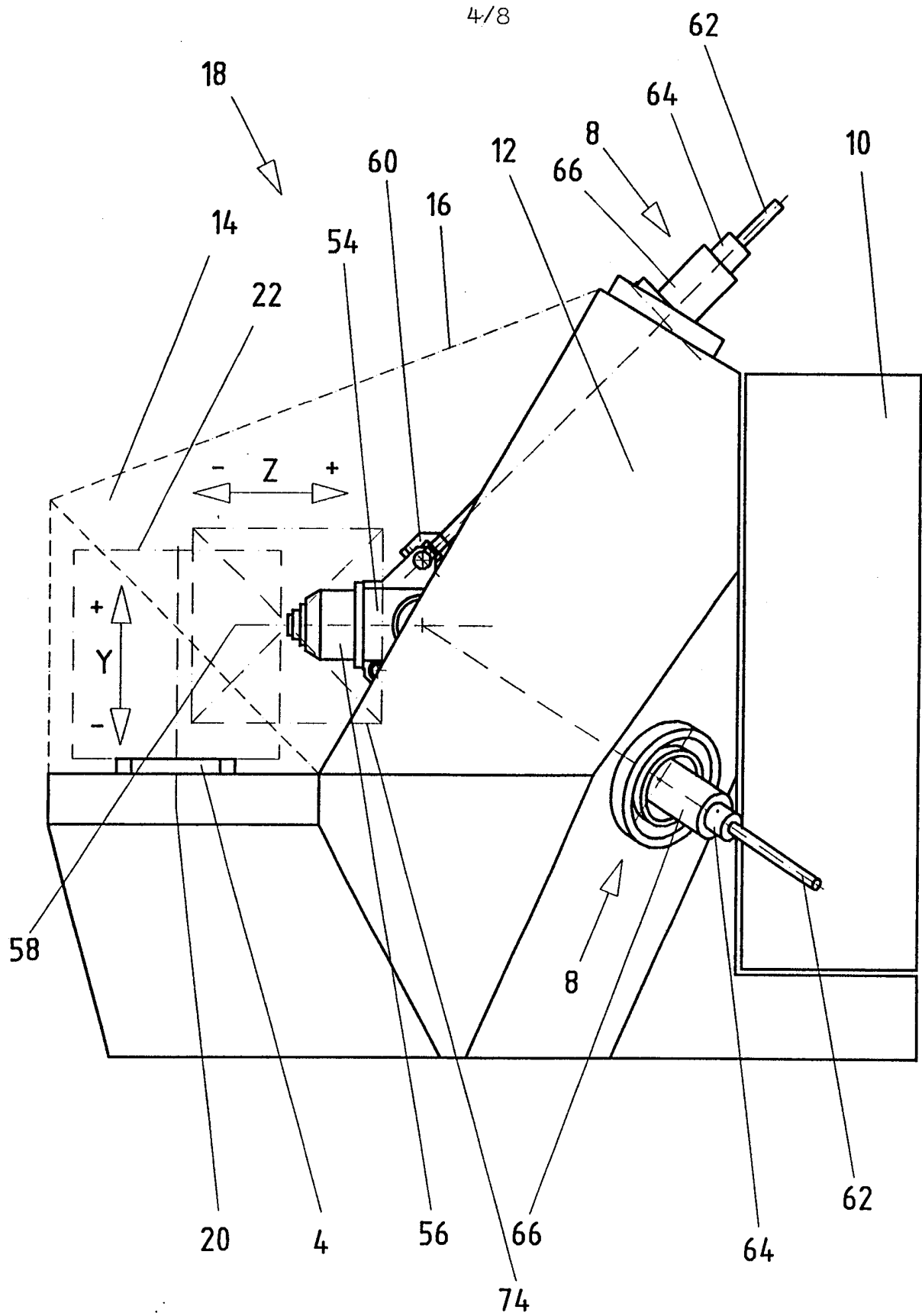


Fig.4

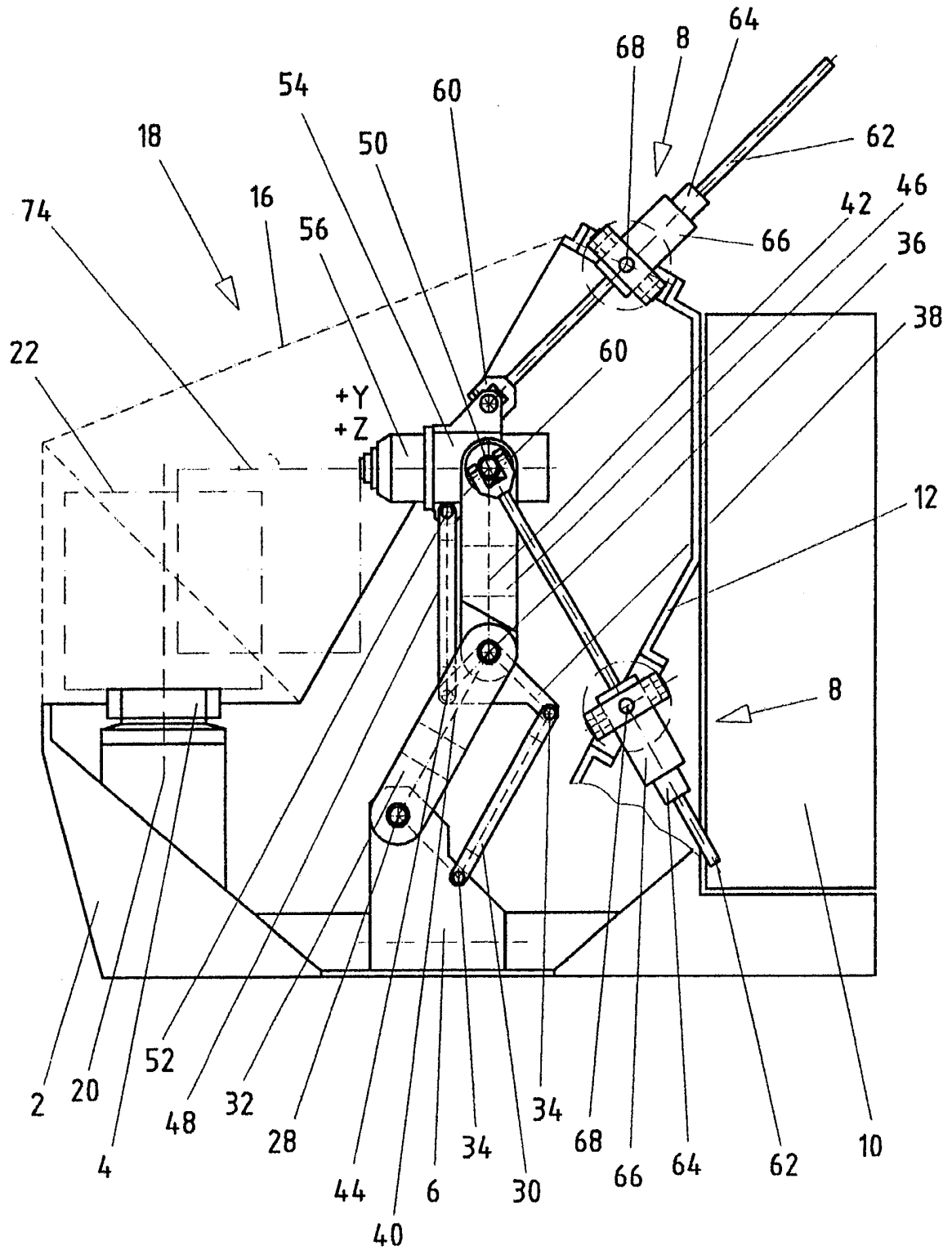


Fig.5

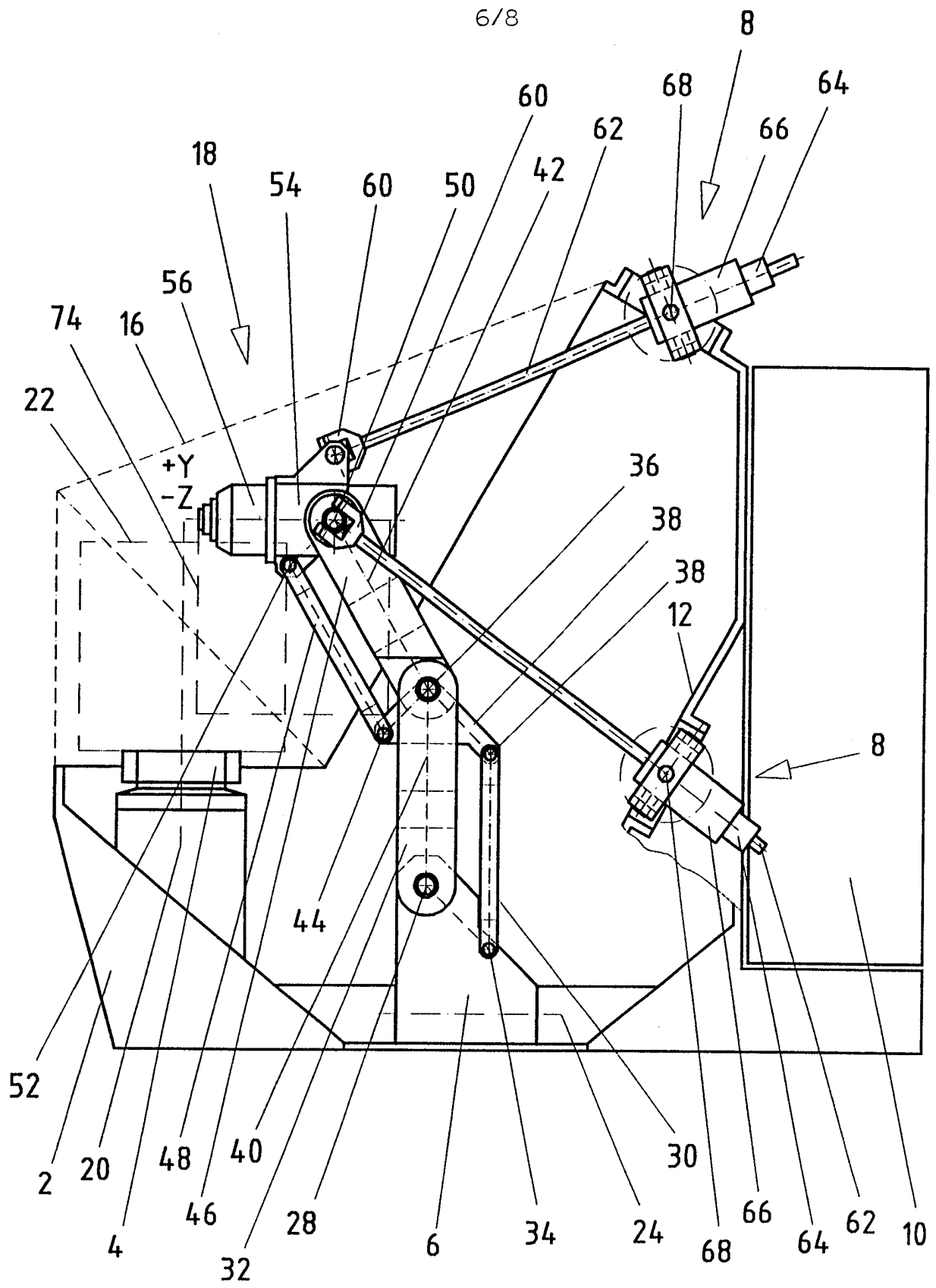


Fig.6

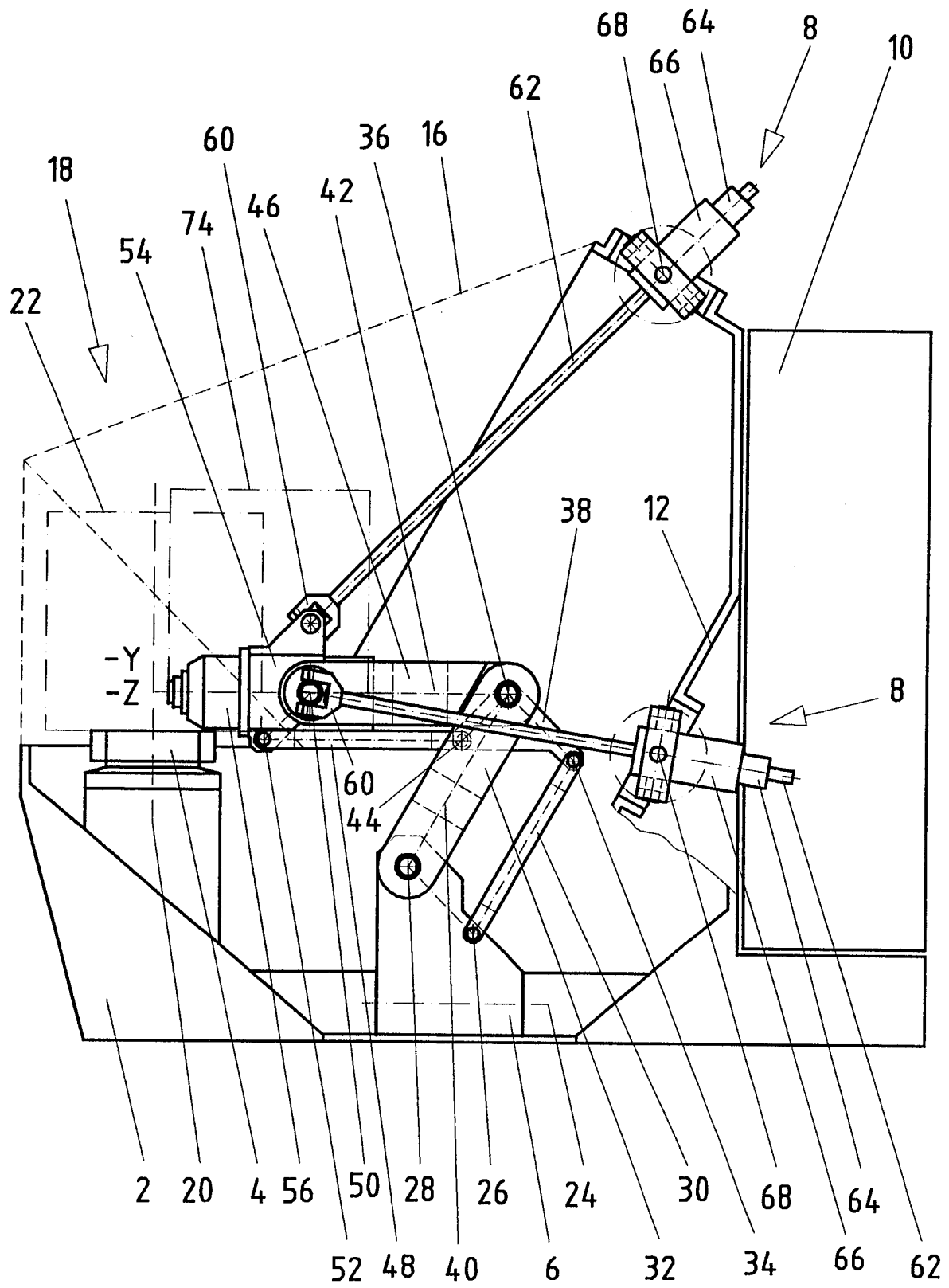


Fig.7

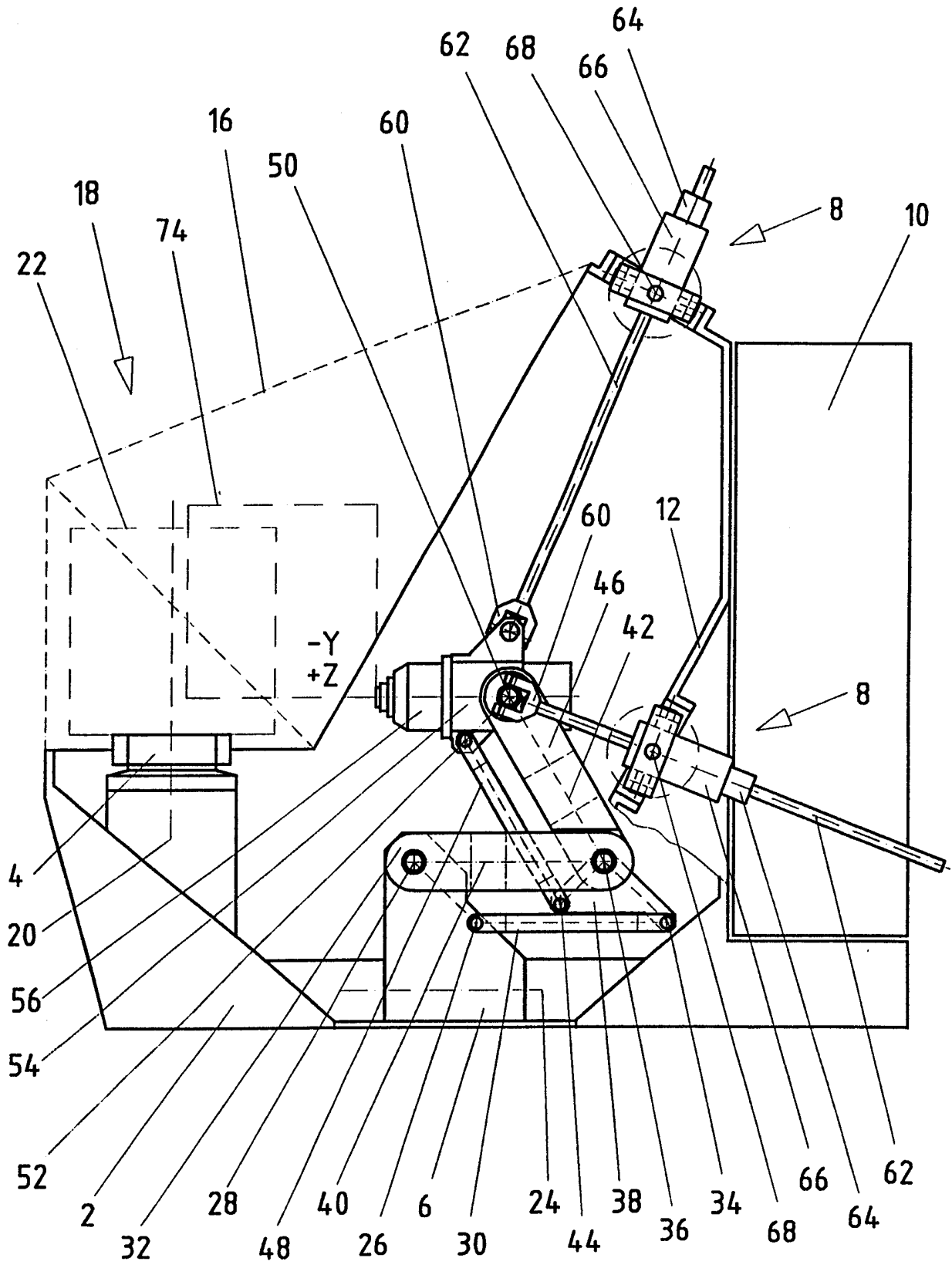


Fig.8