



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: B 24 B 9/10

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



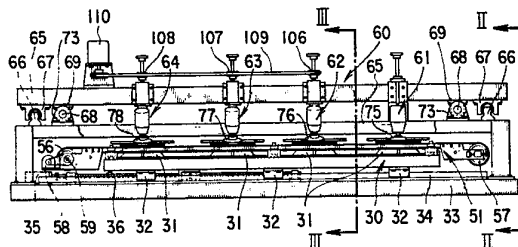
PATENT SCHRIFT A5

636 292

②① Gesuchsnummer: 13069/78 ②② Anmeldungsdatum: 22.12.1978 ③③ Priorität(en): 31.12.1977 JP 52-158164 06.02.1978 JP 53-012788 05.03.1978 JP 53-025109 06.03.1978 JP 53-025838 09.09.1978 JP 53-110850 24.09.1978 JP 53-116994 ②④ Patent erteilt: 31.05.1983 ④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.05.1983	⑦③ Inhaber: Bando Kiko Co., Ltd., Tokushima City (JP) ⑦② Erfinder: Shigeru Bando, Tokushima City (JP) ⑦④ Vertreter: Jean Hunziker, Zürich
--	--

⑤④ Maschine zum Randschleifen und Facettieren von Glasplatten.

⑤⑦ Die Maschine enthält einen Arbeitstisch (30) mit mehreren Halteeinrichtungen (31) zum Auflegen und Halten der zu bearbeitenden Glasplatten. Dieser Arbeitstisch (30) ist in einer bestimmten Richtung verschiebbar. Weiter enthält die Maschine einen Support (60) mit Arbeitsköpfen (61, 62, 63, 64), an denen die Bearbeitungsscheiben (75, 76, 77, 78) angeordnet sind. Der Support (60) ist in einer Richtung quer zur Verschieberichtung des Arbeitstisches (30) verschiebbar. Die Arbeitsköpfe (75-78) können zur Vertikalen geneigt und um eine vertikale Achse verschwenkt werden. Schliesslich ist noch eine Fördereinrichtung (51) vorgesehen, die zum Abheben der Glasplatten von den Halteeinrichtungen (31) angehoben und nach dem Weiterfördern zum Ablegen der Platten auf der folgenden Halteeinrichtung wieder abgesenkt wird. Eine elektronische Einrichtung wird zur numerischen Steuerung der Verschiebung des Arbeitstisches (30) und des Supports (60) sowie der Verschwenkung der Arbeitsköpfe und des Betriebs der Fördereinrichtung verwendet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Maschine zum Randschleifen und Facettieren von Glasplatten, mit einem Arbeitstisch mit einer darauf angeordneten Halteeinrichtung zum Halten einer Glasplatte, einem Support, welcher einen Arbeitskopf mit einer Bearbeitungsscheibe trägt, mit ersten Mitteln zur Erzeugung einer relativen Bewegung des Supports und der Halteeinrichtung in einer ersten Richtung und mit zweiten Mitteln zur Erzeugung einer relativen Bewegung des Supports und der Halteeinrichtung in einer zweiten Richtung, sowie mit einer numerischen Steuereinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitskopf unter einem vorbestimmten Winkel an einer Halterung (98; 172) angeordnet ist, deren eines Ende am unteren Ende einer am Support drehbar gelagerten Welle (100; 170) befestigt ist, dass die Maschine weiter am Support angeordnete Mittel (106–110; 168, 169, 191) aufweist, welche der Bearbeitungsscheibe eine Umlaufbewegung um die Achse der vorgenannten Welle erteilen, wobei diese Achse rechtwinklig zu einer Horizontalebene bezüglich der Glasplatte steht, und dass die numerische Steuereinrichtung die Umlaufbewegung der genannten Mittel steuert.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitstisch (30; 130) mehrere Halteeinrichtungen (31; 131) und der Support (60; 155) mehrere Arbeitsköpfe (62–64; 161–165) aufweist.

3. Maschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle oder jede der Wellen (100) an ihrem oberen Ende eine Riemenscheibe (106, 107, 108) trägt, welche über einen Riemen (109) mit einem Servomotor (110) antriebsverbunden ist.

4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle oder jede der Wellen (170) an ihrem oberen Ende ein Kegelrad (191) trägt, das mit einem Kegelrad (169) kämmt, welches auf einer durch einen Motor (166) drehangetriebenen Welle (170) sitzt.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten ersten und zweiten Mittel durch die numerische Steuereinrichtung so steuerbar sind, dass eine gegenseitig abhängige Relativbewegung erfolgt, welche die genannte Achse über Bearbeitungsstellen der Glasplatte bewegt, und eine Umlaufbewegung durch welche eine Bearbeitungsscheibe an der Bearbeitungsstelle stets im mindestens angenähert gleichen Berührungswinkel zum Randteil der Glasplatte steht, den die Bearbeitungsfläche bearbeitet.

6. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Fördereinrichtung (51) zum automatischen Transport der Glasplatte zu einer folgenden Halteeinrichtung aufweist, und dass diese Fördereinrichtung ebenfalls durch die numerische Steuereinrichtung steuerbar ist.

7. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Fördereinrichtung (51; 136) aufweist, welche längs mehrerer tandemartig angeordneter Halteeinrichtungen (31; 131) angeordnet ist, und dass diese Fördereinrichtung durch einen Spindelmechanismus (54; 133) in einer zur Glasplatte rechtwinkligen Richtung relativ zu dieser beweglich getragen ist.

8. Maschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördereinrichtung (51; 136) zwei von Riemenscheiben (56, 57; 198) getragene Riemen (55; 135) und durch den Spindelmechanismus (54; 133) auf- und abbewegbare Rahmen (52; 134) aufweist.

9. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zum Verschieben der Welle (100; 170) aufweist, derart, dass die Bearbeitungsscheibe rechtwinklig zur Glasplatte relativ zu dieser bewegbar ist.

10. Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Riemenscheiben (106, 107, 108) auf den Wellen (100) verschiebbar sind.

11. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine (75) der Bearbeitungsscheiben scheibenförmig und die andern (76, 77, 78) schalenförmig zur Achse geneigte Bearbeitungsscheiben sind.

12. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass alle Bearbeitungsscheiben scheibenförmig sind.

13. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass alle Bearbeitungsscheiben schalenförmig und zur Achse geneigt sind.

Die Erfindung betrifft eine Maschine zum Randschleifen und Facettieren von Glasplatten, mit einem Arbeitstisch mit einer darauf angeordneten Halteeinrichtung zum Halten einer Glasplatte, einem Support, welcher einen Arbeitskopf mit einer Bearbeitungsscheibe trägt, mit ersten Mitteln zur Erzeugung einer relativen Bewegung des Supports und der Halteeinrichtung in einer ersten Richtung und mit zweiten Mitteln zur Erzeugung einer relativen Bewegung des Supports und der Halteeinrichtung in einer zweiten Richtung, sowie mit einer numerischen Steuereinrichtung.

Das randseitige Schleifen und Facettieren von Glasplatten, welche verschiedene Formen aufweisen können und beispielsweise elliptisch, kreisförmig oder rechteckig sind, erfordert eine Folge von Bearbeitungsschritten, nämlich das Kantenschneiden und -schleifen, das Grob- und Feinschleifen sowie das Polieren der Facettenflächen. Beim automatischen Facettieren von Glasplatten verschiedener Formen müssen die Arbeitsköpfe mit den daran angeordneten Bearbeitungsscheiben in jedem der Bearbeitungsschritte so angeordnet sein, dass sie längs den Glasplattenkanten laufen, wozu die Bewegung der Arbeitsköpfe gesteuert werden muss. Da alle Bewegungen der Bearbeitungsscheiben für jede der genannten Operationen einzeln gesteuert werden müssen, sind zahlreiche und komplizierte Steuereinrichtungen erforderlich und die Herstellung des Steuerprogramms sowie des Programmträgers sind kompliziert und teuer.

Ein Ziel der Erfindung ist es, eine Maschine der eingangs genannten Gattung zu schaffen, die mit hoher Geschwindigkeit arbeiten kann und bei der die Einrichtungen zur Durchführung der Bearbeitungsschritte aufeinanderfolgend linear in einer Reihe angeordnet sind und die Glasplatten automatisch eingespeist, gefördert und für jeden der Bearbeitungsschritte automatisch positioniert werden.

Die Randschleif- und Facettiermaschine gemäß der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitskopf unter einem vorbestimmten Winkel an einer Halterung angeordnet ist, deren eines Ende am unteren Ende einer am Support drehbar gelagerten Welle befestigt ist, dass die Maschine weiter am Support angeordnete Mittel aufweist, welche der Bearbeitungsscheibe eine Umlaufbewegung um die Achse der vorgenannten Welle erteilen, wobei diese Achse rechtwinklig zu einer Horizontalebene bezüglich der Glasplatte steht, und dass die numerische Steuereinrichtung die Umlaufbewegung der genannten Mittel steuert.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Arbeitstisch mehrere Halteeinrichtungen und der Support mehrere Arbeitsköpfe aufweist.

Mit Vorteil weist die Maschine eine Fördereinrichtung zum automatischen Transport der Glasplatte zu einer fol-

genden Halteeinrichtung auf, wobei diese Fördereinrichtung ebenfalls durch die numerische Steuereinrichtung steuerbar ist.

Eine Fördereinrichtung kann längs mehrerer tandemartig angeordneten Halteeinrichtungen angeordnet sein, und durch einen Spindelmechanismus in einer zur Glasplatte rechtwinkligen Richtung relativ zu dieser beweglich getragen sein.

Eine der Bearbeitungsscheiben kann scheibenförmig sein und die anderen können schalenförmige zur Achse geneigte Bearbeitungsscheiben sein, oder es können alle Bearbeitungsscheiben scheibenförmig oder schalenförmig und zur Achse geneigt sein.

Im folgenden werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 die Vorderansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemässen Maschine,

Fig. 2 die Seitenansicht von der Linie II-II in Fig. 1, wobei die Kantenbearbeitungsscheibe in einer Position dargestellt ist, die gegenüber der Darstellung von Fig. 1 um 180° verschoben ist,

Fig. 3 den Querschnitt längs der Linie III-III in Fig. 1, wobei die Facettenbearbeitungsscheibe in einer um 180° gegenüber der entsprechenden, in Fig. 1 dargestellten Stellung verschoben ist,

Fig. 4 den detaillierten Querschnitt einer Halteeinrichtung,

Fig. 5 die detaillierte Ansicht des Arbeitskopfes für die Kantenbearbeitungsscheibe,

Fig. 6 eine detaillierte Ansicht des Arbeitskopfes für eine Facettenbearbeitungsscheibe,

Fig. 7 eine schematische Darstellung der Verschwenkung einer Facettenbearbeitungsscheibe an der Kante einer Glasplatte,

Fig. 8 die teilweise aufgebrochene Vorderansicht einer Facettenbearbeitungsscheibe an der Kante einer Glasplatte,

Fig. 9 die Draufsicht auf die Maschine gemäss Fig. 8,

Fig. 10 den Schnitt längs der Linie X-X in Fig. 8,

Fig. 11 die Seitenansicht eines zum Verschwenken vorgesehenen Arbeitskopfes,

Fig. 12 die Vorderansicht des Arbeitskopfes gemäss Fig. 11,

Fig. 13 das Blockscheema einer numerischen Steuereinrichtung, und

Fig. 14 das Blockscheema der in Fig. 13 gezeigten Verarbeitungsschaltung.

Die in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Maschine umfasst einen Arbeitstisch 30 zur Aufnahme der Glasplatten und zur Durchführung der Bewegung in einer Richtung, z. B. in der X-Achse der horizontalen Ebene. Auf der Oberseite des Arbeitstisches sind vier Halteeinrichtungen 21 in gleichmässigen Abständen angeordnet. An der Unterseite des Arbeitstisches sind Gleitführungen 32 befestigt, die mit Führungsschienen 34, die an einer Grundplatte 33 angeordnet sind, in Eingriff stehen. Der Arbeitstisch kann in Fig. 1 nach links und rechts verschoben werden, wobei der Vorschub von einem Führungsblok 40 bewirkt wird, der mit einer von einem Servomotor 35 angetriebenen Spindel 36 in Eingriff steht. Jede der Halteeinrichtungen 31 ist über einen biegsamen Schlauch 37 mit einer Vakuumpumpe 38 verbunden (Fig. 3), um eine auf der Einrichtung liegende Glasplatte anzusaugen und zu fixieren. Die Unterdruckleitung kann, wie es in Fig. 4 gezeigt ist, ausgebildet sein. Gemäss Fig. 4 enthält die Halteeinrichtung 31 eine Ausnehmung 41 und eine beweglich in diese Ausnehmung eingesetzte Abdeckplatte 44 mit einem zentralen Vorsprung 43. Eine eingelegte Feder 42 drückt die Platte 44 gegen einen Rückhaltering 45. Weiter ist ein Dichtungsteil 46 vorgesehen, das eine zentrale Bohrung

47 aufweist, durch die der Vorsprung nach oben durch das Dichtungsteil 46 ragt. Das Dichtungsteil 46 ist mit mehreren Löchern 48 versehen, die im Ruhezustand von der Abdichtungsplatte 44 verschlossen sind. Die Trägereinrichtung ist mit einer Gewindebohrung 49 zum Einschrauben eines Vakuumschlauches versehen. Beim Auflegen einer Glasplatte auf die Einrichtung 31 wird der Vorsprung 43 nach unten gedrückt und die Bohrungen 48 werden dann über einen Kanal 50 mit der Vakuumpumpe verbunden.

Am Arbeitstisch 30 ist weiter ein vertikal bewegbarer Bandförderer 51 angeordnet. Die auf beiden Seiten der Halteeinrichtung 31 vorgesehenen Rahmenteile 52 sind an ihren vorderseitigen und rückseitigen Enden durch Stege 53 verbunden. Zum gleichzeitigen Anheben und Absenken der Rahmenteile sind an sich bekannte Hydraulikzylinder 54 vorgesehen. An den seitlichen Enden der Rahmenteile 52 sind Antriebsrollen 56 und Antriebsrollen 57 montiert. Die Antriebsrollen 56, 57 sind mit einer von einem Motor 58 angetriebenen Antriebswelle 59 verbunden und so mit den Bändern 55 belegt, dass beide Bänder synchron bewegt werden.

Weiter ist ein Support 60 vorgesehen, an dem vier Bearbeitungsköpfe 61 bis 64 befestigt sind, welche den vier Halteeinrichtungen 31 entsprechen. Der Support 60 mit den Bearbeitungsköpfen ist in der Richtung senkrecht zur Zeichenebene verschiebbar, d. h. in der Richtung der Y-Achse eines an der Grundplatte 33 befestigten Rahmens 65. Am Rahmen 65 sind Schienen 66 befestigt, und der Support 60 weist an beiden Längsseiten Gleitlager 67, 67 auf, mit denen der Support auf den Schienen verschoben werden kann.

Weiter sind an beiden Seiten des Supports 60 Mutterstücke 69 befestigt, die mit an beiden Längsseiten des Rahmens 65 angeordneten Spindeln 68, 68 in Eingriff sind. Am Rahmen 65 ist auch ein Servomotor 70 befestigt, der über einen Riemen 71 eine parallel zum Support 60 am Rahmen angeordnete Welle 72 antreibt. Die beiden Enden der Welle 72 stehen über Kegelgetrieberäder mit den Spindeln 68, 68 in Eingriff, um beide Spindeln in der gleichen Richtung zu drehen und den Support 60 vor- oder rückzuverschieben. Die Spindeln 68 sind an beiden Enden in Lagern 73 gelagert.

Die Reihenfolge der am Support 60 befestigten Arbeitsköpfe entspricht (in Fig. 1 von rechts nach links gesehen) der Aufeinanderfolge der einzelnen Bearbeitungsschritte. Der Arbeitskopf 61 dient zum Kantenbearbeiten, d. h. zum Schleifen der Kante E der Glasplatte G (Fig. 2) und enthält dazu eine Diamant-Kantenscheibe 75, deren Rotationsachse senkrecht zur Oberfläche P der zu schleifenden Glasplatte angeordnet ist. Der Arbeitskopf 62 dient zum Grobschleifen der Facette und enthält eine schalenförmige Diamantscheibe 76, deren Rotationsachse schräg zur Oberfläche P der zu schleifenden Glasplatte G angeordnet ist, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Der Arbeitskopf 63 dient zum Feinschleifen der mit dem Arbeitskopf 62 grobgeschliffenen Facette und enthält eine schalenförmige Schleifenscheibe 77, deren Rotationsachse ebenfalls geneigt ist. Der Arbeitskopf 64 dient zum Polieren und Endbearbeiten der in den vorangehenden beiden Arbeitsschritten geschliffenen Facetten und enthält dazu eine schalenförmige Filzscheibe 78, deren Rotationsachse ebenso wie die Schleifscheiben 76, 77 gegenüber der Oberfläche der Glasplatte geneigt ist.

Der in Fig. 5 gezeigte Arbeitskopf 61 enthält einen Motor 80, an dessen Ausgangswelle 81 eine Bearbeitungsscheibe 75 befestigt ist. Der Motor 80 ist an einem Motorträger 82 befestigt. An der Vorderwand 83 des Supports 60 sind vertikal voneinander beabstandete Abstandstücke 84, 84 befestigt. Das obere Abstandstück weist eine Bohrung 85 auf, in die eine Stange 86 eingesetzt ist. An der Ober- und der Unterseite des oberen Abstandstücks sind Drucklager 87, 88 angeordnet, von denen das untere Drucklager 88 an einer

Lagerhalterung 89 liegt, die ihrerseits an dem Stab 86 befestigt ist. Das obere Drucklager 87 liegt an einer Halterung 90 an, in die ein Gewinde geschnitten ist, das mit einem Gewinde am Stab 86 kämmt. Auf diese Weise werden beide Drucklager 87, 88 zwischen den Halterungen 89 und 90 gehalten. Der Stab 86 ist im oberen Abstandstück 84 drehbar geführt, kann aber nicht axial bewegt werden. Am unteren Ende des Stabs 86 ist ein Gewinde 91 geschnitten, das mit einem Gewinding 92 in Eingriff steht. Der Gewinding 92 ist an einem Gleitschuh 93 befestigt, welcher Schuh durch Drehung des Stabes 86 zwischen dem unteren und oberen Abstandstück 84, 84 verschoben werden kann. Da die Motorhalterung 82 am Gleitschuh 93 befestigt ist, kann der Motor 80 durch Drehen eines am oberen Ende des Stabs 86 befestigten Griffs 94 in vertikaler Richtung verschoben werden, was eine Positionseinstellung der Bearbeitungsscheibe 75 relativ zur Glasplatte G ermöglicht.

Der in Fig. 6 gezeigte Arbeitskopf 62, dessen Aufbau dem der Arbeitsköpfe 63, 64 entspricht, enthält einen Motor 95, dessen Welle 96 zur Vertikalen geneigt ist. An der Welle ist eine Bearbeitungsscheibe 76 befestigt. Der Arbeitskopf enthält weiter eine Schwenkeinrichtung 97 zum Verschwenken des Motors 95 um die senkrechte Z-Achse. Die vom Motor 95 angetriebene Bearbeitungsscheibe 76 rotiert um die Welle 96 und kann ausserdem gleichzeitig um die Z-Achse verschwenkt werden, wenn dies zur Bewegung längs des Umfangs der Glasplatte erforderlich ist. Der verschwenkbare Aufbau ermöglicht auch, die Arbeitsfläche 76a der Bearbeitungsscheibe 76 ununterbrochen an der Fläche P der zu schleifenden Glasplatte G zur Einwirkung zu bringen, und zwar praktisch mit konstantem Schleifwinkel. Ausserdem wird die Glasplatte praktisch immer mit dem gleichen Sektor der Schleiffläche 76a bearbeitet, was eine sehr gleichmässige Bearbeitung ermöglicht. Der Motor 95 ist mit Schrauben, die durch bogenförmig erweiterte Bohrungen 99, 99 geführt sind, an einer Motorhalterung 98 befestigt. Beim Lösen der Schrauben bzw. deren Muttern kann der Motor 95 um die Horizontalachse verschwenkt und der Winkel zwischen Bearbeitungsfläche 76a der Bearbeitungsscheibe 76 und der Fläche P der zu facettierenden Glasplatte G und damit der Facettierungswinkel eingestellt werden. Die Motorhalterung 98 ist mit einer Welle 100 versehen, deren oberes Ende durch ein Lagergehäuse 101 geführt ist und sich über diese hinaus nach oben erstreckt. Die Welle 100 ist in einem Lager 102 drehbar gegenüber dem Lagergehäuse 101 geführt. Weiter ist ein Gewinding 103 vorgesehen, der eine Verschiebung der Welle in axialer Richtung verhindert. Das Lagergehäuse 101 ist mit einer Gleitführung 93 verbunden und kann durch Drehung eines Stabes 86 nach oben und nach unten verschoben werden. Da die Einzelheiten der Gleitführung bereits anhand der Fig. 5 beschrieben wurden, werden sie hier nicht wiederholt. Das obere Ende der Welle 100 ist mit einer Keilverzahnung 105 versehen, die eine vertikal verschiebbare Bewegungsverbinding der Welle mit einer entsprechenden Öffnung aufweisenden Innenverzahnung der Scheibe 106 ermöglicht. Wie in Fig. 1 gezeigt, ist jede der Scheiben 106, 107 und 108 für die Arbeitsköpfe 62, 63 bzw. 64 mittels eines Keilriemens 109 für eine simultane Drehung verbunden, bei welcher Drehung die Welle 100 jedes Arbeitskopfes gedreht und die Bearbeitungsscheiben 76, 77 und 78 um die Z-Achse verschwenkt werden. Da die Z-Achse den Ort der Bearbeitung an der Glasplatte bestimmt, wird jede Scheibe horizontal und um den Ort der Bearbeitung (Fig. 7) verschwenkt, wobei der Bearbeitungswinkel stets konstant und unabhängig von Änderungen des Profils der Glasplatte ist.

Die Fig. 8 bis 10 zeigen eine andere Ausführungsform der Schleif- und Facettiermaschine. Im Gegensatz zur oben beschriebenen Ausführungsform, bei der der Tisch in der ei-

nen und der Support in der anderen Richtung verschiebbar ist, ist bei dieser anderen Ausführungsform der Tisch ortsfest und der Support in beiden Richtungen (X-Achse und Y-Achse) verschiebbar ausgebildet.

Bei dieser Ausführungsform ist der Tisch 130 mit den fünf Halteeinrichtungen 131 an einer Grundplatte 132 befestigt. Jede Halteeinrichtung 131 ist mit einer (nichtgezeigten) Vakuumanlage wie bei der oben beschriebenen Ausführungsform verbunden, um eine aufgelegte Glasplatte während der Bearbeitung in einer vorbestimmten Stellung zu halten. Längs beider Seiten der Halteeinrichtungen 131 ist ein an Spindeln 133 vertikal und relativ zu dem Tisch 130 bewegbarer Rahmen 134 angeordnet, an dessen Längsseiten zwei Bänder 135 umlaufen und eine Fördereinrichtung 136 bilden. Wie bei der oben beschriebenen Ausführungsform werden die beiden Bänder 135 von einem auf die Rollen 198 wirkenden Motor 197 angetrieben. Auf beiden Seiten des bewegbaren Rahmens 134 werden die senkrechten Spindeln 133 von Kegeln 140 gedreht, die mit einer in der Längsrichtung des Tisches 130 verlaufenden und von einem Motor 137 über einen Keilriemen 138 angetriebenen Spindel 139 in Eingriff stehen.

An den vier Ecken der Grundplatte 132 sind vertikale Träger 141 angeordnet, an deren oberen Enden ein horizontaler Träger 140a für eine verschiebbare Querführung 142 befestigt ist. An den Querführungen 142 ist ein (in Fig. 8 nach rechts und links) verschiebbarer Support 155 angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht, den Support 155 relativ zum ortsfesten Tisch 130 biaxial zu verschieben. Dazu sind an der Unterseite der Querführung 142 Gleitlager 144 befestigt, die auf zwei am Rahmen 140a befestigten Schienen 143, 143 geführt sind. Zum Verschieben der Querführung 142 ist ein Motor 145 vorgesehen, der über einen Keilriemen 146 eine Welle 147 antreibt. An den Enden dieser Welle sind Kegeln 148 befestigt, die mit je einem Kegelrad 149 im Eingriff stehen, um die Spindeln 150 zu drehen. Jede Querführung 142 enthält ein Mutterstück 151, das mit dem Spindel 150 im Eingriff steht (Fig. 9).

An den oberen und unteren Seiten der Querführung 142 sind zwei Schienen 152, 152 befestigt (Fig. 10). Der Support 155 weist Gleitlager 156 auf, die die Verschiebung des Supports längs der Querführung 152 ermöglichen. Dazu ist ein am Support 155 befestigter Gewinding 160 vorgesehen, der mit einer von einem Motor 157 über einen Keilriemen 158 angetriebenen Spindel 159 zusammenwirkt. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, sind am Support 155 fünf Arbeitsköpfe 161 bis 165 befestigt, welche den fünf am Tisch 130 angeordneten Halteeinrichtungen 131 entsprechen. Alle Arbeitsköpfe können gleichzeitig von einer von einem Motor 166 über einen Keilriemen 167 angetriebenen Welle 168 und über Kegeln 169 verschwenkt werden. Bei dieser Ausführungsform sind fünf Arbeitsköpfe hintereinanderliegend angeordnet, wobei der Arbeitskopf 161 für das Facettengrobschleifen, der Arbeitskopf 162 zum Kantenschleifen, der Arbeitskopf 163 zum Facettenfeinschleifen, die Arbeitsköpfe 164, 165 zum Polieren der feingeschliffenen Facetten dienen. Wie in den Fig. 11 und 12 gezeigt, besitzt jeder Arbeitskopf eine drehbar, aber nichtaxial gegen ein Gehäuse 190 bewegliche Welle 170 entsprechend der oben erwähnten Welle 100, sowie eine Halterung 172, deren zylindrischer Befestigungsteil 171 am unteren Ende der Welle 170 befestigt ist.

Am unteren Ende der Halterung 172 ist ein erstes Verbindungselement 173 verschiebbar angeordnet. Dieses erste Verbindungselement ist in der Draufsicht L-förmig, wobei der eine Schenkel 174 eine erste schwalbenschwanzförmig ausgebildete Nut 175 aufweist, die mit einer entsprechend ausgebildeten ersten Führung 176 an der Halterung 172 in Eingriff steht. Weiter ist eine erste Schraube 177 vorgesehen,

mit der das Verbindungselement 173 in der Führung 176 (in Fig. 11 nach vorne oder nach hinten) verschoben werden kann. An der Innenseite des anderen Schenkels 178 des Verbindungselements 173 ist eine zweite schwalbenschwanzförmige Führung 179 ausgebildet, die mit einer zweiten Nut 180 eines zweiten Verbindungselements 181 in Eingriff steht. Diese zweite Gleitverbindung kann mit einer zweiten Schraube 182 (in Fig. 11 nach rechts oder nach links) verschoben werden. Schliesslich ist ein drittes Verbindungselement mit einer Schwalbenschwanzführung vorgesehen, das ermöglicht, mit Hilfe einer dritten Schraube 184 eine Halteplatte 187 in vertikaler Richtung zu verschieben. An der Halteplatte 187 ist eine Trägerplatte 183 für einen Motor 185 befestigt. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, ist am oberen Ende jeder Welle 170 ein Kegelrad 191 befestigt, das mit einem Kegelrad 169 in Eingriff steht. Wenn die Welle 168 über den Keilriemen 167 vom Motor 166 gedreht wird, wird auch jeder an einer Welle 170 befestigte Halter 172 und damit die Bearbeitungsscheiben 186 und 194 bis 196 um die Vertikalachse verschwenkt. Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 8 ist eine Motorwelle 193 so eingestellt, dass ihre Achse vertikal steht. Die an dieser Motorwelle angeordnete Kantenbearbeitungsscheibe 192 wird ebenso wie die anderen Bearbeitungsscheiben 186 und 194 bis 196 verschwenkt.

Bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform sind die anderen nicht weiter beschriebenen Teile praktisch gleich wie bei der ersten Ausführungsform ausgebildet. Bei der zweiten Ausführungsform können die Bearbeitungsscheiben 186 und 194 bis 196 durch Kantenbearbeitungsscheiben ersetzt werden. Dann müssen die Rotationsachsen vertikal ausgerichtet sein und in gleicher Weise rotieren wie die Kantenbearbeitungsscheibe 192. Diese Ausrichtung wird erreicht, wenn die Platte 187 um die Horizontalachse verschwenkt wird. Bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform besitzt jeder Arbeitskopf den Schraubenmechanismus, welcher die Mittelstellung der Drehung der Bearbeitungsscheiben steuert und mit dem die Verschwenkmitten der Bearbeitungsscheiben oder die Mitte der Wellen 170 und die Rotationsachsen der Bearbeitungsscheiben relativ verschoben werden können.

Die Bewegungen der beschriebenen Randschleif- und Facettiermaschinen werden von der in Fig. 13 gezeigten Einrichtung zur numerischen Steuerung gesteuert. Solche Einrichtungen sind in vielen Ausführungsformen bekannt. Im folgenden wird der Grundaufbau einer für die Steuerung der Bewegung einer Randschleif- und Facettiermaschine gemäss der Fig. 1 beschrieben.

Die Einrichtung zur numerischen Steuerung enthält ein Dateneingabegerät 201 mit einem Lochstreifenleser 202 zum Auslesen programmierter Funktionen und numerischer Daten aus einem gelochten Papierstreifen und mit einer Eingabesteuerschaltung 204 zum Überwachen der Arbeitsweise des Lesers, Auswerten der gelesenen Daten und Weiterleiten dieser Daten an einen Prozessor 203, sowie mit einer Schalt- und Anzeigetafel 205, welche Schalter aufweist, mit denen spezifische Operationen in die Steuereinrichtung 200 eingegeben werden können und Anzeigergeräte, die den Operationsablauf oder -stand in der Steuereinrichtung anzeigen.

Der Prozessor 203 enthält eine Verarbeitungsschaltung 206 für die Berechnung der Verschiebung der Arbeitsköpfe in den Richtungen der X- und Y-Achse und der Verschwenkung der Arbeitsköpfe um die Z-Achse. Diese Verschiebungen bzw. Verschwenkungen werden durch die Servomotoren 35, 70 und 110 bewirkt, und zwar auf der Grundlage der Daten, die von der Eingabesteuerschaltung 204, den Positionszählern 207, 208 und 209 und einer Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210 an die Verarbeitungsschaltung 206 geleitet werden. Die Verarbeitungsschaltung 206 ist als digita-

ler Differentialanalysator ausgebildet, der die vom Lochstreifenleser 202 gelesenen Koordinatenwerte für die Bewegungsrichtung mit den von den Positionszählern 207, 208 und 209 für die tatsächliche Position angezeigten (Ist-)Werte vergleicht und, wenn dieser Vergleich eine Differenz ergibt, diese Differenzen nacheinander linear oder zirkular interpoliert, um das Steuersignal zu bestimmen. Wie in Fig. 14 gezeigt ist, enthält die Verarbeitungsschaltung 206 dazu einen Steuerkreis 402 für die lineare Interpolation und einen Steuerkreis 403 für die zirkulare Interpolation, welche beiden Kreise zum Steuern eines Interpolators 401 vorgesehen sind, sowie ein Befehlsregister 404 zum Speichern der Koordinaten für die vorgesehene Bewegung (Soll-Werte) und ein Positionsregister 405 zum Speichern der Koordinaten der gegenwärtigen Position (Ist-Werte) und weiter einen Komparator 406 zum Vergleichen der in den beiden genannten Registern gespeicherten Werte und zum Weiterleiten des Ergebnisses dieses Vergleichs an die Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210. Die Verarbeitungsschaltung 206 enthält weiter einen Impulssteuerkreis 407, der Impulse, die dem Ergebnis des vom Komparator 406 durchgeführten Vergleichs entsprechen, erzeugt und an die Zähler 207, 208 und 209 leitet. Die Speicher und der Komparator sind zum Steuern der Bewegung in der X- und Y-Achse sowie der Verschwenkung um die Z-Achse vorgesehen. Der X-Zähler 207, der Y-Zähler 208 und der Z-Zähler 209 zählen die entsprechenden, von der Verarbeitungsschaltung 206 erzeugten Impulse und erregen den zugeordneten, zu einer Servoschaltung 211 gehörenden Servokreis 212, 213 bzw. 214. Jeder Servokreis erregt dann in Übereinstimmung mit den gezählten Impulsen den zugeordneten Servomotor 35, 70 bzw. 110. Jeder Servokreis ist so ausgelegt, dass der Betrag der durch den Motor bewirkten Bewegung von einem Induktosyn oder einem Resolver (Koordinatenwandler) oder einem Tachogenerator 215, 216 bzw. 217 für die Überwachung der Position, des Winkels bzw. der Bewegungsgeschwindigkeit erfasst wird. Weil diese Art der Überwachung einer Position eines Winkels und einer Geschwindigkeit ebenso wie die dafür geeigneten, vorstehend genannten Schaltungen jedem Fachmann bekannt sind, wird auf eine detaillierte Beschreibung ausdrücklich verzichtet.

Im folgenden wird die Arbeitsweise der beschriebenen Steuereinrichtung beschrieben. Beim Betätigen eines EINSchalters auf einer an der einen Seite der Vorrichtung angeordneten Hauptschalttafel 218 erscheint am Eingang der Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210 ein Startsignal, worauf diese Schaltung ein Signal an die Eingabesteuerschaltung 204 leitet, das bewirkt, dass der Lochstreifenleser 202 aus dem einliegenden Lochstreifen Daten ausliest. Die ausgelesenen Daten werden dann von der Eingabesteuerschaltung 204 ausgewertet und an den Eingang der Verarbeitungsschaltung 206 weitergeleitet. Es sei angenommen, dass alle Glasplatten G an den Trageinrichtungen 31 angesaugt sind und die Arbeitsköpfe 61, 62, 63 und 64 in ihrer für den Beginn der Bearbeitung vorgesehenen Ausgangsposition stehen. Die Daten, welche dann an die Verarbeitungsschaltung 206 geleitet werden, betreffen die Beträge der Bewegungen in den Richtungen der X- und der Y-Achse und der Verschwenkung um die Z-Achse und werden an die entsprechenden Teile im Befehlsregister 404 weitergeleitet. Jeder im Befehlsregister gespeicherten (Soll-)Wert wird mit einem entsprechenden, im Positionsregister 405 gespeicherten (Ist-)Wert der Position verglichen. Ergibt dieser Vergleich eine Differenz, dann wird ein Differenzsignal an den Impulssteuerkreis 407 geleitet, der dann ein entsprechendes Signal vom Interpolator 401 an den zugeordneten Zähler weiterleitet. Mit dem Programm kann bestimmt werden, ob eine lineare oder eine zirkulare Interpolation durchzuführen ist. Es sei angenommen, dass eine li-

neare Interpolation vorgeschrieben ist und der Interpolator 401 vom Steuerkreis 402 für die lineare Interpolation gesteuert wird. Dann erzeugt der Interpolator 401 zuerst ein Signal, das dem Impulssteuerkreis 407 eine kleine Bewegung längs der X-Achse anzeigt, worauf der Steuerkreis eine Impulsfolge in den X-Zähler 207 einzählt, bis dessen Zählerstand einen dem genannten Signal entsprechenden Wert erreicht hat. Wenn die Impulsfolge in dem Zähler 207 eingezählt ist, wird der Zählerstand an den Servokreis 212 weitergeleitet, der den Servomotor 35 erregt, um den Arbeitstisch 30 der genannten Impulsfolge entsprechend längs der X-Achse zu verschieben. Wenn der Servomotor 35 erregt wird, wird die Welle 36 gedreht, was eine Verschiebung des Arbeitstisches 30 mit den Halteinrichtungen 31 und damit natürlich aus der darauf befestigten Glasplatten G relativ zu den an den Arbeitsköpfen angeordneten Bearbeitungsscheiben in der Richtung der X-Achse zur Folge hat. Danach und während der Bearbeitung der Glasplatten durch die von den bereits laufenden Arbeitskopfmotoren angetriebenen Bearbeitungsscheiben wirkt sich die kleine Verschiebung in der X-Richtung der Arbeitsposition aus. Die vom Servomotor 35 bewirkte Verschiebung und die Verschiebegeschwindigkeit werden von dem Induktosyn und dem Tachogenerator 215 erfasst und zur genauen Regelung an den Servokreis 212 zurückgemeldet. Danach wird der Betrag der Verschiebung in Richtung der Y-Achse aus dem entsprechenden Teil des Befehlsregisters 404 ausgelesen und mit dem entsprechenden Wert im Positionsregister 405, der bei der vorliegenden Annahme die Ausgangsposition längs der Y-Achse angibt, verglichen und das dabei gebildete Differenzsignal an den Impulssteuerkreis 407 geleitet, der eine dem vom Interpolator 401 erzeugten Signal entsprechende Impulsfolge für die Verschiebung in den Y-Zähler 208 einzählt. Sobald diese Impulsfolge eingezählt ist, wird der Zählerstand an den Servokreis 213 geleitet, der den Servomotor 70 zum Verschieben des Supports 60 mit den Arbeitsköpfen in der Richtung der Y-Achse erregt. Dabei werden die Arbeitspositionen während der Bearbeitung der Glasplatten G geringfügig in der Richtung der Y-Achse verschoben. Diese Verschiebung und die Verschiebegeschwindigkeit werden vom Induktosyn und dem Tachogenerator 216 erfasst und zur Nachregelung an den Servokreis 213 zurückgemeldet. Weiter werden der im Befehlsregister 404 gespeicherte Betrag für die Verschwenkung um die Z-Achse und der im entsprechenden Teil des Positionsregisters 405 gespeicherte und gemäss der hier gemachten Annahme die ursprüngliche Position um die Z-Achse anzeigende Wert miteinander verglichen und gegebenenfalls vom Komparator 406 ein Differenzsignal an den Impulssteuerkreis 407 geleitet, der einen dem Signal vom Interpolator 401 entsprechenden Impulszug erzeugt und an den Zähler 209 weiterleitet. Sobald der Zähler 209 auf einen diesem Impulszug entsprechenden Wert gesetzt ist, erregt der Servokreis 214 den Servomotor 110, der die Arbeitsköpfe 62, 63 und 64 entsprechend um ihre Z-Achse schwenkt. Während der Servomotor 110 läuft, wird der Antriebsriemen 107 bewegt, der die Poulies 106, 107 und 108 dreht, die wiederum die Verschwenkung der Arbeitsköpfe 62, 63 und 64 um die Z-Achse bewirken. Die Verschwenkung der Arbeitsköpfe hat eine Änderung der Position der an jedem Arbeitskopf angeordneten Bearbeitungsscheiben 76, 77 und 78 um die Z-Achse und relativ zu den Glasplatten zur Folge. Daraus ergibt sich während des Bearbeitens der Glasplatten eine kleine Verschiebung der Arbeitsposition der Bearbeitungsscheiben um die Z-Achse. Die vom Servomotor 110 erzeugte Winkeländerung und die Geschwindigkeit dieser Winkeländerung werden vom Resolver und dem Tachogenerator 217 erfasst und zum Nachregeln an den Servokreis 214 zurückgemeldet.

Damit ist ein Arbeitsschritt der Steuerung nach dem linearen Interpolationsverfahren in der Richtung der X- und der Y-Achse und um die Z-Achse beendet, und die Inhalte der Positionszähler 207, 208, 209, die den Positionen nach diesem Arbeitsschritt entsprechen, werden in das Positionsregister 405 eingespeichert, das die Momentanwerte der Positionen relativ zur X- und Y-Achse sowie um die Z-Achse speichert. Nach diesem einen Arbeitsschritt werden die Inhalte des Befehlsregisters 404 und des Positionsregisters 405 bezüglich jeder der genannten Achsen erneut verglichen und, sofern eine Differenz festgestellt wird, die beschriebene Arbeitsfolge wiederholt und dadurch der Inhalt des Positionsregisters wiederum geändert. Wenn dagegen der Inhalt des Befehlsregisters 404 und des Positionsregisters 405 übereinstimmen, erzeugt der Komparator 406 ein Signal zum weiteren Auslesen von Daten, welches Signal an die Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210 weitergeleitet wird. Diese Schaltung aktiviert dann den Lochstreifenleser 202 zum Auslesen weiterer Daten aus dem Lochstreifen und die Eingabesteuerschaltung 204 zur Prüfung der ausgelesenen Daten und Weiterleiten dieser Daten an die Verarbeitungsschaltung 206. Wenn die Daten den Zielort für die nächste Verschiebung angeben, werden sie im entsprechenden Teil des Befehlsregisters 404 gespeichert. Das Einspeichern der neuen Daten für die X-, Y- und Z-Achse in das Befehlsregister 404 erfolgt nicht immer gleichzeitig, sondern kann nacheinander erfolgen, insbesondere, wenn die Beträge der Verschiebungen unterschiedlich sind. Sobald der Zielort der nächstfolgenden Verschiebung im Befehlsregister 404 eingespeichert ist, wird die beschriebene Verschiebung nach dem linearen Interpolationsverfahren wiederholt und der Arbeitstisch 30 und der Support 60 mit den Arbeitsköpfen um spezifische Beträge längs der X- und der Y-Achse verschoben bzw. die Arbeitsköpfe um die Z-Achse verschwenkt. Auf diese Weise wird die Bearbeitung der Glasplatten in vielen kleinen Schritten und in Übereinstimmung mit den programmierten Daten durchgeführt, bis der Lochstreifenleser wieder die ursprünglichen oder Anfangsdaten bezüglich der X- und der Y-Achse und um die Z-Achse ausliest. Dann wiederholt der Prozessor 203 den Interpolationsvorgang gegenüber den ursprünglichen Positionen, um jede Bearbeitungsscheibe wieder in die Ausgangsstellung zu verschieben.

Sobald der Arbeitstisch 30 und der Support 60 mit den Arbeitsköpfen wieder in seine Ausgangsposition zurückgeführt sind, wird das von jedem der Komparatoren 406 an die Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210 gemeldet. Diese Schaltung erzeugt dann ein Signal für die Eingabeüberwachungsschaltung 204, die daraufhin die nächsten Daten vom Lochstreifenleser 202 übernimmt, prüft und an die Verarbeitungsschaltung 206 weiterleitet. Wenn die solchermassen ausgelesenen Daten zum Bewegen der Arbeitsköpfe um bestimmte Beträge und beispielsweise aus der in Fig. 2 gezeigten Position nach rechts vorgesehen sind, werden die Daten des Zielorts der Bewegung nur in den der Y-Achse zugeordneten Teil des Befehlsregisters 404 eingespeichert, und der Servokreis 213 aktiviert nur den Servomotor 70 zur Ausführung dieser Bewegung. Dazu wird die Welle 68 gedreht, was zur Folge hat, dass jeder der Arbeitsköpfe aus seiner Arbeitsposition um einen vorgegebenen Betrag in der Y-Achse verschoben wird. Sobald der Inhalt des die Y-Achse betreffenden Teils des Befehlsregisters 404 und der des Positionsregisters 405 übereinstimmen, wird der Operationsablauf im Impulssteuerkreis 407 unterbrochen, und gleichzeitig unterbricht der Servokreis 213 die Bewegung des Servomotors 70. Die Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210 erzeugt dann ein Signal für die Eingabesteuerschaltung 204, die nächstfolgenden Daten vom Lochstreifenleser 202 zu übernehmen. Die Eingabesteuerschaltung prüft dann die vom Loch-

streifenleser aus dem Lochstreifen ausgelesenen Daten. Es sei angenommen, dass diese Daten die Funktion der Vakuumpumpe 38 und das Ansaugen der Glasplatten G an die Halteeinrichtungen 31 sowie das Betätigen der Hydraulikzylinder 54 zum Anheben der Glasplatten auf den Bandförderer 51 mit Hilfe der Rahmen 52 und das nachfolgende Einschalten des Motors 58 zum Weiterfördern der Glasplatten zur folgenden Halteeinrichtung betreffen. Beim Auslesen der genannten Daten erzeugt die Eingabesteuerschaltung 204 ein Steuersignal für entsprechende (nichtgezeigte) Steuereinrichtungen, die den Betrieb der Vakuumpumpe 38 unterbrechen, den Hydraulikzylinder 54 zum Anheben des Bandförderers 51 betätigen und den Motor 58 in Betrieb setzen. Der vom Motor 58 angetriebene Bandförderer 51 fördert dann die aufliegenden Glasplatten G, beispielsweise in Fig. 1 nach links, zur nachfolgenden Halteeinrichtung 31. Auf die am weitesten rechts angeordnete Halteeinrichtung wird dann manuell oder automatisch eine neue Glasplatte aufgelegt. Wenn jede der Glasplatten zur nächstfolgenden Halteeinrichtung gefördert ist, wird das von einer (nichtgezeigten) Einrichtung geprüft, und die Antriebssteuereinrichtung unterbricht nach dem Empfang eines entsprechenden Signals von der genannten Prüfeinrichtung den Lauf des Motors 58 und betätigt zugleich die Hydraulikzylinder 54, um den Bandförderer 51 mit den angehobenen Glasplatten abzusenken, und schaltet die Vakuumpumpe 38 wieder ein, um die Glasplatten an die Halteeinrichtungen anzusaugen. Sobald dieser Arbeitsgang beendet ist, erzeugt jede der Steuereinrichtungen ein entsprechendes Signal, das an die Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 202 geleitet wird. Die Überwachungsschaltung sendet dann ein Signal an die Eingabesteuerschaltung 204, das den Lochstreifenleser 202 aktiviert, weitere Daten aus dem Lochstreifen auszulesen, die danach von der Steuerschaltung geprüft werden. Diese Daten ent-

halten einen Befehl, wonach die Arbeitsköpfe in die ursprünglichen Stellungen mit den Koordinaten der Ausgangspunkte zurückzuführen sind. Weil bei der angenommenen Verschiebung die Arbeitsköpfe aus der ursprünglichen Stellung nur in der Y-Achse verschoben wurden, führt die Verarbeitungsschaltung 206 die beschriebene Operation nur bezüglich dieser Y-Achse aus. Dazu wird der Servokreis 213 von einem vom Zähler 208 erzeugten Signal aktiviert, um den Servomotor 70 zu erregen, der die Arbeitsköpfe bei der in Fig. 2 gezeigten Anordnung nach links bewegt und dadurch in ihre ursprüngliche Stellungen zurückführt. Die Inhalte des Befehlsregisters 404 und des Positionsregisters 405 werden dadurch in Übereinstimmung gebracht, und es wird ein Koinzidenzsignal an den Eingang der Arbeitszyklusüberwachungsschaltung 210 geleitet. Diese Schaltung erzeugt dann wieder ein Signal für die Eingabesteuerschaltung 204, wonach zur Ausführung des nächsten Arbeitsgangs vom Lochstreifenleser 202 weitere Daten aus dem Lochstreifen ausgelesen werden. Die folgenden Arbeitsschritte entsprechen den bereits oben beschriebenen, wobei der Prozessor 203 entsprechend den von der Eingabesteuerschaltung 204 aufgenommenen Daten eine Interpolation ausführt und deren Resultat an die Servoschaltung 211 weiterleitet. Diese Servoschaltung erregt dann jeden der Servomotoren 35, 70 und 110 zum Verschieben des Arbeitstisches 30 und des Supports 60 sowie zum Verschwenken der Arbeitsköpfe in die vorgegebenen Arbeitspositionen.

Es versteht sich, dass die gezeigte und beschriebene Einrichtung zur numerischen Steuerung bei geeigneter Anpassung der elektronischen Schaltung und Verwendung eines entsprechenden Programms auch zum Steuern des Arbeitsablaufs der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform einer Kantenschleif- und Facettiermaschine verwendet werden kann.

FIG. 1

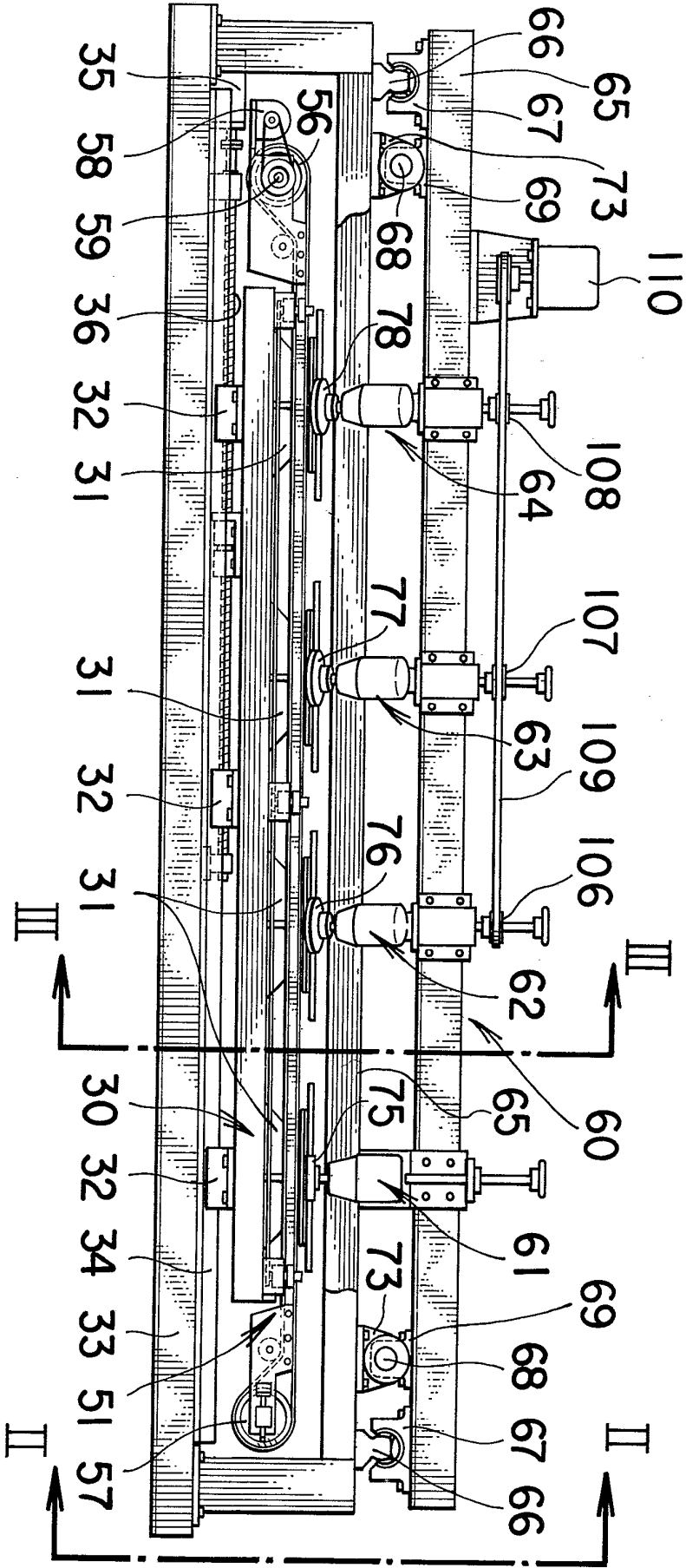


FIG. 2

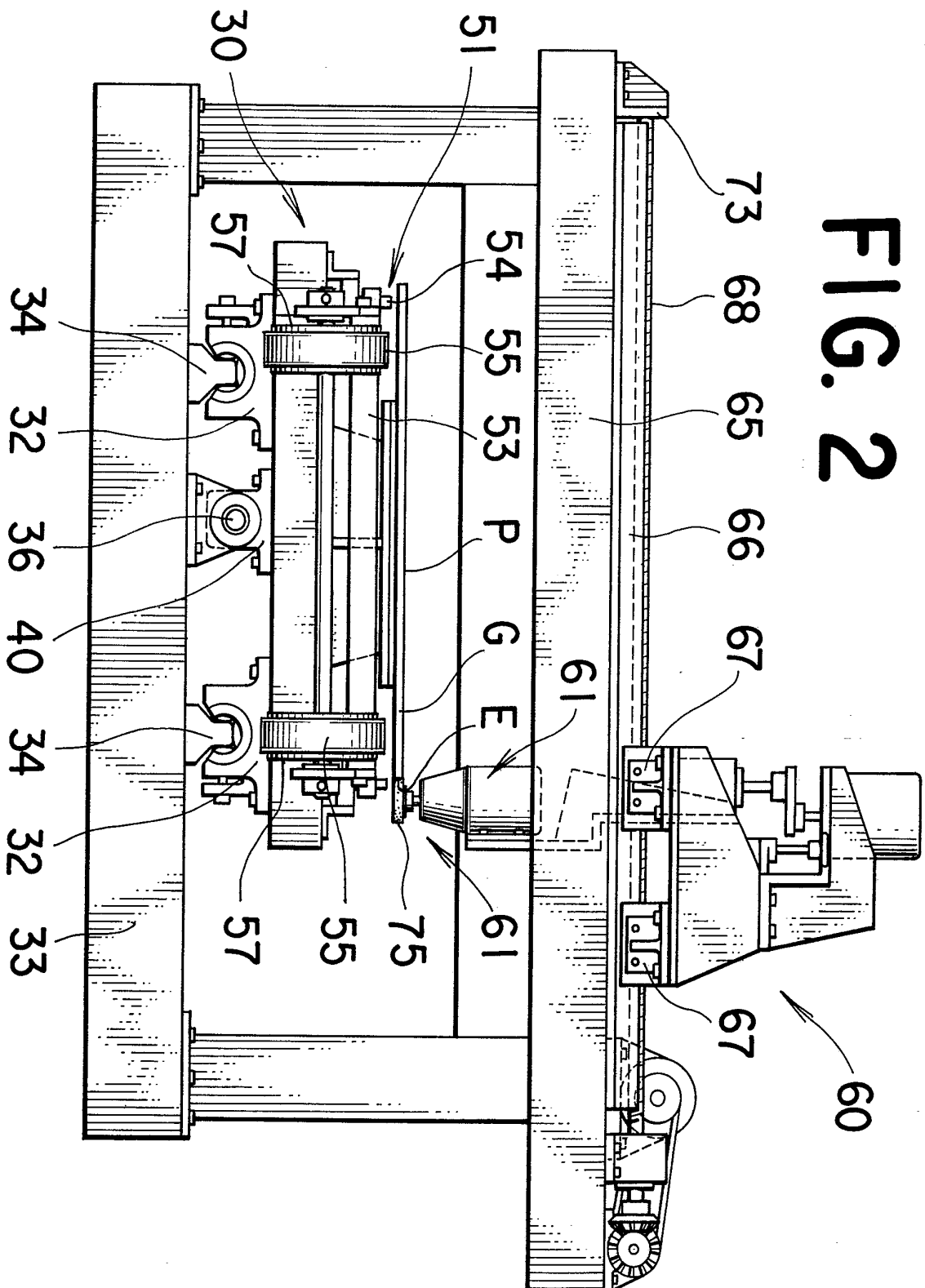


FIG. 4

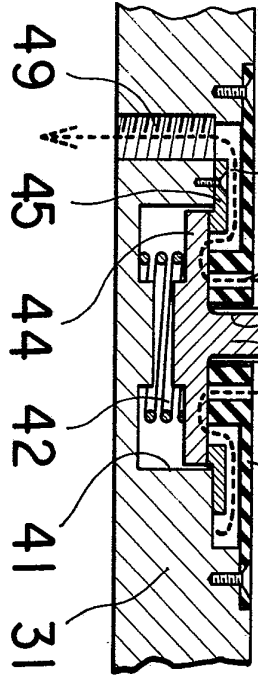


FIG. 3

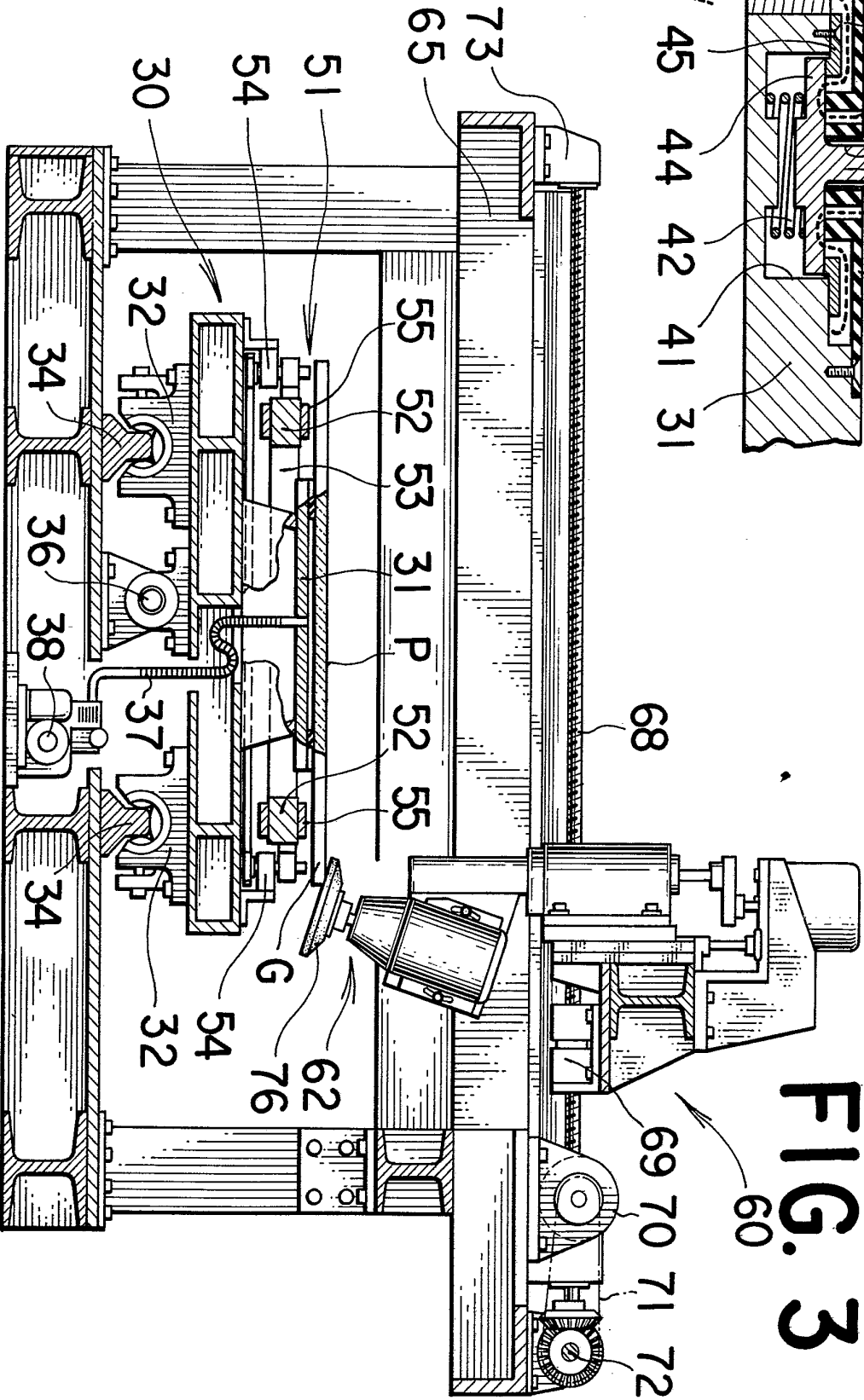


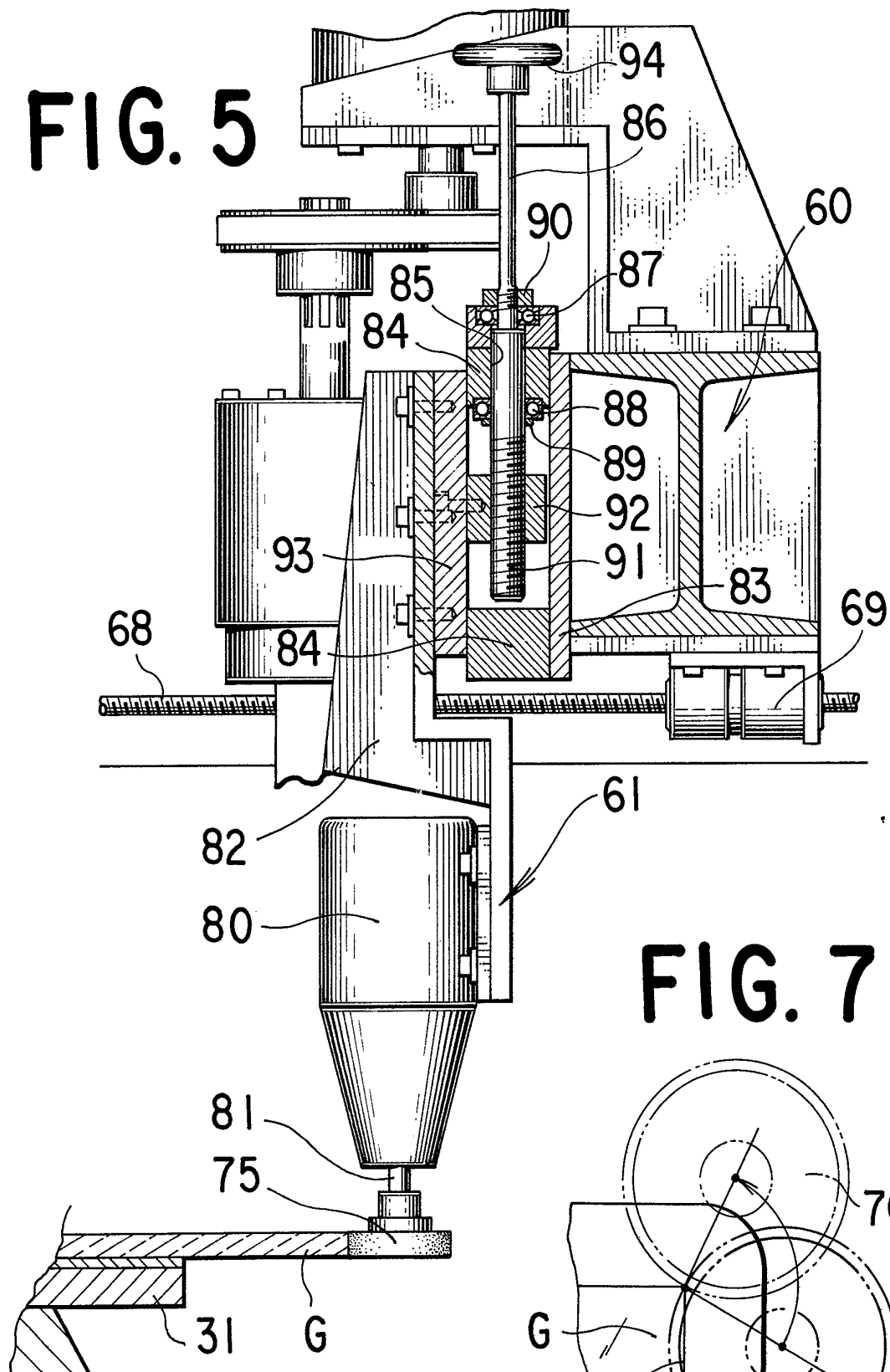
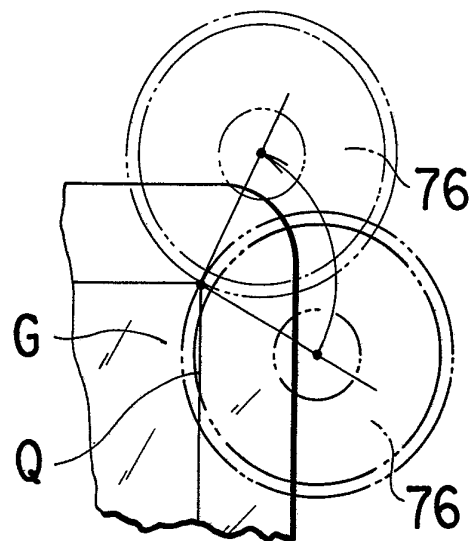
FIG. 5**FIG. 7**

FIG. 6

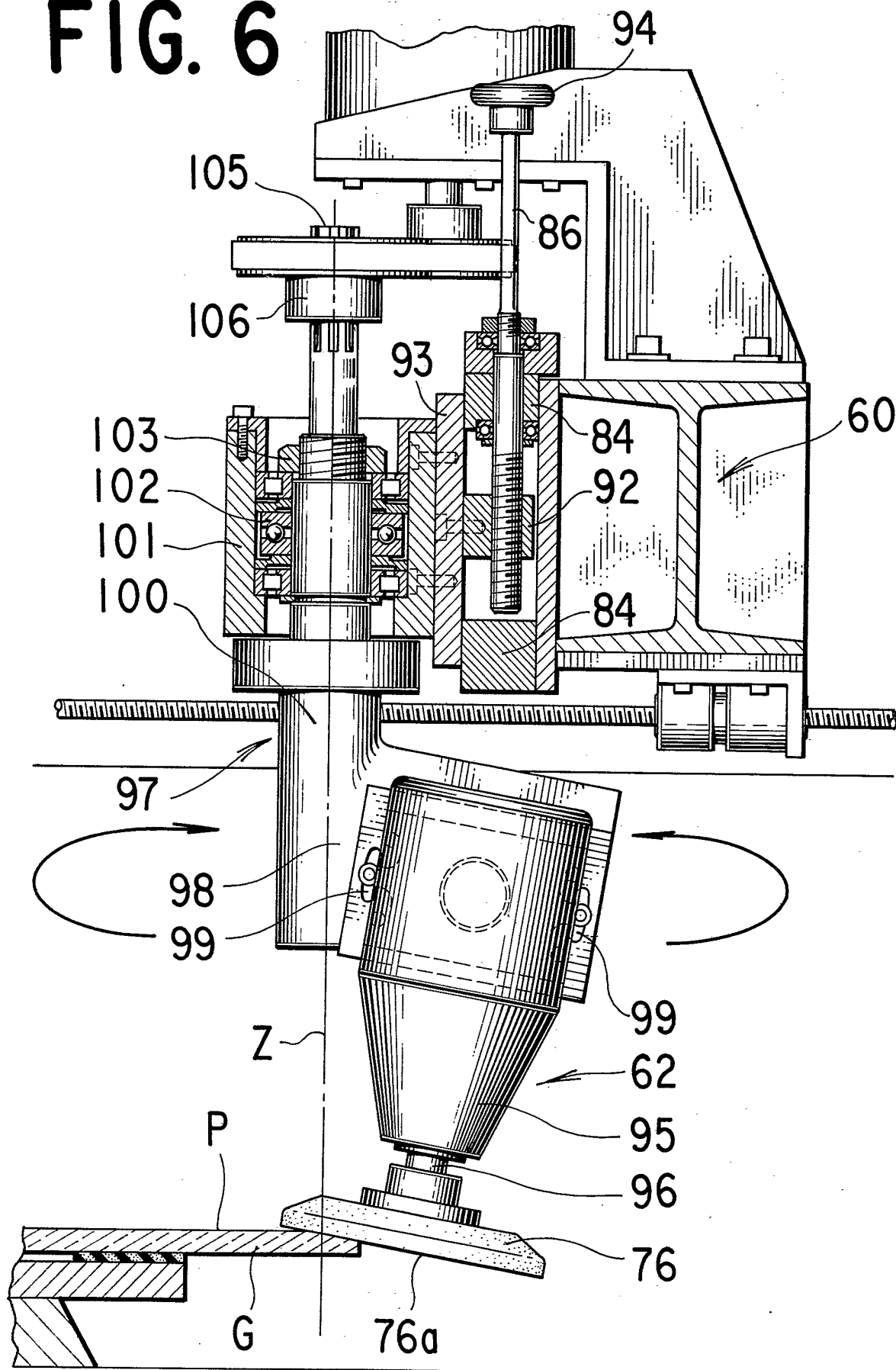
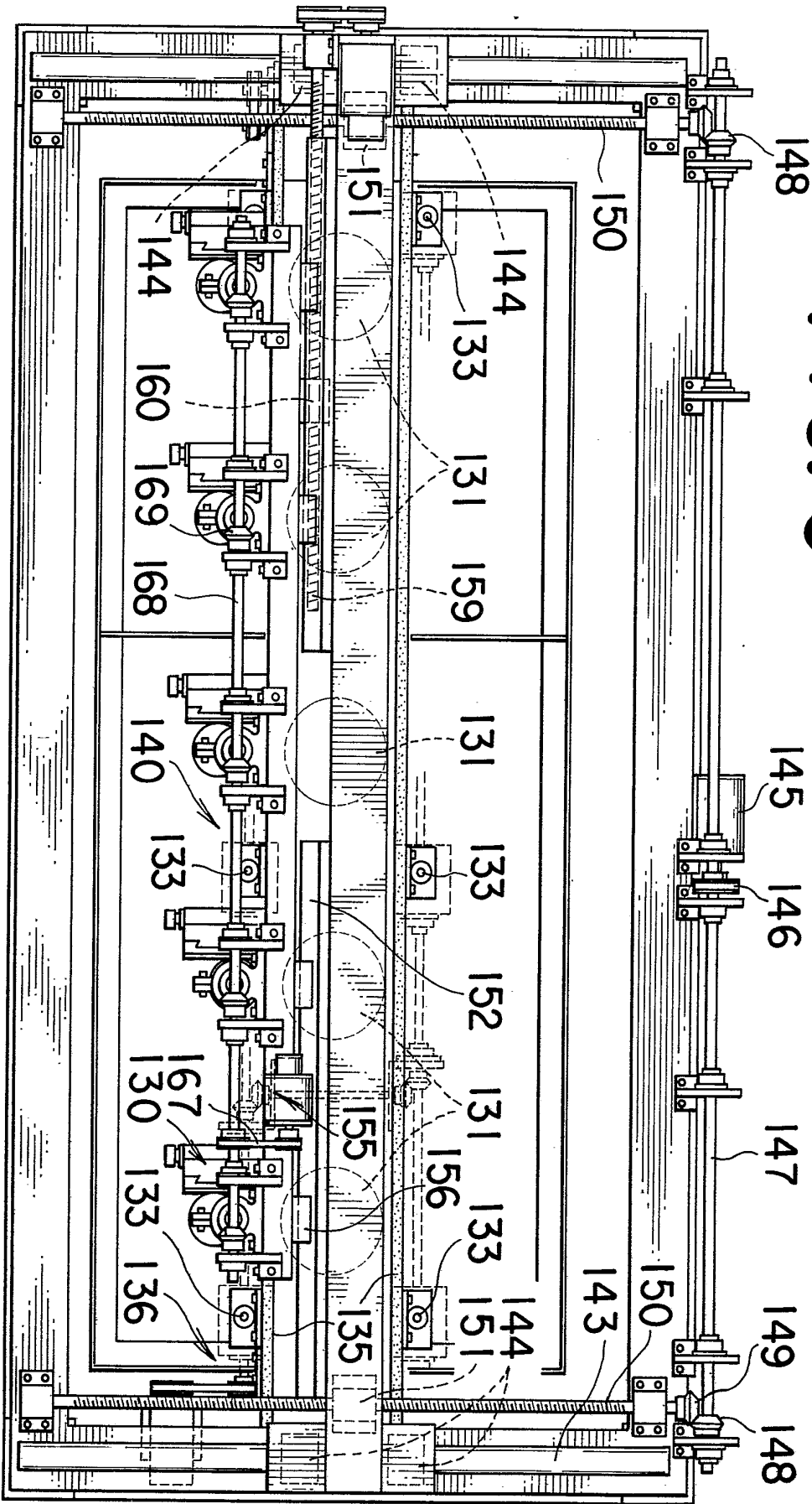


FIG. 9



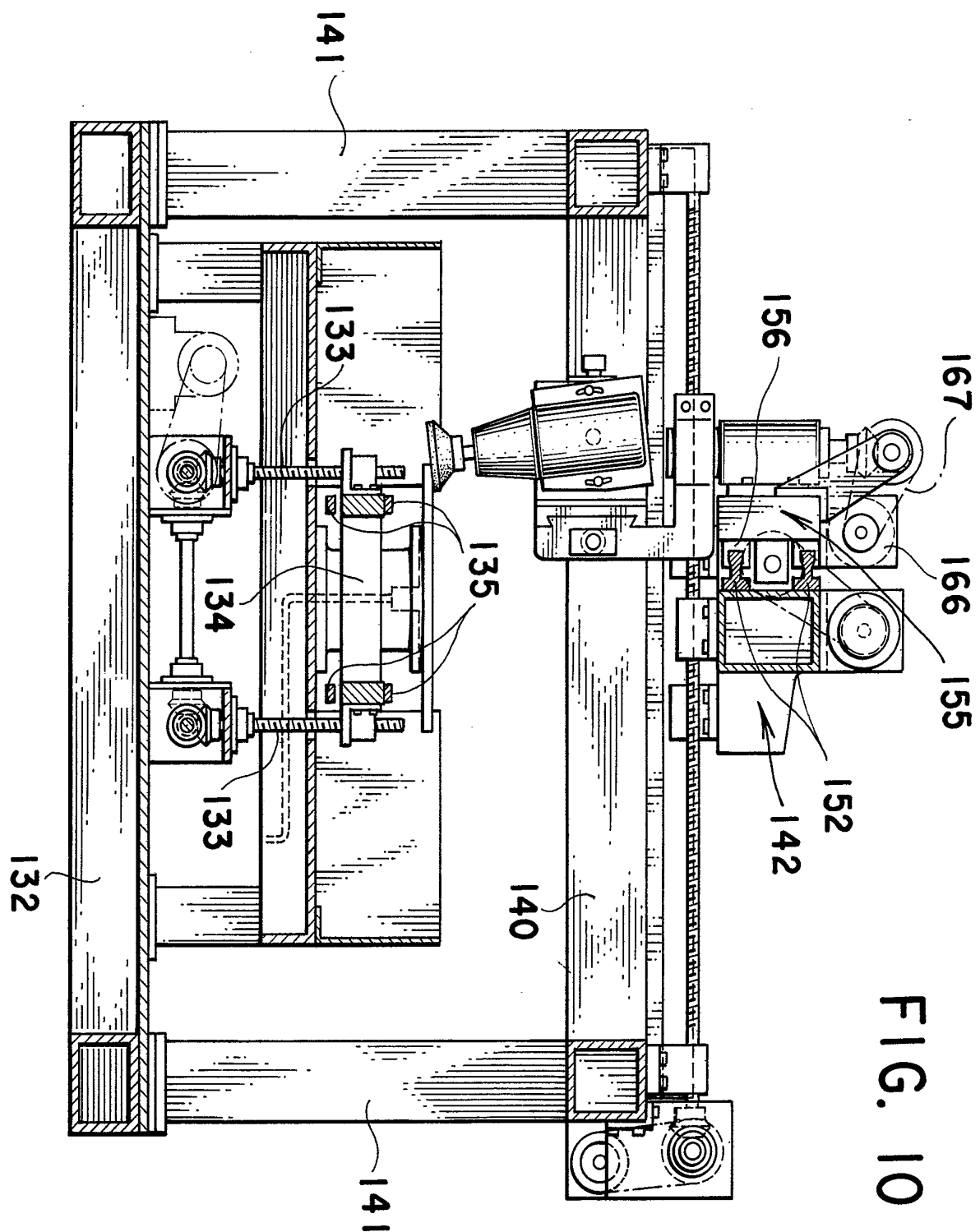


FIG. 11

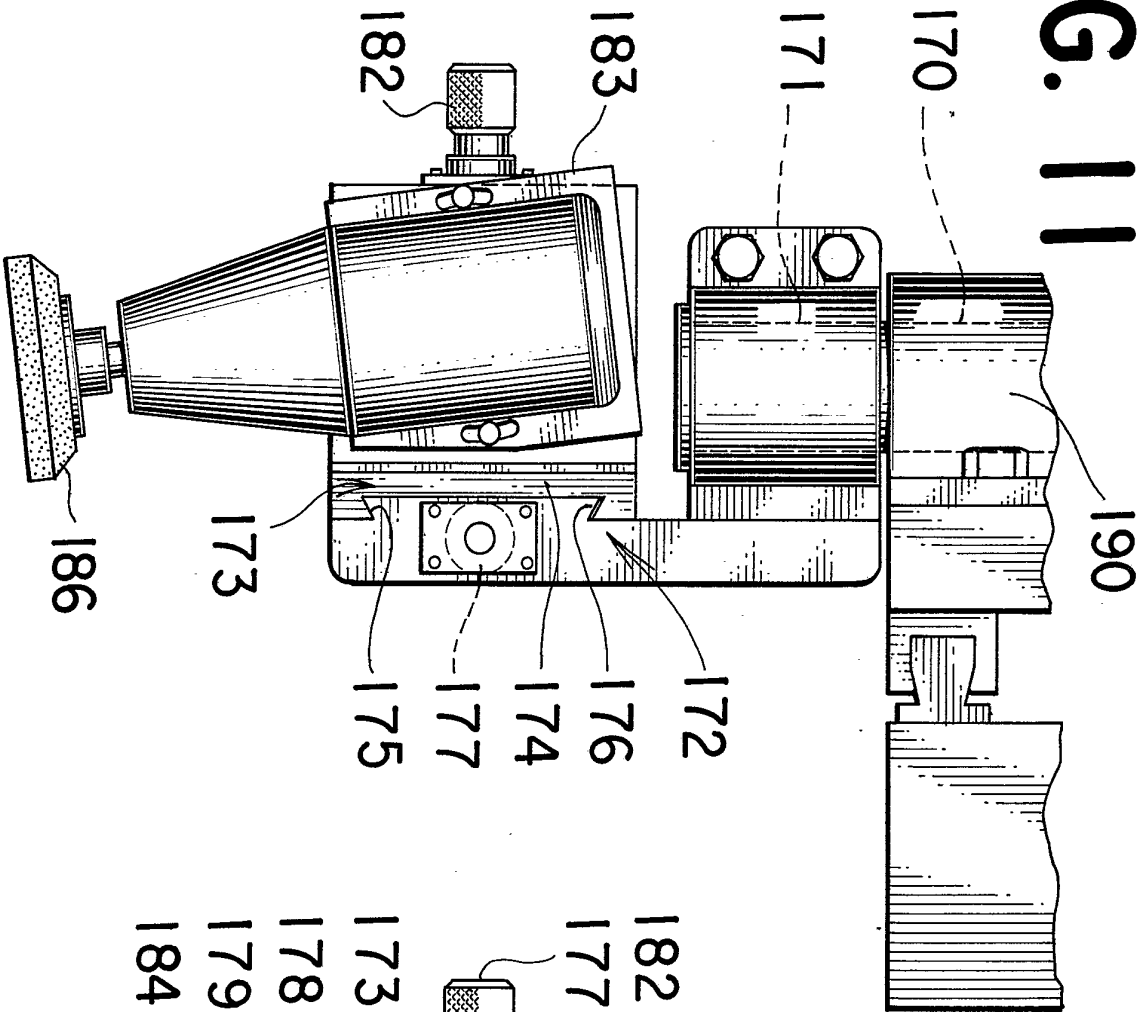
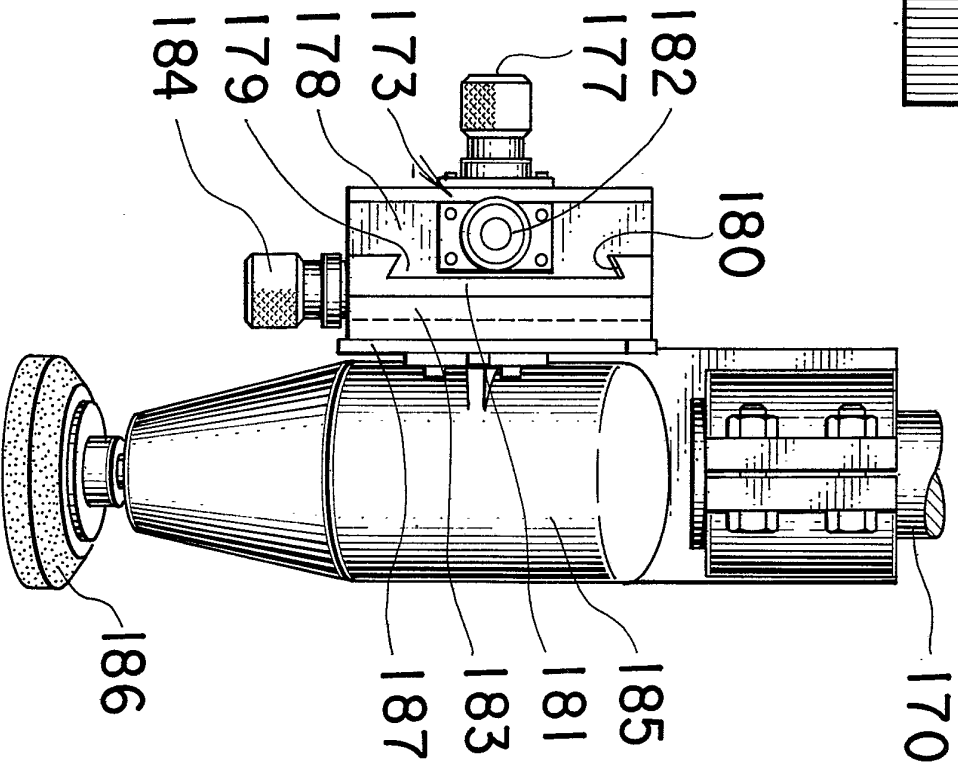


FIG. 12



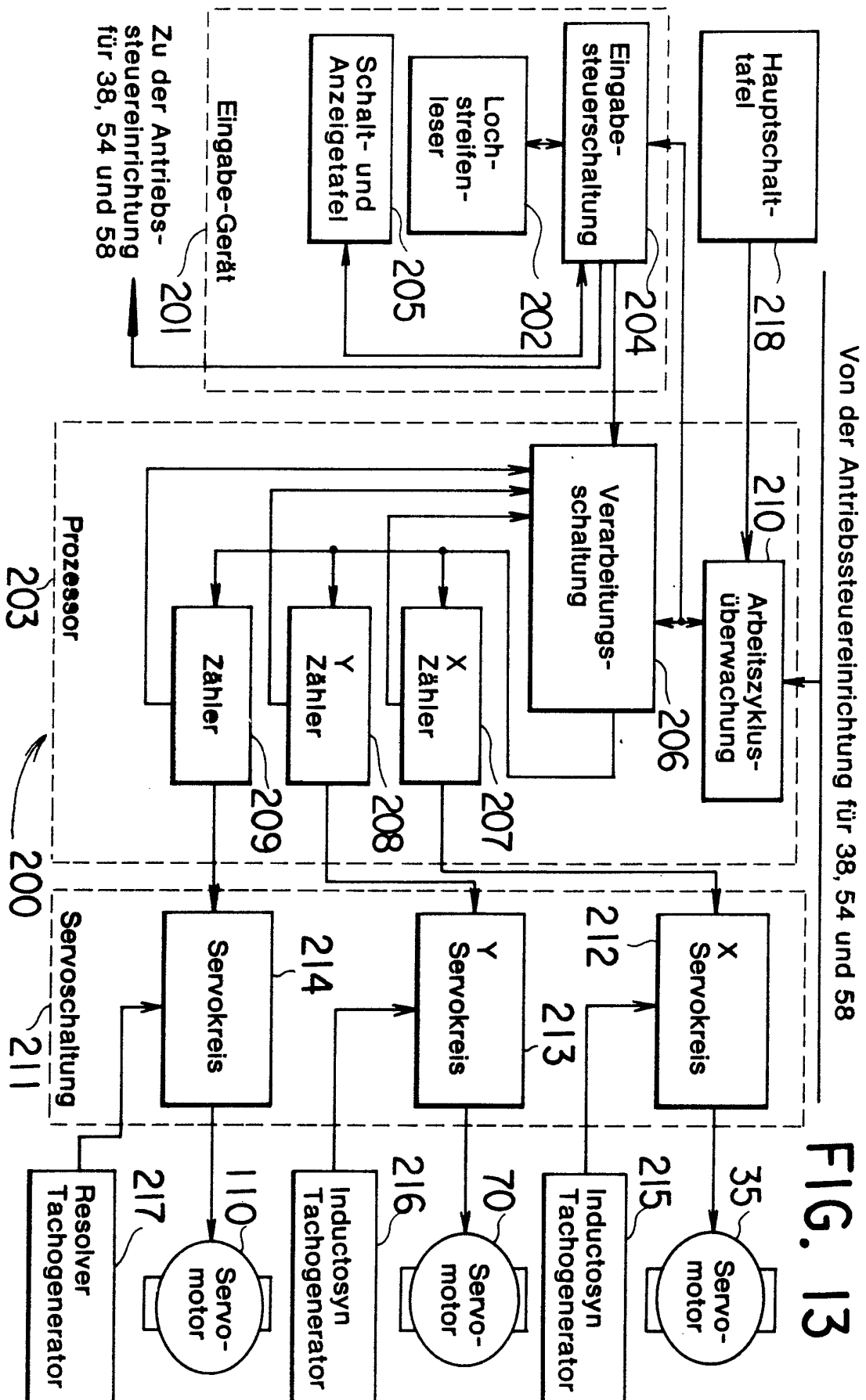


FIG. 14

