



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 07 069 T2 2007.02.15

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 485 745 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 07 069.8

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US03/08523

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 714 284.1

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2003/081317

(86) PCT-Anmeldetag: 20.03.2003

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: 02.10.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 15.12.2004

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 26.07.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15.02.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G02B 26/08 (2006.01)

G02B 7/182 (2006.01)

G02B 6/35 (2006.01)

G02B 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

103534 20.03.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Honeywell International Inc., Morristown, N.J., US

(72) Erfinder:

OSTERBERG, A., David, Glendale, AZ 85308, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: HOCHGESCHWINDIGKEITSSCHALTMECHANISMUS FÜR OPTISCHE ELEMENTE

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen optische Elemente und insbesondere Hochgeschwindigkeitsschaltmechanismen für optische Elemente.

**[0002]** Für optische Instrumente ist in zahlreichen verschiedenen Anwendungen die Fähigkeit notwendig, in einer Öffnung oder einem optischen Strahl schnell optische Elemente einzufügen und zu entfernen. Traditionell wurde diese Schaltung durch die Verwendung eines Radmechanismus ausgeführt, der verschiedene Elemente in die Öffnung hinein oder aus ihr heraus dreht.

**[0003]** In Radmechanismen sind optische Elemente um den Umfang eines Rades angeordnet. Da verschiedene Elemente notwendig sind, dreht ein Motor oder ein anderer Treiber das Rad, das anhält, wenn sich das gewünschte Element im optischen Weg befindet. Dies ermöglicht es, verschiedene optische Elemente auf Wunsch in den optischen Weg einzufügen.

**[0004]** Bedauerlicherweise weisen Radmechanismen mehrere bedeutende Nachteile auf. Zum Beispiel kann die notwendige Zeit und Energie, die für die Schaltung von einem zum anderen Element verwendet werden, für viele Anwendungen unannehbar sein. Dies ist ein besonders bedeutendes Ergebnis, wenn das Rad von einem zu einem anderen Element schaltet, das an der gegenüber liegenden Seite des Rades liegt. In einigen Fällen kann es sich als schwierig erweisen, das Rad schnell genug zu drehen, um es von einer Seite des Rades zur anderen zu schalten. Zusätzlich kann die Energie, die notwendig ist, um das Rad von dem einen zum anderen Ende zu bewegen, unangemessen hoch sein. Diese Begrenzungen beruhen allesamt auf der Tatsache, dass das herkömmliche Rad einen sequentiellen Zugriff anstelle eines direkten Zugriffes zu den Elementen an den Rändern des Rades bereit stellt.

**[0005]** Ein weiteres Problem beim Verwenden herkömmlicher Radlösungen besteht darin, dass die schnelle Bewegung des Rades Störungen am System hervorrufen kann, die das Bild unscharf machen können. Dies ist besonders wichtig in Anwendungen, die eine präzise Steuerung des optischen Systems benötigen, wie in Satellitenanwendungen. Um die Kräfteinstörungen, die durch das sich schnell bewegende Rad hervorgerufen werden, auszugleichen, wurden herkömmliche Ansätze forciert, um lange Einstellzeiten nach einer Radbewegung oder die Verwendung von komplexen Kräfteausgleichs- und/oder Isolierungsmechanismen zu erlauben, die die Komplexität des Systems erheblich erhöhen, während sie die Zuverlässigkeit verringern. Diese Mechanismen benötigen ebenfalls viel Energie, die geliefert und zerstreut werden muss, was sich negativ auf die

Thermostabilität der Einheit auswirkt.

**[0006]** Folgendermaßen wird ein verbesserter Schaltmechanismus für optische Elemente benötigt, der eine verbesserte Schaltgeschwindigkeit, einen niedrigen Energieverbrauch und weniger Störungen bereit stellt.

**[0007]** Die Patentschrift JP-A-2000-305150 offenbart eine Antriebseinheit, eine Filterschalteinheit und optische Ausrüstung.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt einen Schaltmechanismus für optische Elemente bereit, der viele der im Stand der Technik bestehenden Nachteile überwindet.

**[0009]** Demgemäß betrifft die Erfindung einen Schaltmechanismus für optische Elemente, wobei der Schaltmechanismus für optische Elemente Folgendes aufweist:

eine Rotationsachse; und  
einen ersten Arm, der mit der Rotationsachse verbunden ist, wobei der erste Arm ein erstes Ende mit einem ersten optischen Element aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltmechanismus für optische Elemente ferner Folgendes aufweist:

einen Federmechanismus, der mit dem Arm verbunden ist, wobei der Federmechanismus Rotationsenergie bereit stellt, um den Arm an der Rotationsachse von einer ersten Position mit dem optischen Element in einem optischen Weg zu einer zweiten Position und von der zweiten Position in die erste Position zu rotieren, wobei die Feder derart verbunden ist, dass ihre Ruheposition zwischen der ersten Position und der zweiten Position ist;

einen Verriegelungsmechanismus, wobei der Verriegelungsmechanismus den Arm in der ersten Position oder in der zweiten Position hält und selektiv den Arm löst, wobei der Federmechanismus den Arm zur zweiten Position rotiert, wenn der Arm aus der ersten Position gelöst ist, und wobei der Federmechanismus den Arm zur ersten Position rotiert, wenn der Arm aus der zweiten Position gelöst ist; und  
einen Rotationsenergiemechanismus, um zusätzliche Rotationsenergie bereit zu stellen, um die Armrotation zur ersten Position und zur zweiten Position auszuführen.

**[0010]** Vorzugsweise ist der Arm ausgeglichen, um niedrige Kräfteinstörung bereit zu stellen.

**[0011]** Der Verriegelungsmechanismus kann den Rotationsenergiemechanismus aufweisen und folgendermaßen die zusätzliche Energie bereit stellen, die notwendig ist, um den Arm zu greifen und in die Endposition zu bewegen.

**[0012]** Ist der Verriegelungsmechanismus gelöst,

startet die Spannung am Arm, die durch die Feder bereit gestellt ist, die Rotationsbewegung des Arms um seine Achse zur gegenüber liegenden Position. Wenn sich der Arm der gegenüber liegenden Position nähert, stellt der Rotationsenergiemechanismus die zusätzliche Energie bereit, um die Rotation zur neuen Position auszuführen, und greift und hält den Arm in der neuen Position.

**[0013]** Der Schaltmechanismus stellt folgendermaßen die Fähigkeit bereit, schnell ein optisches Element mit niedrigem Energie in den Übertragungsweg und aus ihm heraus zu bewegen.

**[0014]** In zusätzlichen Ausführungsformen werden vielfache Schaltmechanismen miteinander kombiniert, um ein Schaltsystem bereit zu stellen, das die Fähigkeit bereit stellt, vielfache optische Elemente in und oder aus dem optischen Weg zu schalten. Die Schaltmechanismen sind konfiguriert, um es einem Arm zu erlauben, in den optischen Weg zu schwenken, wenn der andere Arm ausschwenkt. Im Betrieb lösen sich der Verriegelungsmechanismus für das optische Element geläufig im Übertragungsweg und der Verriegelungsmechanismus für das gewünschte optische Element. Die Federn an den Schaltmechanismen veranlassen das gegenwärtige optische Element dazu, aus dem optischen Weg zu schwenken und das gewünschte optische Element dazu, einzuschwenken. Der Verriegelungsmechanismus für das gewünschte optische Element greift und hält den Arm mit dem gewünschten optischen Element im optischen Weg. Der Verriegelungsmechanismus für das andere Element greift und hält den Arm in der gegenüber liegenden Position. Die gegenüber liegenden Bewegungen der Arme verschaffen die Aufhebung der Störmomente, die sich ansonsten aus der Armbe wegung ergeben würden.

**[0015]** Folgendermaßen erlauben es die beiden Schaltmechanismen zusammen einem optischen Element, schnell unter niedrigem Energieverbrauch und mit begrenzter Kräftestörung außerhalb des Systems durch ein anderes ersetzt zu werden.

**[0016]** Die vorstehenden und anderen Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden näheren Beschreibung einer vorzugsweisen Ausführungsform der Erfindung, die in den beiliegenden Zeichnungen veranschaulicht wird.

**[0017]** Die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird weiter unten unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen dieselben Bezeichnungen dieselben Elemente betreffen.

**[0018]** Es zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) eine Perspektivansicht von einem Schaltmechanismus für optische Elemente;

**[0020]** [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) Schemadarstellungen von oben von einem Schaltsystem für optische Elemente;

**[0021]** [Fig. 5](#) ein Positionsdiagramm, das die Arm position für ein Schaltsystem optischer Elemente darstellt;

**[0022]** [Fig. 6](#) eine Schemadarstellung von oben von einem Schaltsystem für optische Elemente; und

**[0023]** [Fig. 7](#) eine Querschnittsansicht von oben von einem Verriegelungsmechanismus.

**[0024]** Die vorliegende Erfindung stellt einen Schaltmechanismus für optische Elemente bereit, der viele der im Stand der Technik bestehenden Nachteile überwindet. Der Schaltmechanismus verwendet einen ausgeglichenen Arm, wobei ein optisches Element an einem Ende des Arms angebracht ist. Der Arm ist an einer Achse aufgehängt, die es ihm erlaubt, von einer ersten Position zu einer zweiten Position zu rotieren. Der Arm ist ausgeglichen, um wenig Kräftestörung während dieser Bewegung bereit zu stellen. Eine Feder ist am Arm verbunden, die die Rotationsenergie bereit stellt, um den Arm zu bewegen. Die Feder ist derart verbunden, dass ihre Ruhe position zwischen der ersten und der zweiten Position ist, und folgendermaßen stellt die Feder die Energie bereit, um den Arm von der ersten Position zur zweiten Position und umgekehrt zu bewegen. Es ist ebenfalls ein Verriegelungsmechanismus bereit gestellt, um selektiv den Arm in der ersten Position oder der zweiten Position zu halten. Zusätzlich kann der Verriegelungsmechanismus zusätzliche Energie bereit stellen, die notwendig ist, um den Arm zu greifen und in die Endposition zu bewegen.

**[0025]** Unter jetziger Bezugnahme auf [Fig. 1](#) wird ein Schaltmechanismus-Beispiel für optische Elemente **100** dargestellt. Der Schaltmechanismus **100** weist einen Arm **102**, eine Achse **104**, eine Feder **105**, die mit dem Arm verbunden ist, ein optisches Element **106** und zwei Verriegelungsmechanismen **108a** und **108b** auf. Der Arm **104** kann jedwedes Strukturelement sein, das ausgestaltet ist, um das optische Element aufzunehmen. Der Arm ist vorzugsweise mit genügend Starrheit gestaltet, um die Position des optischen Elements **106** wirksam zu steuern. Das optische Element **106** kann jedwede Einheit oder Kombination aus Einheiten sein, die wünschenswert ist, um selektiv in den optischen Weg einzufügen. Gewöhnliche Einheiten, die als optisches Element **106** verwendet werden können, weisen verschiedene Typen und Kombinationen von Filtern und Spiegeln und optischen Quellen wie Schwarzkörperquellen auf. Die Achse **104** kann jede Achse sein, die das Positionieren und die Rotations-

bewegung des Arms **102** bereit stellt. Beispiele von angemessenen Achsen **102** umfassen Flex-Zapfen, Lager oder Biegeelemente, die eine angemessene Rotationsbewegung bereit stellen. Die Feder **105**, die mit dem Arm **102** verbunden ist, stellt die Rotationsenergie zum Bewegen des Arms **102** in den optischen Weg und aus ihm heraus bereit. Die Feder **105** kann jede angemessene Federstruktur sein, die genügend Energie bereit stellt, um den Arm innerhalb gewünschter Zeitzwänge zu bewegen. Die Feder ist derart verbunden, dass ihre Ruheposition im Wesentlichen mit dem Arm zentriert ist, der zwischen dem optisch Weg und der Außenposition ist. Folgendermaßen kann die Feder **105** das Bewegen des Arms **102** in beide Richtungen bereit stellen. Beispiele von Federn, die für die Feder **105** verwendet werden können, umfassen Rotationsfedern wie Spulen-, Spiral- oder Drehstäbe, oder Translationsspannungs- oder Druckfedern. Die Verriegelungsmechanismen **108a** und **108b** stellen die Fähigkeit bereit, selektiv den Arm in beiden Positionen zu halten. Jeder Verriegelungsmechanismus **108** kann jeden angemessenen Mechanismus aufweisen, um den Arm **102** zu greifen und in Position zu halten. Beispiele von Mechanismen, die für den Verriegelungsmechanismus **108** verwendet werden können, umfassen magnetische Einheiten, die die Fähigkeit bereit stellen, selektiv den Arm **102** zu halten. Zusätzlich kann der Verriegelungsmechanismus **108** konfiguriert sein, um jede zusätzliche Energie bereit zu stellen, die notwendig ist, um den Arm zu greifen und in die Endposition bei der Rotation zu bewegen. In der Alternative kann ein getrennter Rotationsmechanismus hinzugefügt werden, um die Rotationsenergie bereit zu stellen, die notwendig ist, um die Rotation auszuführen.

**[0026]** Während des Betriebs vom Schaltmechanismus **100** halten die Verriegelungsmechanismen **108** den Arm **102** in Position bis Schalten gewünscht ist. Wenn ein Verriegelungsmechanismus **108** (wie **108a**) gelöst ist, startet die Spannung am Arm **102**, die durch die Feder **105** bereit gestellt ist, die Rotationsbewegung des Arms **102** auf der Achse **104** zur gegenüber liegenden Position. Wenn sich der Arm **102** der gegenüber liegenden Position nähert, stellt der gegenüber liegende Verriegelungsmechanismus **108** (wie **108b**) die zusätzliche Energie bereit, um die Rotation zur neuen Position auszuführen, und greift den Arm **102** und hält ihn in der neuen Position. Der Schaltmechanismus **100** stellt folgendermaßen die Fähigkeit bereit, schnell ein optisches Element **106** in den optischen Weg und aus ihm heraus zu bewegen, und dies unter niedrigem Energieverbrauch und mit begrenzter physikalischer Störung.

**[0027]** Unter jetziger Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird ein optisches Schaltsystem **200** dargestellt, das vielfache Schaltmechanismen **100** verwendet, die miteinander kombiniert sind, um die Fähigkeit bereit zu stellen, vielfache optische Elemente **106** in und oder

aus dem optischen Weg zu schalten. Im dargestellten Beispiel sind drei Schaltmechanismen **100** konfiguriert, um es drei verschiedenen optischen Elementen **106** zu erlauben, ausgewählt zu werden. Dies ist selbstverständlich nur ein Beispiel und es können optische Schaltsysteme mit jedweder Anzahl von Schaltmechanismen **100** innerhalb von Raumbegrenzungen gewünscht werden.

**[0028]** Vom optischen Schaltsystem **200** wird gewünscht, es einem optischen Element **106** zu erlauben, in den optischen Weg einzuschwenken, wenn ein anderes optisches Element **106** ausschwenkt. Im Betrieb lösen sich der Verriegelungsmechanismus **108** für das optische Element **106**, das im optischen Weg gegenwärtig ist, und der Verriegelungsmechanismus **108** für das gewünschte optische Element **106**. Die Federn **105** an den Schaltmechanismen **100** bringen das gegenwärtige optische Element **106** dazu, aus dem optischen Weg zu schwenken, und das gewünschte optische Element **106** dazu, einzuschwenken.

**[0029]** Unter jetziger Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird das optische Schaltsystem **200** dargestellt, nachdem der Verriegelungsmechanismus **108** für das optische Element **106**, das im optischen Weg gegenwärtig ist, und der Verriegelungsmechanismus **108** für das gewünschte optische Element **106** gelöst sind, und sich die Arme **102b**, die durch Federn **105** an den jeweiligen Schaltmechanismen **100** rotiert werden, beide lösen. Insbesondere die Feder **105** für das alte optische Element **106** stellt die Rotationsenergie bereit, um das alte optische Element **106** aus dem optischen Weg zu bewegen. Die Feder **105** für das neue optische Element **106** stellt ebenso die Rotationsenergie bereit, um das neue optische Element **106** in den optischen Weg zu bewegen. Es muss angegeben werden, dass die Arme gleichzeitig in gegenüber liegenden Richtungen bewegt werden und folgendermaßen gemeinsam die Aufhebung der Störkräfte bereit stellen, die sich ansonsten aus der Armbewegung ergeben würden. Mit angepassten einzeln ausgeglichenen Armen, angepassten Federn und gleichen Deflektionswinkeln erzeugt das System keine externen Kräfte, Momente oder unausgeglichenen Impuls.

**[0030]** Unter jetziger Bezugnahme auf die [Fig. 4](#) wird das optische Schaltsystem **200** dargestellt, nachdem der Verriegelungsmechanismus **108** für das alte optische Element **106** den Arm **102** gegriffen und in seiner neuen Position gehalten hat, wobei das alte optische Element **106** aus dem optischen Weg heraus ist. Ebenso hat der Verriegelungsmechanismus **108** für das neue optische Element **106** den Arm **102** gegriffen und in seiner neuen Position gehalten, wobei das neue optische Element **106** im optischen Weg ist. Folgendermaßen hat das optische System für ein optisches Element die Fähigkeit bereit gestellt, schnell durch ein anderes ersetzt zu werden, und

dies unter niedrigem Energieverbrauch und mit begrenzter Kräftestörung außerhalb des Systems.

**[0031]** Unter jetziger Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) wird ein Zeitablaufdiagramm dargestellt, das die Position des Arms während der Bewegung von einer ersten Position zu einer zweiten Position, und zurück zur ersten Position darstellt. Zur Zeit T1 wird der Verriegelungsmechanismus gelöst und die Feder startet die Bewegung des Arms. Da die potentielle Energie, die in der Feder gespeichert ist, die Primärenergie bereit stellt, um die Feder zu bewegen, folgt eine typisch sinusförmige Bewegung. Die Parameter der sinusförmigen Bewegung werden durch die spezifischen Parameter des Systems bestimmt, wie die Federkonstante, Drehsteifheit und die Trägheit des Arms, des optischen Elements, des Verriegelungsmechanismus und jedweder Schiebegewichte. Typischerweise wird die Trägheit dieser Elemente und der Federkonstante ausgewählt, um eine erste mechanische Drehmodus-Resonanz aufzuweisen, so dass die Eigenperiode der sich ergebenden Oszillation zweimal die Schaltgeschwindigkeit ist, die notwendig ist. Muss zum Beispiel das optische Element in 25 Millisekunden geschaltet werden, ist der erste Modus des Systems ausgestaltet, um zumindest 20 Hz einzunehmen, mit etwas zusätzlicher Einstellzeit und einer Spanne, die typischerweise durch das Erhöhen des Modus etwas über 20 Hz bereit gestellt wird.

**[0032]** Zur Zeit T2 geht der Arm durch die natürliche Mitte der Feder. Ab diesem Punkt stellt die Feder dem Arm keine zusätzliche Energie mehr bereit und stattdessen wirkt die Feder, um den Arm zu verlangsamen und potentielle Energie für die nächste Schaltung zu speichern. Zur Zeit T3 ist die kinetische Energie, die durch die Feder bereit gestellt wird, im Wesentlichen verbraucht. Aufgrund der unvermeidbaren Reibungen im System ist der Arm jedoch noch nicht vollkommen zur zweiten Position bewegt. Demgemäß bringt der Verriegelungsmechanismus zur Zeit T3 den Arm in Eingriff, um die zusätzliche Energie bereit zu stellen, die notwendig ist, um den Arm den restlichen Weg zur zweiten Position zu bewegen. Folgendermaßen wird der Arm zur Zeit T4 dazu gebracht, in der zweiten Position zu verweilen.

**[0033]** Folgendermaßen ist ein Bewegungszyklus von der ersten Position zur zweiten Position vollendet. Der Verriegelungsmechanismus hält den Arm solange wie gewünscht in dieser Position. Wenn der Arm wieder bewegt werden soll, zur Zeit T5, löst sich der Verriegelungsmechanismus erneut und der Prozess beginnt von vorne. Zur Zeit T6 geht der Arm erneut durch die natürliche Mitte der Feder. Zur Zeit T7 ist die kinetische Energie, die durch die Feder bereit gestellt wird, im Wesentlichen verbraucht, und der Verriegelungsmechanismus wird erneut in Eingriff gebracht, um die zusätzliche Energie bereit zu stel-

len, die notwendig ist, um die Rückkehr zur ersten Position auszuführen, und zur Zeit T8 wird der Arm dazu gebracht, in der ersten Position zu verweilen.

**[0034]** Das optische Schaltsystem kann in viele verschiedene Konfigurationen implementiert werden. Die Arme können zum Beispiel derart angeordnet sein, dass sich viele Arme auf derselben Ebene bewegen (obwohl optische Elemente in derselben Ebene nur zu verschiedenen Zeiten einzufügen sind). Zusätzliche optische Elemente können über diesen Punkt hinaus hinzugefügt werden, indem zusätzliche Ebenen an jeder Seite der ersten hinzugefügt werden. Die zusätzlichen Ebenen werden etwas verschoben, um eine Aussparung mit der ersten Ebene zu erlauben und die zusätzlichen Ebenen werden leicht um den Strahl rotiert, um den Federn Nicht-Interferenz bereit zu stellen.

**[0035]** Unter jetziger Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird ein Schaltsystem für optische Elemente dargestellt, in dem eine zweite Gruppe mit drei Schaltmechanismen **100** in einer anderen Ebene als der ursprünglichen Gruppe von drei hinzugefügt wurde.

**[0036]** Während die vollständige Anzahl an optischen Elementen, die auf diese Weise durch versetzte Ebenen angepasst werden können, vielleicht unbegrenzt ist, kann eine beispielhafte Gestaltung drei Ebenen mit optischen Elementen aufweisen, wobei drei optische Elemente in jeder Ebene sind. Die Verwendung einer derartigen Gestaltung ermöglicht jederzeit den direkten Zugriff zu jedem der neun optischen Elemente. Es ist zu bemerken, dass, während diese Gestaltung strukturiert sein kann, um nur ein optisches Element auf einmal im Weg zu erlauben, sie ebenfalls gebaut sein kann, um es verschiedenen Elementen von verschiedenen Ebenen zu erlauben, sich gleichzeitig im optischen Weg zu befinden.

**[0037]** Es ist im Allgemeinen wünschenswert, die Wirkungen der Armbewegung soweit wie annehmbar möglich aufzuheben. Aus diesem Grund sind die Arme vorzugsweise mit identischen Deflektionswinkeln, Trägheiten, Federn und Eigenfrequenzen gestaltet. Dies kann auf verschiedene Wege erfüllt werden, zum Beispiel durch das Auswählen von Federn, die ähnlich in der Steifheit sind, woraufhin jeder Arm auf dieselbe Eigenfrequenz abgestimmt wird. Das System wird ausgeführt, in dem immer ein Filter eingefügt wird, wenn ein zweiter entfernt wird. Die sich ergebenden zwei Momente, Kräfte und Impuls heben folgendermaßen im Wesentlichen auf. Indem jeder Arm ausgeglichen ist, sind die externen Kräfte, die durch die Armbewegung erzeugt werden, minimiert.

**[0038]** Der Verriegelungsmechanismus ist vorzugsweise gestaltet, um das Halten des Arms bereit zu stellen und um dem Arm zusätzliche kinetische Energie bereit zu stellen. Jeder Arm wird (in den optischen

Weg oder aus ihm heraus) durch seine Eigenresonanz geschaltet, wo die Grenzen seiner harmonischen Bewegung Positionen sind, die vollkommen im optischen Weg und vollkommen außerhalb des optischen Weges sind. Damit das Schalten weitmöglich wenig Energie verbraucht, ist es für diese Resonanz wünschenswert, wenig Dämpfung (hohes Q) aufzuweisen. Um dies verwendbar zu machen, werden die Verriegelungsmechanismen verwendet, um den Arm an jedem Extrem zu halten. Ohne die Verriegelungsmechanismen würde der Arm einfach durch harmonische Eigenbewegung zwischen den beiden Extremen oszillieren, wo kinetische Energie (Bewegung) und potentielle Energie (Federkraft) ausgetauscht werden. Die Verriegelungsmechanismen stellen die zusätzliche kinetische Energie bereit, die notwendig ist, um Verluste im System aufgrund struktureller Dämpfung, Luftwiderstand und derartiges auszugleichen.

**[0039]** Der Verriegelungsmechanismus kann entweder mechanisch oder magnetisch sein und seine Aufgabe besteht darin, den Arm an jedem Bewegungsextrum gegen die Kraft der Feder zu halten. Es ist wünschenswert, aber nicht notwendig, dass dieser Mechanismus fähig ist, den Arm ohne Energieverbrauch zu halten. Es ist ebenfalls vorteilhaft, aber nicht notwendig, dass dieser Mechanismus dem System Energie hinzufügt, um Verluste auszugleichen.

**[0040]** Die bevorzugte Implementierung des Verriegelungsmechanismus verwendet derart ein Permanentmagnet und eine elektromagnetische Spule, dass der Magnet den Arm halten kann und die elektromagnetische Spule dem Permanentmagneten gegenüber liegen kann, wodurch der Arm gelöst wird. Da typischerweise ein Gegengewicht notwendig ist, um den optischen Filter auszugleichen, ordnet die bevorzugte Implementierung das Eisen an der gegenüber liegenden Seite des Arms vom optischen Element an. Unter jetziger Bezugnahme auf [Fig. 7](#) wird eine Querschnittsansicht von oben von einem bevorzugten Verriegelungsmechanismus **108** dargestellt. Der Verriegelungsmechanismus **108** weist eine elektromagnetische Spule **706** auf, die einen Permanentmagnet **708** umgibt. Ein Eisenmantel **704** umgibt die Magneten, der den Flussweg vollendet. Das Eisen **702** ist am Ende des Arms **102** inbegriffen. In dieser Ausführungsform dient das Eisen **702** dazu, dem Arm magnetische Anziehung hinzuzufügen und kann als ein Gegengewicht wirken, um den Arm auszugleichen. Es muss bemerkt werden, dass ebenfalls andere angemessene ferromagnetische Werkstoffe verwendet werden können, obwohl Eisen bevorzugt wird. Im Betrieb dient der Permanentmagnet **708** dazu, den Arm ruhig zu halten und dies, ohne Energieverbrauch zu benötigen. Wenn der Arm **102** gelöst werden muss, wird dem Elektromagneten **706** ein Impuls bereit gestellt. Dies veranlasst den Elektromagneten **706** dazu, vorübergehend einzuschalten und

die magnetische Kraft des Permanentmagneten **708** zu überwinden, und folgendermaßen den Arm **102** zu lösen. Die Federkraft veranlasst den Arm **102** dazu, sich weg zu bewegen, bevor der Elektromagnet **706** ausgeschaltet wird. Wenn der Arm **102** zur anderen Position schwenkt, stellt der Permanentmagnet **708** am anderen Verriegelungsmechanismus die zusätzliche Energie bereit, die notwendig ist, um den Arm **102** in die Endposition zu rotieren und den Arm **102** zu halten, bis er durch den Verriegelungsmechanismus gelöst wird.

**[0041]** Eine zweite Implementierung des Verriegelungsmechanismus besteht darin, stattdessen den Permanentmagneten auf dem Arm anzurordnen, wo bei sich die elektromagnetische Spule wieder auf dem Anschlag befindet. Dies erlaubt das abgeschaltete Halten an beiden Extremen der Bewegung und die Verwendung von erheblich weiter entwickelten Steuerschemen. Der Arm kann beispielsweise an der Auslösung geschoben werden, um dem System Energie hinzuzufügen und der Fangmagnet kann abgestellt werden, bis der Arm ankommt und anhält. Nach dem Stopp wird die gegenüber liegende Spule deaktiviert und der Permanentmagnet hält den Arm fest. Der Vorteil eines derartigen Verriegelungssystems besteht darin, die Störungen zu minimieren und den höheren Strukturmodi in Arm und Feder genügend Zeit zum Einrichten zu geben. D.h., der Schub erregt den Arm, der sich beim Übergang einrichtet und der daraufhin nicht mehr durch Aufschlagen am Anschlag erregt wird, da er durch einfaches harmonisches Bewegen anhält und dann nur gehalten wird. Bei diesen Steuerungen kann es sich um eine offene Schleife (die nur auf Zeitsteuerung basiert) oder eine geschlossene Schleife mit hinzugefügten Positionsensoren handeln.

**[0042]** Ein als solcher implementierter Verriegelungsmechanismus kann den zusätzlichen Vorteil aufweisen, einen Weg für den Neustart des Arms bereit zu stellen, sollte er sich zur Mitte, der Nullenergieposition, setzen. Insbesondere durch das Steuern der Elektromagneten, alternierend an der Eigenresonanzfrequenz vom Arm erregt zu werden, kann die harmonische Eigenbewegung des Arms aufgebaut werden, bis ihre Amplitude groß genug ist, um den Arm wieder zu verriegeln.

**[0043]** Es muss bemerkt werden, dass, während in der bevorzugten Ausführungsform der Verriegelungsmechanismus, der den Arm in Position hält, ebenfalls verwendet wird, um die zusätzliche kinetische Energie bereit zu stellen, die notwendig ist, um Verluste auszugleichen, die Energie stattdessen durch andere Rotationsenergiemechanismen bereit gestellt werden kann. Beispiele anderer Mechanismen weisen Schaltmotoren und andere derartige Einheiten auf. Die Verwendung eines Motors, um die zusätzliche Energie bereit zu stellen, erlaubt die Ver-

wendung alternierender Verriegelungsmechanismen, die dem System keine Energie hinzufügen, wie mechanische Verriegelungen.

**[0044]** Die vorliegende Erfindung stellt folgendermaßen einen Schaltmechanismus für optische Elemente bereit, der viele der im Stand der Technik bestehenden Nachteile überwindet. Der Schaltmechanismus verwendet einen ausgeglichenen Arm, wobei ein optisches Element an einem Ende des Arms angebracht ist. Der Arm ist an einer Achse aufgehängt, die es ihm erlaubt, von einer ersten Position zu einer zweiten Position zu rotieren. Der Arm ist ausgeglichen, um wenig Kräfteentzerrung während dieser Bewegung bereit zu stellen. Eine Feder ist am Arm verbunden, die die Rotationsenergie bereit stellt, um den Arm zu bewegen. Die Feder ist derart verbunden, dass ihre Ruheposition zwischen der ersten und der zweiten Position ist, und folgendermaßen stellt die Feder die Energie bereit, um den Arm von der ersten Position zur zweiten Position und umgekehrt zu bewegen.

**[0045]** Es ist ebenfalls ein Verriegelungsmechanismus bereit gestellt, um selektiv den Arm in der ersten Position oder der zweiten Position zu halten. Zusätzlich kann der Verriegelungsmechanismus zusätzliche Energie bereit stellen, die notwendig ist, um den Arm zu greifen und in die Endposition zu bewegen. Ist der Verriegelungsmechanismus gelöst, startet die Spannung, die durch die Feder am Arm bereit gestellt ist, die Rotationsbewegung des Arms um seine Achse zur gegenüber liegenden Position. Wenn sich der Arm der gegenüber liegenden Position nähert, stellt der Verriegelungsmechanismus die zusätzliche auszuführende Rotation zur neuen Position bereit und greift den Arm und hält ihn in der neuen Position.

**[0046]** Der Schaltmechanismus stellt folgendermaßen die Fähigkeit bereit, schnell ein optisches Element in den Übertragungsweg und aus ihm heraus zu bewegen, und dies unter niedrigem Energieverbrauch und mit begrenzter physikalischer Störung.

### Patentansprüche

1. Schaltmechanismus für optische Elemente (100), wobei der Schaltmechanismus für optische Elemente (100) Folgendes aufweist:  
eine Rotationsachse (104); und  
einen ersten Arm (102), der mit der Rotationsachse (104) verbunden ist, wobei der erste Arm (102) ein erstes Ende mit einem ersten optischen Element (106) aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltmechanismus für optische Elemente (100) ferner Folgendes aufweist:  
einen Federmechanismus (105), der mit dem Arm (102) verbunden ist, wobei der Federmechanismus (105) Rotationsenergie bereit stellt, um den Arm

(102) an der Rotationsachse (104) von einer ersten Position mit dem optischen Element (106) in einem optischen Weg zu einer zweiten Position und von der zweiten Position in die erste Position zu rotieren, wobei die Feder derart verbunden ist, dass ihre Ruheposition zwischen der ersten Position und der zweiten Position ist;  
einen Verriegelungsmechanismus (108), wobei der Verriegelungsmechanismus (108) den Arm (102) in der ersten Position oder in der zweiten Position hält und selektiv den Arm (102) löst, wobei der Federmechanismus (105) den Arm (102) zur zweiten Position rotiert, wenn der Arm (102) aus der ersten Position gelöst ist, und wobei der Federmechanismus (105) den Arm (102) zur ersten Position rotiert, wenn der Arm (102) aus der zweiten Position gelöst ist; und  
einen Rotationsenergiemechanismus, um zusätzliche Rotationsenergie bereit zu stellen, um die Armrotation zur ersten Position und zur zweiten Position auszuführen.

2. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei die Rotationsachse (104) einen Flex-Drehzapfen aufweist.

3. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei die Feder (105) eine Torsionsschraubenfeder um die Rotationsachse (104) herum aufweist.

4. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei die Rotationsachse (104) und der Federmechanismus (105) einen Drehstab aufweisen.

5. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei das optische Element (106) ein optisches Element (106) aufweist, das aus einem Filter, einem Spiegel oder einer Quelle ausgewählt ist.

6. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei der Verriegelungsmechanismus (108) einen magnetischen Haltemechanismus aufweist.

7. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 5, wobei der Verriegelungsmechanismus (108) ferner einen magnetischen Lösemechanismus aufweist, um den Arm (102) zu lösen.

8. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei der Verriegelungsmechanismus (108) einen Permanentmagneten aufweist, um den Arm (102) zu halten, und einen Elektromagneten zum Überwinden des Permanentmagnets, um den Arm (102) zu lösen.

9. Schaltmechanismus für optische Elemente (100) nach Anspruch 1, wobei der Verriegelungsmechanismus

chanismus (**108**) den Rotationsenergiemechanismus aufweist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

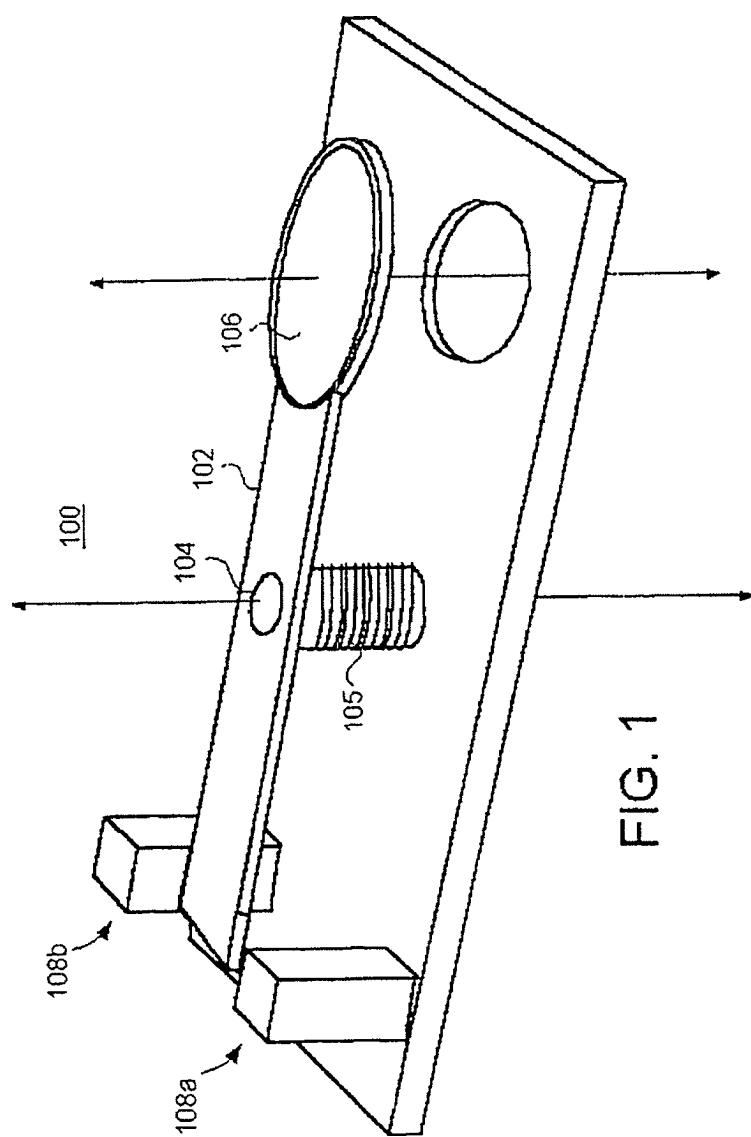


FIG. 1

FIG. 2

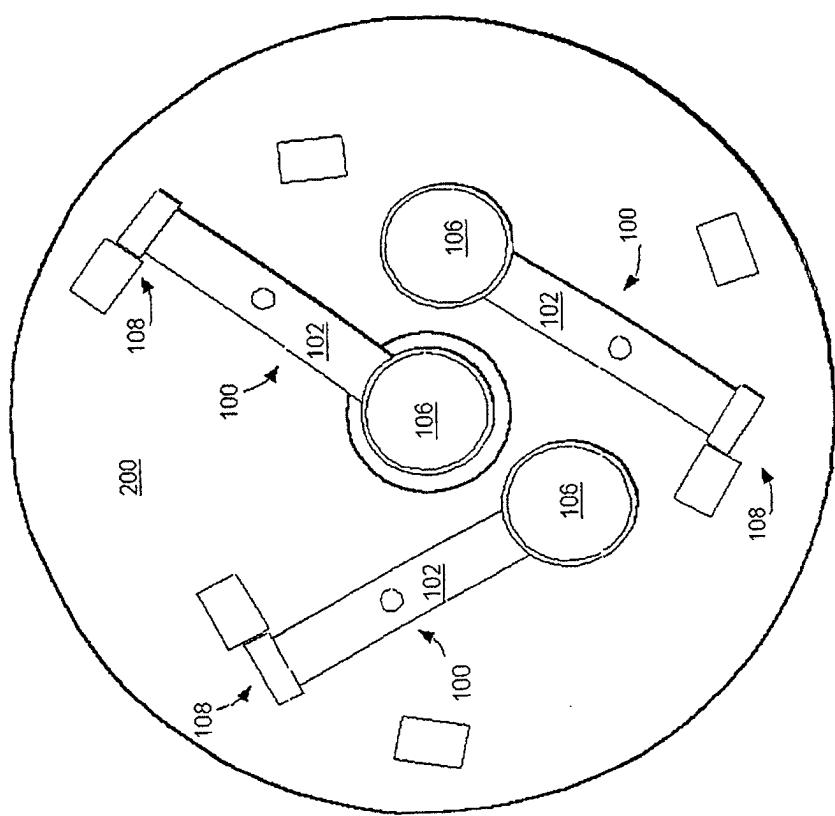


FIG. 3

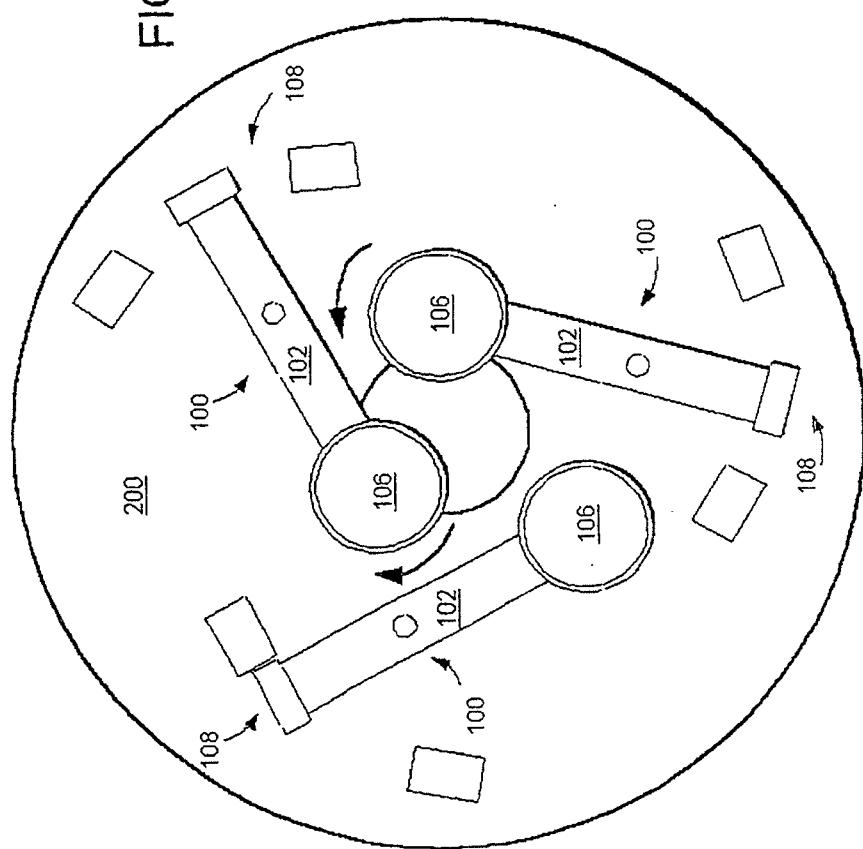
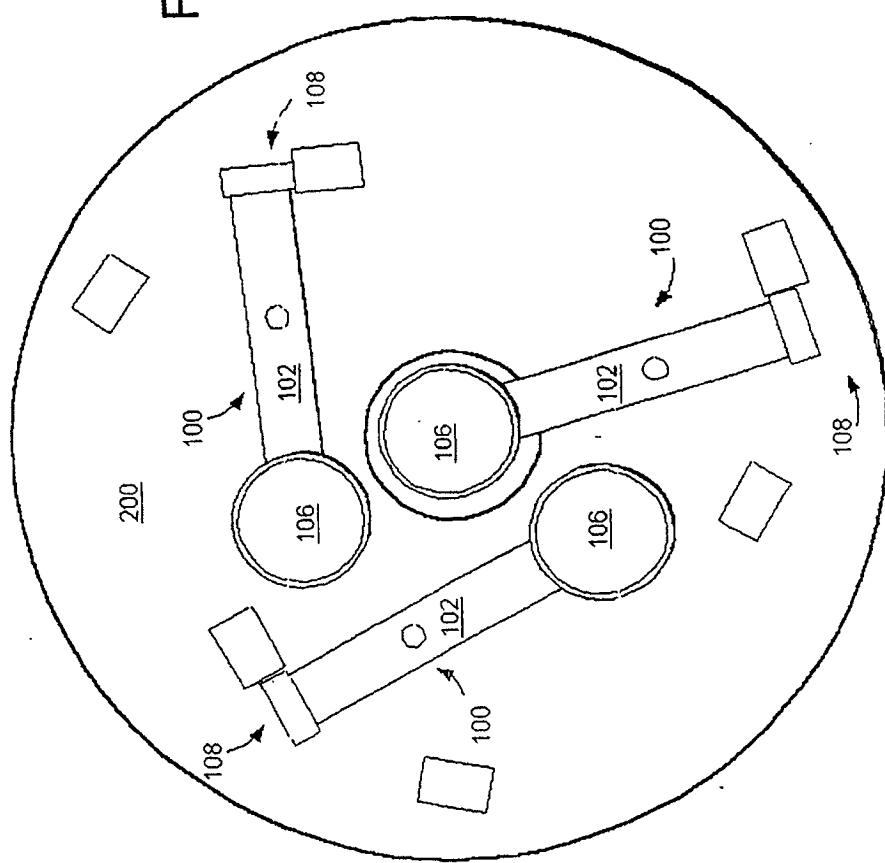


FIG. 4



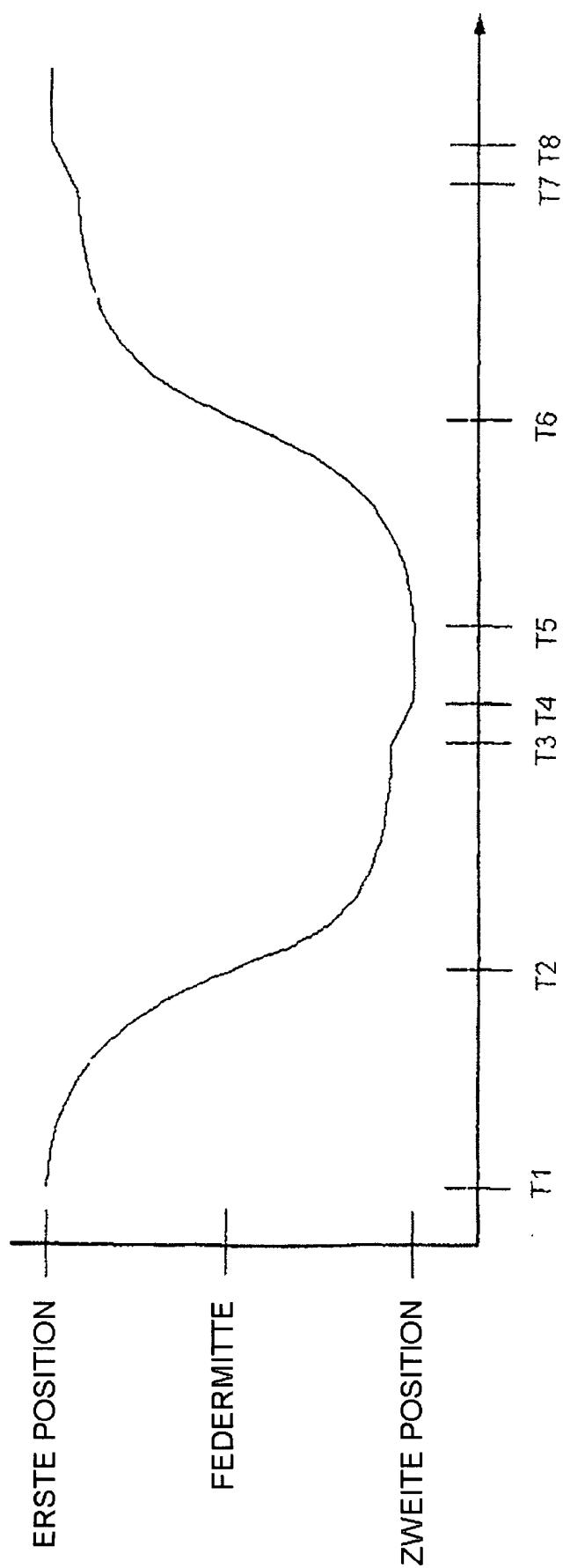


FIG. 5

FIG. 6

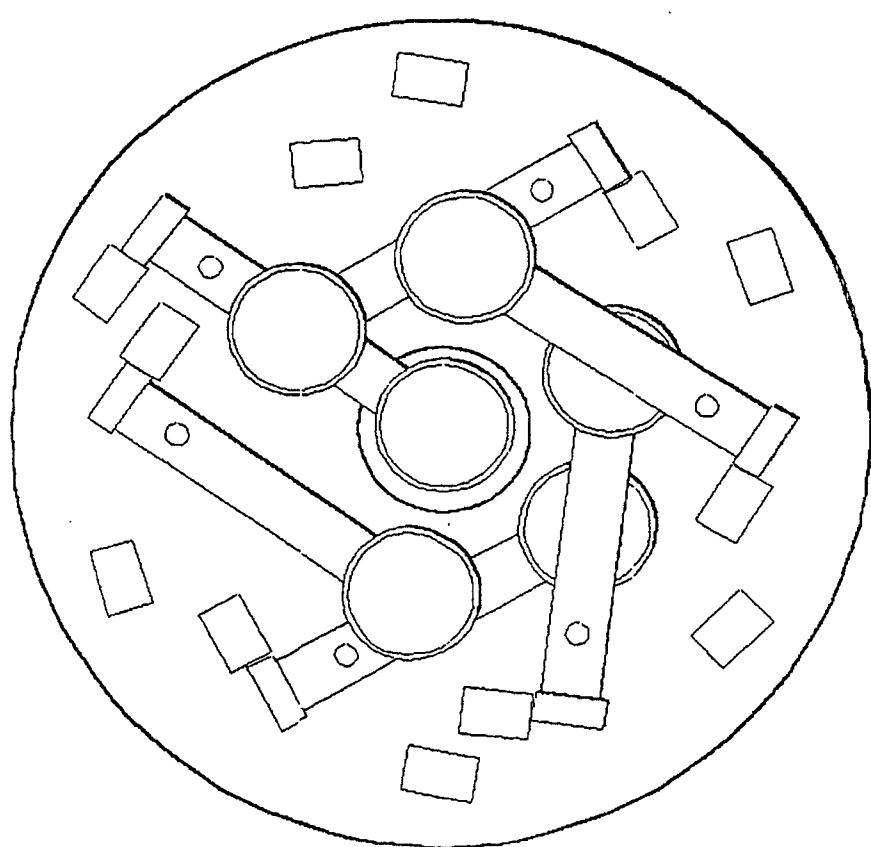


FIG. 7

