



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 26 560 T2** 2005.11.17

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 878 635 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 26 560.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 201 220.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.04.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.11.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.11.2005**

(51) Int Cl.7: **F16D 59/00**

F16D 67/02, F16D 43/206

(30) Unionspriorität:

844449 18.04.1997 US

(73) Patentinhaber:

The Boeing Co., Seattle, Wash., US

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert,
80539 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Gitnes, Seth E., Everett, Washington 98208, US

(54) Bezeichnung: **Drehmomentbegrenzer mit Auslösestatusanzeiger**

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 eingelegt, 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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Drehmomentbegrenzungsvorrichtungen und Drehmomentbegrenzungsvorrichtungen mit Auslöseanzeigen. Spezieller betrifft die Erfindung einen Drehmomentbegrenzer des Typs, welcher in dem Oberbegriff des Anspruchs 1 definiert ist. Solch ein Drehmomentbegrenzer ist aus der US-A-3,653,226 bekannt.

2. HINTERGRUNDINFORMATION

[0002] Die vorliegende Erfindung ist für einen Einsatz bei Flugsteuerungen eines Flugzeuges, wie z. B. Hinterkantenklappensystemen, bei welchen eine Mehrzahl von auf ein Drehmoment reagierenden Elementen von einer einzelnen Antriebswelle angetrieben werden, gut geeignet. Die Erfindung kann jedoch bei irgendeinem System eingesetzt werden, bei welchem verhindert werden muss, dass die Antriebseinheit ein übermäßiges Drehmoment ausübt.

[0003] Im Allgemeinen begrenzt ein Drehmomentbegrenzer den Umfang eines Drehmoments von einer Antriebswelle, welches auf ein auf ein Drehmoment reagierendes Element zugeführt wird. Der Drehmomentbegrenzer verriegelt die Antriebsquelle mit einer im Wesentlichen steifen Struktur, wenn das Antriebsdrehmoment eine vorbestimmte und einstellbare maximale Grenze überschreitet. Dies wird als Drehmomentbegrenzer mit "Auslösung" oder mit "Verriegelung" bezeichnet.

[0004] Eine typische Form eines Flügelklappen-drehmomentverriegelungssystems nach dem Stand der Technik ist in dem US-Patent Nr. 4,030,578 von Cacciola und anderen dargestellt. Bei diesem Patent arbeitet die Vorrichtung, indem ein Drehmoment zwischen zwei Achsenteilen durch eine Kugelrampenkupplung ("Ball-Ramp Coupling") übertragen wird. Die Kugelrampenkupplung umfasst eine Mehrzahl von Kugeln, welche sich zwischen den zwei Achsenteilen befinden, wobei sich die Kugeln mit genau geformten Fassungen, welche in jedem Achsenteil enthalten sind, in Eingriff befinden. Wenn ein übermäßiges Drehmoment auftritt, bewirkt die Mehrzahl der Kugeln, dass ein Teil bezüglich des anderen Teils axial versetzt wird, wobei ein Scheibenbremsenpacken zusammengedrückt wird, wodurch das überschüssige Drehmoment in dem Gehäuse wirken kann, wodurch eine Übertragung des Drehmoments verhindert wird. Der Scheibenbremsenpacken umfasst abwechselnd feststehende und sich drehende Reibplatten.

[0005] Während dieser Drehmomentbegrenzer bei

vielen Anwendungen erfolgreich eingesetzt worden ist, wird er sehr durch den Reibungskoeffizienten der Scheibenbremsenteile und das zähflüssige Reibmoment, welches die Mehrzahl der Platten betrifft, durch das Schmiermittel und die Rotationsgeschwindigkeit beeinflusst. Das zähflüssige Reibmoment der Scheibenbremsenteile verursacht einen deutlichen Verlust der Effizienz des Antriebssystems und erhöht das Gewicht des Antriebssystems.

[0006] Scheibenbremsenpacken sind bei vielen Anwendungen eingesetzt worden, weil die Betriebsgeschwindigkeiten die Eingriffsgeschwindigkeit, für welche Kupplungen mit Zähnen oder Klauen verwendet werden sollten, übersteigt. Bei höheren Betriebsgeschwindigkeiten wird typischerweise ein Scheibenbremsenpacken verwendet. Hinterkantenklappensysteme arbeiten typischerweise bei Geschwindigkeiten von mehr als 400 rpm.

[0007] Ein Versuch den Scheibenbremsenpacken und die mit ihm verbundenen ungünstigen Effekte zu eliminieren, ist in dem US-Patent Nr. 5,299,666 von Lang und anderen offenbart. Bei diesem Patent arbeitet die Vorrichtung, indem ein Drehmoment zwischen zwei Achsenteilen, einem Antriebsteil und einem angetriebenen Teil übertragen wird, wobei eine Mehrzahl von Kugeln dazwischen existiert. Die Mehrzahl von Kugeln befindet sich mit Fassungen in Eingriff, welche in jedem der Achsenteile enthalten sind. Wenn ein übermäßiges Drehmoment auftritt, bewirkt die Mehrzahl der Kugeln, dass das Antriebsteil bezüglich des angetriebenen Teils axial versetzt wird. Eine erste Gruppe von Zähnen, welche das Antriebsteil aufweist, befindet sich mit einer zweiten Gruppe von Zähnen in Eingriff, welche mit der ersten Gruppe von Zähnen ausgerichtet und an dem Gehäuse befestigt ist, um eine Drehmomentübertragung zu verhindern.

[0008] Das Problem mit dieser Vorrichtung rührt von der Tatsache her, dass das Antriebsteil die erste Gruppe von Zähnen aufweist. Die Platzierung der ersten Gruppe von Zähnen auf dem Antriebsteil verhindert, dass das Drehmoment, welches durch den Kontakt der Zähne entwickelt wird, über die Mehrzahl der Kugeln übertragen wird. Folglich wird keine zusätzliche axiale Kraft durch die Kugelrampenkupplung entwickelt, um den Eingriff der Zähne zu unterstützen. Um dieses Problem zu lösen, müssen die Zähne einen negativen Eingriffswinkel aufweisen, so dass sie sich selbst in Eingriff ziehen können. Der negative Eingriffswinkel auf den Zähnen ist teuer herzustellen und ist nicht geeignet robust für einen kontinuierlichen Einsatz in vielen Flugzeugantriebssystemen. Jegliche durch wiederholten Einsatz verursachte Abnutzung der Kanten der Zähne bewirkt, dass die Zähne nach einem Kontakt nicht in Eingriff kommen und führt zu einer übermäßigen Drehmomentausgabe. Außerdem macht der negative Eingriffswinkel auf

den Zähnen es notwendig, die Richtung des Antriebssystems langsam umzukehren, damit die Bremse aus einem Eingriff gelöst werden kann. Viele Antriebssysteme benötigen eine Drehmomentbegrenzungsvorrichtung, welche sich automatisch nach einem Wegfall des Eingangsdrehmoments aus dem Eingriff löst.

[0009] Das vorab genannte Dokument US-A-3,653,226 nach dem Stand der Technik offenbart einen Drehmomentbegrenzer, welcher ein Gehäuse und eine Eingangswelle umfasst, welche drehbar in dem Gehäuse gelagert und ausgestaltet ist, um mit einer Antriebsquelle verbunden zu sein. Eine Ausgangswelle ist mit der Eingangswelle über eine Drehbremsscheibe verbunden, welche Zähne trägt und durch Kugelrampenkupplungen mit beiden Wellen verbunden ist. Die Drehbremsscheibe ist mit einem Federpacken zu der Eingangs- und Ausgangswelle vorgespannt. Die Ausgangswelle ist derart ausgestaltet, dass sie mit einem auf ein Drehmoment reagierenden Element verbunden ist. Während des normalen Betriebs wird ein Drehmoment der Antriebsquelle von der Eingangswelle durch die erste Kugelrampenkupplung zu der Drehbremsscheibe und von dort durch die zweite Kugelrampenkupplung zu der Ausgangswelle und dann durch die Ausgangswelle auf ein auf ein Drehmoment reagierendes Element übertragen. Die Drehbremsscheibe besitzt eine Gruppe von Zähnen, welche koaxial mit einer zweiten Gruppe von Zähnen auf einer feststehenden Bremscheibe, welche in dem Gehäuse angebracht ist, ausgerichtet ist. Wenn das Drehmoment an der Eingangswelle einen vorbestimmten Wert überschreitet, überwinden die Kugelrampenkupplungen die Vorbelastung in dem Federpacken und versetzen die Drehbremsscheibe in einer axialen Richtung weg von der Eingangs- und Ausgangswelle. Das axiale Versetzen der Drehbremsscheibe zwingt die Gruppe von Zähnen auf der Drehbremsscheibe in Kontakt mit der Gruppe von Zähnen auf der feststehenden Bremscheibe. Das durch den Kontakt der Zähne auf der Drehbremsscheibe mit den Zähnen auf der feststehenden Bremscheibe verursachte Bremsdrehmoment wird über die Kugelrampenkupplung übertragen, was ein zusätzliches axiales Versetzen verursacht, was die Zähne vollständig in Eingriff zwingt, wobei die Antriebsquelle durch das Gehäuse verriegelt wird. Wenn das Drehmoment einmal unter die vorbestimmte Drehmomentgrenze zurückkehrt, zwingt der Federpacken die Drehbremsscheibe axial zu der Eingangs- und Ausgangswelle, wobei die Kugeln zu ihren Fassungen zurückkehren, wobei die Zähne aus dem Eingriff kommen und der Drehmomentbegrenzer zurückgesetzt wird.

[0010] Es ist auch allgemein bekannt, eine Auslöseanzeige bereitzustellen, welche anzeigt, wenn der Drehmomentbegrenzer aktiviert worden ist. Ein modernes Flugzeug besitzt mehrere Drehmomentbe-

grenzungsbremsmechanismen. Die Auslöseanzeigen werden zu Störungsbehandlungszwecken verwendet, um zu bestimmen, welcher Drehmomentbegrenzer aktiviert worden ist. Viele der Auslöseanzeigen nach dem Stand der Technik erzeugen falsche Auslöseanzeigen, was bedeutet, dass ein Auslösen angezeigt wird, wenn der Drehmomentbegrenzer nicht aktiviert worden ist. Die meisten Auslöseanzeigen nach dem Stand der Technik verwenden die axiale Bewegung des Ausgangsnockens, um die Anzeige zu betätigen. Es ist möglich, dass ein kleines Ausmaß einer axialen Bewegung des Ausgangsnockens die Anzeige auslöst, aber den Bremsmechanismus nicht einschaltet. Dies erzeugt eine falsche Auslöseanzeige. Eine falsche Auslöseanzeige macht eine Störungsbehandlung des Antriebssystems schwierig und kann zu einer unnötigen Wartungstätigkeit führen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Gemäß eines Aspekts dieser Erfindung wird ein verbesserter Drehmomentbegrenzer bereitgestellt, welcher einen sofortigeren Eingriff der Zähne bei Anwendungen, welche bei höheren Geschwindigkeiten arbeiten, ermöglicht. Außerdem wird gemäß eines anderen erfindungsgemäßen Aspekts ein Drehmomentbegrenzer bereitgestellt, welcher eine Auslöseanzeige aufweist, welche inhärent zuverlässiger als jede andere dem Anmelder bekannte Auslöseanzeige ist.

[0012] Erfindungsgemäß wird ein Drehmomentbegrenzer des vorab definierten Typs mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangsnocken gleitbar über einem Abschnitt des Eingangsnockens angebracht ist, und dass die Statorplatte durch eine torsionsnachgiebige Halterung an dem Gehäuse angebracht ist. Dies ermöglicht der Kugelrampenkupplung, die Zähne auf dem Ausgangsnocken mit den Zähnen auf der Statorplatte vollständig in Eingriff zu bringen, bevor die Antriebsquelle gestoppt wird und das volle dynamische Drehmoment von den Zähnen aufgenommen wird.

[0013] Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzers bilden den Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0014] Eine spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzers umfasst ein Auslöseanzeigemittel für eine Anzeige, wenn eine Drehmomentverriegelung aufgetreten ist. Das Auslöseanzeigemittel kann eine V-förmige Aussparung in der Statorplatte umfassen, welche sich mit einem Plunger in Eingriff befindet, so dass eine Drehung der Statorplatte den Plunger aus der Aussparung versetzt, was anzeigt, dass eine Drehmomentverriegelung aufgetreten ist. Die Tatsache, dass die Bewe-

gung der Statorplatte verwendet wird, um die Auslöseanzeige zu betätigen, macht falsche Anzeigen höchst unwahrscheinlich, da eine Bewegung der Statorplatte nur auftritt, nachdem die Zähne in Kontakt sind, an welchem Punkt eine Verriegelung bevorsteht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) sind Querschnittsansichten des erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzers.

[0016] [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#), [Fig. 2c](#), [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#), und [Fig. 3c](#) sind perspektivische Ansichten, welche die Komponenten beschreiben, die eine Torsionshalterungsanordnung ausmachen.

[0017] [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) sind perspektivische Explosionsansichten des erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzers.

[0018] [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung einer Kugelrampenkupplung mit Zähnen auf dem Antriebsselement.

[0019] [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung ähnlich der [Fig. 5](#) außer den Zähnen auf dem Antriebsselement.

[0020] [Fig. 7](#) ist eine schematische Darstellung von Bremszähnen mit einem negativen Neigungswinkel.

[0021] [Fig. 8](#) ist eine schematische Darstellung von Bremszähnen mit geraden Seiten eines bei dieser Erfindung verwendeten Typs.

BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0022] Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzers ist in [Fig. 1a](#), [Fig. 1b](#), [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) dargestellt, wobei gleiche Zahlen identischen oder entsprechenden Teilen entsprechen. Ein Drehmomentbegrenzer umfasst einen Eingangsnocken **10**, welcher durch ein Kugellager **17** drehbar in einem Gehäuse **15** angebracht ist. Das Gehäuse **15** umfasst ein unteres Gehäuse **22**, welches mit einem oberen Gehäuse **20** durch eine Mehrzahl von Bolzen **24** verbunden ist. Die Bezeichnungen "oben" und "unten" beziehen sich auf die dargestellte Zeichnung und werden nur zur Vereinfachung verwendet, da der Drehmomentbegrenzer im Betrieb jede Ausrichtung annehmen kann.

[0023] In ein Ende des Eingangsnockens **10** ist eine Rippe **25** gearbeitet, welche derart ausgestaltet ist, dass sie eine Antriebsquelle (nicht dargestellt) aufnimmt. Ein Ausgangsnocken **28** ist durch eine Kugelrampenkupplung **30**, welche ein Drehmoment von

dem Eingangsnocken **10** auf den Ausgangsnocken **28** überträgt, mit dem Eingangsnocken **10** gekoppelt.

[0024] Die Kugelrampenkupplung **30** umfasst einen Flansch **34**, welcher sich von dem Eingangsnocken **10** in einer Richtung im Wesentlichen quer zu der Achse des Eingangsnockens **10** nach außen erstreckt. Der Flansch **34** weist eine Eingangsnockenplatte **44** auf, in welcher eine Mehrzahl von Kugelrastfassungen **38** in gleichmäßig beabstandeten Abständen um ihren Umfang herum ausgebildet sind. Die Kugelrastfassungen **38** nehmen eine Mehrzahl von Kugeln **40** auf. Der Ausgangsnocken **28** ist gleitbar koaxial über einem Abschnitt des Eingangsnockens **10** angebracht. Der Ausgangsnocken **28** besitzt eine Ausgangsnockenplatte **42** mit einer Mehrzahl darin ausgebildeten Kugelrastfassungen **36**. Diese Kugelrastfassungen **36** besitzen identische Formen sowohl in axialer als auch radialer Richtung, genau wie die Kugelrastfassungen **38** auf der Eingangsnockenplatte **44**. Die Mehrzahl der Kugeln **40** befinden sich zwischen den Kugelrastfassungen **38** und **36**, um ein Drehmoment von dem Eingangsnocken **10** auf den Ausgangsnocken **28** zu kuppeln. Auf Grund der Symmetrie der Kugelrastfassungen **38** und **36** ist das Verriegelungsdrehmoment gleich, egal ob sich die Antriebsquelle in Richtung des Uhrzeigersinns oder des Gegenuhrzeigersinns dreht.

[0025] Der Ausgangsnocken besitzt ein inneres zylindrisches Merkmal, welches als ein Federgehäuse **46** wirkt. Eine Mehrzahl von Federn **48**, typischerweise Tellerfedern, sind gleitbar konzentrisch um den Eingangsnocken **10** und innerhalb des Federgehäuses **46** angebracht. Die Federn **48** werden in dem Federgehäuse **46** durch eine Schubplatte **50**, ein Schublager **52** und eine Schubbuchse **54** zurückgehalten. Das Schublager **52** und die Schubbuchse **54** befinden sich beide gleitbar in Kontakt mit dem Eingangsnocken **10**. Das Schublager **52** stößt gegen die Schubplatte **50** und ermöglicht eine geringe Drehung zwischen der Schubbuchse **54** und der Schubplatte **50**. Die Schubbuchse **54** stößt gegen einer Mutter **56**, welche sich durch eine Mehrzahl von Gewinden **58**, welche sich auf dem Eingangsnocken **10** befinden, mit dem Eingangsnocken **10** in Eingriff befindet. Die Schubbuchse **54** besitzt eine Feder **60**, welche derart ausgestaltet ist, dass sie gleitbar in eine Keilnut **62** passt, welcher sich auf dem Eingangsnocken **10** befindet. Die Position der Mutter **56** bestimmt den Federdruck, um eine Mehrzahl von Drehmomentverriegelungseinstellungen zu ermöglichen. Die Federn **48** spannen den Ausgangsnocken **28** zu dem Eingangsnocken **10** hin vor, wobei die Mehrzahl der Kugeln **40** in der Mehrzahl der Rastfassungen **38** und **36** eingefasst sind. Ein Sicherungsblech **59** stößt gegen die Mutter **56** und schließt sie teilweise ein. Nachdem eine geeignete Drehmomentverriegelungseinstellung erreicht ist, wird eine Verriegelung der Mutter **56** bewerkstelligt, indem ein Abschnitt des Sicherungs-

blechs **59** in einer Aussparung auf der Mutter **56** verformt wird. Wenn die Verriegelungseinstellung erreicht ist, kommt die Mehrzahl der Kugeln **40** aus den Rastfassungen **38** und **36** und zwingen den Ausgangsnocken **28** axial weg von dem Eingangsnocken **10**, wobei die Federn **48** zusammengedrückt werden. Während die Mutter **56** verwendet werden kann, um die Drehmomentverriegelungseinstellungen einzustellen, ist es auch möglich, Ausgleichsscheiben zu verwenden, um die Vorbelastung der Federn festzulegen und damit die Drehmomentverriegelungseinstellung einzustellen.

[0026] Der Ausgangsnocken **28** besitzt eine Gruppe von Zähnen **64**. Die Zähne **64** sind vorzugsweise radial gleich beabstandet. Diese Zähne **64** können entweder als ein getrennter Teil auf dem Ausgangsnocken **28** angebracht oder vorzugsweise als Teil des Ausgangsnockens selbst ausgebildet sein.

[0027] Eine Statorplatte **66** besitzt eine zweite Gruppe von Zähnen **68**, welche mit der Gruppe von Zähnen **64** auf dem Ausgangsnocken **28** koaxial ausgerichtet ist. Die zweite Gruppe von Zähnen **68** ist identisch mit der Gruppe von Zähnen **64** auf dem Ausgangsnocken **28**. Die zwei Gruppen von Zähnen **64** und **68** sind durch einen vorbestimmten axialen Abstand **70** getrennt.

[0028] Die Statorplatte **66** ist drehbar in dem oberen Gehäuse **22** angebracht und stößt gegen eine Schulter **72** in dem oberen Gehäuse **22**. Das drehbare Anbringen wird durch eine torsionsnachgiebige Halterungsanordnung bewerkstelligt, welche die Statorplatte **66**, eine Ringfeder **76** und eine Reaktionsplatte **78** umfasst, wie es in [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#), [Fig. 2c](#), [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#) und [Fig. 3c](#) dargestellt ist.

[0029] Die torsionsnachgiebige Halterung und ihre Komponenten sind in [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#), [Fig. 2c](#), [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#) und [Fig. 3c](#) dargestellt. Die Statorplatte **66** besitzt eine Mehrzahl von radialen Zwischenräumen **80**, wie in [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#), [Fig. 2c](#), [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#) und [Fig. 3c](#) dargestellt ist. Die radialen Zwischenräumen **80** sind vorzugsweise gleich beabstandet. Die Reaktionsplatte **78** besitzt eine Mehrzahl von radialen Flanschen **82**, welche mit der Mehrzahl der radialen Zwischenräumen **80** auf der Statorplatte **66** korrespondieren, wie in [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#), [Fig. 2c](#), [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#) und [Fig. 3c](#) dargestellt ist. Die Mehrzahl der radialen Zwischenräumen **80** sind größer als die Mehrzahl der radialen Flansche **82**, um einen vorbestimmten Grad an Drehung zu ermöglichen, bevor die Mehrzahl der Flansche **82** Seiten der Mehrzahl der radialen Zwischenräume **80** berührt. Die Mehrzahl der radialen Flansche **82** wird normalerweise durch eine Ringfeder **76** in einer mittleren Position in der Mehrzahl der radialen Zwischenräume **80** gehalten, wie es in [Fig. 2a](#), [Fig. 2b](#), [Fig. 2c](#), [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#) und [Fig. 3c](#) dargestellt ist.

Die Ringfeder **76** ist drehbar an der Statorplatte **66** angebracht und stößt während des normalen Betriebes gegen beide Seiten **90** und **92** einer radialen Feder **94** auf der Statorplatte **66**. Der Unterschied zwischen der Breite der Flansche **82** und der Breite der Zwischenräume **80** bestimmt den Winkel, um welchen die Statorplatte **66** relativ zu der Reaktionsplatte **78** drehen kann, bevor die Flansche **82** in Kontakt mit den Seiten der Zwischenräume **80** kommen. Die Ringfeder **76** ist auch gleichzeitig drehbar auf der Reaktionsplatte **78** angebracht und stößt während des normalen Betriebes gegen beide Seiten **100** und **102** einer zweiten radialen Feder **104** auf der Reaktionsplatte **78**. Wenn eine Drehung zwischen der Statorplatte **66** und der Reaktionsplatte **78** während einer Verriegelung auftritt, wird die Ringfeder **76** durch die radiale Feder **94** in der Statorplatte **66** und die radiale Feder **104** in der Reaktionsplatte **78** auf einen größeren Durchmesser erweitert. Die Statorplatte **66** dreht sich weiter und die Ringfeder **76** erweitert sich weiter auf einen größeren Durchmesser, bis eine harte Sperre erreicht wird, wenn die Mehrzahl der Flansche **82** die Seiten der Mehrzahl der Zwischenräume berührt.

[0030] Zurück zu den [Fig. 1a](#), [Fig. 1b](#), [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#), die Reaktionsplatte **78** besitzt eine Rippe **110**, welche mit einer Rippe **111** in dem unteren Gehäuse **20** verbunden ist und gegen eine Schulter **112** auf dem unteren Gehäuse **20** stößt. Das untere Gehäuse **20** ist mit einer im Wesentlichen steifen Struktur befestigt.

[0031] Eine Ausgangswelle **114** besitzt eine Rippe **116**, welche mit einer Rippe **118** auf dem Ausgangsnocken **28** verbunden ist. Die Ausgangswelle ist durch ein Kugellager **120** drehbar an dem unteren Gehäuse angebracht. Die Ausgangswelle ist durch ein Kugellager **122** drehbar an dem Eingangsnocken **10** angebracht. Das Kugellager ermöglicht ein kleines Ausmaß an Drehung zwischen dem Eingangsnocken **10** und der Ausgangswelle **114** während einer Verriegelung. Die Ausgangswelle besitzt eine Rippe **126**, welche ausgestaltet ist, um mit einem auf ein Drehmoment reagierenden Element (nicht dargestellt) verbunden zu sein.

[0032] Eine Lippendichtung **128** ist gleitbar zwischen dem oberen Gehäuse **22** und dem Eingangsnocken **10** angebracht, um für eine dynamische Abdichtung zu sorgen. Das obere Gehäuse besitzt einen Einfüllanschluss mit einem Einfüllpfropfen, um für ein Schmiermittel für den Drehmomentbegrenzer zu sorgen. Eine andere Lippendichtung **130** ist zwischen der Ausgangswelle und dem unteren Gehäuse vorhanden. Die vorab beschriebenen Montage- und Abdichtungstechniken sind den Fachleuten gut bekannt und werden nicht weiter diskutiert.

[0033] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform

des erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzers beinhaltet eine Auslöseanzeige. Die Auslöseanzeige umfasst eine V-förmige Aussparung **134** in der Statorplatte **66**, welche mit einem Plunger **136** derart ausgerichtet ist, dass der Plunger **136** normalerweise in der V-förmigen Aussparung **134** ruht. Der Plunger **136** ist gleitbar in einem Anzeigegehäuse **140** und einer Buchse **143** angebracht. Der Plunger befindet sich axial bei einer von zwei Umfangsvertiefungen **144** und **146**, an welchen sich ein Rastring **148** befindet. Der Rastring **148** ist durch einen Abstandshalter **142** und eine Buchse **143** eingefasst. Wenn sich die Umfangsvertiefung **144** in Beziehung mit dem Rastring **148** befindet, befindet sich der Plunger **136** in der nicht ausgelösten Position. Wenn sich die Umfangsvertiefung **146** in Beziehung mit dem Rastring **148** befindet, befindet sich der Plunger **136** in der ausgelösten Position. Der Plunger **136** wird von der nicht ausgelösten Position zu der ausgelösten Position gezwungen, wenn die Statorplatte **66** während einer Verriegelung gezwungen wird, sich zu drehen, wodurch der Plunger **136** aus der V-förmigen Vertiefung **134** in der Statorplatte **66** kommt.

[0034] Eine Anzahl von Stift-, Plunger-, und Federkonfigurationen sind für die Fachleute ersichtlich, nachdem sie diese Offenbarung studiert haben. Es ist für die Auslöseanzeige auch möglich, unter Verwendung der axialen Bewegung des Ausgangsnockens der Kugelrampenkupplung zu arbeiten, wenn die Verriegelungsposition sich nähert. Dies ist eine weniger bevorzugte Ausführungsform, da die Auslöseanzeige auslösen würde, bevor die Verriegelung aufgetreten ist, was zu der Möglichkeit einer falschen Auslöseanzeige führt. Ausführungsformen der Auslöseanzeige, welche auf der Drehung der Statorplatte oder des Gehäuses beruhen, sind bevorzugt, weil sie nur auslösen, nachdem sich die Statorplatte gedreht hat. Eine Drehung der Statorplatte tritt nur auf, nachdem die Zähne begonnen haben, sich in Eingriff zu bringen, an welchem Punkt eine Verriegelung bevorsteht, infolgedessen nur ein tatsächliches Auslösen angezeigt wird.

[0035] Nun mit Bezug auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#), welche eine schematische Ansicht eines Drehmomentbegrenzers nach dem Stand der Technik bzw. den erfindungsgemäßen Drehmomentbegrenzer darstellen. Bei dem Drehmomentbegrenzer nach dem Stand der Technik, [Fig. 5](#), sind die Zähne **64** bzw. **68** auf dem Eingangsnocken **10** bzw. dem Gehäuse **15** angebracht. Wenn der vorbestimmte Drehmomentwert erreicht wird, zwingt die Kugelrampenkupplung **30** den Eingangsnocken **10** axial weg von dem Ausgangsnocken **28**. Die Zähne **64** auf dem Eingangsnocken berühren die Zähne **68** auf dem Gehäuse **15**, wobei der Eingangsnocken **10** gebremst wird. Die Kraft, welche die Zähne in den Eingriff schiebt, ist gegeben durch:

[0036] T_{in} ist das Eingangsdrehmoment.

[0037] T_{out} ist das Ausgangsdrehmoment.

[0038] T_{teeth} ist das durch die Zähne hervorgerufene Drehmoment.

[0039] T_{ball} ist das über die Kugeln übertragene Drehmoment.

[0040] F_{teeth} ist die Kraft, welche die Zähne in den Eingriff schiebt.

[0041] C ist eine Konstante, welche von der Geometrie und Reibung abhängt.

$$T_{in} = T_{teeth} + T_{ball}$$

$$F_{teeth} = C \times T_{ball}$$

$$T_{ball} = T_{out}$$

$$\therefore F_{teeth} = C \times T_{out}$$

[0042] Da sich die Zähne auf dem Eingangsnocken **10** befinden, ist die Kraft, welche verfügbar ist, um die Zähne in den Eingriff zu schieben, nur eine Funktion des Ausgangsdrehmoments. Folglich muss, um die Kraft zu entwickeln, welche notwendig ist, um die Zähne in den Eingriff zu schieben, das Ausgangsdrehmoment über die Drehmomentverriegelungseinstellung erhöht werden, was eine ausgangsseitig angeschlossene Anlage beschädigen kann. Um dieses Problem zu lösen, müssen die Zähne einen negativen Eingriffswinkel aufweisen, [Fig. 7](#), um zu ermöglichen, dass sich die Zähne im Wesentlichen selbst in Eingriff ziehen. Dies macht die Drehmomentverriegelungseinstellung sehr empfindlich gegenüber dem Kantenzustand der Zähne, weil, wenn sie nicht geeignet scharf sind, eine zusätzliche Kraft benötigt wird, um sie in Eingriff zu bringen. Dies verursacht ein übermäßiges Ausgangsdrehmoment, was eine ausgangsseitig angeschlossene Anlage beschädigen kann. Die scharfen Kanten auf den Zähnen verschlechtern sich leicht nach einem wiederholten Einsatz. Im Allgemeinen wird dieser Entwurfstyp als nicht geeignet robust für viele Flugsteuerungssysteme für Flugzeuge erachtet. Außerdem macht der negative Eingriffswinkel auf den Zähnen es schwierig, die Drehmomentbegrenzungsvorrichtung zu entriegeln. Wenn das Eingangsdrehmoment unter die Drehmomentverriegelungseinstellung fällt, verbleibt der Drehmomentbegrenzer verriegelt, da die Zähne im Wesentlichen miteinander verriegelt sind. Wenn sich der Eingangsnocken **10** des Drehmomentbegrenzers schnell in die entgegengesetzte Richtung dreht, können die Zähne **64** und **68** die gegenüberliegenden Flanken der Gegenzähne berühren, was eine Verriegelung in der Gegenrichtung verursacht. Es kann notwendig sein, den Eingangsnocken **10** langsam in die Gegenrichtung zu drehen, um den Drehmomentbegrenzer zu entriegeln. Dies ist für vie-

le Flugsteuerungssysteme für Flugzeuge unakzeptabel.

[0043] Bei dem hier beschriebenen Drehmomentbegrenzer, [Fig. 6](#), sind die Zähne **64** bzw. **68** auf dem Ausgangsnocken **28** bzw. dem Gehäuse **15** angebracht. Wenn der vorbestimmte Drehmomentwert erreicht ist, zwingt die Kugelrampenkupplung **30** den Ausgangsnocken **28** axial weg von dem Eingangsnocken **10**. Die Zähne **64** auf dem Ausgangsnocken **68** berühren die Zähne **68** auf dem Gehäuse **15**, wodurch der Ausgangsnocken **28** gebremst wird. Die Kraft, welche die Zähne in Eingriff schiebt, ist gegeben durch:

$$T_{in} = T_{ball}$$

$$T_{teeth} = C \times T_{ball}$$

$$T_{ball} = T_{out} + T_{teeth}$$

$$\therefore F_{teeth} = C \times (T_{out} + T_{teeth})$$

[0044] Da sich die Zähne auf dem Ausgangsnocken **28** befinden, ist die Kraft, welche verfügbar ist, um die Zähne **64** und **68** in Eingriff zu schieben, eine Funktion der Summe des Ausgangsdrehmoments und des durch den Kontakt der Zähne **64** und **68** hervorgerufenen Drehmoments. Folglich erzeugt das durch den Kontakt der Zähne **64** und **68** hervorgerufene Drehmoment die zusätzliche Kraft, welche notwendig ist, um die Zähne **64** und **68** in Eingriff zu schieben, und es findet kein zusätzlicher Anstieg des Ausgangsdrehmoments statt. Dies ermöglicht den Einsatz von Zähnen mit einem Eingriffswinkel von Null, [Fig. 8](#), was bedeutet, dass die Flanken der Zähne parallel zu der Mittellinie des Ausgangsnockens **28** sind. Dieser Typ von Zahnkonfiguration ist sehr einfach herzustellen und ist geeignet robust, um wiederholte Drehmomentbegrenzerverriegelungen vorzunehmen. Da außerdem kein negativer Eingriffswinkel bei den Zähnen verwendet wird, versetzt der Federstapel, wenn das Drehmoment einmal unter den vorbestimmten Wert des Drehmomentbegrenzers zurückkehrt, den Ausgangsnocken **28** zu dem Eingangsnocken **10**, wobei der Eingriff der Zähne **64** und **68** gelöst wird und der Drehmomentbegrenzer automatisch entriegelt wird.

[0045] Nun mit Bezug auf [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#), welche beide Zahnkonfigurationen darstellen, stellt [Fig. 7](#) Zähne mit einem negativen Eingriffswinkel, was nach dem Stand der Technik gelehrt wird, dar. Jede Seite **190** und **192** jedes Zahnes **194** besitzt eine sich diagonal nach innen erstreckende Oberfläche, welche einen negativen Eingriffswinkel für beide Seiten **190** und **192** des zugeordneten Zahnes **194** definiert. Die Zähne auf der entsprechenden Bremse, welche auf dem Gehäuse angebracht ist, besitzen auch sich entsprechend diagonal nach innen erstreckende Ober-

flächen **196** und **198**.

[0046] [Fig. 8](#) stellt die Zähne dar, welche erfindungsgemäß verwendet werden. Es sollte angemerkt werden, dass die Seiten **202** und **204** der Zähne **64** im Wesentlichen senkrecht zu den oberen Oberflächen **206** sind, was einen Eingriffswinkel von Null darstellt. Die Seiten **208** und **210** der Zähne **68** sind im Wesentlichen parallel zu den Seiten **202** und **204** der Zähne **64** und sind derart ausgerichtet, dass sie miteinander in Eingriff kommen. Während es eine bevorzugte Ausführungsform ist, im Wesentlichen quadratische Profile für die Zähne aufzuweisen, ist es möglich, einen positiven Eingriffswinkel, einen Spiroid oder zahlreiche andere Zahntypen aufzuweisen. Ein negativer Eingriffswinkel der Zähne wäre jedoch ungeeignet, da er kein automatisches Zurücksetzen des Drehmomentbegrenzers ermöglichen würde.

[0047] Dementsprechend dienen die vorab stehende Offenbarung und die Beschreibung davon nur veranschaulichenden Zwecken und sind nicht vorgesehen, die Erfindung zu beschränken. Es kann viele kleine Änderungen geben, welche den Fachleuten nach dem Lesen dieser Offenbarung ersichtlich sind. Diese Erfindung ist durch die Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Drehmomentbegrenzer, um das Ausmaß eines Drehmoments von einer Antriebsquelle, welches auf ein auf ein Drehmoment reagierendes Element geführt wird, zu begrenzen, und um eine solche Antriebsquelle zu verriegeln, wenn das Antriebsmoment eine vorbestimmte und einstellbare maximale Grenze übersteigt, welcher ausgestaltet ist, um in beiden von zwei Drehrichtungen zu arbeiten und sich automatisch zurücksetzt, wenn das übermäßige Antriebsdrehmoment entfernt wird, umfassend:

- a) ein Gehäuse (**15**);
- b) einen Eingangsnocken (**10**), welcher drehbar an dem Gehäuse (**15**) befestigt und ausgestaltet ist, um mit der Antriebsquelle verbunden zu sein, wobei der Eingangsnocken (**10**) einen Flansch (**34**) mit einer Eingangsnockenplatte (**44**), welche eine Mehrzahl von Kugelrastfassungen (**38**) enthält, aufweist;
- c) einen Ausgangsnocken (**28**), welcher eine Ausgangsnockenplatte (**42**) mit einer Mehrzahl von Kugelrastfassungen (**36**) enthält, welche derart lokalisiert sind, dass sie in einem Abstand und in einer Form den Rastfassungen (**38**) in der Eingangsnockenplatte (**44**) entsprechen, wobei der Ausgangsnocken (**28**) derart ausgestaltet ist, dass er gleitbar koaxial mit dem Eingangsnocken (**10**) angebracht ist;
- d) eine Mehrzahl von Kugeln (**40**), welche ausgestaltet sind, um in die Rastfassungen (**36**, **38**) in den Nockenplatten (**42**, **44**) zu passen, wobei die Kugeln bei der Übertragung eines Drehmoments von dem Eingangsnocken (**10**) zu dem Ausgangsnocken (**28**) zusammenarbeiten und den Ausgangsnocken (**28**) in

einer axialen Richtung weg von dem Eingangsnocken (10) versetzen, wenn eine relative Drehung zwischen dem Eingangsnocken (10) und dem Ausgangsnocken (28) auftritt;

e) mindestens eine Feder (48), welche den Ausgangsnocken (28) derart zu dem Eingangsnocken (10) vorspannt, dass die Mehrzahl der Kugeln (40) in den Rastfassungen (36, 38) in den Nockenplatten (42, 44) lokalisiert sind;

f) eine erste Gruppe von Zähnen (64), welche von dem Ausgangsnocken (28) getragen wird; und

g) eine Statorplatte (66), welche an dem Gehäuse (15) befestigt ist, wobei die Statorplatte (66) eine zweite Gruppe von Zähnen (68) aufweist, welche koaxial mit der ersten Gruppe von Zähnen (64) ausgerichtet ist;

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ausgangsnocken (28) gleitbar über einem Abschnitt des Eingangsnockens (10) angebracht ist, und dass die Statorplatte (66) durch eine torsionsnachgiebige Halterung an dem Gehäuse (15) angebracht ist.

2. Drehmomentbegrenzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass die torsionsnachgiebige Halterung umfasst:

a) eine Mehrzahl von Zwischenräumen (80), welche auf der Statorplatte ausgebildet sind, wobei die Statorplatte (66) eine erste Feder (94) aufweist,

b) eine Reaktionsplatte (78), welche eine Mehrzahl von Flanschen (82), die ausgestaltet sind, um die Mehrzahl von Zwischenräumen (80) auf der Statorplatte (66) aufzunehmen, und eine zweite Feder (104) aufweist, welche mit der ersten Feder (94) ausgerichtet ist, wobei die Mehrzahl der Zwischenräume (80) größer als die Mehrzahl der Flansche (82) ist, um einen vorbestimmten Grad an Drehung zwischen der Statorplatte (66) und der Reaktionsplatte (78) zu ermöglichen, und

c) eine Ringfeder (76), welche zwischen der Statorplatte (66) und der Reaktionsplatte (78) angeordnet ist, wobei die Ringfeder (76) zwei Enden aufweist, welche gegen die erste und die zweite Feder (94, 104) stoßen.

3. Drehmomentbegrenzer nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Ausgangsnocken (28) mit einer Ausgangswelle (114) verbunden ist, welche eine Rippe (126) aufweist, die derart ausgestaltet ist, dass sie mit dem auf ein Drehmoment reagierenden Element verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangsnocken (28) eine Rippe (118) aufweist, welche mit einer Rippe (116) auf der Ausgangswelle (114) verbunden ist.

4. Drehmomentbegrenzer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Gruppe von Zähnen (64, 68) keinen negativen Eingriffswinkel besitzen.

5. Drehmomentbegrenzer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Gruppe von Zähnen (64, 68) im Wesentlichen rechteckige Profile aufweisen.

6. Drehmomentbegrenzer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Auslöseanzeigemittel, um anzuzeigen, wenn eine Drehmomentverriegelung aufgetreten ist.

7. Drehmomentbegrenzer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslöseanzeigemittel eine V-förmige Aussparung (134) in der Statorplatte (66) umfasst, welche sich mit einem Plunger (136) derart in Eingriff befindet, dass eine Drehung der Statorplatte (66) den Plunger (136) aus der Aussparung (134) versetzt, wobei angezeigt wird, dass eine Drehmomentverriegelung aufgetreten ist.

8. Drehmomentbegrenzer nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch Mittel, um die Position des Plungers (136) zu halten, welche einen kreisförmigen Rastring (148) umfassen, welcher sich in einer von zwei Umfangsvertiefungen (144, 146) in dem Plunger (136) in Eingriff befindet, wobei eine Vertiefung (144) den Plunger in der nicht ausgelösten Position, bevor eine Drehmomentverriegelung aufgetreten ist, halten würde, und die andere Vertiefung (146) den Plunger (146) in der ausgelösten Position, nachdem eine Drehmomentverriegelung aufgetreten ist, halten würde.

9. Drehmomentbegrenzer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Drehmomentbegrenzungseinstellungsvorrichtung.

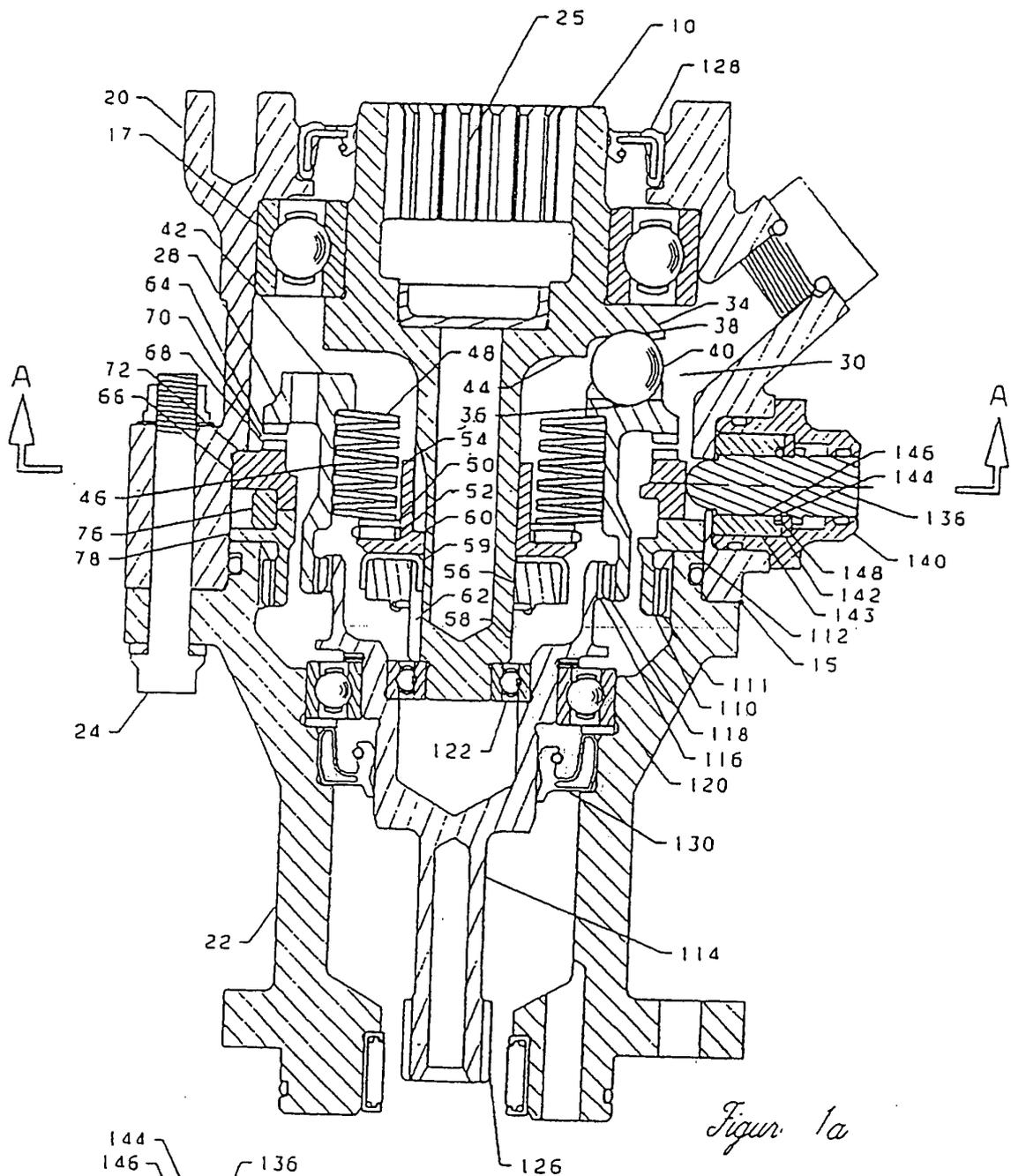
10. Drehmomentbegrenzer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentbegrenzungseinstellungsvorrichtung umfasst:

a) mindestens eine Feder (48), welche den Ausgangsnocken (28) zu dem Eingangsnocken (10) vorspannt, wobei der Druck der Feder (48) die Drehmomentbegrenzung bestimmt, und

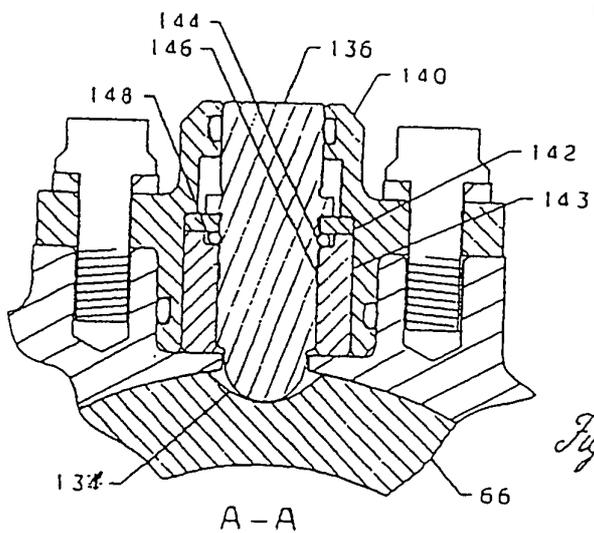
b) eine Mutter (56), welche konzentrisch um den Eingangsnocken (10) angebracht ist und sich mit diesem durch ein Gewinde in Eingriff befindet, wobei die Mutter (56) den Druck der mindestens einen Feder (48) einstellt, um die Drehmomentbegrenzung aufzubauen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

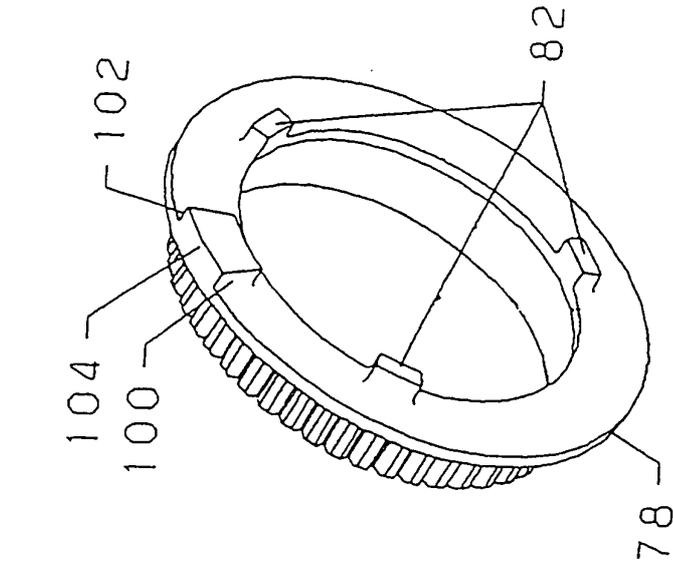
Anhängende Zeichnungen



Figur 1a

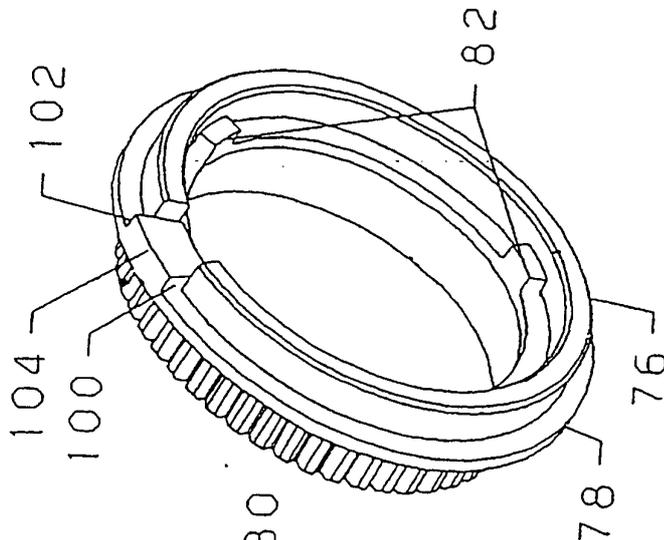


Figur 1b



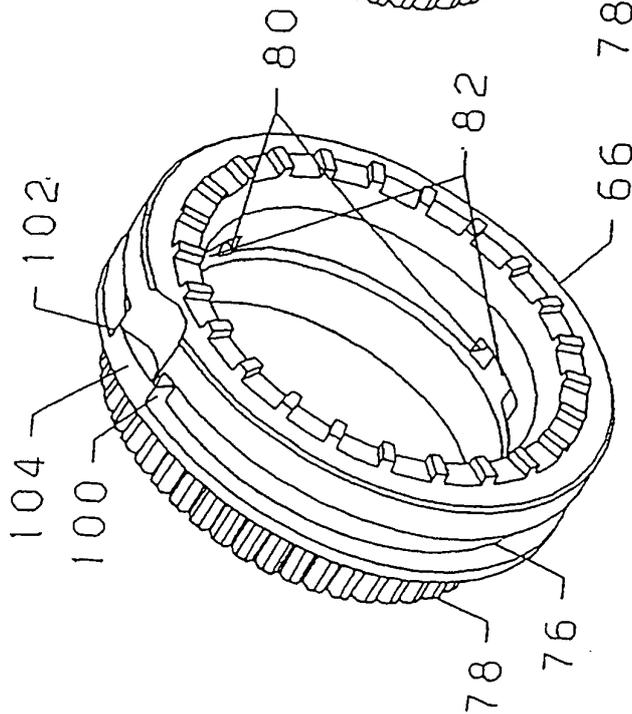
Torsionshalterungs-
anordnung ohne
66 & 76

Figure 2a



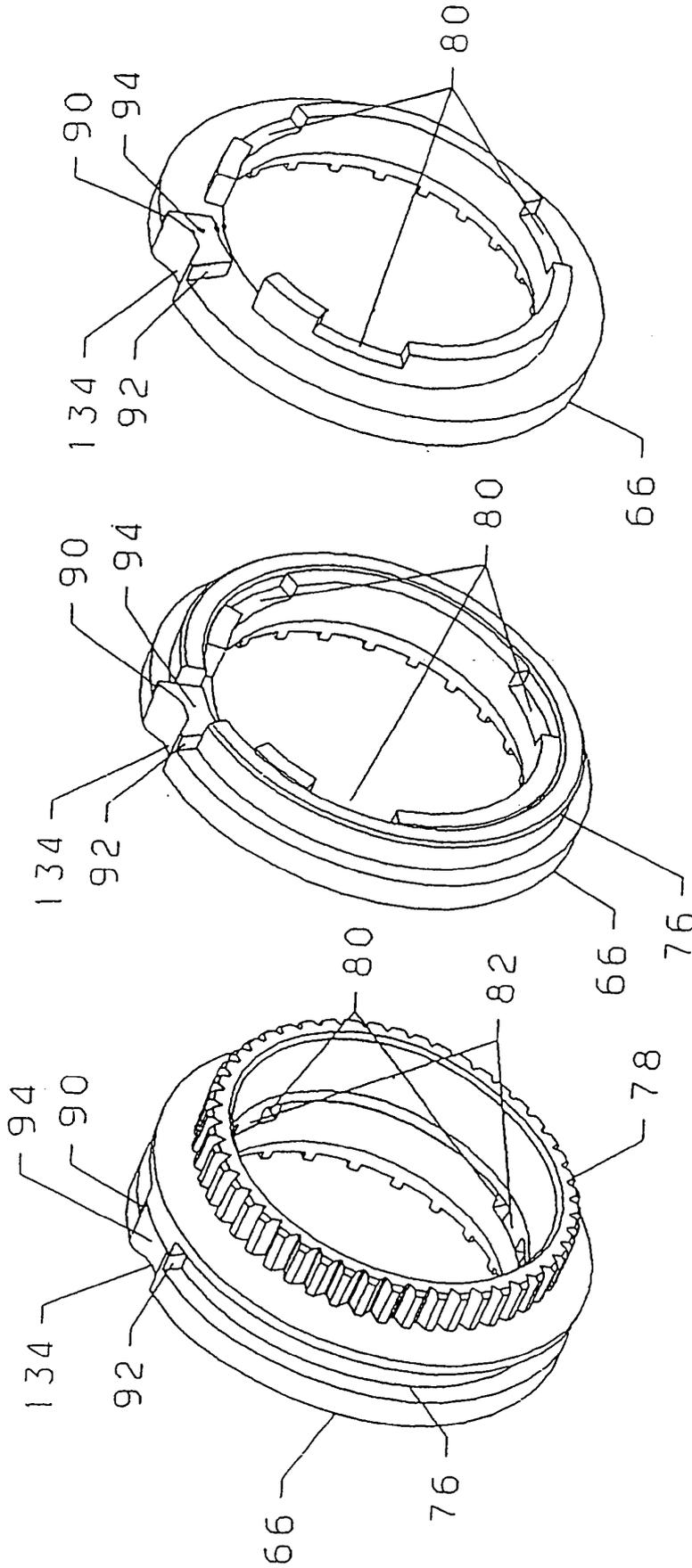
Torsionshalterungs-
anordnung ohne 66

Figure 2b



Torsionshalterungs-
anordnung

Figure 2a



Torsionshalterungs-
anordnung ohne
76 & 78

Figure 3c

Torsionshalterungs-
anordnung ohne 78

Figure 3b

Torsionshalterungs-
anordnung

Figure 3a

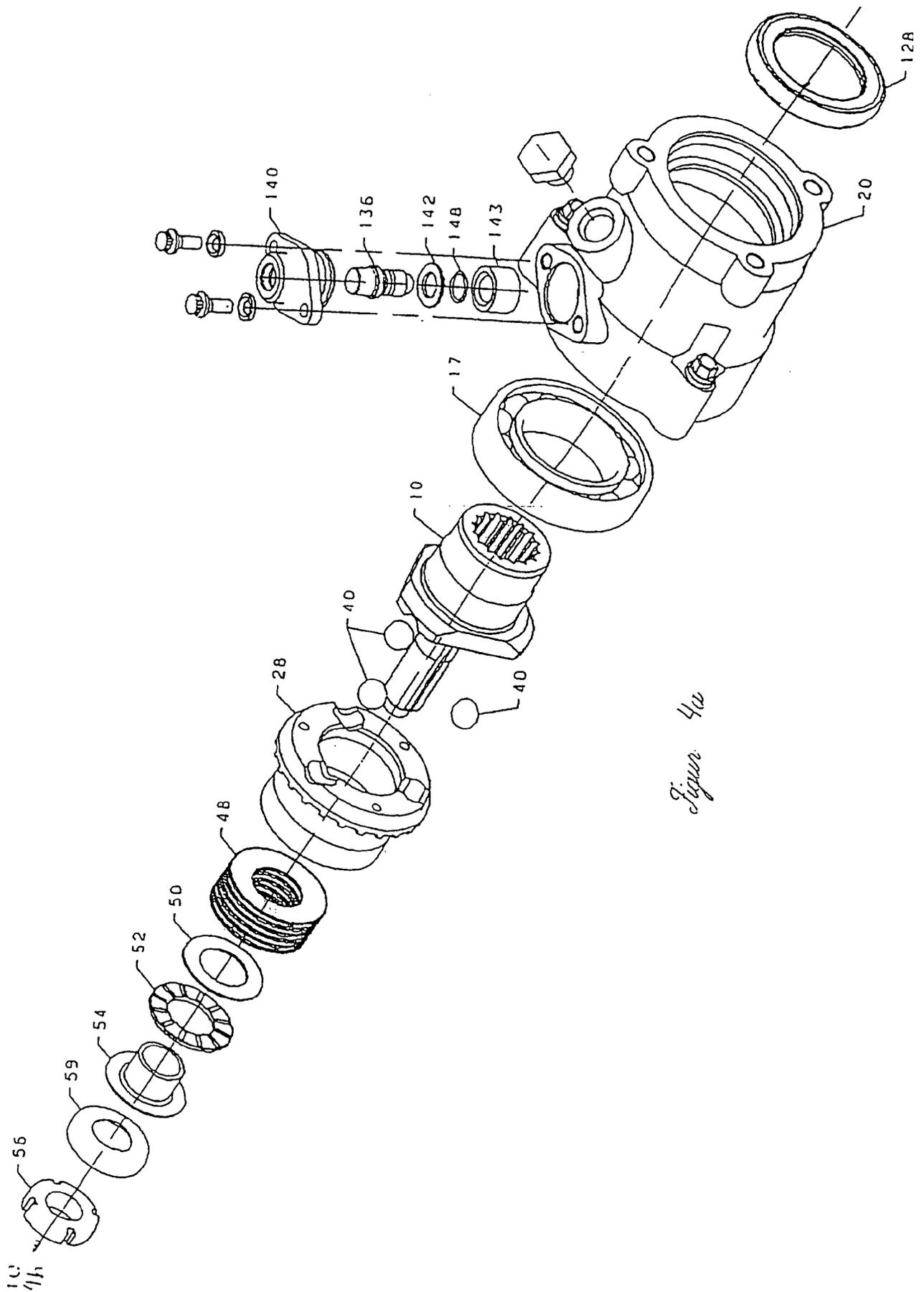


Figure 4a

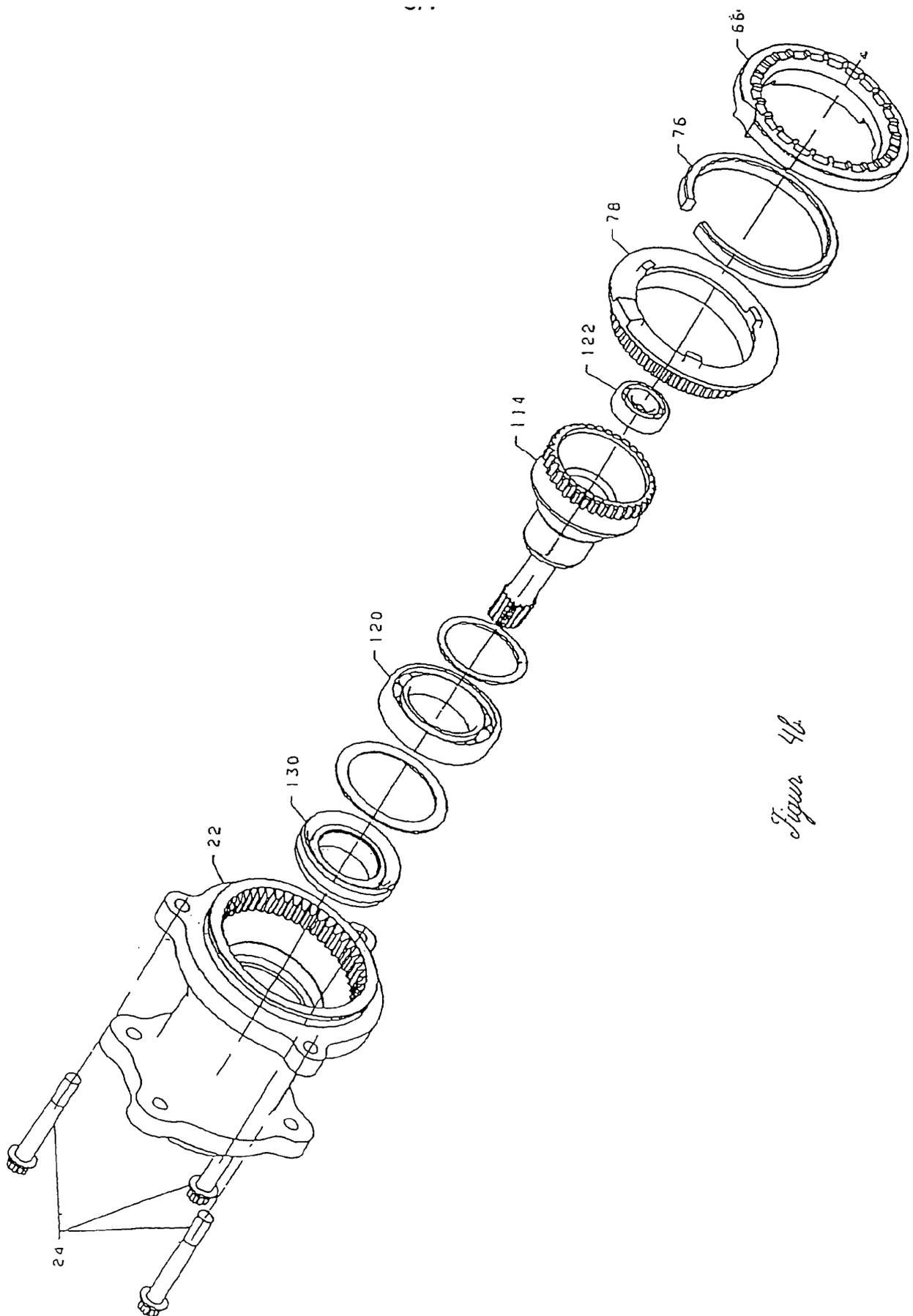
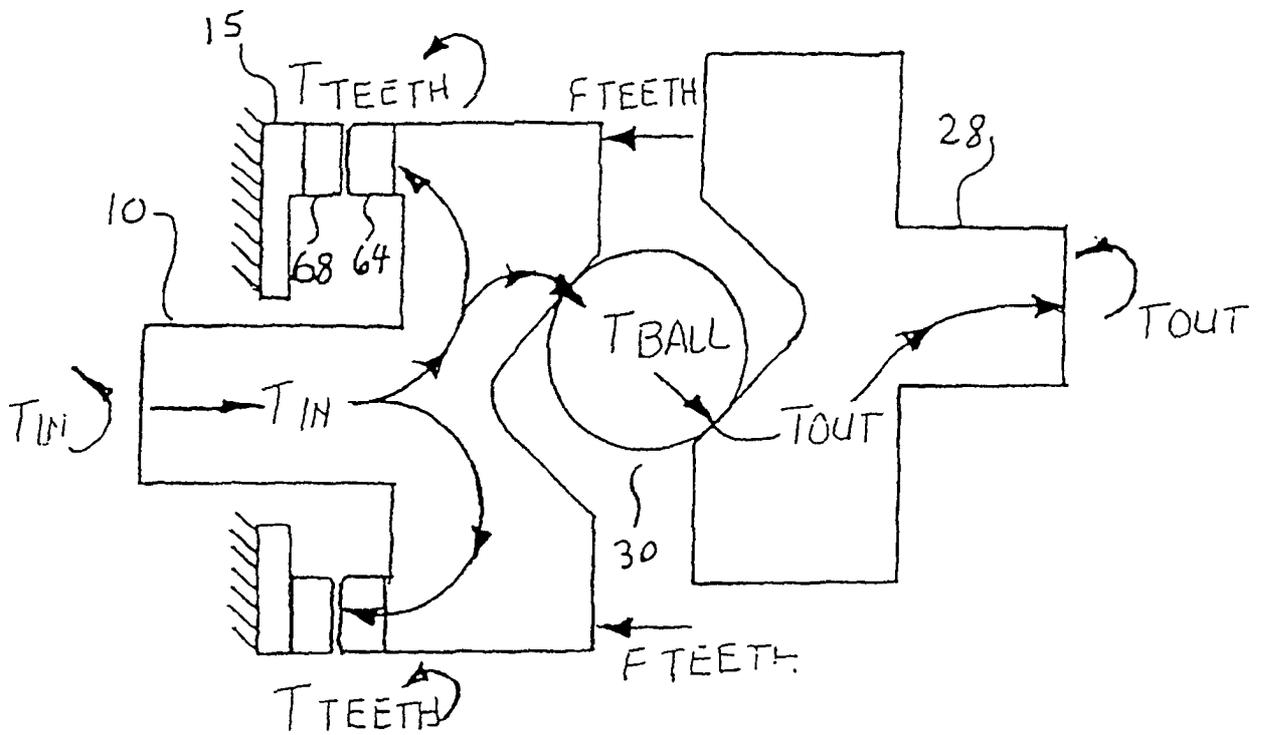
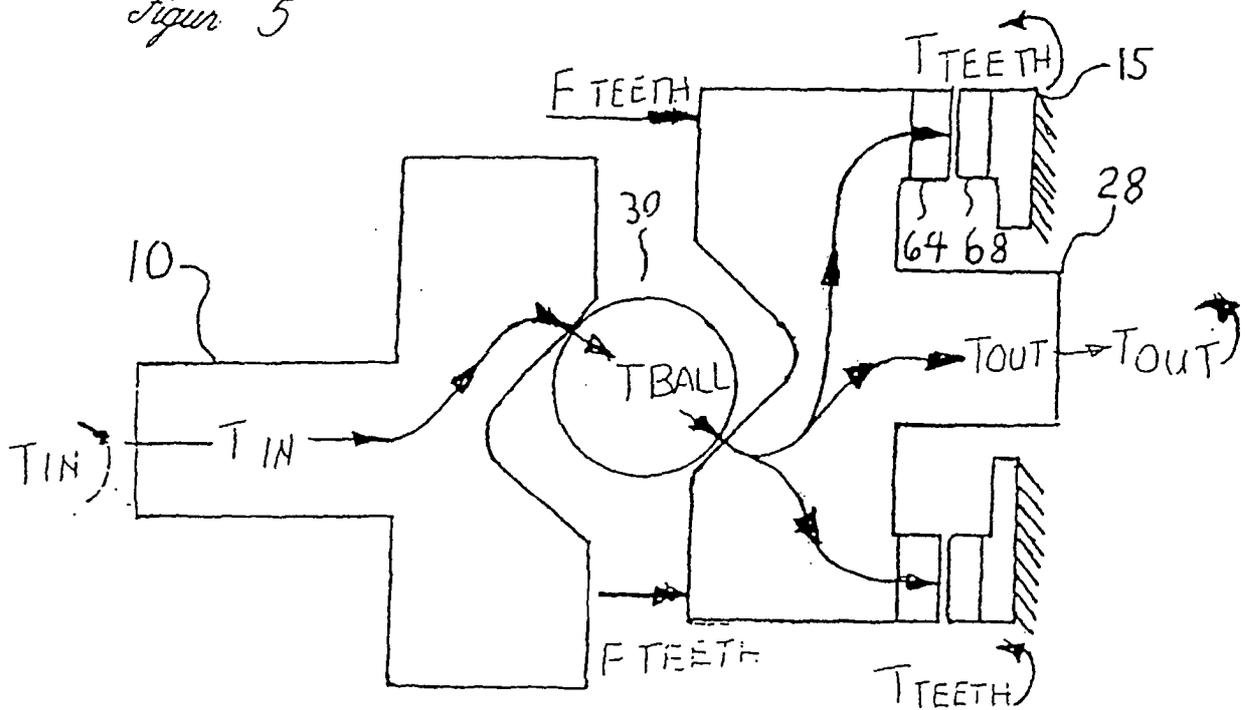


Figure 4b



Figur 5



Figur 6

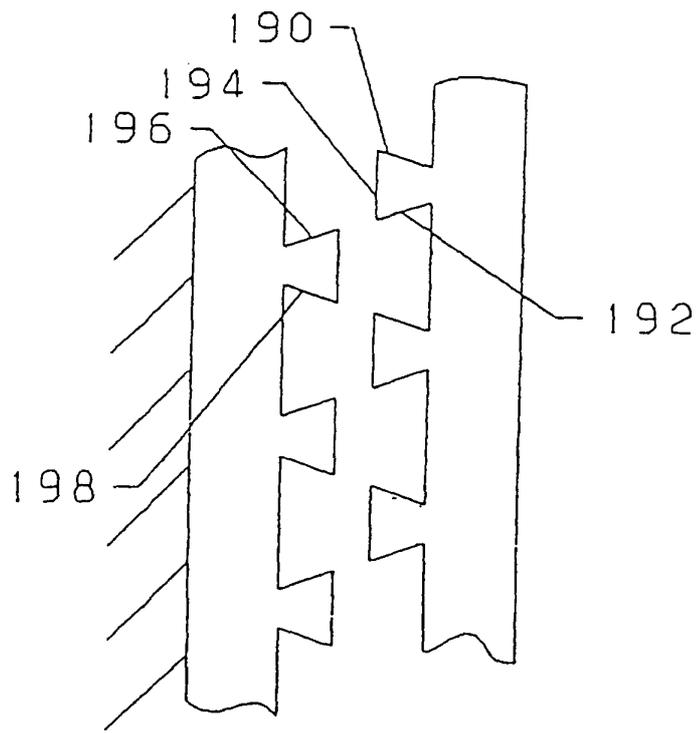


Figure 7

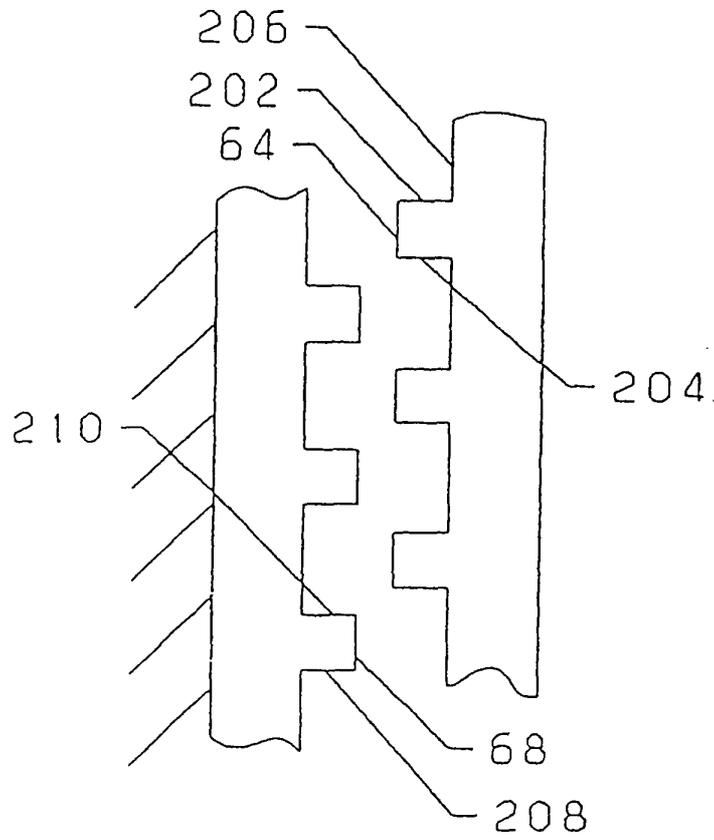


Figure 8