



(10) **DE 10 2018 124 882 A1** 2019.04.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 124 882.2**

(22) Anmeldetag: **09.10.2018**

(43) Offenlegungstag: **11.04.2019**

(51) Int Cl.: **F01L 1/352 (2006.01)**

F01L 1/344 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
62/570,254 **10.10.2017** **US**

(71) Anmelder:
BorgWarner Inc., Auburn Hills, Mich., US

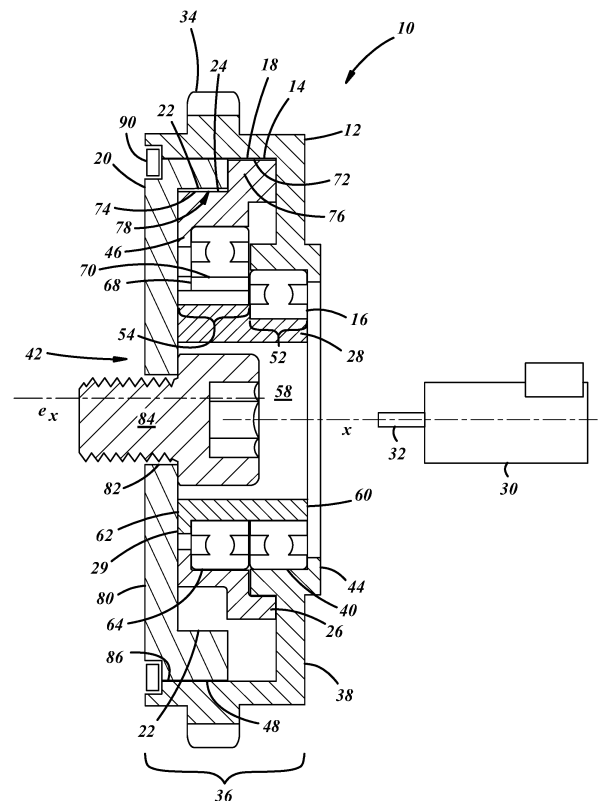
(74) Vertreter:
**Peterreins Schley Patent- und Rechtsanwälte,
80331 München, DE**

(72) Erfinder:
**Brown, Daniel, Freeville, N.Y., US; Blackmur,
Shawn, Brooktondale, N.Y., US; Thomas, Chris D.,
Dryden, NY, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Exzentrische Zahnräder mit verringerter Lagerspanne**

(57) Zusammenfassung: Ein elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10), der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, umfasst ein Kettenrad (12), das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse (x) zu drehen, und ein Kettenrad-Hohlrad (14) aufweist; eine Nockenwellen-Platte (20), die dazu ausgestaltet ist, mit der Nockenwelle verbunden zu sein und sich um die Zentralachse (x) zu drehen, und ein Nockenwellenhohlrad (22) aufweist; eine Exzenterwelle (28), die einen exzentrischen Kurbelwellenabschnitt (52) und einen exzentrischen Nockenwellenabschnitt (54) umfasst; ein Kettenrad-Lager (16), das durch den exzentrischen Kurbelwellenabschnitt (52) aufgenommen wird; ein Nockenwellen-Lager (64) mit einem zu dem Kettenrad-Lager (16) unterschiedlichen Durchmesser, das durch den exzentrischen Nockenwellenabschnitt (54) aufgenommen wird.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft Nockenwellenversteller, und insbesondere elektrisch betätigte Nockenwellenversteller, die exzentrische Zahnräder einsetzen.

HINTERGRUND

[0002] Verbrennungsmotoren umfassen Nockenwellen, die Ventile zur Regelung der Verbrennung von Kraftstoff und Luft innerhalb von Verbrennungskammern der Motoren öffnen und schließen. Das Öffnen und Schließen der Ventile wird zeitlich sorgfältig auf eine Reihe von Ereignissen abgestimmt, etwa die Einspritzung und Verbrennung von Kraftstoff in die/der Verbrennungskammer und die Position des Kolbens relativ zu dem oberen Totpunkt (OT). Nockenwellen werden durch die Drehung der Kurbelwelle über ein Antriebselement, das diese Elemente verbindet, angetrieben, etwa einen Riemen oder eine Kette. In der Vergangenheit war das Verhältnis zwischen der Drehung der Kurbelwelle und der Drehung der Nockenwelle fixiert. Nun verwenden Verbrennungsmotoren zunehmend Nockenwellenversteller, welche die Phase der Nockenwellendrehung relativ zu der Kurbelwellendrehung variieren.

[0003] Derzeit existiert eine Reihe von unterschiedlichen Nockenwellenversteller-Konzepten. Einige Nockenwellenversteller greifen auf Hydraulikfluid zurück, um die Winkelstellung der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle einzustellen, während andere durch Elektromotoren betätigt werden, die das Öffnen/Schließen der Ventile relativ zu der Kurbelwellendrehung vorverschieben oder verzögern. Nockenwellenversteller, die durch Elektromotoren betätigt werden, können eine Vielzahl von Zahnradern verwenden, um die Winkelstellung einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle zu variieren. Fahrzeugkonstrukteure arbeiten daran, Fahrzeugmotoren zu schaffen, die weniger Raum benötigen, während sie die gleiche oder sogar eine höhere PS-Leistung erzeugen. Die Konzipierung von Fahrzeugmotoren mit kleineren physischen Abmessungen kann durch Verringerung der Größe von Motorkomponenten, etwa des Nockenwellenverstellers, gefördert werden.

ZUSAMMENFASSUNG

[0004] In einer Ausführungsform umfasst ein elektrisch gesteuerter Exzenter-Nockenwellenversteller, der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, ein Kettenrad, das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse zu drehen, und ein Kettenrad-Hohlrad aufweist, das eine Vielzahl von

radial nach innen weisenden Zähnen aufweist; eine Nockenwellen-Platte, die dazu ausgestaltet ist, mit der Nockenwelle verbunden zu sein und sich um die Zentralachse zu drehen, und ein Nockenwellenhohlrad aufweist, das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen aufweist; eine Exzenterwelle, die einen exzentrischen Kurbelwellenabschnitt und einen exzentrischen Nockenwellenabschnitt umfasst; ein Kettenrad-Lager, das durch das Kettenrad und den exzentrischen Kurbelwellenabschnitt aufgenommen ist; ein Nockenwellen-Lager, mit einem zu dem Kettenrad-Lager unterschiedlichen Durchmesser, das durch den exzentrischen Nockenwellenabschnitt aufgenommen wird, wobei zumindest ein Abschnitt des Kettenrad-Lagers und des Nockenwellen-Lagers gegeneinander anliegen; und ein zusammengesetztes Planetenrad mit einem Kettenrad-Planetenrad, das mit dem Kettenrad-Hohlrad in Eingriff steht, und einem Nockenwellen-Planetenrad, das mit dem Nockenwellen-Hohlrad in Eingriff steht.

[0005] In einer weiteren Ausführungsform umfasst ein elektrisch gesteuerter Exzenter-Nockenwellenversteller, der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, ein Kettenrad, das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse zu drehen, und ein Kettenrad-Hohlrad aufweist, das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen aufweist; ein Kettenrad-Lager, das über eine axiale Seite des Kettenrades aufgenommen wird und gegen das Kettenrad-Hohlrad anliegt; ein Nockenwellen-Lager, mit einem zu dem Kettenrad-Lager unterschiedlichen Durchmesser, das über die axiale Seite aufgenommen wird; eine Nockenwellen-Platte, mit einem Nockenwellen-Hohlrad, das axial von dem Kettenrad-Hohlrad beabstandet und dazu ausgestaltet ist, drehbar mit der Nockenwelle gekoppelt zu werden und sich um die Zentralachse zu drehen, und eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen umfasst; eine Exzenterwelle mit einem exzentrischen Kurbelwellenabschnitt, der mit einem Innendurchmesser des Kettenrad-Lagers in Eingriff steht, und einem exzentrischen Nockenwellenabschnitt, der mit einem Innendurchmesser des Nockenwellen-Lagers in Eingriff steht, wobei die Exzenterwelle zur Einführung in den Nockenwellenversteller über die axiale Seite des Kettenrades durch den Innendurchmesser des Kettenrad-Lagers und den Innendurchmesser des Nockenwellen-Lagers verlaufend geeignet ist; und ein zusammengesetztes Planetenrad mit einem Kettenrad-Planetenrad, das mit dem Kettenrad-Hohlrad in Eingriff steht, und einem Nockenwellen-Planetenrad, das mit dem Nockenwellen-Hohlrad in Eingriff steht.

[0006] In noch einer weiteren Ausführungsform umfasst ein elektrisch gesteuerter Exzenter-Nockenwellenversteller, der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, ein Kettenrad,

das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse (x) zu drehen, und ein Kettenrad-Hohlrad aufweist, das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen umfasst; eine Nockenwellen-Platte, die dazu ausgestaltet ist, mit der Nockenwelle verbunden zu sein und sich um die Zentralachse zu drehen, und ein Nockenwellenhohlrad aufweist, das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen aufweist; ein Kettenrad-Lager, das durch das Kettenrad aufgenommen wird; ein Nockenwellen-Lager, mit einem zu dem Kettenrad-Lager unterschiedlichen Durchmesser, das durch die Nockenwellen-Platte aufgenommen wird; ein zusammengesetztes Planetenrad mit einem Kettenrad-Planetenrad, das mit dem Kettenrad-Hohlrad in Eingriff steht, und einem Nockenwellen-Planetenrad, das mit dem Nockenwellen-Hohlrad in Eingriff steht; und eine Exzenterwelle die einen exzentrischen Kurbelwellenabschnitt, der mit dem Kettenrad-Lager in Eingriff steht, einen exzentrischen Nockenwellenabschnitt, der mit dem Nockenwellen-Lager in Eingriff steht, und ein Lagerdistanzstück umfasst, wobei das Lagerdistanzstück sich radial nicht über den exzentrischen Nockenwellenabschnitt hinaus erstreckt.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, die eine Implementierung eines elektrisch betätigten exzentrischen Nockenwellenverstellers abbildet;

Fig. 2 ist eine auseinandergezogene Darstellung und zeigt eine Implementierung eines elektrisch gesteuerten exzentrischen Nockenwellenverstellers;

Fig. 3 ist eine auseinandergezogene Darstellung und zeigt eine Implementierung eines elektrisch gesteuerten exzentrischen Nockenwellenverstellers;

Fig. 4a ist eine Ansicht des Exzentrizitätsverhältnisses zwischen einem Nocken-Hohlrad und einem Kettenrad-Hohlrad;

Fig. 4b ist eine weitere Ansicht des Exzentrizitätsverhältnisses zwischen einem Nocken-Hohlrad und einem Kettenrad-Hohlrad in Bezug auf ein Kettenrad-Lager und ein Nockenwellen-Lager;

Fig. 5 ist eine perspektivische Darstellung, die eine weitere Implementierung einer Exzenterwelle abbildet, die mit einem elektrisch gesteuerten exzentrischen Nockenwellenversteller verwendet wird; und

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht einer Implementierung eines Kettenrad-Lagers und eines Nockenwellen-Lagers zusammen mit einer Exzenterwelle.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0007] Ein elektrisch gesteuerter Nockenwellenversteller umfasst eine Exzenterwelle, ein zusammengesetztes Planetenrad und eine Vielzahl von Hohlradern, welche die Winkelstellung der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle variieren. Ein Kettenradgehäuse oder Kurbelwellen-Kettenrad umfasst ein Kettenrad-Hohlrad mit einer Vielzahl von nach innen weisenden Zähnen und Kettenradzähnen, das mit der Kurbelwelle über eine Endlosschleife, etwa eine Steuerkette, verbunden ist. Eine Lageröffnung in einem Ende des Kettenrades nimmt ein Kettenrad-Lager auf. Ein Nockenwellen-Lager mit einem zu dem Kettenrad-Lager unterschiedlichen Durchmesser kann axial benachbart zu dem Kettenrad-Lager positioniert sein, so dass in einigen Implementierungen ein Abschnitt des Nockenwellen-Lagers gegen das Kettenrad-Lager anliegt oder dieses berührt, oder diese in anderen Implementierungen durch ein Lagerdistanzstück geringfügig getrennt sind. Eine Exzenterwelle passt in den Innendurchmesser sowohl des Kettenrad-Lagers als auch des Nockenwellen-Lagers, wenn sie von einer Seite des Nockenwellenverstellers her eingeführt wird, und kann ein oder mehrere Merkmale umfassen, die die Lager gegen axiale Bewegung sperren. Ein zusammengesetztes Planetenrad mit einem Innendurchmesser und einem Außendurchmesser kann an einer äußeren umlaufenden Oberfläche des Nockenwellen-Lagers angebracht sein. Eine Nockenwellenplatte ist an einer Nockenwelle angebracht und umfasst ein Nockenwellen-Hohlrad mit einer Vielzahl von nach innen weisenden Zähnen. Das zusammengesetzte Planetenrad steht mit dem Kettenrad-Hohlrad und dem Nockenwellen-Hohlrad in Eingriff. Ein Elektromotor ist mit der Exzenterwelle gekoppelt, welche das zusammengesetzte Planetenrad dreht, um die Winkelstellung der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle zu variieren.

[0008] Der elektrisch gesteuerte Nockenwellenversteller verwendet Lager mit unterschiedlichen Durchmessern, die axial nahe beieinander liegen oder gegeneinander anliegen, so dass, während des Einbaus die Verstellerrlager und die Exzenterwelle in den Nockenwellenversteller von einer Seite her eingeführt werden. Die nahe oder anliegende Beziehung zwischen dem Verstellerrlager kann das Lastmoment auf die Verstellerrlager von der Exzenterwelle minimieren. Wenn die Zahnräder des exzentrischen Nockenwellenverstellers belastet sind, verhindern das Nockenwellen-Lager und das Kettenrad-Lager ein zu starkes Kippen der Exzenterwelle. Die Verstellerrlager, die als einreihige Lager implementiert sind, können die Last nach Bedarf radial übertragen. Einreihige Lager bedeutet hier, dass die Lager eine einzelne Reihe Kugellager verwenden. Ferner kann die Exzenterwelle einen größeren Innendurchmesser erlauben, der zusätzliches Spiel für einen Schraubbolzen

bereitstellt, der den Nockenwellenversteller an der Nockenwelle befestigt, oder auch für die Verwendung eines größeren Schraubbolzens. Im Gegensatz dazu verwenden bisherige Nockenwellenversteller Exzenterwellen, die ein Verstelllager an einem Ende der Exzenterwelle aufnehmen, und ein weiteres Verstelllager an einem entgegengesetzten Ende. Diese Lager werden an entgegengesetzten Seiten der Exzenterwelle installiert, da eine Schulter mit einem größeren Durchmesser als die Exzenterwelle sich zwischen den Verstelllagern befindet. Der Zusammenbau eines solchen Nockenwellenverstellers umfasst den Zugang zu beiden Seiten des Nockenwellenverstellers oder zumindest zu beiden Seiten der Exzenterwelle, was den Zusammenbau schwieriger macht. Auch kann das Trennen der Lager durch die Schulter der Exzenterwelle die axiale Gesamtlänge des Nockenwellenverstellers sowie das Lastmoment relativ zu dem Nockenwellenversteller vergrößern.

[0009] Eine Ausführungsform eines elektrisch gesteuerten Nockenwellenverstellers, der unter Verwendung eines Elektromotors und einer Exzenterwelle gesteuert wird, ist in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt. Der Nockenwellenversteller **10** umfasst ein Kurbelwellen-Kettenrad **12**, das mit einer Kurbelwelle verbunden ist und ein Kettenrad-Hohlrad **14** und ein Kettenrad-Lager **16** umfasst. Das Kettenrad-Hohlrad **14** umfasst einen Satz nach innen weisender Zähne **18**. Eine Nockenwellenplatte **20** ist an einer Nockenwelle angebracht und umfasst ein Nockenwellen-Hohlrad **22** umfassend einen separaten Satz nach innen weisender Zähne **24**. Ein zusammengesetztes Planetenrad **26** verwendet zwei Sätze nach außen weisender Zähne, die mit dem Nockenwellen-Hohlrad **22** und dem Kettenrad-Hohlrad **14** in Eingriff stehen. Eine Exzenterwelle **28** ist mit dem Kurbelwellen-Kettenrad **12** oder der Nockenwellenplatte **20** verbunden, so dass ein Abschnitt der Exzenterwelle **28** sich um die Achse (**x**) dreht. Die Exzenterwelle **28** ist auch mit dem zusammengesetzten Planetenrad **26** entlang einer Exzenterachse (**e_x**) verbunden. Das Kurbelwellen-Kettenrad **12** und die Nockenwellenplatte **20** drehen sich jeweils um die Achse (**x**). Ein Abschnitt der Exzenterwelle **28** wird durch einen Elektromotor **30** um die Achse **x** drehend in Übereinstimmung mit der gewünschten Phasenstellung angetrieben, so dass das zusammengesetzte Planetenrad **26** sich um die Exzenterachse **e_x** dreht.

[0010] Durch Betreiben des Elektromotors **30** auf solche Weise, dass eine Ausgangswelle **32** die Exzenterwelle **28** mit derselben Drehzahl wie das Kurbelwellen-Kettenrad **12** dreht, wird eine bestehende Winkelstellung der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle beibehalten. Durch Verändern der Rate, mit der die Ausgangswelle **32** sich relativ zu der Rate dreht, mit der sich die Kurbelwellen-Kettenrad **12** dreht, wird die Winkelstellung (auch als „Phase“ bezeichnet) der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwel-

le verändert. Wenn sich zum Beispiel die Ausgangswelle **32** schneller als das Kurbelwellen-Kettenrad **12** dreht, dreht die Exzenterwelle **28** das zusammengesetzte Planetenrad **26** relativ zu dem Kettenrad-Hohlrad **14** und dem Nockenwellen-Hohlrad **22**, wodurch die Nockenwellenplatte **20** relativ zu dem Kurbelwellen-Kettenrad **12** verschoben wird, um die Phase der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle vorzuverschieben. Wenn sich aber die Ausgangswelle **32** langsamer dreht als die Kurbelwelle, dreht die Exzenterwelle **28** das zusammengesetzte Planetenrad **26** relativ zu dem Kettenrad-Hohlrad **14** und dem Nockenwellen-Hohlrad **22**, wodurch die Nockenwellenplatte **20** relativ zu dem Nockenwellen-Kettenrad **12** verschoben wird, um die Phase der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle zu verzögern.

[0011] Das Kurbelwellen-Kettenrad **12** empfängt Drehantriebsleistung von der Kurbelwelle des Motors und dreht sich um die Achse **x**. Ein Endlosschleifen-Leistungsübertragungselement, etwa eine Steuerkette oder ein Steuerriemen, kann um das Kettenrad **12** und um die Kurbelwelle herum gelegt sein, so dass die Drehung der Kurbelwelle sich über das Element in eine Drehung des Kettenrades **12** übersetzt. Andere Techniken zur Übertragung von Drehung zwischen dem Kettenrad **12** und der Kurbelwelle sind ebenfalls möglich. Entlang einer Außenfläche weist das Kettenrad **12** eine Vielzahl von Kettenradzähnen **34** zur Passung mit der Steuerkette, mit dem Steuerriemen oder einer anderen Komponente auf. Wie veranschaulicht weist das Kettenrad **12** ein Gehäuse **36** auf, das sich axial von den Kettenradzähnen **34** weg erstreckt. Das Gehäuse **36** umfasst das Kettenrad-Hohlrad **14** innerhalb des Gehäuses **36** axial und von den Zähnen **34** radial nach innen beabstandet auf. Das Kettenrad-Hohlrad **14** umfasst eine Vielzahl von nach innen weisenden Zähnen **18** und eine Endplatte **38**, die zumindest zum Teil ein Ende des Kettenrades **12** verschließt. Die Endplatte **38** umfasst eine Lageröffnung **40**, die etwa denselben Durchmesser wie das Kettenrad-Lager **16** aufweist. Das Kettenrad-Lager **16** wird durch das Kettenrad **12** in der Lageröffnung **40** aufgenommen und liegt gegen eine Lager Schulter **44** an. Die Zähne **18** des Kettenhohlrades **14** können axial von den Kettenrad-Zähnen **34** und dem Kettenrad-Lager **16** versetzt sein. In einer Implementierung befinden sich alle Komponenten des Nockenwellenverstellers **10** in dem axialen Raum des Gehäuses **36**.

[0012] Die Exzenterwelle **28** umfasst einen Kurbelwellenabschnitt **52** und einen Nockenwellenabschnitt **54**, von welchen einer in Bezug auf den anderen exzentrisch ist. Der Kurbelwellenabschnitt **52** und der Nockenwellenabschnitt **54** sind nicht durch eine Schulter mit einem Außendurchmesser getrennt, der größer ist als der Kurbelwellenabschnitt **52** oder der Nockenwellenabschnitt **54**, die die Verstelllager trennen würden. Stattdessen sind der Kurbelwellen-

abschnitt **52** und der Nockenwellenabschnitt **54** jeweils so dimensioniert, dass sie beiden Verstellern erlauben, über die Exzenterwelle **28** von einem Ende her aufgeschoben zu werden, und in einigen Implementierungen gegeneinander anliegen, wenn der Nockenwellenversteller **10** zusammengebaut ist. Anders ausgedrückt können das Kettenrad-Lager **16** und das Nockenwellen-Lager **64** beide in das Kettenrad **12** eingeführt werden, und die Exzenterwelle **28** kann dann gleichzeitig von einer Seite des Exzenterverstellers **10** her in die Innendurchmesser beider Lager eingeführt werden.

[0013] Der Kurbelwellenabschnitt **52** kann im Wesentlichen ringförmig sein, mit einer Außenfläche, die eng mit einem Innendurchmesser des Kettenrad-Lagers **16** zusammenpasst. Der Nockenwellenabschnitt **54** kann exzentrisch relativ zu dem Kurbelwellenabschnitt **52** sein. Eine Außenfläche des Nockenwellenabschnitts **54** kann einen kleineren Durchmesser relativ zu einem Nockenwellen-Lager **64** aufweisen und umfasst eine Ausnehmung **69** (in **Fig. 5** gezeigt) zur Aufnahme eines Planeten-Vorspannelements **68**. Das Nockenwellen-Lager **64** kann einen größeren Innen- und Außendurchmesser aufweisen als das Kettenrad-Lager **16**. Der vergrößerte Durchmesser des Nockenwellen-Lagers **64** kann das Einführen der Exzenterwelle **28** sogar erlauben, nachdem das Kettenrad-Lager **16** in die Lageröffnung **40** eingeführt worden ist und das Kettenrad-Lager **16** in dem Kettenrad **12** platziert worden ist. Das Planeten-Vorspannelement **68** kann helfen, das zusammengesetzte Planetenrad **26** erzwungen mit dem Kettenrad-Hohlrad **14** und dem Nockenwellen-Hohlrad **22** in Eingriff zu bringen. Ein Ende des Planeten-Vorspannelements **68** kann mit der Exzenterwelle **28** an der Ausnehmung **69** in Eingriff stehen, und ein weiteres Ende des Elements **68** kann eine Kraft radial nach außen und zu einer Innenfläche **70** des Nockenwellen-Lagers **64** hin richten. Die Ausnehmung **69** liegt an der Außenfläche des Nockenwellenabschnitts **54** und umfasst einen Abschnitt mit verringertem Durchmesser, der die Bewegung des Planeten-Vorspannelements **68** verhindern kann.

[0014] Das zusammengesetzte Planetenrad **26** umfasst ein Kettenrad-Planetensrad **72** und ein Nockenwellen-Planetensrad **74**. Das Kettenrad-Planetensrad **72** und das Nockenwellen-Planetensrad **74** umfassen einen Satz nach außen weisender Kettenrad-Planetensrad-Zähne **76**, die mit dem Kettenrad-Hohlrad **14** in Eingriff stehen, und einen Satz nach außen weisender Nockenwellen-Planetensrad-Zähne **78**, die mit dem Nockenwellen-Hohlrad **22** in Eingriff stehen. Die Anzahl der Zähne **76**, die von dem Kettenrad-Planetensrad **72** verwendet wird, unterscheidet sich um mehr als einen Zahn von der Anzahl von Zähnen **18**, die von dem Kettenrad-Hohlrad **14** verwendet wird. Auch umfasst das Nockenwellen-Hohlrad **22** zwei oder mehr zusätzliche Zähne **24** relativ zu der Anzahl

der Zähne **78** an dem Nockenwellen-Planetensrad **74**. In einer Implementierung unterscheiden sich die Anzahlen der Zähne um zwei.

[0015] Die Nockenwellenplatte **20** ist dazu ausgestaltet, an der Nockenwelle angebracht zu werden, und umfasst das Nockenwellen-Hohlrad **22**. Ein Nockenwellenplattenende **80** verschließt im Wesentlichen ein Ende der Nockenwellenplatte **20** und umfasst eine Schrauböffnung **82**, durch welche ein Sicherungs-Schraubbolzen **84** läuft und die Nockenwelle mit der Nockenwellenplatte **20** koppelt. Während in dieser Ausführungsform ein einzelner Sicherungs-Schraubbolzen **84** gezeigt wird, könnten andere Implementierungen eine Vielzahl von Sicherungs-Schraubbolzen verwenden. Außerdem umfasst die Nockenwellenplatte **20** eine Außenfläche **86**, die gegen die nach innen weisende Oberfläche **48** des Kettenrades **12** anliegt, so dass die Außenfläche **86** der Nockenwellenplatte **20** von der nach innen weisenden Oberfläche **48** des Kettenrades **12** radial einwärts liegt.

[0016] Eine weitere Implementierung des Nockenwellenverstellers **10** ist in **Fig. 3** gezeigt. In dieser Implementierung umfasst das Kettenrad **12** ein Merkmal **17**, das ausgebildet wird, nachdem das Kettenrad-Lager **16** in die Lageröffnung **40** eingeführt worden ist. Das Merkmal **17** verhindert dann die axiale Bewegung des Kettenrad-Lagers **16**. Das Merkmal **17** kann aus dem in **Fig. 1-2** gezeigten Kettenrad **12** gebildet werden, nachdem das Kettenrad-Lager **16** in die Lageröffnung **40** eingeführt worden ist. Ein Abschnitt der Lageröffnung **40** kann in eine radial nach innen weisende Richtung gewalzt werden, um einen Abschnitt mit verringertem Durchmesser zu bilden, der das Kettenrad-Lager **16** gegen die Lagerschulter **44** sichert. Nachdem das Nockenwellen-Lager **64** in den Nockenwellenversteller **10** eingebaut wurde, kann es axial von dem Kettenrad-Lager **16** getrennt werden, um Raum für das Merkmal **17** zu schaffen. Das Kettenrad-Lager **64** kann von dem Nockenwellen-Lager **64** um etwa 1,0 mm getrennt werden.

[0017] Nun bezugnehmend auf **Fig. 4a-4b** weisen das Kettenrad-Lager **16** und das Nockenwellen-Lager **64** unterschiedliche Durchmesser auf, einer wie oben erläutert größer als der andere. Auch ist in einer Implementierung das Nockenwellen-Lager **64** um zumindest das Zweifache der Exzentrizität der Exzenterwelle **28** größer im Durchmesser als das Kettenrad-Lager **16**. Wie in **Fig. 4a** gezeigt bezieht sich dies auf die Beziehung zwischen dem Nockenwellen-Hohlrad **22** mit dem Radius r_c und dem Kettenrad-Hohlrad **14** mit dem Radius r_s sowie das Kettenrad-Planetensrad **72** mit dem Radius r_{p1} und das Nockenwellen-Planetensrad **74** mit dem Radius r_{p2} . Die Durchmesser des Nockenwellenhohlrades **22** und des Kettenrad-Hohlrades **14** sowie des Nockenwellen-Planetensrades **74** und des Kettenrad-Planetensra-

des **72** sind hier gezeigt. Eine erste Linie **402** ist durch den Mittelpunkt (\mathbf{C}_{p1}) des Nockenwellen-Planetenrades **74** und den Mittelpunkt (\mathbf{C}_{p2}) des Kurbelwellen-Planetenrades **72** gezogen. Eine zweite Linie **404** ist durch den Mittelpunkt (\mathbf{C}_c) des Nockenwellen-Hohlrades **22** und den Mittelpunkt (\mathbf{C}_s) des Kurbelwellen-Hohlrades **14** gezogen. Die Exzentrizität (e) des Kettenrad-Hohlrades **14** relativ zu dem Kurbelwellen-Hohlrad **22** wird durch den Abstand zwischen der ersten Linie **402** und der zweiten Linie **404** angegeben. Da die erste Linie **402** und die zweite Linie **404** parallel sind, stellt e die Differenz zwischen r_{p2} und r_c sowie die Differenz zwischen r_{p1} und r_s dar. Diese Unterschiede der radialen Dimensionen ergeben $2e$, eine Durchmesserbegrenzung. Der Durchmesser des Nockenwellen-Lagers **64** wird relativ zu dem Durchmesser des Nockenwellen-Lagers **16** um einen Wert von $2e$ oder größer dimensioniert. Diese Beziehung ist der **Fig. 4b** zu entnehmen, in der das Kettenrad-Lager **16** sich um eine Zentralachse (\mathbf{x}) dreht, während sich das Nockenwellen-Lager **64** um eine Exzenterachse (\mathbf{e}_x) dreht.

[0018] Eine kompakte Konstruktion kann erreicht werden, wenn ein positives Übersetzungsverhältnis zwischen dem Kettenrad **14** mit dem Radius r_s und dem Nockenwellen-Zahnrad **22** mit dem Radius r_c herrscht. Ein positives Übersetzungsverhältnis liegt vor, wenn r_s größer als r_c ist. Eine solche Beziehung erleichtert das Aufsetzen der Nockenwellen-Platte **20** radial einwärts von dem Kettenrad **12**, wodurch die axiale Gesamtlänge des Nockenwellenverstellers **10** verringert wird. Die Übersetzungsverhältnisse (gr) und die Exzentrizität (e) können für den Fall identischer Zahnradmodule für alle Zahnräder unter Verwendung der folgenden Formeln bestimmt werden, wobei N_s die Anzahl der Zähne an dem Kettenrad-Hohlrad **14** darstellt, N_c die Anzahl der Zähne an dem Nockenwellen-Hohlrad **22** darstellt, N_{p1} die Anzahl der Zähne an dem Kettenrad-Planetenrad **72** darstellt, und N_{p2} die Anzahl der Zähne an dem Nockenwellen-Planetenrad **74** darstellt:

$$gr = \frac{1}{1 - \frac{N_s \cdot N_{p2}}{N_c \cdot N_{p1}}}$$

$$gr = \frac{1}{1 - \frac{r_s r_{p2}}{r_c \cdot r_{p1}}}$$

$$gr = \frac{1}{1 - \frac{r_s (r_c - e)}{r_c (r_s - e)}}$$

[0019] Das Kettenrad-Lager **16** und das Nockenwellen-Lager **64** sind Wälzlager und können auf eine Rei-

he von Wegen implementiert werden. Zum Beispiel könnten die Lager einreihige Kugellager oder Nadellager sein. Oder die Lager könnten Kreuzrollenlager oder Vierpunktlager sein, um eine höhere Lastmomentkapazität im Vergleich zu einreihigen Lagern bereitzustellen. Es ist auch möglich, dass das Kettenrad-Lager **16**, das Nockenwellen-Lager **64** oder beide einen inneren Laufring und einen äußeren Laufring mit unterschiedlichen Breiten aufweisen. Zum Beispiel können die inneren Laufringe des Kettenrad-Lagers **16** und des Nockenwellen-Lagers **64** geringfügig größer als die äußeren Laufringe der Lager sein. Die variierten Breiten des inneren Laufrings und des äußeren Laufrings können sicherstellen helfen, dass die Laufringe und/oder Käfige nicht miteinander interferieren. Dies wird im Folgenden noch in größerem Detail erläutert.

[0020] Wenn der Nockenwellenversteller **10** zusammengebaut wird, kann das Kettenrad **12** so angelenkt werden, dass die Endplatte **38** nach unten weist, bevor der Zusammenbau begonnen wird, und in dieser Stellung bleibt, bis der Zusammenbau abgeschlossen ist. In der nach unten weisenden Stellung kann das Kettenrad-Lager **16** von einer Seite **42** des Kettenrades **12**, die während des Zusammenbaus offen ist, in die Lageröffnung **40** eingeführt werden, bis es gegen die Lagerschulter **44** anliegt und an einer weiteren axialen Bewegung nach unten gehindert wird. Das Nockenwellen-Lager **64** kann dann auf das und axial benachbart zu dem Kettenrad-Lager **16** platziert werden. Anschließend kann die Exzenterwelle **28** in den Innendurchmesser des Kettenrad-Lagers **16** in einem axialen Abstand eingeführt werden, der durch eine Seite des Nockenwellenabschnitts **54** definiert sein kann, der exzentrisch relativ zu dem Kurbelwellenabschnitt **52** ist und gegen das Kettenrad-Lager **16** anliegt. Eine Schulter **29**, die an einem Ende der Exzenterwelle **28** vorgesehen ist, kann das Kettenrad-Lager **16** und das Nockenwellen-Lager **64** nach der Einführung entlang eines Innendurchmessers des Nockenwellen-Lagers **64** axial einschränken. Das zusammengesetzte Planetenrad **28** kann dann über den Außendurchmesser des Nockenwellen-Lagers **64** aufgesetzt werden. In dieser Implementierung umfasst das zusammengesetzte Planetenrad **26** einen Innendurchmesser mit einer Schulter **46**, die das Nockenwellen-Lager **64** entlang des Außendurchmessers des Lagers **64** axial einschränkt. Das Planeten-Vorspannelement **68** kann komprimiert und zwischen dem Nockenwellen-Lager **64** und dem Nockenwellenabschnitt **54** der Exzenterwelle **28** eingeführt werden. Die Nockenwellenplatte **20** wird in unmittelbarer Nähe zu dem zusammengesetzten Planetenrad **26** eingesetzt, so dass die Zähne **24** des Nockenwellen-Hohlrades **22** mit den Zähnen **74** des Nockenwellen-Planetenrades in Kontakt stehen und sich radial auswärts von dem Zahnrad **74** befinden. Das Kettenrad-Lager **16**, die Exzenterwelle **28**, das Planetenlager **64**, das zusammengesetzte Planeten-

rad **26** und die Nockenwellenplatte **20** können sich innerhalb des Kettenradgehäuses **36** befinden. Ein Nockenring **90** kann unter Zwang in eine radiale Nut in dem Kettenrad **12** eingesetzt werden, um die Elemente des Nockenwellenverstellers **10** axial innerhalb des Kettenradgehäuses **36** einzuschränken.

[0021] Nun bezugnehmend auf **Fig. 5** wird dort eine weitere Implementierung der Exzenterwelle **28** gezeigt, die ein integrales Lagerdistanzstück **31** umfasst, das das Kettenrad-Lager **16** daran hindert, gegen das Nockenwellen-Lager **64** anzuliegen. In dieser Implementierung erstreckt sich das Lagerdistanzstück **31** in einer axialen Richtung (**x**) von dem exzentrischen Nockenwellenabschnitt **54** weg. In einigen Implementierungen kann sich das Lagerdistanzstück **31** von dem exzentrischen Nockenwellenabschnitt **54** um etwa 1,0 mm weg erstrecken. Das integrale Lagerdistanzstück **31** kann ein einteiliges durchgehendes Element sein, das sich über die gesamte Seite des exzentrischen Abschnitts **54** erstreckt, oder es könnte segmentiert sein, so dass ein oder mehrere Fortsätze sich von der Seite des exzentrischen Abschnitts **54** weg erstrecken. Es sollte auch klar sein, dass das Lagerdistanzstück **31** sich radial außerhalb der Exzenterwelle **28** nicht über die Oberfläche des exzentrischen Nockenwellenabschnitts **54** hinaus erstreckt. Das Lagerdistanzstück **31** hält einen Raum zwischen dem Kettenrad-Lager **16** und dem Nockenwellen-Lager **64** aufrecht, wodurch die Möglichkeit von Interferenzen zwischen den Lagerlaufringen minimiert wird. Während das Lagerdistanzstück **31** in **Fig. 5** als integraler Teil der Exzenterwelle **28** gezeigt wird, sollte klar sein, dass auch andere Implementierungen von Lagerdistanzstücken möglich sind. Zum Beispiel ist es möglich, Raum zwischen dem Kettenrad-Lager **16** und dem Nockenwellen-Lager **64** unter Verwendung eines separaten Elements zu schaffen, etwa durch eine Beilegscheibe, die zwischen dem Kettenrad-Lager **16** und dem Nockenwellen-Lager **64** eingefügt wird.

[0022] Das Lagerdistanzstück zwischen dem Kettenrad-Lager **16** und dem Nockenwellen-Lager **64** kann auch auf andere Weise implementiert werden. Nun bezugnehmend auf **Fig. 6** wird dort eine weitere Implementierung eines Lagerdistanzstücks **31'** gezeigt. Hier kann ein innerer Laufring **92** des Nockenwellen-Lagers **16** breiter sein als der äußere Laufring **94** des Nockenwellen-Lagers **16**. Die Differenz in der Breite zwischen dem inneren Laufring und dem äußeren Laufring des Nockenwellen-Lagers kann einen Spalt zwischen dem Kettenrad-Lager **16** und dem Nockenwellen-Lager **64** erzeugen. In dieser Implementierung weist der innere Laufring **92** eine Breite (W_i) auf, und der äußere Laufring **94** weist eine Breite (W_o) auf, so dass W_i größer als W_o ist. Der innere Laufring **92** kann gegen eine Seite der Exzenterwelle **28** anliegen oder diese berühren und dadurch einen axialen Raum entlang der Achse **x** gleich $W_i - W_o$ erzeugen.

Die gezeigte Ausführungsform umfasst ein Kettenrad-Lager **16**, das durch das Kettenrad **12** aufgenommen wird, und ein Nockenwellen-Lager **64**, das durch ein Planetenrad **26** aufgenommen wird. Es sollte jedoch klar sein, dass auch andere Implementierungen verwirklicht werden können, mit einem Kettenrad-Lager **16**, das durch ein Planetenrad **26** aufgenommen wird, und ein Nockenwellen-Lager **64**, das durch eine Nockenwellen-Platte **20** aufgenommen wird.

[0023] Es sollte klar sein, dass das Vorstehende eine Beschreibung einer oder mehrerer Ausführungsformen der Erfindung darstellt. Die Erfindung ist nicht auf die hierin offenbarte(n) konkreten Ausführungsform(en) beschränkt, sondern wird ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche definiert. Des Weiteren betreffen die in der vorstehenden Beschreibung enthaltenen Angaben bestimmte Ausführungsformen und sind nicht derart auszulegen, dass sie Beschränkungen des Umfangs der Erfindung oder der Definitionen der in den Ansprüchen verwendeten Begriffe darstellen, außer ein Begriff oder Ausdruck wurde vorstehend ausdrücklich definiert. Zahlreiche weitere Ausführungsformen und verschiedene Abwandlungen und Modifikationen der offenbarten Ausführungsform(en) werden für den Fachmann klar sein. Alle derartigen anderen Ausführungsformen, Abwandlungen und Modifikationen sollen innerhalb des Umfangs der beigefügten Ansprüche fallen.

[0024] Die Begriffe „z. B.“, „zum Beispiel“, „beispielsweise“, „etwa“ und „gleich/ähnlich“, und die Verben „umfassen“, „aufweisen/haben“, „einschließen“ und ihre konkreten Verbalformen sollen so, wie sie in dieser Beschreibung und den Ansprüchen verwendet werden, in Verbindung mit einer Auflistung von einer oder mehreren Komponenten oder anderen Punkten als nicht ausschließlich und nach oben offen ausgelegt werden; dies bedeutet, dass die Auflistung nicht als abschließend oder andere zusätzliche Komponenten oder Punkte ausschließend ausgelegt werden sollte. Auch andere Begriffe sind stets in ihrer weitestmöglichen Bedeutung auszulegen, außer sie werden in einem Kontext verwendet, der eine andere Auslegung erforderlich macht.

Patentansprüche

1. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10), der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, umfassend:
 - ein Kettenrad (12), das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse (x) zu drehen, mit einem Kettenrad-Hohlrad (14), das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen (18) umfasst;
 - eine Nockenwellen-Platte (20), die dazu ausgestaltet ist, mit der Nockenwelle verbunden zu sein und sich um die Zentralachse (x) zu drehen, mit einem

Nockenwellen-Hohlrad (22), das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen (24) umfasst; eine Exzenterwelle (28), die einen exzentrischen Kurbelwellenabschnitt (52) und einen exzentrischen Nockenwellenabschnitt (54) umfasst; ein Kettenrad-Lager (16), das durch den exzentrischen Kurbelwellenabschnitt (52) aufgenommen wird; ein Nockenwellen-Lager (64), mit einem zu dem Kettenrad-Lager (16) unterschiedlichen Durchmesser, das durch den exzentrischen Nockenwellenabschnitt (54) aufgenommen wird, wobei zumindest ein Abschnitt des Kettenrad-Lagers (16) und des Nockenwellen-Lagers (64) gegeneinander anliegen; und ein zusammengesetztes Planetenrad (28) mit einem Kettenrad-Planetenrad (72), das mit dem Kettenrad-Hohlrad (16) in Eingriff steht, und einem Nockenwellen-Planetenrad (74), das mit dem Nockenwellen-Hohlrad (22) in Eingriff steht.

2. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, wobei das Kettenrad-Lager (16) durch das Kettenrad (12) aufgenommen wird.

3. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend einen Elektromotor (30) mit einer Ausgangswelle (32), der die Exzenterwelle (28) dreht und die Phasenstellung zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle steuert, indem er das Kettenrad (12) winkelmäßig in Bezug auf die Nockenwellen-Platte (20) verschiebt.

4. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, wobei der Durchmesser des Nockenwellen-Lagers (64) sich von dem Durchmesser des Kettenrad-Lagers (16) um zumindest das Zweifache der Exzentrizität der Exzenterwelle (28) unterscheidet.

5. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide einreihige Lager sind.

6. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide Kreuzrollenlager oder Vierpunktlager umfassen.

7. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide einen inneren Laufring und einen äußeren Laufring mit unterschiedlichen Breiten aufweisen.

8. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 1, wobei die No-

ckenwellen-Platte sich radial einwärts von dem Kettenrad (12) befindet.

9. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10), der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, umfassend:

ein Kettenrad (12), das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse (x) zu drehen, mit einem Kettenrad-Hohlrad (14), das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen (18) umfasst;

ein Kettenrad-Lager (16), das über eine axiale Seite (42) des Kettenrades (12) aufgenommen wird und gegen das Kettenrad-Hohlrad (14) anliegt;

ein Nockenwellen-Lager (64), mit einem zu dem Kettenrad-Lager (16) unterschiedlichen Durchmesser, das über die axiale Seite (42) aufgenommen wird; eine Nockenwellen-Platte (20), mit einem Nockenwellen-Hohlrad (22), das axial von dem Kettenrad-Hohlrad (14) beabstandet und dazu ausgestaltet ist, drehbar mit der Nockenwelle gekoppelt zu sein und sich um die Zentralachse (x) zu drehen, und eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen (24) umfasst;

eine Exzenterwelle (28) mit einem exzentrischen Kurbelwellenabschnitt (52), der mit einem Innendurchmesser des Kettenrad-Lagers (16) in Eingriff steht, und einem exzentrischen Nockenwellenabschnitt (54), der mit einem Innendurchmesser des Nockenwellen-Lagers (64) in Eingriff steht, wobei die Exzenterwelle (28) zur Einführung in den Nockenwellenversteller (10) über die axiale Seite (42) des Kettenrades (12) durch den Innendurchmesser des Kettenrad-Lagers (16) und den Innendurchmesser des Nockenwellen-Lagers (64) verlaufend geeignet ist; und

ein zusammengesetztes Planetenrad (26) mit einem Kettenrad-Planetenrad (72), das mit dem Kettenrad-Hohlrad (14) in Eingriff steht, und einem Nockenwellen-Planetenrad (74), das mit dem Nockenwellen-Hohlrad (22) in Eingriff steht.

10. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller nach Anspruch 9, des Weiteren umfassend einen Elektromotor (30) mit einer Ausgangswelle (32), der die Exzenterwelle (28) dreht und die Phasenstellung zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle steuert, indem er das Kettenrad (12) winkelmäßig in Bezug auf die Nockenwellen-Platte (20) verschiebt.

11. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 9, wobei der Durchmesser des Nockenwellen-Lagers (64) sich von dem Durchmesser des Kettenrad-Lagers (16) um zumindest das Zweifache der Exzentrizität der Exzenterwelle (28) unterscheidet.

12. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 9, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide einreihige Lager sind.

13. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 9, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide Kreuzrollenlager oder Vierpunktlager umfassen.

14. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 9, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide einen inneren Laufring und einen äußeren Laufring mit unterschiedlichen Breiten aufweisen.

15. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 9, wobei die Nockenwellen-Platte sich radial einwärts von dem Kettenrad (12) befindet.

16. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 9, wobei ein Abschnitt der Lageröffnung (40) in dem Kettenrad (12) in eine radial nach innen weisende Richtung verformt wird, nachdem das Kettenrad-Lager (16) mit der Lageröffnung (40) in Eingriff gebracht wurde, wodurch das Kettenrad-Lager (16) an einer axialen Bewegung gehindert wird und das Kettenrad-Lager (16) axial von dem Nockenwellen-Lager (64) getrennt wird.

17. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10), der die Phase zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle einstellt, umfassend:

ein Kettenrad (12), das dazu ausgestaltet ist, mit der Kurbelwelle verbunden zu sein und sich um eine Zentralachse (x) zu drehen, mit einem Kettenrad-Hohlrad (14), das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen (18) umfasst;

eine Nockenwellen-Platte (20), die dazu ausgestaltet ist, mit der Nockenwelle verbunden zu sein und sich um die Zentralachse (x) zu drehen, mit einem Nockenwellen-Hohlrad (22), das eine Vielzahl von radial nach innen weisenden Zähnen (24) umfasst;

ein Kettenrad-Lager (16);

ein Nockenwellen-Lager (64) mit einem zu dem Kettenrad-Lager (16) unterschiedlichen Durchmesser;

ein zusammengesetztes Planetenrad (28) mit einem Kettenrad-Planetenrad (72), das mit dem Kettenrad-Hohlrad (16) in Eingriff steht, und einem Nockenwellen-Planetenrad (74), das mit dem Nockenwellen-Hohlrad (22) in Eingriff steht; und

eine Exzenterwelle (28), die einen exzentrischen Kurbelwellenabschnitt (52), der mit dem Kettenrad-Lager (16) in Eingriff steht, einen exzentrischen Nockenwellenabschnitt (54), der mit dem Nockenwellen-Lager (64) in Eingriff steht, und ein Lagerdistanzstück (31) umfasst.

18. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 17, wobei das Lagerdistanzstück sich weniger als 1,0 mm in der axialen Richtung erstreckt.

19. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 17, wobei der Durchmesser des Nockenwellen-Lagers (64) sich von dem Durchmesser des Kettenrad-Lagers (16) um zumindest das Zweifache der Exzentrizität der Exzenterwelle (28) unterscheidet.

20. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 17, wobei das Kettenrad-Lager (16), das Nockenwellen-Lager (64) oder beide einen inneren Laufring und einen äußeren Laufring mit unterschiedlichen Breiten aufweisen.

21. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 17, wobei die Nockenwellen-Platte sich radial einwärts von dem Kettenrad (12) befindet.

22. Elektrisch gesteuerter exzentrischer Nockenwellenversteller (10) nach Anspruch 17, wobei das Kettenrad-Lager (16) durch das Kettenrad (12) aufgenommen wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

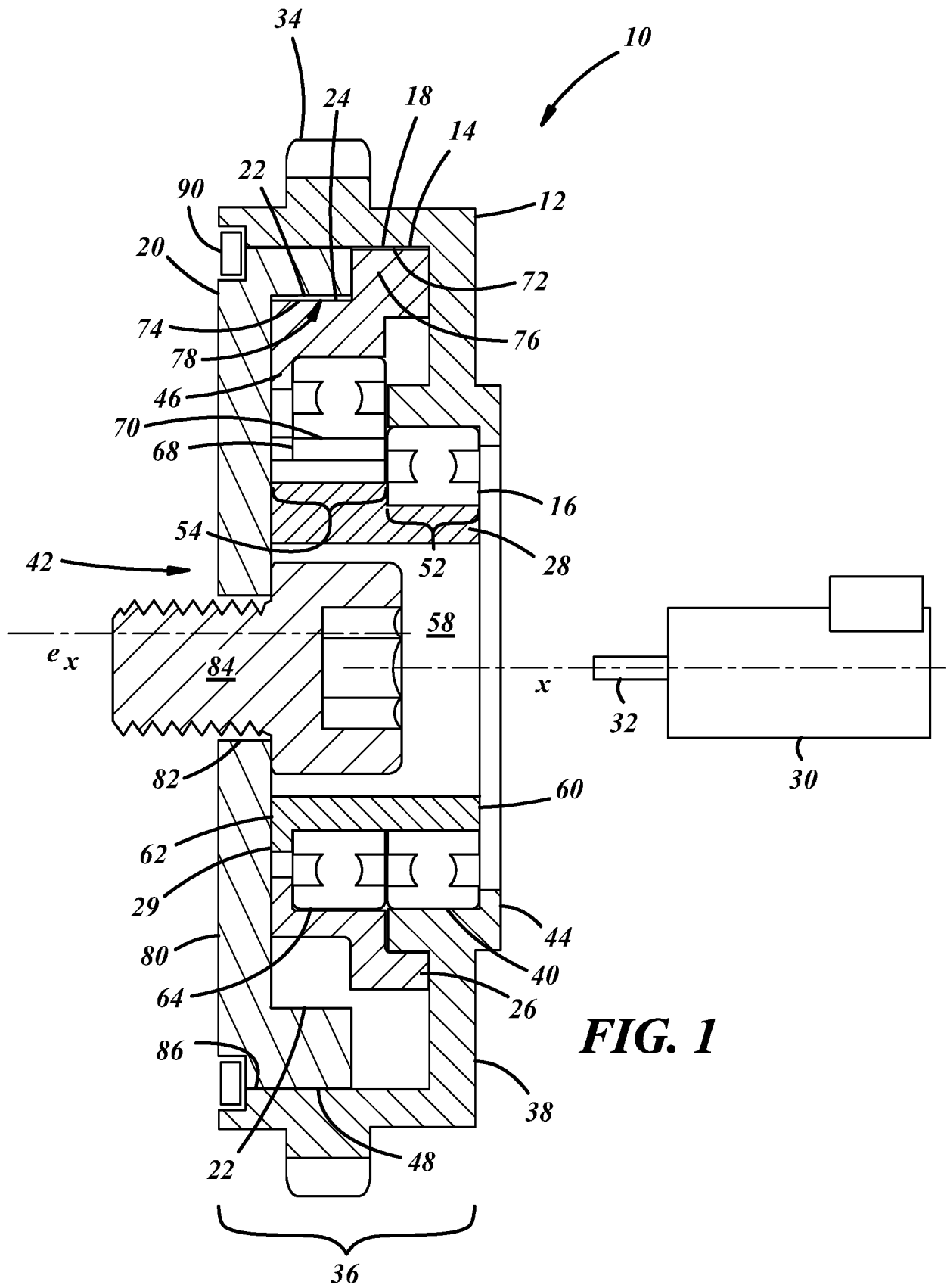


FIG. 1

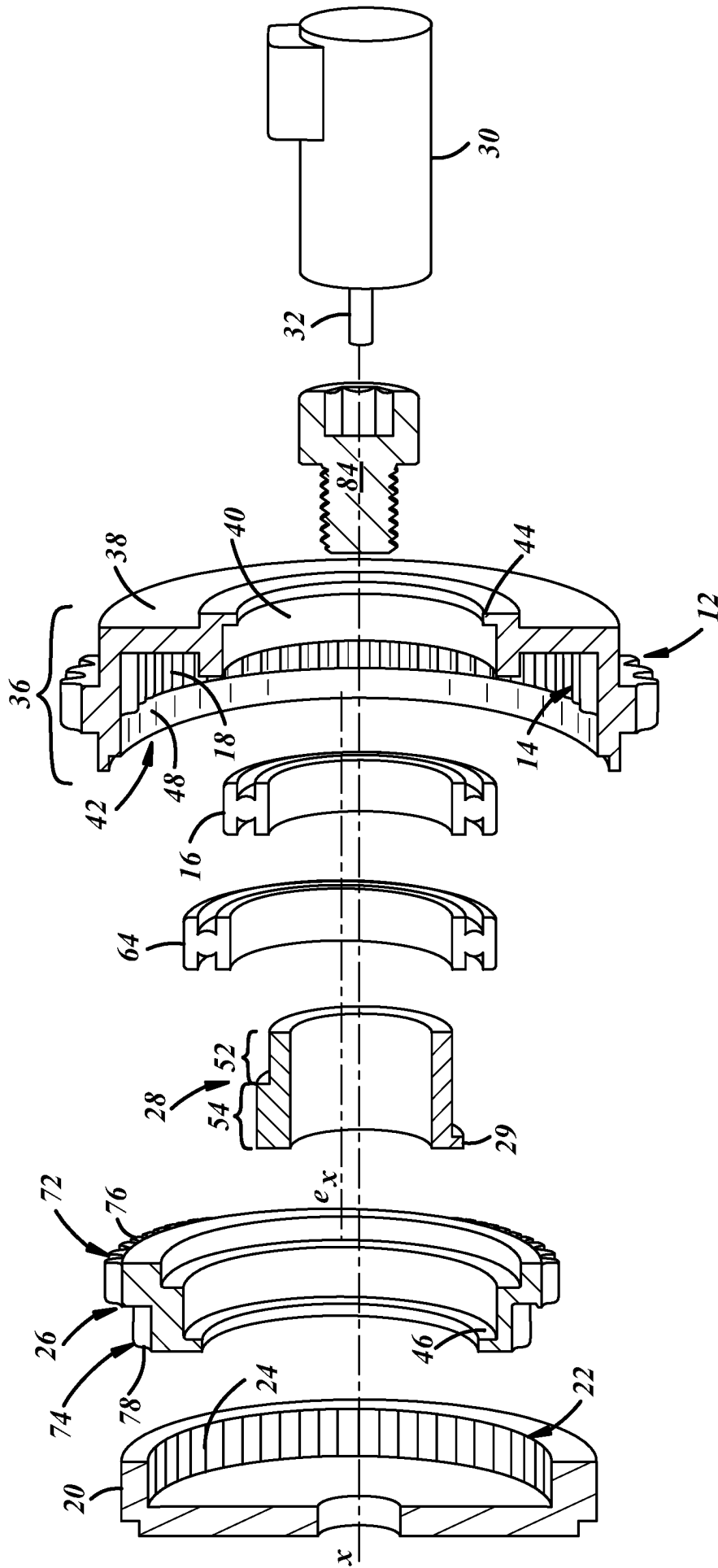


FIG. 2

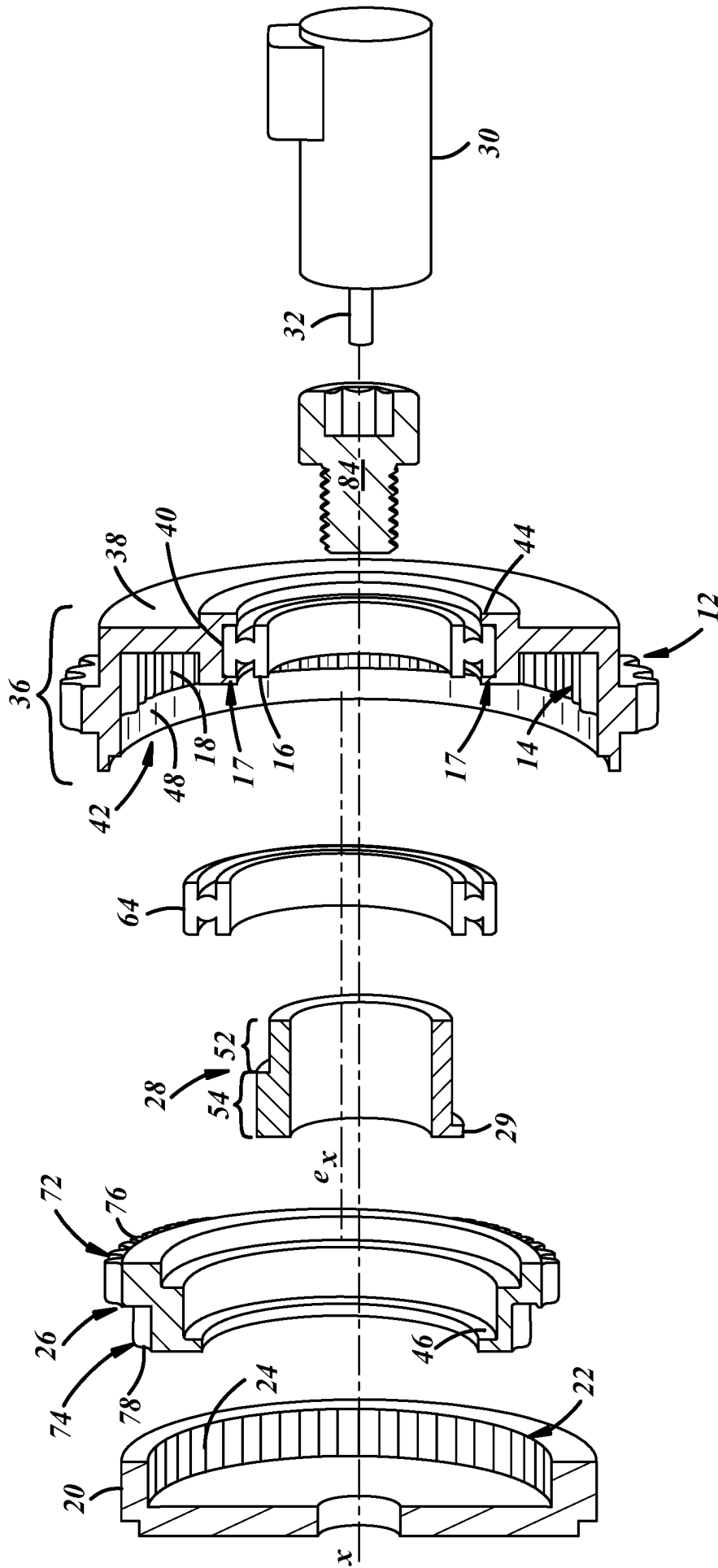


FIG. 3

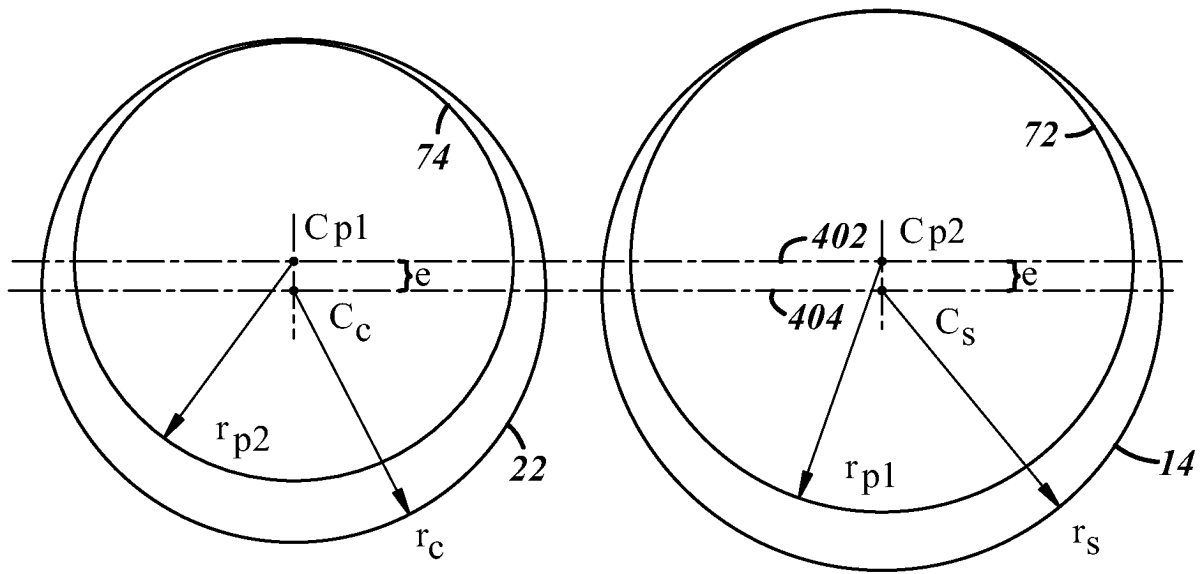


FIG. 4A

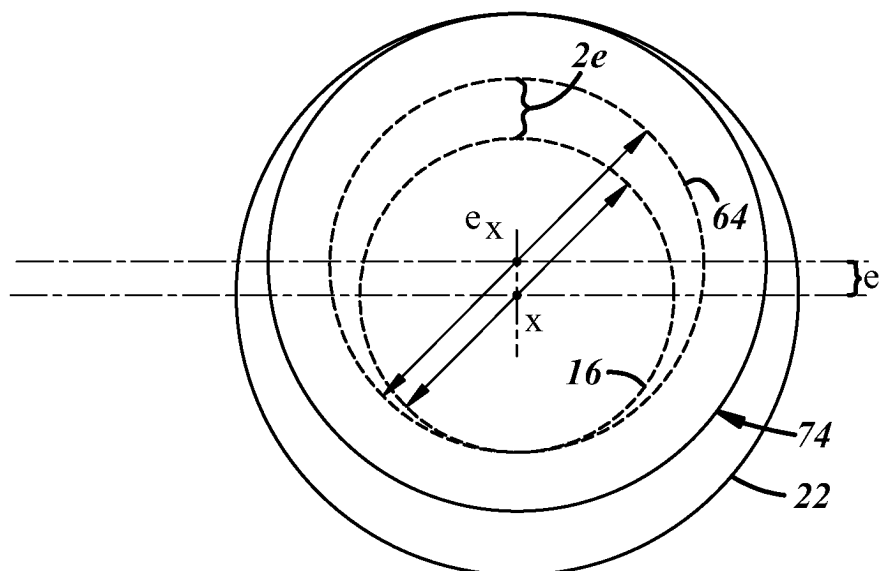


FIG. 4B

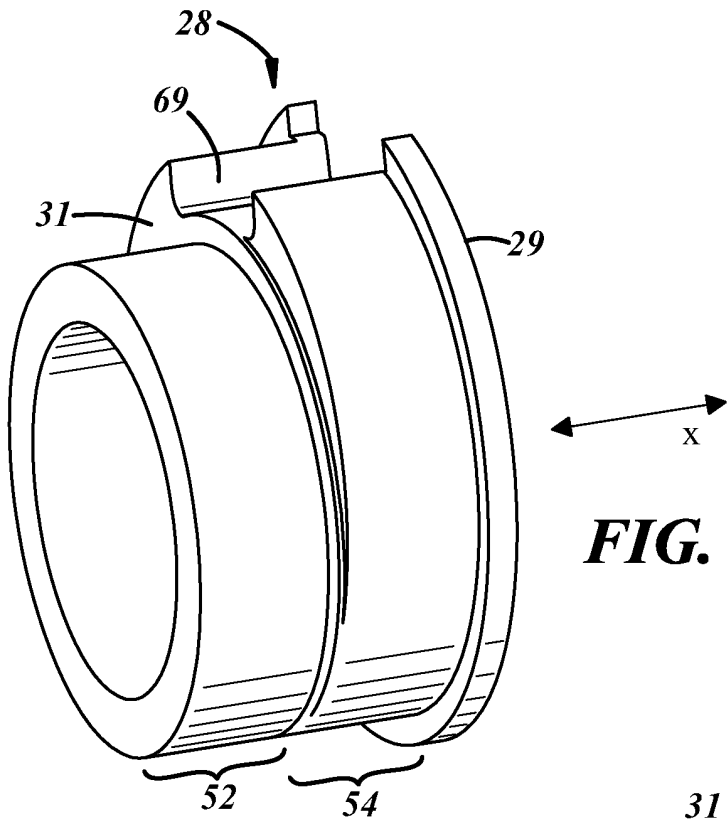


FIG. 5

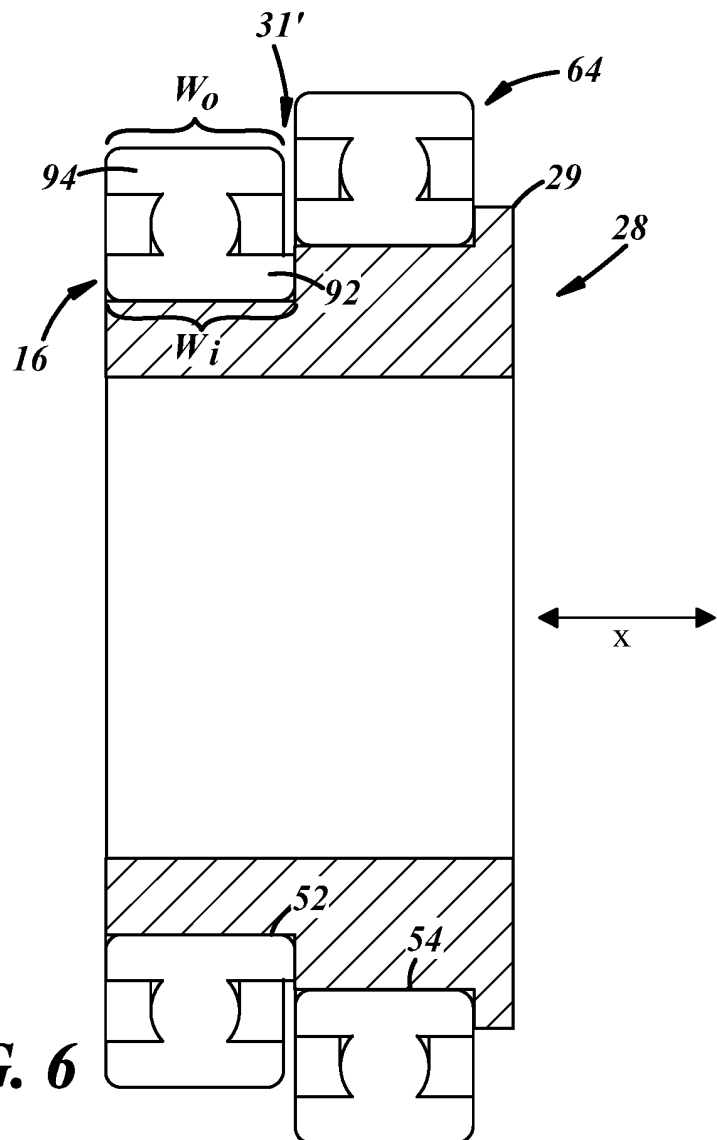


FIG. 6