



(10) **DE 11 2016 005 666 T5** 2018.08.30

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/098860**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 005 666.4**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2016/083566**  
(86) PCT-Anmeldetag: **11.11.2016**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.06.2017**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **30.08.2018**

(51) Int Cl.: **F16N 7/38 (2006.01)**  
**F16C 19/52 (2006.01)**  
**F16C 33/66 (2006.01)**  
**F16C 41/00 (2006.01)**  
**F16N 9/02 (2006.01)**  
**F16N 13/20 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2015-241052 10.12.2015 JP**

(71) Anmelder:  
**NTN Corporation, Osaka, JP**

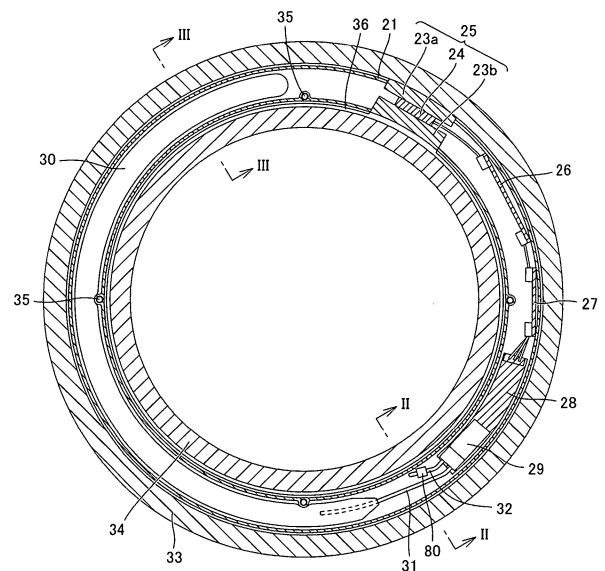
(74) Vertreter:  
**Bockhorni & Kollegen Patent- und Rechtsanwälte,  
80687 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Ito, Hiroyoshi, Kuwana-shi, Mie, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Schmierölauführeinheit und Lagervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Schmierölauführeinheit und eine Lagervorrichtung, welche in einer stabilen Weise über eine lange Zeitdauer betrieben werden kann, sind vorgesehen. Ein Halteteil (ein Schmieröltank (30)), welches ein Schmieröl enthält, welches dem Inneren eines Lagers (11) zugeführt wird, und ein Zuführteil (Antriebskreis (28)), eine Pumpe (29), ein Auslassrohr (32) und eine Düse (37)), welches Schmieröl zum Inneren des Lagers aus dem Halteteil führt, sind vorgesehen. Der Zuführteil umfasst eine Pumpe, die vorgesehen ist, um Schmieröl aus dem Halteteil anzusaugen und dem Schmieröl einen Auslassdruck nicht kleiner als ein Referenzwert zu verleihen, einen Zuführpfad (das Auslassrohr und die Düse), welche mit der Pumpe verknüpft ist und sich zur Innenseite des Lagers erstreckt, und einen Regulationsteil (ein Sperrventil (80)), welches es dem Schmieröl ermöglicht, welches einem Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert ausgesetzt wird, durch den Zuführpfad zu strömen und verhindert, dass das Schmieröl, welches einem Auslassdruck kleiner als der Referenzwert ausgesetzt wird, durch den Zuführpfad strömt.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Schmierölaufzufuhrreinheit und eine Lagervorrichtung und insbesondere auf eine Schmierölaufzufuhrreinheit, welche benachbart einem Lager angeordnet ist und Schmieröl in das Innere des Lagers führt, sowie auf eine Lagervorrichtung.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Eine Wälzlageranordnung mit einer Ölaufzufuhrreinheit in das Innere eines Wälzlagers ist bekannt (siehe JP 2005-180629 (PTD1) und JP 2014-37879 (PTD2)). In der in dem Dokument PTD1 offenbarten Vorrichtung gemäß PTD1 ist Schmiermittel im Wälzlager abgedichtet. Ein Schmieröl identisch dem Typ eines Basisöls des Schmiermittels ist in einem Abstandselement benachbart dem Wälzlager aufgenommen. In der Ölaufzufuhrreinheit wird das Schmieröl in dem Abstandselement zugeführt für die Füllung der Innenseite des Wälzlagers aufgrund eines kapillaren Effekts.

**[0003]** Die in der PTD2 offenbarte Lagervorrichtung beinhaltet einen Schmieröltank und eine Pumpe, die in einem Abstandselement benachbart einem Lager angeordnet ist. In der Lagervorrichtung kann Schmieröl dem Lager in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode intermittierend durch Pumpenbetrieb zugeführt werden.

## LISTE ENTGEGENHALTUNGEN

## PATENTDOKUMENT

PTD1: JP 2005-180629 A1

PTD2: JP 2014-37879 A1

## INHALT DER ERFINDUNG

## TECHNISCHES PROBLEM

**[0004]** In der in der oben beschriebenen PTD1 offenbarten Vorrichtung ist das Schmiermittel im Voraus im Lager zum Zwecke der Schmierung abgedichtet, allerdings ist das Basisöl des Schmiermittels, welches gleichzeitig im Abstandselement aufgenommen ist, ebenso konstant dem Inneren des Lagers zugeführt. Deswegen ergibt sich eine Tendenz für eine übermäßige Schmierölaufzufuhr. Bei der in der PTD1 offenbarten Vorrichtung ist der Verbrauch an Basisöl (Schmiermittelöl) im Abstandselement ebenfalls schnell. Deswegen ist es schwierig, das Lager in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode mit Schmieröl zu versorgen.

**[0005]** Bei der in der PTD2 offenbarten Vorrichtung kann das Schmieröl im allgemeinen über eine längere Zeitperiode zugeführt werden als bei der Vorrichtung nach der PTD1, allerdings kann ein Stand der Zuführung des Schmieröls von außerhalb der Lagervorrichtung nicht geprüft werden. Wenn somit die Zuführung des Schmieröls mangelt aufgrund eines Faktors, wie eines Fehlers in der Betriebsweise einer Pumpe oder dergleichen, dann ist es schwierig, das Vorhandensein eines solchen Fehlers in der Zuführung des Schmieröls festzustellen, bis ein abnormaler Zustand in der Betriebsweise des Lagers erfolgt. Somit ist es schwierig, den Fehlzustand der Lagervorrichtung frühzeitig zu ermitteln und Maßnahmen zu ergreifen, wie etwa Wartungsarbeiten, um die Lagervorrichtung in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode zu betreiben.

**[0006]** Die Erfindung dient dazu, die oben genannten Probleme zu beheben und eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schmierölaufzufuhrreinheit und eine Lagervorrichtung zu schaffen, welche in einer stabilen Weise über eine lange Zeitdauer betrieben werden können.

## LÖSUNG DES PROBLEMS

**[0007]** Eine Schmierölaufzufuhrreinheit nach Maßgabe der vorliegenden Erfindung umfasst einen Halteteil, welcher ein Schmieröl hält, welches dem Inneren eines Lagers zugeführt wird, und einen Zuführteil, welcher das Schmieröl dem Inneren des Lagers aus dem Halteteil zuführt. Der Zuführteil umfasst eine Pumpe, die vorgesehen ist, um Schmieröl aus dem Aufnahmeteil anzusaugen und dem Schmieröl einen Auslassdruck nicht kleiner als ein Referenzwert aufzugeben, einen Zuführpfad, welcher mit der Pumpe verknüpft ist und sich zum Inneren des Lagers erstreckt, und ein Regulationsteil, welches ermöglicht, dass das Schmieröl, dem ein Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert aufgegeben ist, durch den Zuführpfad kann strömen und verhindert, dass Schmieröl, welches einem Auslassdruck kleiner als der Referenzwert ausgesetzt ist, durch den Zuführpfad strömt.

## VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Schmierölaufzufuhrreinheit und eine Lagervorrichtung vorgesehen, welche in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode betrieben werden können.

**[0009]** Nachfolgend wird eine Schmierölaufzufuhrreinheit und eine Lagervorrichtung nach Maßgabe der Erfindung beschrieben, welche über eine lange Zeitdauer in stabiler Weise betrieben werden kann.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist eine schematische Schnittansicht zur Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Schmierölaufzuführeinheit einer Lagervorrichtung nach einer ersten Ausführungsform.

**Fig. 2** eine schematische Schnittansicht längs der Segmentlinie II-II in **Fig. 1**.

**Fig. 3** eine schematische Schnittansicht längs der Segmentlinie III-III in **Fig. 1**.

**Fig. 4** eine schematische Schnittansicht zur Darstellung eines Beispiels einer in **Fig. 1** dargestellten Pumpe.

**Fig. 5** eine schematische Schnittansicht zur Darstellung eines Beispiels einer Schmierölaufzuführeinheit einer Lagervorrichtung nach Maßgabe einer Modifizierung.

**Fig. 6** eine schematische Schnittansicht längs der Segmentlinie VI-VI in **Fig. 5**.

**Fig. 7** eine schematische Schnittansicht längs der Segmentlinie VII-VII in **Fig. 5**.

**Fig. 8** ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels der Relation zwischen einer Stromspeicherspannung eines Energiespeicherteils in einem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über die Zeit.

**Fig. 9** ein Diagramm zur Darstellung eines zweiten Beispiels der Relation zwischen einer Stromspeicherspannung des Energiespeicherteils in einem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über die Zeit.

**Fig. 10** ein Diagramm zur Darstellung eines dritten Beispiels der Relation zwischen einer Stromspeicherspannung des Energiespeicherteils in dem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über die Zeit.

**Fig. 11** ein Diagramm zur Darstellung eines vierten Beispiels der Relation zwischen einer Stromspeicherspannung des Energiespeicherteils in dem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über die Zeit.

**Fig. 12** ein Diagramm zur Darstellung eines fünften Beispiels der Relation zwischen einer Stromspeicherspannung des Energiespeicherteils in dem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über die Zeit.

**Fig. 13** ein Diagramm zur Darstellung eines sechsten Beispiels der Relation zwischen einer Stromspeicherspannung des Energiespeicherteils in dem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über die Zeit.

**Fig. 14** ein Diagramm zur Darstellung des sechsten Beispiels der Relation zwischen ei-

ner Stromspeicherspannung des Energiespeicherteils in dem Energieversorgungsteil der Schmierölaufzuführeinheit über der Zeit in einem dritten Ausführungsbeispiel.

BESCHREIBUNG DER  
AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

**[0010]** Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Dieselben oder entsprechenden Bauelemente in den Zeichnungen haben dieselben Bezugszeichen zugewiesen, so dass die Beschreibung nicht wiederholt werden muss.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

- Aufbau der Lagervorrichtung -

**[0011]** Eine Lagervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschrieben. Eine Lagervorrichtung **10** nach Maßgabe der Ausführungsform ist eine Wälzlager Vorrichtung und beinhaltet ein Lager **11** (siehe **Fig. 2**), die ein Wälzlager und eine Schmierölaufzuführeinheit **20** (siehe **Fig. 2**) darstellt. Die Schmierölaufzuführeinheit **20** ist zwischen einem äußeren Ringabstandsteil **33** und einem inneren Ringabstandsteil **34** angeordnet, welche an einem Stirnschnitt in einer axialen Richtung des Lagers **11** anliegen.

**[0012]** Das Lager **11** beinhaltet im Wesentlichen einen Innenring **14**, der ein Wälzlager ring ist, beispielsweise an einer Rotationsseite, einen Außenring **13**, beispielsweise an einer festgelegten Seite, eine Anzahl von Wälzelementen **15**, die zwischen dem Innenring **14** und dem Außenring **16** angeordnet sind, ein Halteelement **16**, welches die Anzahl der Wälzelemente **15** in einem konstanten Intervall hält, und ein Dichtungselement, welches auf einer äußeren Umfangsseite des Halteelements **16** angeordnet ist. Beispielsweise kann ein winkelförmiges Kugellager, ein Kugellager mit einer tiefen Nut oder ein zylindrisches Rollenlager als Lager **11** verwendet werden. Gewünschtes Schmiermittel ist vorab im Lager **11** abgedichtet. Das Dichtungselement ist an einem Endabschnitt gegenüberliegend einer Seite angeordnet, wo das äußere Ringabstandsteil **33** angeordnet ist.

**[0013]** Ein Abstandselement ist aus dem inneren Ringabstandsteil **34** und äußeren Ringabstandsteil **33** aufgebaut und der innere Ringabstandsteil **34** liegt an einer Stirnfläche des Innenrings **14** an. Das äußere Ringabstandsteil **33** liegt an einer Stirnfläche des Außenrings **13** an.

**[0014]** Wie aus den **Fig. 1** bis **Fig. 3** hervorgeht, beinhaltet die Schmierölaufzuführeinheit **20** im Wesentlichen in einer Umfangsrichtung einen Energieer-

zeugungsteil **25**, einen Energieversorgungskreis **26** einschließlich eines Ladungsteils, einen Steuerkreis **27**, einen Antriebskreis **28**, eine Pumpe **29**, einen Schmieröltank **30** und ein Sperrventil (ein Regulationsteil) **80**, welche in einem ringförmigen Gehäuse (Gehäusehauptkörper **21** und ein Deckel **22**) angeordnet sind. Der Schmieröltank **30** speichert ein Schmieröl identisch im Typ mit einem Basisöl des im Lager **11** abgedichteten Schmiermittels. Das Energieerzeugungsteil **25**, der Stromversorgungskreis **26**, Steuerkreis **27**, Antriebskreis **28**, Pumpe **29** und der Schmieröltank **30** sind in Umfangsrichtung im Gehäusehauptkörper **21** ausgerichtet angeordnet. Der Energieerzeugungsteil **25** ist mit dem Energieversorgungskreis **26** verbunden. Der Energieversorgungskreis **26** ist mit der Steuerschaltung **27** verbunden. Der Steuerkreis **27** ist mit dem Antriebskreis **28** verbunden. Der Antriebskreis **28** ist ein Kreis zur Betätigung der Pumpe **29**, wie etwa eine Mikropumpe. Ein Saugrohr **31**, das mit einem Gehäusebeutel des Schmieröltanks **30** verbunden ist, und ein Auslassrohr **32** für die Zufuhr des Schmieröls von der Pumpe **29** zur Innenseite des Lagers **11** sind mit der Pumpe **29** verbunden, die mit der Antriebsschaltung **28** verbunden ist. Eine Düse **37** ist mit einem Spitzenendabschnitt des Auslassrohres **32** (einem Endabschnitt gegenüber einem mit der Pumpe **29** verbundenen Root-Teil) verbunden, wie aus **Fig. 2** hervorgeht. Der Spitzenendabschnitt der Düse **37** erstreckt sich zur Innenseite des Lagers **11** (eine Position benachbart dem Wälzelement **15**, beispielsweise, einer Position zwischen dem Wälzlagerring auf der festliegenden Seite und dem Wälzlagerring an der Rotationsseite des Lagers **11**). Eine Abmessung eines Innendurchmessers einer Düsenöffnung der Düse **37** ist geeignet gewählt, abhängig von der Relation zwischen der Oberflächenspannung resultierend aus einer Viskosität des Basisöls und einer Abfuhrmenge. Der Antriebskreis **28**, die Pumpe **29**, das Auslassrohr **32**, die Düse **37** und das Sperrventil **80** implementieren einen Zuführteil. Das Auslassrohr **32** und die Düse **37** bilden eine Zuführbahn.

**[0015]** Die Pumpe **29** kann jegliches Merkmal beinhalten, solange sie Schmieröl bei einem Abfuhrdruck nicht kleiner als ein Referenzwert (ein Ventilöffnungsdruck) abführen kann, an dem das Sperrventil **80** den Fluss des Schmieröls ermöglicht. Die Pumpe **29** ist beispielsweise eine Rotationspumpe, wie etwa eine Trochoid-Pumpe. **Fig. 4** zeigt eine schematische Schnittansicht zur Darstellung der Pumpe **29**, die eine Trochoid-Pumpe bildet. Die Pumpe **29** beinhaltet einen Innenrotor **90** und einen Außenrotor **91** als ein Rotationsteil und ein (nicht dargestelltes) Gehäuse als ein feststehendes Teil. Eine Saugöffnung **92** und eine Abfuhröffnung **93** sind im Gehäuse vorgesehen. Die Saugöffnung **92** und die Abfuhröffnung **93** der Pumpe **29** sind jeweils mit einem Saugrohr **31** und einem Auslassrohr **32** verbunden. Der Innenro-

tor **90** und der Außenrotor **91** können in einer ersten Richtung **R1** (vorwärts) drehen.

**[0016]** Der Innenrotor **90** und der Außenrotor **91** sind miteinander an einer Anzahl von Stellen in Kontakt und wirken miteinander zusammen. In der Innenseite der Pumpe **29** sind eine Anzahl von Räumen (beispielsweise fünf Räume) unterteilt durch jeden Kontaktabschnitt zwischen dem Innenrotor **90** und dem Außenrotor **91** vorgesehen. Wenn der Innenrotor **90** in der ersten Richtung **R1** dreht, dreht der Außenrotor **91** in der ersten Richtung **R1** aufgrund Eingriffs mit dem Innenrotor **90**. Wenn der Innenrotor **90** und der Außenrotor **91** vorwärts drehen, verändert sich das Volumen eines jeden der Anzahl der Räume. Wie aus **Fig. 4** hervorgeht, wenn ein Volumen von einem Raum am kleinsten wird, kann ein Abstand zwischen dem Innenrotor **90** und dem Außenrotor **91** in diesem Raum (ein schmaler Spalt **S**) kleiner sein, beispielsweise, als ein Außendurchmesser eines Fremtteils (ein Gegenstand anders als das Schmieröl, welches in das Schmieröl eingeführt sein kann, oder ein Schmieröl mit einer Viskosität nicht kleiner als ein vorbeschriebener Wert). Die Pumpe **29** ist durch den Steuerkreis **27** über den Antriebskreis **28** gesteuert.

**[0017]** Die Pumpe **29** ist vorgesehen, um Schmieröl abzuführen, welches vom Schmieröltank **30** in die Innenseite des Lagers **11** durch das Abfuhrrohr **32**, das Sperrventil **80** und die Düse **37** gesaugt wird, wenn der Innenrotor **90** und der Außenrotor **91** in der ersten Richtung **R1** drehen (vorwärts). Die Pumpe **29** kann einen Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert (Ventilöffnungsdruck) des Sperrventils **80** auf das Schmieröl aufbringen, wenn der Innenrotor **90** und der Außenrotor **91** in der ersten Richtung **R1** drehen (vorwärts). Der Auslassdruck zu der Zeit, wenn die Pumpe **29** angetrieben wird, ist beispielsweise nicht geringer als 1 kPa und nicht höher als 2 kPa.

**[0018]** Das Sperrventil **80** ist im Auslassrohr **32** vorgesehen. Das Sperrventil **80** erlaubt Schmiermittel, auf das ein Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert (der Ventilöffnungsdruck) aufgebracht ist, zum Lager **11** durch das Auslassrohr **32** zu strömen. Andererseits verhindert das Sperrventil **80**, dass Schmieröl, auf welches ein Auslassdruck kleiner als der Referenzwert aufgebracht ist, durch das Auslassrohr **32** strömt. Das Sperrventil **80** kann in jeglicher Weise aufgebaut sein und es kann beispielsweise ein Duckbill-Sperrventil sein (Handelsname IMCB 8057) oder ein Membran-Sperrventil (Handelsname IMCD116P) sein. Der Referenzwert für das Sperrventil **80** ist nicht höher als ein Auslassdruck zu der Zeit, wenn die Pumpe **29** angetrieben ist. Der Referenzwert für das Sperrventil **80** überschreitet einen Auslassdruck des Schmieröls, welches aus der Anzahl von Räumen in der Pumpe **29** leckt, wenn die Pum-

pe 29 gestoppt bleibt (beispielsweise niedriger als 1 kPa). Der Referenzwert für das Sperrventil ist beispielsweise nicht höher als 2 kPa und vorzugsweise nicht geringer als 1 kPa.

**[0019]** Wie weiter unten noch beschrieben wird, kann der Steuerkreis **27** Daten abhängig von der Zufuhr des Schmieröls in der Schmierölaufzufuhrreinheit **20** erhalten und die Daten an die Außenseite des Steuerkreises **27** geben.

**[0020]** Beispielsweise kann ein Element, welches den elektrischen Strom auf der Basis des Seebeck-Effekts erzeugt, als ein Energieerzeugungsteil der Schmierölaufzufuhrreinheit **20** verwendet werden. Speziell, wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst der Energieerzeugungsteil **25** einen Wärmeleiter **23a**, der mit dem äußeren Ringabstandsteil **33** verbunden ist, einen Wärmeleiter **23b**, der in einem Abstand vom inneren Ringabstandsteil **34** angeordnet ist, und ein thermoelektrisches Element **24** (ein Element, welches Gebrauch vom Seebeck-Effekt eines Peltier-Elements Gebrauch macht), welches angeordnet ist, um den Wärmeleiter **23a** und den Wärmeleiter **23b** zueinander zu verbinden und festgelegt ist, um im engen Kontakt mit den Heizleitern **23a** und **23b** zu sein.

**[0021]** Wenn eine Wälzlager Vorrichtung als Lager Vorrichtung **10** gemäß **Fig. 1** verwendet wird, steigt eine Temperatur des Innenrings **14** und Außenrings **13** aufgrund reibungsbedingter Hitzewirkung mit dem Wälzelement **15** (siehe **Fig. 2**) an. Da der Außenring **13** normal in einem Gehäuse einer Vorrichtung aufgenommen ist, wird Wärme hiervon aufgrund Wärmeleitung abgestrahlt. Deswegen ergibt sich ein Temperaturunterschied zwischen dem Innenring **14** und dem Außenring **13** (Innenring **14** ist in Temperatur höher als der Außenring **13**). Die Temperatur gelangt auf jeden der Wärmeleiter **23a** und **23b**. Die Wärmeleiter **23a** und **23b** sind derart angeordnet, dass sie sich jeweils über eine innere Umfangsfläche und eine äußere Umfangsfläche des Gehäusehauptkörpers **21** erstrecken. Deswegen ist eine Temperatur unterschiedlich zwischen gegenüberliegenden Endflächen des thermoelektrischen Elements **24**, welches zwischen dem Wärmeleiter **23a** (eine Wärmesenke), der mit dem Außenring **13** über den zwischengeschalteten äußeren Ringabstandsteil **33** verbunden ist, und dem Wärmeleiter **23b**, der auf einer Seite des inneren Ringabstandsteils **34** (eine Seite des Innenrings **14**) angeordnet ist. Deswegen kann das thermoelektrische Element **24** aufgrund des Seebeck-Effekts elektrische Energie erzeugen. Da es nicht notwendig ist, extern elektrische Energie zur Schmierölaufzufuhrreinheit aufgrund Verwendung eines solchen Energieerzeugungsteils **25** zuzuführen, ist es nicht erforderlich, eine elektrische Leitung für externe Stromzufuhr zur Lager Vorrichtung **10** vorzusehen. Deswegen ist es effektiver, eine Schmierölaufzufuhrreinheit **20** mit einer Einrichtung für die Prüfung von Zufuhr von Schmieröl

zum Lager **11** gemäß obiger Beschreibung zu verwenden.

**[0022]** Ein Klebemittel, von dem thermische Leitfähigkeit berücksichtigt wird, ist vorzugsweise für eine Oberfläche des Wärmeleiters **23a** verwendet, welche sich über die äußere Umfangsfläche des Gehäusehauptkörpers **21** erstreckt, wobei die Fläche in Kontakt mit der inneren Umfangsfläche des äußeren Ringabstandsteils **33** ist. Die äußere Umfangsfläche des Wärmeleiters **23a** auf der Seite des Außenrings **13** ist vorzugsweise identisch im Krümmungsradius zur inneren Umfangsfläche des äußeren Ringabstandsteils **33**. Dann kann die innere Umfangsfläche des äußeren Ringabstandsteils **33** und die äußere Umfangsfläche des Wärmeleiters **23a** in engem Kontakt miteinander sein, wodurch Wärme effektiv zwischen Wärmeleiter **23a** und äußerem Ringabstandsteil **33** und Außenring **13** geleitet werden kann. Die innere Umfangsfläche (eine Fläche gegenüberliegend dem inneren Ringabstandsteil **34**) des Wärmeleiters **23b** auf der Seite des Innenrings ist nicht in Kontakt mit dem inneren Ringabstandsteil **34**. Falls möglich, sind Wärmeleiter **23a** auf der Seite des Außenrings und Wärmeleiter **23b** auf der Seite des Innenrings zweckmäßigerweise zueinander gleich im Volumen. Ein Flächenbereich des Wärmeleiters **23b** auf der Seite des Innenrings ist vorzugsweise größer.

**[0023]** Zur Vergrößerung der Wärmeleitfähigkeit und Haftfähigkeit wird vorzugsweise thermisches Schmiermittel zwischen der inneren Umfangsfläche des äußeren Ringabstandsteils **33** und Wärmeleiter **23a**, zwischen Wärmeleiter **23a** und thermoelektrischem Element **24** und zwischen thermoelektrischem Element **24** und Wärmeleiter **23b** an der Seite des Innenrings aufgebracht. Im Allgemeinen ist das thermische Schmiermittel hauptsächlich aus Silikon aufgebaut. Ein Metall mit hoher Wärmeleitfähigkeit wird vorzugsweise als Material für Wärmeleiter **23a** und **23b** verwendet. Beispielsweise kann Silber (Ag), Kupfer (Cu) oder Gold (Au) verwendet werden und Kupfer wird aus Kostengründen bevorzugt. Eine Kupferlegierung, die hauptsächlich auf Kupfer basiert, kann für das Material für die Wärmeleiter **23a** und **23b** verwendet werden, und eine Sinterlegierung hauptsächlich auf Basis von Kupfer kann verwendet werden. Wärmeleiter **23a** und **23b** sind vorzugsweise mit einem solchen Arbeitsverfahren ausgebildet, wie Sinterung, Schmieden oder ein Gussverfahren aus Kostengründen. Ein Wärmeleiter, der mit dem thermoelektrischen Element **24** verbunden ist, kann lediglich auf einer Hochtemperaturseite angeordnet werden, und das thermoelektrische Element **24** kann in engem Kontakt mit einem Abstandsteil (äußerer Ringabstandsteil **33**) auf einer Nieder-Temperaturseite festgelegt werden.

**[0024]** Ladungen, die durch den Energieerzeugungsteil **25** erzeugt werden, werden im Stromver-

sorgungskreis **26** gespeichert. Insbesondere sind die Ladungen in einem Energiespeicherteil, wie etwa einer Speicherbatterie oder einem Kondensator gespeichert, der im Stromzuführkreis **26** beinhaltet ist (auch als Energiespeicherkreis bezeichnet). Ein elektrischer zweilagiger Kondensator wird vorzugsweise als Kondensator verwendet. Der Stromzuführkreis **26** ist elektrisch mit dem Antriebskreis **28** und der Pumpe **29** mit dem dazwischen angeordneten Steuerkreis **27** verbunden und vorgesehen, um elektrische Energie zuzuführen.

**[0025]** Der Steuerkreis **27** ist ein Steuerkreis zur Steuerung des Betriebs der Pumpe **29** durch den Antriebskreis **28**. Der Steuerkreis **27** beinhaltet ein Programmsteuerteil, welches ein Steuerprogramm und einen Prozess (einen Mikrocomputer) beinhaltet, der mit dem Programmsteuerteil verbunden ist und das Steuerprogramm ausführt. Der Steuerkreis **27** kann im Voraus verschiedene Parameter setzen, die mit einer Vorwärtsdrehung des Betriebs der Pumpe **29** verbunden sind, wie etwa Timing zum Start der Zufuhr von Schmieröl zum Lager **11**, Timing der Zufuhr (im Intervall), eine Zeitperiode für den Antrieb der Pumpe **29** für die Zuführung des Schmieröls, und einen Betrag der Zufuhr des Schmieröls. Die durch das Schmiermittel bedingte Lebensdauer der Lagervorrichtung kann verlängert werden, indem geeignet ein Zuführzustand von Schmieröl gehalten werden kann.

**[0026]** Der Antriebskreis **28** kann als Antriebsteil den Innenrotor **90** und die Außenrotor **91** der Pumpe **29** in der ersten Richtung R1 (vorwärts) drehen. Der Antriebskreis **28** kann beispielsweise irgendeinen Sensor beinhalten (ein Temperatursensor für das Lager, ein Sensor für die Lagerdrehung, ein Sensor für Aufrechterhaltung eines Schmierölbetrags, oder einen Sensor für die Schmieröltemperatur). Ein Signal von einem solchen Sensor kann zu einem Prozessor (einem Mikrocomputer) des Antriebskreises **28** gegeben werden, so dass die Pumpe **29** automatisch in Übereinstimmung mit einer Temperatur des Lagers **11** und einer solchen Drehbedingung gesteuert werden kann, um eine Mengenzufuhr des Schmieröls einzustellen.

**[0027]** Der Schmieröltank **30** kann aus einem Gehäusebeutel aus einem flexiblen Kunststoff gebildet sein. Der Schmieröltank **30** kann in einer Form eines Bogens längs des ringförmigen Gehäusehauptkörpers **21** angeordnet sein.

**[0028]** Das Saugrohr **31** kann entferntbar mit der Pumpe **29** verbunden sein. Aufgrund der entfernbaren Anordnung des Saugrohrs **31** von der Pumpe **29** kann das Saugrohr, wenn das Schmieröl nicht länger im Schmieröltank **30** verbleibt, von der Pumpe **29** abgenommen und kann der Gehäusebeutel mit dem Schmieröl durch das Saugrohr **31** nachgefüllt werden.

**[0029]** Aufgrund der Abnehmbarkeit des Schmieröltanks **30** von der Pumpe **29** kann ein Ersatzgehäusebeutel, der mit Schmieröl gefüllt ist, aufbereitet sein, so dass der Gehäusebeutel damit ersetzt werden kann. Wenn beispielsweise kein Schmieröl im Schmieröltank **30** vorhanden ist, welches verwendet wird, kann das Nachfüllen mit dem Schmieröl in der Schmierölauführeinheit **20** in einer kurzen Zeitperiode durchgeführt werden, indem der verwendete Gehäusebeutel des Schmieröltanks **30** entfernt und der Gehäusebeutel mit einem Ersatzgehäusebeutel ersetzt wird (einem Gehäusebeutel, der mit dem Schmieröl gefüllt ist).

**[0030]** Wie aus **Fig. 2** hervorgeht, hat der Gehäusehauptkörper **21** einen solchen Querschnitt in einer Klammerform, dass eine dem Lager **11** gegenüberliegende Fläche offen ist. Der Deckel **22** schließt eine Öffnung im Gehäusehauptkörper **21** und ist am Gehäusehauptkörper **21** befestigbar und entfernbare. Der Gehäusehauptkörper **21** und der Deckel **22** können aus jedem geeigneten Material gebildet sein und können beispielsweise aus Kunststoff und vorzugsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff gebildet sein. Beispielsweise kann Polyphenylsulfid (PPS) als ein Material zur Bildung des Gehäuses verwendet werden. Der Gehäusehauptkörper **21** und der Deckel **22** können aus einem Material derselben Art oder aus unterschiedlichen Materialien gebildet sein.

**[0031]** Der Deckel **22** des Gehäuses kann am Gehäusehauptkörper **21** durch eine Schraube **39** (siehe **Fig. 6**) befestigt werden. Durch Befestigung des Deckels **22** am Gehäusehauptkörper **21** kann die Innenseite des Gehäuses, welches durch den Gehäusehauptkörper **21** und den Deckel **22** umgeben ist, hermetisch abgedichtet werden. Der Deckel **22** kann durch Abnahme der Schraube **39** von einer Gewindebohrung **35**, in der die Schraube **39** befestigt ist, entfernt werden. Dadurch kann der Schmieröltank **30**, der im Gehäusehauptkörper **21** aufgenommen ist, mit dem Schmieröl nachgefüllt werden, ohne die gesamte Schmierölauführeinheit **20** von der Lagervorrichtung **10** zu entfernen.

**[0032]** Die äußere Umfangsfläche des Gehäusehauptkörpers **21** kann an der inneren Umfangsfläche des äußeren Ringabstandsteils **33** befestigt werden. Die äußere Umfangsfläche des Gehäusehauptkörpers **21** und der äußere Ringabstandsteil **33** können miteinander verbunden und befestigt sein, beispielsweise durch ein Klebemittel. Beispielsweise kann ein Epoxidharz als ein Klebemittel für die Bindung und Befestigung des Gehäusehauptkörpers **21** verwendet werden. Der Gehäusehauptkörper **21** (das ist, Schmierölauführeinheit **20**) kann an einem stationären Ring des Lagers **11** befestigt werden. Ein Spalt **36** kann zwischen dem Gehäusehauptkörper **21** und dem inneren Ringabstandsteil **34** vorgesehen sein.

## Betriebsweise der Lagervorrichtung

**[0033]** In der Lagervorrichtung mit dem Lager **11** und der Schmierölaufzuführeinheit **20** (siehe **Fig. 2**) kann Schmieröl vom Schmieröltank **30** zum Lager **11** unter Steuerung des Betriebs der Pumpe **29** durch die Steuereinheit **27** geführt werden.

Timing der Antriebspumpe **29** für Vorwärtsdrehung

**[0034]** Das Timing für die Zufuhr von Schmieröl aus der Schmierölaufzuführeinheit **20** zu einer Seite des Lagers **11** wird über das Timing der Antriebspumpe **29** für Vorwärtsdrehung gesteuert. Die Pumpe **29** kann angetrieben werden, um vorwärts zu drehen, beispielsweise zum Zeitpunkt, wenn eine Spannung von einem Energiespeicherteil (beispielsweise einem Kondensator) im Energiezufuhrkreis **26** eine bestimmte Spannung erreicht, wenn elektrische Energie, die durch den Energieerzeugungsteil **25** erzeugt ist, im Energiespeicherteil gespeichert ist. Um die Schmierlebensdauer des Lagers **11** zu verlängern, in welcher Schmiermittel abgedichtet ist, und die Zeitdauer bis zur Wartung zu verlängern, wird ein Intervall wie unten bevorzugt. Unter Bezugnahme auf die **Fig. 8** bis **Fig. 13** wird eine spezifische Beschreibung gegeben. In den **Fig. 8** bis **Fig. 13** gibt die Ordinate eine Spannung des Energiespeicherteils und die Abszisse die Zeit wieder. Die **Fig. 8** bis **Fig. 13** zeigen die Änderung der Spannung des Energiespeicherteils (Zustand der Ladung und Entladung) über der Zeit.

**[0035]** Wenn beispielsweise unter Bezugnahme auf **Fig. 8** der Verlauf einer Ladungs-Zeitperiode **41** bis eine Spannung des Energiespeicherteils eine Spannung (eine Spannung  $V_2$  in **Fig. 8**) erreicht, die notwendig ist, um die Pumpe **29** vorwärts zu drehen (oder ein voller Ladungszustand erreicht wird), früher ist als das Timing der Zufuhr des erforderlichen Schmieröls, wird die Pumpe **29** vorwärts gedreht aufgrund der elektrischen Leistung, die in dem Energiespeicherteil zu einem Zeitpunkt  $t_2$  gespeichert ist, mit einer vorbeschriebenen Zeitdauer für die Energiespeicherung (eine Verzögerungs-Zeitperiode **42**), die addiert wird, auch nach einem Zeitpunkt  $t_1$ , an welchem die Spannung des Energiespeicherteils die Spannung  $V_2$  erreicht (der Energiespeicherteil ist vollständig geladen) (das ist, eine Verzögerungs-Zeitdauer vom Zeitpunkt  $t_1$  zum Zeitpunkt  $t_2$  ist addiert). Auf diese Weise kann ein Intervall der Zufuhr von Schmieröl gemanagt werden, dass es länger ist als eine Zeitperiode für eine Spannung des Energiespeicherteils, um eine vorbestimmte Spannung zu erreichen (beispielsweise einen vollen Ladezustand).

**[0036]** Wie in **Fig. 8** dargestellt ist, nachdem eine Spannung des Energiespeicherteils auf eine Spannung  $V_1$  absinkt, indem die Pumpe **29** auf Drehung vorwärts angetrieben ist, wird ein Ladevorgang

erneut vorgenommen. Folglich erreicht eine Spannung des Energiespeicherteils eine vorbeschriebene Spannung (ein Zeitpunkt  $t_3$ ). Danach, nachdem die Verzögerungs-Zeitdauer, die oben beschrieben wurde, verstreicht (ein Zeitpunkt  $t_4$ ), wird die Pumpe **29** wieder vorwärts gedreht. Ein solcher Zyklus kann danach fortgesetzt werden (beispielsweise vom Zeitpunkt  $t_4$  bis zu einem Zeitpunkt  $t_6$ ).

**[0037]** Wie aus **Fig. 9** hervorgeht, kann eine Verzögerungs-Zeitdauer **42** (eine Zeitdauer vom Zeitpunkt  $t_1$  bis zum Zeitpunkt  $t_2$ ) länger gesetzt werden in Betracht einer Lebensdauer des Schmiermittels, welches ursprünglich im Lager **11** abgedichtet ist. Wenn beispielsweise ein Lager des Typs mit abgedichtetem Schmiermittel als Lager **11** verwendet wird, kann eine ausreichende Schmierung durch das im Lager **11** abgedichtete Schmiermittel bei einem anfänglichen Betriebszustand sichergestellt werden. Deshalb kann, wie aus **Fig. 9** hervorgeht, eine erste Zufuhr von Schmieröl nach Verlauf einer Schmierlebensdauer (beispielsweise 20.000 Stunden) gestartet werden, die durch das im Lager **11** abgedichtete Schmiermittel gewährleistet wird. Jegliches Timing, wie etwa ein Zeitpunkt, bei dem eine Ladespannung des Energiespeicherteils einen bestimmten Wert erreicht oder ein Zeitpunkt, bei welchem eine Ausgangsspannung vom thermoelektrischen Element **24** einen bestimmten Wert erreicht, kann als ein Zeitpunkt für den Start des Betriebs der Lager **11** gewählt werden.

**[0038]** In diesem Fall kann die Verzögerungs-Zeitdauer **42** beispielsweise so eingestellt werden, dass eine Zeitdauer vom Start des Betriebs bis zum Zeitpunkt  $t_2$  einer Schmierungslebensdauer **43** des Schmiermittels vergleichbar ist. Für die Bestimmung des Zeitpunkts  $t_2$  kann die Zeit seit dem Zeitpunkt des Starts des Betriebs mit einer Timerfunktion des Steuerkreises **27** gezählt werden und der Zeitpunkt des Ablaufs der Schmierungslebensdauer **43** kann als Zeitpunkt  $t_2$  eingestellt werden. Eine Verzögerungs-Zeitdauer in einem zweiten Zyklus oder später (eine Zeitperiode zwischen dem Zeitpunkt  $t_3$  und dem Zeitpunkt  $t_4$  oder eine Zeitdauer zwischen Zeitpunkt  $t_5$  und Zeitpunkt  $t_6$ ) kann kürzer eingestellt sein als die erste Verzögerungs-Zeitperiode **42** auch in Betracht eines Zustands der Verwendung der Lagervorrichtung, da sich das Basisöl des Schmiermittels im Lager **11** beträchtlich verringert haben kann. Aufgrund Verzögerung der ersten Zufuhr des Schmieröls kann die Lebensdauer des Lagers **11** und eine Zeitperiode bis zur Wartung verlängert werden.

**[0039]** Wie aus **Fig. 10** hervorgeht, kann ein Intervall des Abflusses des Schmieröls (ein Betriebsintervall der Pumpe **29**) nach Maßgabe einer Zeitdauer gesteuert werden, bis der Energiespeicherteil vollständig geladen ist. Beispielsweise kann das Laden und Entladen des Energiespeicherteils wiederholt werden und die Pumpe **29** kann jede vorgeschriebene Anzahl

von Zyklen des Ladens und Entladens vorwärts gedreht werden. Speziell am Zeitpunkt  $t_1$ , Zeitpunkt  $t_2$  und den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$  in der **Fig. 10** wird lediglich eine Entladung von dem Energiespeicherteil zu einem Widerstand durchgeführt und die Pumpe **29** wird nicht angetrieben. Am Zeitpunkt  $t_4$ , an welchem der Energiespeicherteil vollständig geladen ist (eine Spannung des Energiespeicherteils erreicht die Spannung  $V_2$ ) im vierten Lade- und Entladezyklus, wird die Pumpe **29** nach vorwärts gedreht. Durch Antrieb der Pumpe **29** mit Drehung vorwärts bei jeder vorbeschriebenen Anzahl von Lade- und Entladezyklen, kann ein Intervall für die Zuführung des Schmieröls länger eingestellt werden.

**[0040]** Der Energieerzeugungsteil **25** der Schmierölzuführeinheit **20** erzeugt elektrische Energie unter Verwendung einer Temperaturdifferenz zwischen dem Innenring **14** und dem Außenring **13** des Lagers **11**. Somit wird bei einem solchen Betriebszustand, bei dem eine Temperatur des Innenrings **14** des Lagers **11** relativ hoch ist, eine Temperaturdifferenz zwischen dem Innenring **14** und dem Außenring **13** groß und folglich erhöht sich der Betrag an elektrischer Energieerzeugung pro Zeiteinheit durch den Energieerzeugungsteil **25**. Deshalb ist eine Zeitdauer für die Ladung des Energiespeicherteils in dem Energiezuführkreis **26** kürzer. In Kontrast hierzu ist dann, wenn eine Differenz in der Temperatur zwischen dem Innenring **14** und dem Außenring **13** des Lagers **11** nicht so groß ist, der Betrag an elektrischer Stromerzeugung pro Zeiteinheit durch den Energieerzeugungsteil **25** gering. Somit ist eine Zeitdauer für die Ladung des Energiespeicherteils in dem Energiezuführkreis **26** länger.

**[0041]** Wenn man entsprechend der oben beschriebenen **Fig. 10** von einem Beispiel ausgeht, in welchem eine Temperaturdifferenz zwischen Innenring **14** und Außenring **13** groß ist, zeigt **Fig. 11** ein Beispiel, bei welchem eine Temperaturdifferenz zwischen Innenring **14** und Außenring **13** des Lagers **11** relativ kleiner als in dem in **Fig. 10** dargestellten Beispiel ist und infolgedessen ist eine Ladungs-Zeitdauer länger. Basierend auf einem Vergleich zwischen den **Fig. 10** und **Fig. 11** ergibt sich, dass die Zeitdauer **41** für die Ladung (beispielsweise eine Zeitdauer vom Start der Ladung bis zum Zeitpunkt  $t_1$ ) länger im Diagramm gemäß **Fig. 11** ist. Wenn der Ladungs- und Entladungszyklus verwendet wird für die Bestimmung eines Intervalls des Antriebs der Pumpe gemäß **Fig. 10**, variiert ein Intervall der Zufuhr von Schmiermittel abhängig von einer Temperaturdifferenz zwischen dem Innenring **14** und dem Außenring **13** des Lagers **11**.

**[0042]** Generell gilt, dass dann, wenn ein Zustand für die Schmierung im Lager **11** zufriedenstellend ist, die Temperaturerhöhung in der Innenseite des Lagers **11** relativ klein ist und ein langes Intervall der Zufuhr von

Schmieröl kein Problem bereitet. Wenn ein Zustand für die Schmierung im Inneren des Lagers **11** nicht zufriedenstellend ist, ist die Temperaturerhöhung im Inneren des Lagers **11** relativ groß und ein Intervall der Zufuhr des Schmieröls ist vorzugsweise kürzer.

**[0043]** Wenn somit elektrische Stromerzeugung basierend auf einer Temperaturdifferenz zwischen Innenring **14** und Außenring **13** des Lagers **11** verwendet wird, wird ein Intervall der Zufuhr des Schmieröls automatisch abhängig von einer Last im Lager **11** variiert, so dass ein Zustand für die Schmierung im Inneren des Lagers **11** jeweils in zufriedenstellender Weise aufrechterhalten wird. Unter der Steuerung gemäß den **Fig. 10** und **Fig. 11** wird Ladung und Entladung wiederholt, bis die Pumpe **29** in Vorwärtsdrehung angetrieben wird. Somit kann Intervall des Antriebs der Pumpe **29** für die Vorwärtsdrehung gestaltet werden basierend auf der Anzahl der Zeiten der Ladung und Entladung.

**[0044]** Wie beispielsweise in **Fig. 12** dargestellt, kann ein Intervall des Antriebs der Pumpe **29** derart gehandhabt werden, dass ein Zyklus wiederholt wird, dass die Pumpe **29** angetrieben wird, um nach vorwärts zu drehen (Zeitpunkt  $t_1$ ), danach wird achtmal die Ladung und Entladung wiederholt und die Pumpe **29** wird in Vorwärtsdrehung angetrieben, wenn eine volle Ladung beim neunten Male (Zeitpunkt  $t_2$ , wenn die Spannung  $V_2$  erreicht wird) erreicht wird.

**[0045]** Wenn eine Zeitdauer bis zur vollen Ladung beim Laden des Energiespeicherteils kurz ist, ist davon auszugehen, dass eine Temperaturdifferenz zwischen dem Außenring **13** und dem Innenring **14** im Lager groß ist (eine Temperatur des Innenrings ist hoch). In Kontrast hierzu gilt, wenn eine Zeitperiode bis zur vollen Ladung lang ist, dass eine Temperatur des Innenrings relativ geringer als im oben beschriebenen Beispiel ist. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass ein Schmierzustand im Inneren des Lagers **11** im Allgemeinen dazu tendiert, nicht so gut zu sein, wenn eine Ladungs-Zeitperiode relativ kurz ist, und ein Zustand der Schmierung im Inneren des Lagers **11** im Allgemeinen gut ist, wenn eine Ladungs-Zeitdauer lang ist. Durch Zählung der Zeit bis zur vollen Ladung kann die Änderung des Schmierzustands im Inneren des Lagers **11** indirekt abgeschätzt werden ohne Vorhandensein einer Vorrichtung wie eines Temperatursensors im Lager **11**. Für eine solche Abschätzung kann die Relation zwischen einer Zeitdauer bis zur vollen Ladung und einem Schmierzustand im Inneren des Lagers **11** beispielsweise durch Testversuche ermittelt werden. In diesem Falle ändert sich die Relation zwischen einer Zeitdauer und einem Schmierzustand im Inneren des Lagers **11** abhängig von der Drehgeschwindigkeit des Lagers **11**, der Größe der Belastung und des Betrags an Vorbelastung.



**[0046]** Basierend auf einem Vergleich zu einem Beispiel, bei dem die Pumpe **29** angetrieben wird, und einem Beispiel, in welchem der Energiesteuerteil in einfacher Weise unter Verwendung eines Widerstands entlädt, kann die Absenkung in der Spannung in dem Energiespeicherteil größer sein, als wenn die Pumpe angetrieben wird. Wie beispielsweise in **Fig. 13** dargestellt ist, einem Beispiel, bei welchem eine Spannung des Energiespeicherteils sich auf eine Spannung V1 absenkt, wenn die Pumpe **29** am Zeitpunkt t1 oder dem Zeitpunkt t2 angetrieben wird, wobei eine Spannung des Energiespeicherteils auf eine Spannung V3 absinkt, wenn der Energiespeicherteil in einfacher Weise durch Verwendung eines Widerstands entlädt, wird hierbei betrachtet. Hierbei ist die Spannung V1 geringer als die Spannung V3. In diesem Falle, mit einer Spannung V4 zwischen der Spannung V1 und der Spannung V3, gesetzt als Schwellwert, kann, wenn eine Spannung des Energiespeicherteils auf eine Spannung gleich oder geringer als der Schwellwert absinkt, das Timing des Absenkens der Spannung (beispielsweise Zeitpunkt t1 oder Zeitpunkt t2) und eines Spannungswerts (Spannung V1) im Steuerkreis **27** gespeichert werden. Information für spezifische Zeit und Daten kann als Information für das Timing verwendet werden.

**[0047]** Zeitperiode, während die Pumpe **29** in Vorwärtsdrehung angetrieben wird

**[0048]** Der Betrag der Zuführung von Schmieröl von der Schmierölaufzuführeinheit **20** ins Innere des Lagers **11** wird gesteuert als eine Zeitdauer, während welcher die Pumpe **29** in Vorwärtsdrehung angetrieben wird. Die Zeitdauer, während welcher die Pumpe **29** in Vorwärtsdrehung angetrieben wird, wird durch den Steuerkreis **27** gesteuert, beispielsweise basierend auf einer Zeitdauereinstellung im Voraus, wie oben beschrieben.

**[0049]** Der Steuerkreis **27** steuert somit geeignet das Timing und eine Zeitperiode des Antriebs in Verbindung mit dem Antrieb der Pumpe, um nach vorwärts zu drehen, so dass ein Schmiermittelzustand im Inneren des Lagers **11** in stets zufriedenstellender Weise aufrechterhalten werden kann.

**[0050]** Während die Pumpe **29** angetrieben wird, um nach vorwärts zu drehen, strömt das Schmieröl, welches mit einem Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert für das Sperrventil **80** aufgebracht wird, von der Pumpe **29** in das Auslassrohr **32**, so dass das Sperrventil **80** geöffnet wird und Schmieröl in das Innere des Lagers **11** durch das Auslassrohr **32** geführt wird. Wenn die Pumpe **29** nicht angetrieben wird, um nach vorwärts zu drehen, strömt das Schmieröl, auf dem ein Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert für das Sperrventil **80** ansteht, nicht in das Auslassrohr **32** und das Sperrventil **80** ist geschlossen. Auf diese Weise wird die Zufuhr zum Inneren des La-

gers **11** des Schmieröls, welches in der Anzahl der Räume in der Pumpe **29** verbleibt und im Auslassrohr **32** oberhalb des Sperrventils **80**, wenn der Antrieb der Pumpe **29** in Drehung vorwärts gestoppt wird, durch das Sperrventil **80** unterdrückt, da ein Druck gleich oder größer als der Referenzwert nicht auf das Schmieröl aufgebracht ist. Der Strom des Schmieröls in das Innere des Lagers **11**, welches in der Düse **37** und im Auslassrohr **32**, welches stromabwärts des Sperrventils **80** angeordnet ist, verbleibt, wenn der Antrieb der Pumpe **29** für eine Drehung nach vorwärts gestoppt ist, wird unterdrückt, da das Sperrventil **80** geschlossen ist.

**[0051]** Wenn die Pumpe **29** keinen Betrieb der Drehung nach vorwärts ausführt, wird das Schmieröl, welches in der Pumpe **29**, dem Auslassrohr **32** und der Düse **37** bleibt, nicht in das Innere des Lagers **11** geführt. Somit kann durch Steuerung der Zeitdauer, in welcher die Pumpe **29** in Vorwärtsrichtung gedreht wird, die Menge an Zufuhr des Schmieröls von der Schmierölaufzuführeinheit **20** in das Innere des Lagers **11** genau gesteuert werden. In anderen Worten kann nach Maßgabe der Schmierölaufzuführeinheit **20** eine Menge des Schmieröls, welches im Schmieröltank **30** verbleibt, akkurat abgeschätzt werden, basierend auf der Zeitdauer, während die Pumpe angetrieben wird, um vorwärts zu drehen. Bevor somit das Schmieröl im Schmieröltank **30** ausläuft, kann der Schmieröltank **30** mit Schmieröl gefüllt oder der Schmieröltank **30** mit Schmieröltank **30**, der mit Schmieröl gefüllt ist, ersetzt werden. Folglich kann die Schmierölaufzuführeinheit **20** und die Lagervorrichtung **10** in einer stabilen Weise über lange Zeitdauer betrieben werden.

#### Modifikation

**[0052]** Eine Modifikation der Schmierölaufzuführeinheit und der Lagervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird nunmehr unter Bezugnahme auf die **Fig. 5** bis **Fig. 7** beschrieben. Obgleich die Schmierölaufzuführeinheit und die Lagervorrichtung in den **Fig. 5** bis **Fig. 7** grundsätzlich ähnlich im Aufbau zur Schmierölaufzuführeinheit **20** und der Lagervorrichtung **10** (siehe **Fig. 2**) gemäß den **Fig. 1** bis **Fig. 4** ist, sind diese im Aufbau bezüglich des Energieerzeugungsteils **25**, Steuerkreises **27** und des Antriebskreises **28** unterschiedlich.

**[0053]** Das thermoelektrische Element **24** des Energieerzeugungsteils **25** kann angeordnet sein, um die Wärmeleiter **23** zu verbinden, die am inneren Ringabstandsteil **34** und äußeren Ringabstandsteil **33** zueinander angeordnet sind. Das thermoelektrische Element **24** befindet sich in Kontakt mit der inneren Umfangsfläche des äußeren Ringabstandsteils **33**. Das thermoelektrische Element **24** ist mit dem Energiezuführkreis **26** durch eine Leitung **81** verbunden. Ein Temperaturunterschied zwischen dem Außenring **13** und dem Innenring **14** des Lagers wird als solches

erzeugt und eine Temperaturdifferenz zwischen den gegenüberliegenden Endflächen des thermoelektrischen Elements **24** wird erzeugt, welche zwischen dem äußeren Ringabstandsteil **33** und dem Wärmeleiter **23** angeordnet ist. Folglich kann das thermoelektrische Element **24** elektrische Energie aufgrund des Seebeck-Effekts erzeugen. Ein Kondensator **82**, welcher Ladungen speichern kann, die durch den Energieerzeugungsteil **25** erzeugt ist, kann ferner zusätzlich am Energiezufuhrkreis **26** vorgesehen sein. Der Kondensator **82** ist vorgesehen, um elektrische Energie bzw. Strom der Pumpe **29** zuzuführen. Die Ladung und Entladung des Kondensators **82** wird durch einen Antriebssteuerkreis gesteuert.

**[0054]** Ein Antriebssteuerkreis **27**, **28** ist durch Integration des Steuerkreises **27** und des Antriebskreises **28** gemäß **Fig. 1** in einen Kreis vorgesehen. Der Antriebssteuerkreis **27**, **28** kann eine Betriebsweise der Pumpe **29** steuern, indem Ladung und Entladung des Kondensators **82** gesteuert wird.

**[0055]** Hierbei weist die Schmierölauführeinheit gemäß den **Fig. 5** bis **Fig. 7** ein Sperrventil **80** auf, welches es dem Schmieröl erlaubt, auf welchem ein Auslassdruck nicht kleiner als der Bezugswert aufgebracht wird, um durch das Auslassrohr **32** und die Düse **37** (Zuführpfad) zu strömen und verhindert das Schmieröl daran, auf welches ein Auslassdruck kleiner als der Referenzwert aufgebracht wird, durch das Auslassrohr **32** und die Düse **37** (Zuführpfad) zu strömen und es kann ein Effekt ähnlich der Schmierölauführeinheit gemäß den **Fig. 1** bis **Fig. 4** erreicht werden.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

**[0056]** Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel einer Schmierölauführeinheit beschrieben. Obgleich die Schmierölauführeinheit gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel grundsätzlich ähnlich im Aufbau der Schmierölauführeinheit **20** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, ist es unterschiedlich, dass die Pumpe **29** (siehe **Fig. 1**) angetrieben wird, in einer entgegengesetzten Richtung zu drehen, wenn die Lagervorrichtung angetrieben wird.

**[0057]** Wie aus **Fig. 4** hervorgeht, kann der Innenrotor **90** und der Außenrotor **91** der Pumpe **29** in einer zweiten Drehrichtung **R2** entgegengesetzt zur ersten Drehrichtung **R1** (in einer umgekehrten Richtung) gedreht werden. Wenn der Innenrotor **90** in der zweiten Drehrichtung **R2** dreht, dreht der Außenrotor **91** in der zweiten Richtung **R2** aufgrund des Zusammenwirkens mit dem Innenrotor **90**. Wenn der Innenrotor **90** und der Außenrotor **91** in der umgekehrten Richtung drehen, verändert sich ein Volumen eines jeden der Anzahl der Räume.

**[0058]** Verschiedene Parameter, die mit einem reversierten Rotationsbetrieb der Pumpe **29** verknüpft sind, wie etwa das Timing für den Antrieb der reversierten Drehung (ein Intervall vom Stopp der Vorwärtsdrehung bis zum Start des reversierten Drehbetriebs) und eine Zeitdauer des Antriebs für die reversierte Drehung kann im Voraus durch den Steuerkreis **27** eingestellt werden. Der Antriebskreis **28** kann den Innenrotor **90** und den Außenrotor **91** der Pumpe **29** in der zweiten Richtung **R2** (in der reversierten Richtung) drehen.

**[0059]** Die Pumpe **29** ist für den Auslass des Schmieröls vorgesehen, welches im Inneren der Pumpe **29** zurückbleibt (ein Raum, der zwischen dem Innenrotor **90** und dem Außenrotor **91** vorgesehen ist), um den Schmieröltank **30** durch das Saugrohr **31** aufgrund der Drehung des Innenrotors **90** und des Außenrotors **91** in der zweiten Richtung **R2** (in der reversierten Richtung) auszulassen. Falls Fremtteile in das Innere der Pumpe **29** aufgrund der betriebsmäßigen Vorwärtsdrehung Drehung der Pumpe **29** angesaugt werden, können diese zum Schmieröltank **30** durch das Auslassrohr **31** aufgrund der reversierten Drehbetätigung der Pumpe **29** geführt werden. Da kein Schmieröl, auf welches ein Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert aufgebracht wird, dem Auslassrohr **32** zugeführt wird, während die Pumpe **29** in der reversierten Richtung dreht, ist das Auslassrohr **32** durch das Sperrventil **80** geschlossen. Somit kann die Schmierölauführeinheit **20** die Ansaugung von Gas in das Lager **11** in die Innenseite der Pumpe **29** durch das Auslassrohr **32** unterdrücken.

**[0060]** Timing zum Antrieb der Pumpe **29** zur Drehung in umgekehrter Richtung und Zeitdauer des Antriebs zur Drehung in umgekehrter Richtung

**[0061]** Das Timing für den Antrieb der Pumpe **29**, um in der umgekehrten Richtung zu drehen, und eine Zeitdauer des Antriebs zur Drehung in der reversiblen Richtung können willkürlich im Voraus eingestellt werden. Beispielsweise kann die Pumpe **29** eingestellt werden, um prompt in der reversiblen Richtung betrieben zu werden nach einer Zeitdauer, während welcher der Antrieb der Pumpe in Vorwärtsrichtung vorbei und die Pumpe gestoppt ist. Beispielsweise kann die Pumpe **29** für einen Antrieb in der reversiblen Richtung angetrieben werden infolge des Antriebs für eine Vorwärtsdrehung an den Zeitpunkten **t2**, **t4** und **t6** gemäß **Fig. 8** oder **Fig. 9**. Die Pumpe **29** kann angetrieben werden, um in der reversiblen Richtung in Aufeinanderfolge des Antriebs in die Vorwärtsrichtung an den Zeitpunkten **t1**, **t2** und **t4** gemäß den **Fig. 10** bis **Fig. 13** angetrieben werden.

**[0062]** Die Pumpe **29** kann eingestellt werden, um prompt den Antrieb für die Vorwärtsdrehung nach einer Zeitspanne aufzunehmen, wenn der Antrieb für die reversible Drehung vorbei ist und die Pumpe ge-

stoppt ist. Beispielsweise kann die Pumpe **29** angetrieben sein, um in Vorwärtsrichtung zu drehen infolge des Antriebs in Vorwärtsrichtung und des Antriebs für eine reversible Drehung an den Zeitpunkten  $t_2$ ,  $t_4$  und  $t_6$  gemäß den **Fig. 8** oder **Fig. 9**. Die Pumpe **29** kann angetrieben sein, um nach vorne zu drehen in Aufeinanderfolge eines Antriebs für die Vorwärtsdrehung und Rückwärtsdrehung an den Zeitpunkten  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_4$  gemäß den **Fig. 10** und **Fig. 13**. In anderen Worten kann die Schmierölaufzufuhr **20** eingestellt werden, um einen Betrieb auszuführen, um eine vorgegebene Menge an Schmieröl in das Innere des Lagers **11** in einer Reihe von Vorgängen zu führen, in welchen der Antrieb für die Vorwärtsdrehung und der Antrieb für die Rückwärtsdrehung der Pumpe **29** alternativ wiederholt werden.

**[0063]** Das Timing für den Antrieb der Pumpe **29**, um in die umgekehrte Richtung zu drehen, kann eingestellt werden, beispielsweise für das Timing, wenn eine Neigung der Erhöhung im Wert eines Stroms, der vom Antriebskreis **28** der Pumpe **29** geführt wird, festgestellt wird. Eine derartige Erhöhung im Wert des Stromes erfolgt beispielsweise, wenn Fremtteile sich im schmalen Spalt  $S$  (siehe **Fig. 4**) festsetzen, der zwischen dem Innenrotor **90** und dem Außenrotor **91** der Pumpe **29** vorhanden ist. Durch Antrieb der Pumpe **29**, um diese in reversibler Richtung nach einer Erhöhung im Wert des Stromes zu drehen, der vom Antriebskreis **28** zur Pumpe **29** festgestellt wird, können Fremtteile eliminiert werden. In diesem Fall beinhaltet der Steuerkreis **27** beispielsweise ein Messelement, welches einen Stromwert messen kann und ein Bestimmungselement, welches die Neigung der Zunahme im Wert des durch das Messelement gemessenen Stromes ermitteln kann. Die Pumpe **29** wird angetrieben, um in der reversiblen Richtung aufgrund des zwischengeschalteten Antriebskreises **28** zu drehen, beispielsweise wenn die Neigung der Zunahme des Stromwertes durch das Bestimmungselement des Steuerkreises **27** ermittelt wird.

**[0064]** Auf diese Weise beinhaltet die Schmierölaufzufuhr nach Maßgabe des zweiten Ausführungsbeispiels eine Pumpe **29**, die einen Betrieb mit Vorwärtsdrehung und einen Betrieb mit reversibler Drehung durchführen kann. Dadurch kann die Schmierölaufzufuhr Fremtteile, die in das Schmieröl in der Pumpe **29** zugeführt sind, aus der Pumpe **29** durch die umgekehrte Drehung der Pumpe **29** entfernen. Deswegen kann die Schmierölaufzufuhr nach Maßgabe des zweiten Ausführungsbeispiels Schmieröl dem Lager **11** in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode mit hoher Verlässlichkeit zuführen. Da die Schmierölaufzufuhr nach Maßgabe des zweiten Ausführungsbeispiels ein Sperrventil **80** beinhaltet, kann ein Effekt bewerkstelligt werden, ähnlich dem der Schmierölaufzufuhr nach Maßgabe des ersten Ausführungsbeispiels.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

**[0065]** Eine Lagervorrichtung nach einem dritten Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der **Fig. 14** beschrieben. In **Fig. 14** gibt die Ordinate eine Spannung des Energiespeicherteils und die Abszisse die Zeit wieder. Obgleich die Lagervorrichtung nach Maßgabe des dritten Ausführungsbeispiels prinzipiell ähnlich im Aufbau der Lagervorrichtung im ersten Ausführungsbeispiel ist, ist es unterschiedlich, dass die Zufuhr des Schmieröls gestartet wird, bevor eine Schmierungslebensdauer für das im Voraus im Lager **11** abgedichtete Schmiermittel abläuft. Speziell kann die Lagervorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel gesteuert werden, um zuerst die Zufuhr des Schmieröls zu starten, nachdem die Schmierungslebensdauer des Schmiermittels, welches im Lager **11** abgedichtet ist, abläuft, wie in **Fig. 9** dargestellt ist. Im Gegensatz hierzu ist die Lagervorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel derart gesteuert, um die erste Zuführung von Schmieröl zu starten, bevor die Schmierungslebenszeit des im Lager **11** abgedichteten Schmiermittels abläuft, wie in **Fig. 14** dargestellt ist.

**[0066]** In diesem Falle ist die Verzögerungs-Zeitdauer **42** derart eingestellt, dass der Zeitpunkt  $t_2$ , wenn die Pumpe **29** angetrieben wird, innerhalb der Schmierungslebensdauer **43** des Schmiermittels liegt. Die Verzögerungs-Zeitperiode **42** wird beispielsweise eingestellt, derart, dass der Zeitpunkt  $t_2$ , wenn die Pumpe **29** angetrieben ist, unmittelbar vor der Schmierungslebensdauer **43** des Schmiermittels liegt. Die Verzögerungs-Zeitdauer **42** kann basierend auf ein Ergebnis eines Testes eingestellt werden, um im Voraus eine Zeitdauer zu prüfen, die erforderlich ist, bis der Energiespeicherteil vollständig geladen ist und ein Stand der Schmierung durch das im Lager **11** abgedichtete Schmiermittel erreicht wird.

**[0067]** Da die Schmierölaufzufuhr gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel gesteuert wird, um die erste Zufuhr des Schmieröls zu starten, bevor die Schmierungslebensdauer des im Lager **11** abgedichteten Schmiermittels abläuft, kann das Lager **11** verlässlicher gegen ein Fressen geschützt werden. Da die Schmierölaufzufuhr gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ein Sperrventil **80** beinhaltet, kann ein Effekt ähnlich dem der Schmierölaufzufuhr gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erreicht werden.

**[0068]** Obgleich eine Trochoid-Pumpe als Pumpe **29** in der Schmierölaufzufuhr und der Lagervorrichtung gemäß dem ersten bis zum dritten Ausführungsbeispiel vorgesehen ist, kann auch eine andere Rotationspumpe verwendet werden. Beispielsweise kann die Pumpe **29** eine Zentrifugenpumpe sein. In diesem Fall beinhaltet die Pumpe ein Laufrad als ein Rotationssteil und Einhausung (ein Gehäuse) als ein festste-

hendes Teil. Das Laufrad kann in der ersten Richtung (vorwärts) drehen. Vorzugsweise kann das Laufrad in der zweiten Richtung (in der reversiblen Richtung) drehen. Ein schmaler Spalt kann zwischen dem Laufrad und der Einhausung im Inneren der Zentrifugalpumpe vorgesehen sein. Deswegen ist die Zentrifugalpumpe derart vorgesehen, dass das Laufrad der Pumpe in der reversiblen Richtung für die Schmierölzuführeinheit und die Lagervorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel geeignet ist.

**[0069]** Charakteristische Merkmale der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden aufgelistet, obgleich einige sozusagen die obige Beschreibung duplizieren.

**[0070]** Die Schmierölzuführeinheit **20** gemäß dem ersten bis dritten Ausführungsbeispiel beinhaltet einen Aufnahmeteil (Schmieröltank **30**, welcher Schmieröl hält, welches dem Inneren des Lagers **11** zugeführt ist) und einen Zuführteil (Antriebskreis **28**, Pumpe **29**, Auslassrohr **32** und Düse **37**), welche Schmieröl in das Innere des Lagers vom Halteteil führt. Der Zuführteil beinhaltet eine Pumpe **29**, die vorgesehen ist, um Schmieröl aus dem Aufnahmeteil anzusaugen und einen Auslassdruck nicht kleiner als einen Referenzwert auf das Schmieröl zu geben, die Zuführpfad (Auslassrohr **32** und Düse **37**), welche mit der Pumpe **29** verbunden ist und sich in das Innere des Lagers **11** erstreckt, sowie einen Regulationsteil (Sperrventil **80**), welcher eine Strömung des Schmieröls, dem ein Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzwert aufgegeben ist, durch den Zuführpfad strömen lässt und das Schmieröl daran hindert, auf welches ein Auslassdruck kleiner als der Referenzwert aufgebracht ist, durch den Zuführpfad zu strömen.

**[0071]** Der Regulationsteil kann auf diese Weise verhindern, dass Schmieröl, dem ein Auslassdruck kleiner als der Referenzwert aufgegeben ist, durch den Zuführpfad strömt. Deswegen kann Schmieröl, welches in der Pumpe **29** zurückbleibt, wenn die Pumpe **29** gestoppt wird, daran gehindert werden, aus dem Zuführpfad zu gelangen und zum Inneren des Lagers zugeführt werden. Das Schmieröl kann zum Inneren des Lagers **11** nur dann geführt werden, wenn die Pumpe **29** angetrieben ist. Folglich kann eine Menge des Schmieröls, welches im Aufnahmeteil zurückbleibt, akkurat von einer Zeitdauer geschätzt werden, während der die Pumpe **29** angetrieben wird, und der Halteteil kann mit dem Schmieröl gefüllt werden, bevor das Schmieröl im Aufnahme- bzw. Halteteil zu Ende geht. Die Schmierölzuführeinheit kann auf diese Weise in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode betrieben werden.

**[0072]** Das Sperrventil **80**, welches im Zuführpfad vorgesehen ist, wird vorzugsweise als Regulationsteil

verwendet. Das Regulationsteil kann auf diese Weise in seiner Größe reduziert werden.

**[0073]** Bei der Schmierölzuführeinheit gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann die Pumpe **29** ein Drehteil (Innenrotor **90**, Außenrotor **91** und das Laufrad) beinhalten, welche in der ersten Richtung R1 und der zweiten Richtung R2 entgegengesetzt zu der ersten Richtung R1 drehen und die Pumpe ist vorgesehen, um Schmieröl aus dem Aufnahmeteil anzusaugen, um Schmieröl zum Zuführpfad infolge eines Rotationsbetriebs des Rotationsteils in der ersten Richtung zu lassen. Die Pumpe **29** kann das Rotationsteil rotatorisch in der zweiten Richtung betreiben, wenn das Rotationsteil stoppt, um rotatorisch in der ersten Richtung zu arbeiten. Auf diese Weise können Fremtteile, die in das Schmieröl eingeführt sind, daran gehindert werden, sich im schmalen Spalt S (siehe **Fig. 4**) festzusetzen, der in der Pumpe **29** vorgesehen ist. Folglich kann die Schmierölzuführeinheit in einer stabilen Weise über eine lange Zeitdauer betrieben werden.

**[0074]** Die Pumpe **29** beinhaltet einen Rotationsteil, welcher in der ersten Richtung und in der zweiten Richtung entgegengesetzt zur ersten Richtung drehen kann, und die Pumpe ist vorgesehen, um Schmieröl aus dem Aufnahmeteil anzusaugen, um das Schmieröl zum Zuführpfad infolge eines Rotationsbetriebs des Rotationsteils in der ersten Richtung auszulassen. Die Pumpe **29** beinhaltet ferner einen Antriebsteil, welcher den Rotationsteil betreibt, und die Pumpe kann den Rotationsteil rotatorisch in der zweiten Richtung betreiben, wenn ein Stromwert des Antriebsteils einen Schwellwert übersteigt. Fremtteile, die im schmalen Spalt S (siehe **Fig. 4**) in der Pumpe **29** gefasst sind, können auf diese Weise aus der Pumpe **29** gefördert werden. Folglich kann die Schmierölzuführeinheit in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode arbeiten.

**[0075]** Die Lagervorrichtung gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel beinhaltet die Schmierölzuführeinheit und das Lager **11**, mit dem die Schmierölzuführeinheit verbunden ist.

**[0076]** Deshalb kann, da die Lagervorrichtung Schmieröl von der Schmierölzuführeinheit in einer stabilen Weise über eine lange Zeitperiode erhalten kann, das Lager gegen ein Festfressen über eine lange Zeitperiode geschützt werden.

**[0077]** Folglich kann die Lagervorrichtung in einer stabilen Weise über eine lange Zeitdauer betrieben werden.

**[0078]** Die Lagervorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel beinhaltet die Schmierölzuführeinheit und das Lager **11**, mit dem die Schmierölzuführeinheit verbunden ist. Das Lager **11** beinhaltet

Schmiermittel, welches vorab abgedichtet wurde. Der Zuführteil ist vorgesehen, um Schmieröl zuzuführen, bevor eine Schmierungslebensdauer des Schmiermittels abläuft. Die Lagervorrichtung kann auf diese Weise verlässlich ein Festfressen des Lagers verhindern und kann einen Betrieb des Lagers in einer stabilen Weise über eine lange Zeitdauer ermöglichen.

**[0079]** Obgleich die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung oben beschrieben wurden, können die Ausführungsbeispiele entsprechend unterschiedlich modifiziert werden. Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiel beschränkt. Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung ist maßgeblich durch den Inhalt der Ansprüche bestimmt und beinhaltet jegliche Modifikationen innerhalb des Schutzzumfangs und der Bedeutung äquivalent zu den Merkmalen der Ansprüche.

#### Industrielle Anwendbarkeit

**[0080]** Die vorliegende Erfindung ist insbesondere vorteilhaft auf eine Schmierölaufzuführeinheit anwendbar, die einen Aufnahmeteil beinhaltet, welcher Schmieröl hält, welches dem Inneren eines Lagers zugeführt wird, und einer Lagervorrichtung, die die Schmierölaufzuführeinheit beinhaltet.

#### Bezugszeichenliste

	<b>34</b>	inneres Ringabstandsteil;
	<b>35</b>	Bohrung;
	<b>36</b>	Spalt;
	<b>37</b>	Düse;
	<b>39</b>	Schraube;
	<b>41</b>	Ladungszeitdauer;
	<b>42</b>	Verzögerungs-Zeitdauer;
	<b>43</b>	Schmierungslebensdauer;
	<b>80</b>	Sperrventil;
	<b>91</b>	Innenrotor;
	<b>92</b>	Außenrotor
<b>10</b>		Lagervorrichtung;
<b>11</b>		Lager;
<b>13</b>		Außenring;
<b>14</b>		Innenring;
<b>15</b>		Wälzelement;
<b>16</b>		Halteelement;
<b>20</b>		Schmierölaufzuführeinheit;
<b>21</b>		Gehäusehauptkörper;
<b>22</b>		Deckel;
<b>23, 23a, 23b</b>		Wärmeleiter;
<b>24</b>		thermoelektrisches Element;
<b>25</b>		Energieerzeugungsteil;
<b>26</b>		Energiezuführkreis;
<b>27</b>		Steuerkreis;
<b>28</b>		Antriebskreis;
<b>29</b>		Pumpe;
<b>30</b>		Schmieröltank;
<b>31</b>		Rohr;
<b>32</b>		Auslassrohr;
<b>33</b>		äußeres Ringabstandsteil;

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2005180629 [0002]
- JP 2014037879 [0002]
- JP 2005180629 A1 [0003]
- JP 201437879 A1 [0003]

**Patentansprüche**

vor eine Schmierungslebensdauer des Schmiermittels abläuft.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

1. Schmierölaufzufuhrereinheit umfassend:

einen Aufnahmeteil, welches Schmieröl hält, welches dem Inneren eines Lagers zugeführt wird; sowie einen Zuführteil, welches Schmieröl dem Inneren des Lagers aus dem Aufnahmeteil zuführt, wobei das Zuführteil beinhaltet eine Pumpe, die vorgesehen ist, um Schmieröl aus dem Aufnahmeteil anzusaugen, und einen Auslassdruck nicht kleiner als ein Referenzwert dem Schmieröl aufzugeben, eine Zuführpfad, welche mit der Pumpe verknüpft ist und sich in das Innere des Lagers erstreckt sowie einen Regulationsteil, welcher es ermöglicht, dass Schmieröl, dem ein Auslassdruck nicht kleiner als der Referenzdruck aufgegeben ist, durch den Zuführpfad strömt und verhindert, dass Schmieröl, das einem Auslassdruck kleiner als der Referenzwert ausgesetzt ist, durch den Zuführpfad strömt.

2. Schmierölaufzufuhrereinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regulationsteil mit einem Sperrventil ausgestattet ist, welches im Zuführpfad vorgesehen ist.

3. Schmierölaufzufuhrereinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpe einen Rotationsteil aufweist, der in einer ersten Richtung und einer zweiten Richtung entgegengesetzt zur ersten Richtung drehbar ist, und dass die Pumpe vorgesehen ist, um Schmieröl zum Zuführpfad auszulassen infolge eines Rotationsbetriebs des Rotationsteils in der ersten Richtung und dass die Pumpe den Rotationsteil rotatorisch in der zweiten Richtung betätigt, sobald der Rotationsteil stoppt, um in der ersten Richtung rotatorisch betrieben zu sein.

4. Schmierölaufzufuhrereinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpe ein Rotationsteil aufweist, welches in einer ersten Richtung und in einer zweiten Richtung entgegengesetzt zur ersten Richtung drehbar ist, und dass die Pumpe vorgesehen ist, um Schmieröl aus dem Aufnahmeteil anzusaugen, um Schmieröl zum Zuführpfad zu führen infolge eines Rotationsbetriebs des Rotationsteils in der ersten Richtung und dass die Pumpe weiterhin einen Antriebsteil aufweist, welcher den Rotationsteil antreibt, und dass die Pumpe den Rotationsteil rotatorisch in der zweiten Richtung betätigt, wenn ein Stromwert des Antriebsteils einen Schwellwert übersteigt.

5. Lagervorrichtung umfassend:

die Schmierölaufzufuhrereinheit gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, und dass das Lager, mit dem die Schmierölaufzufuhrereinheit verbunden ist, im Voraus abgedichtetes Schmiermittel enthält, und dass der Zuführteil vorgesehen ist, um Schmieröl zuzuführen, be-

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

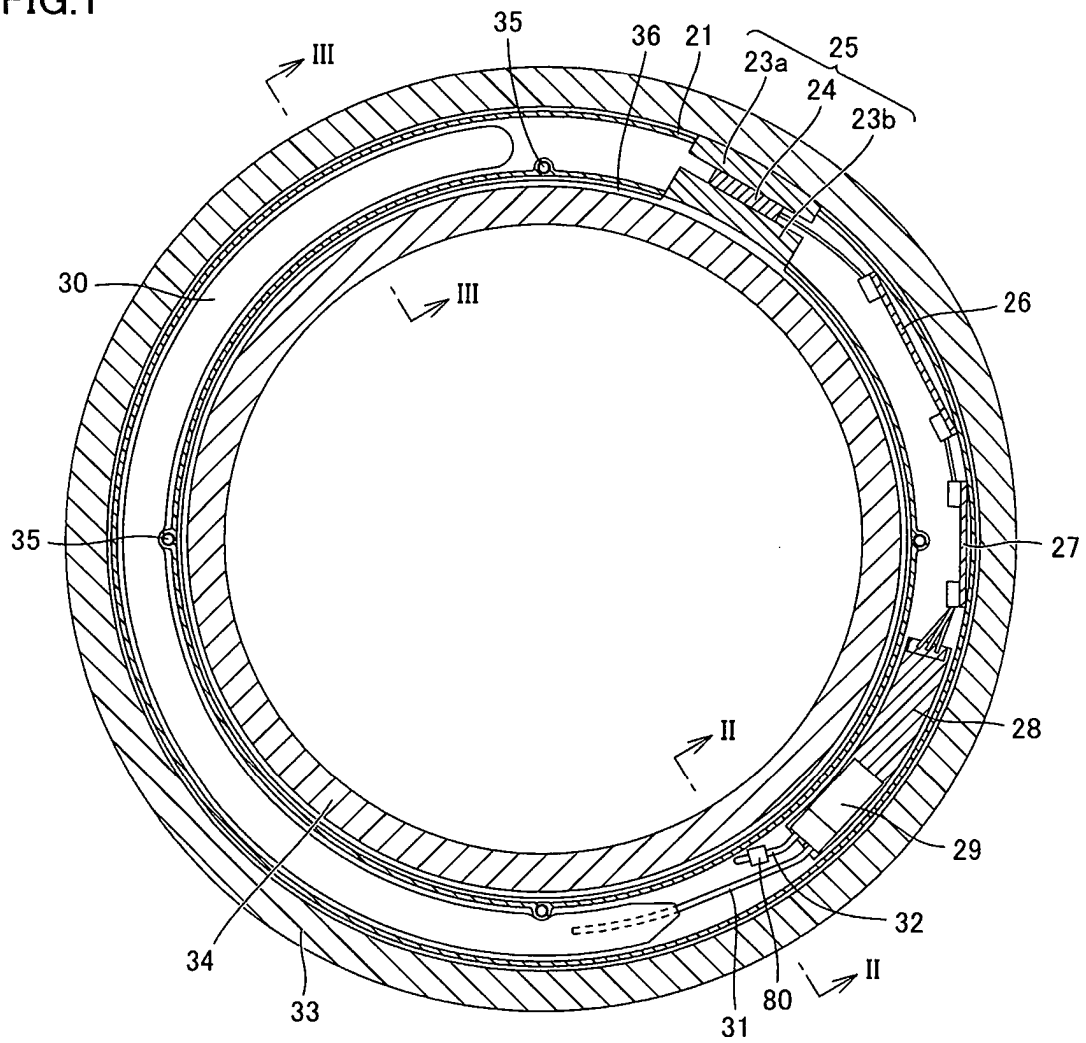




FIG.2

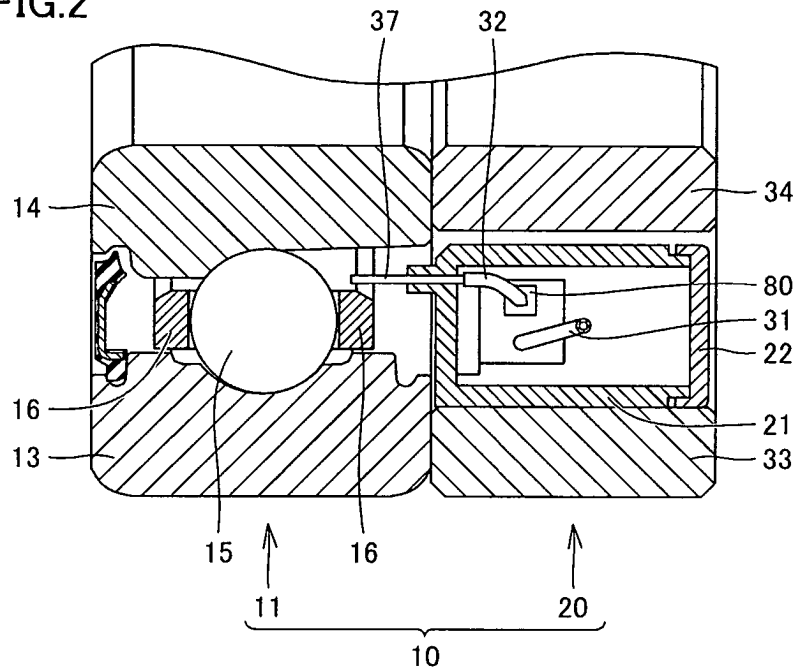


FIG.3

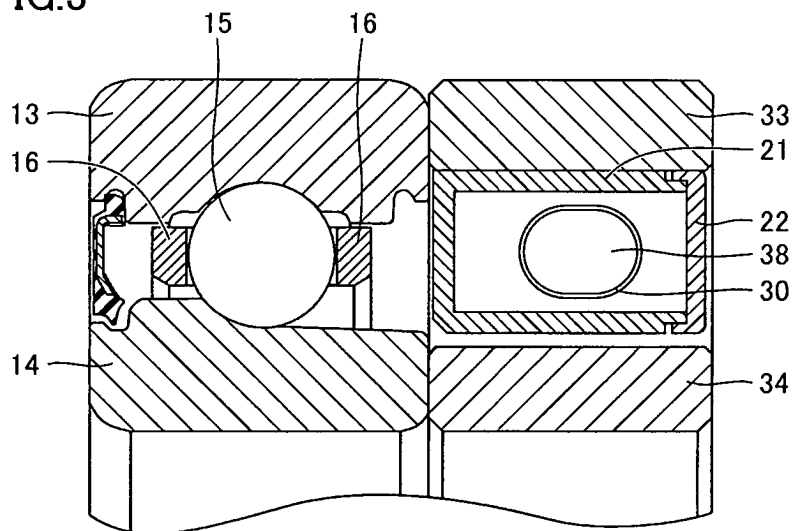


FIG.4

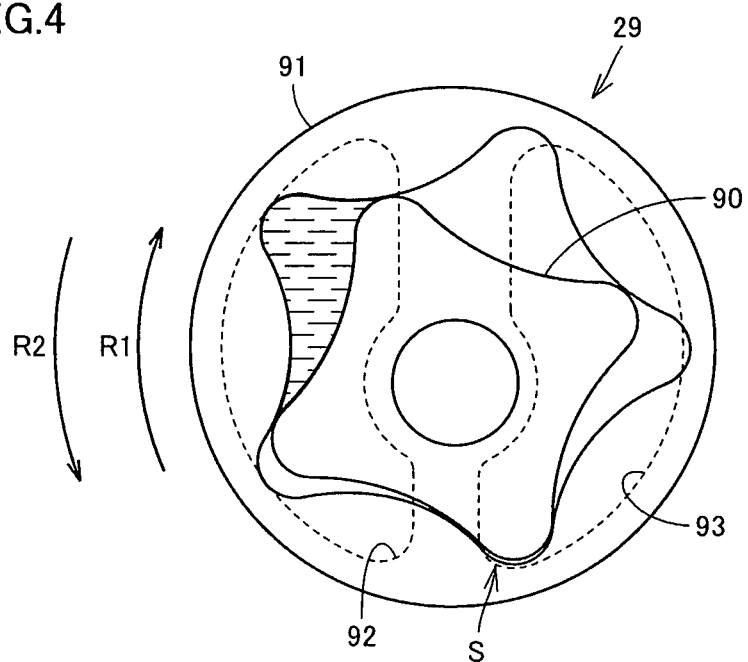


FIG.5

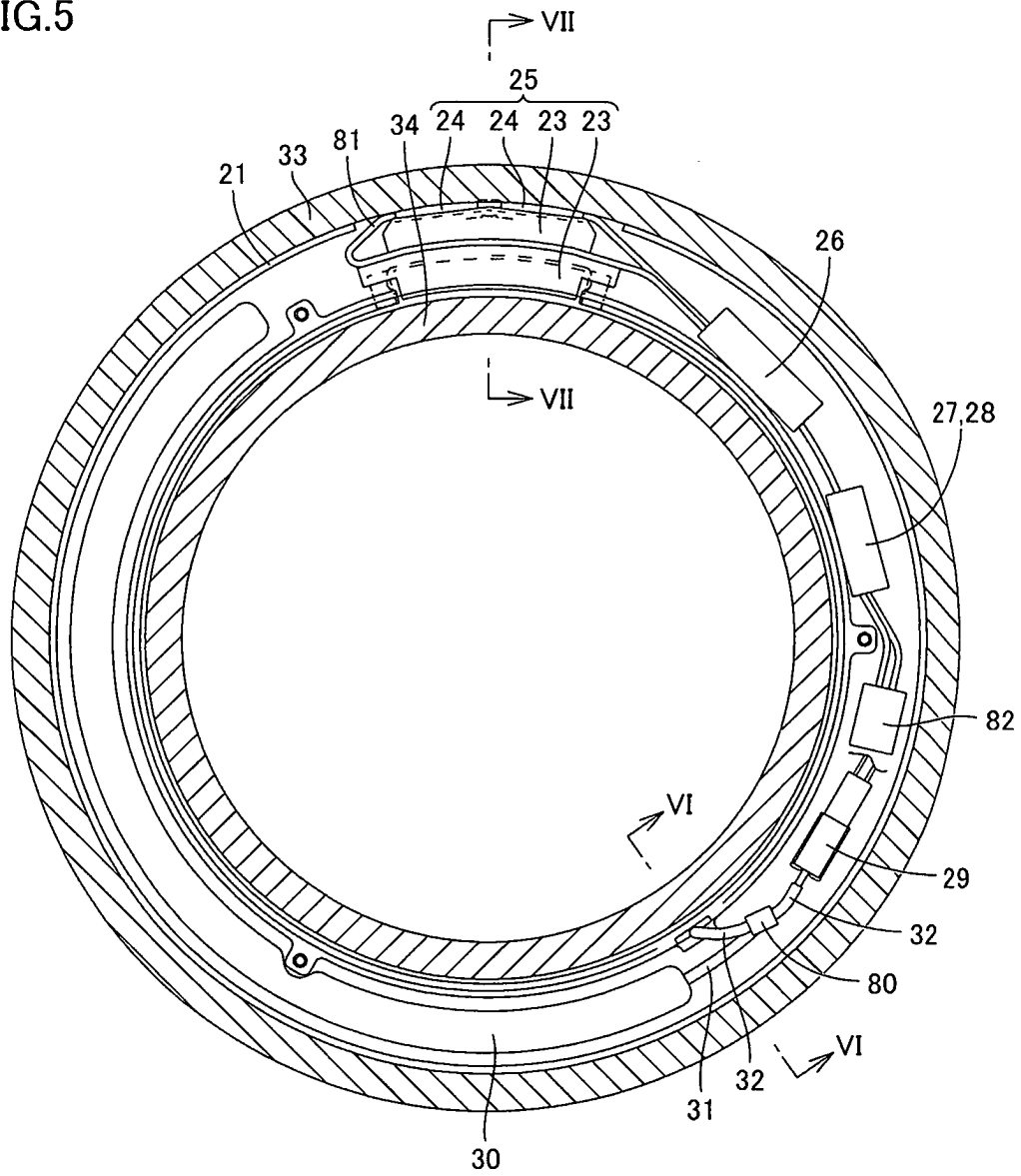


FIG.6

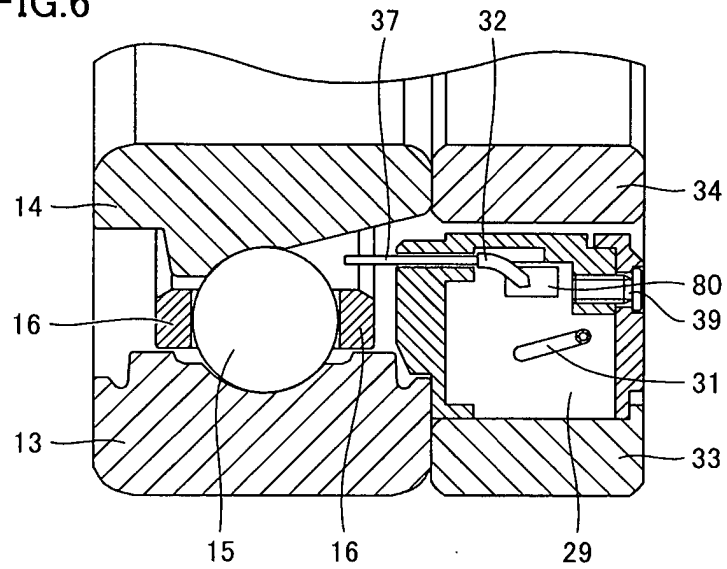


FIG.7

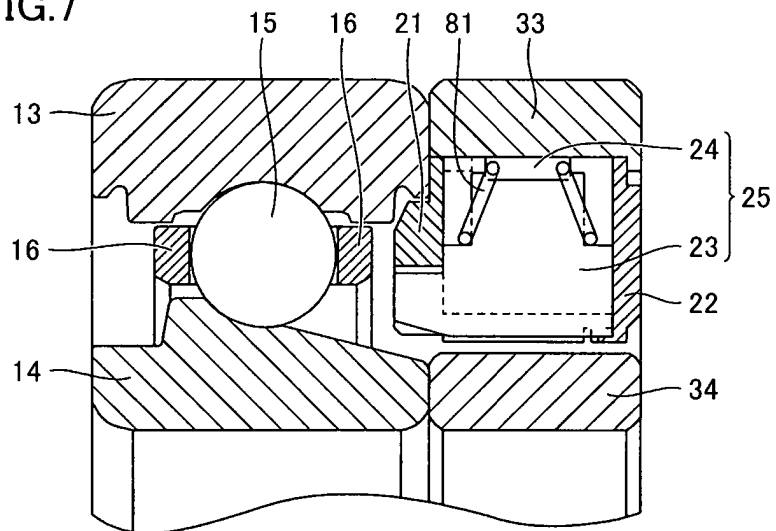


FIG.8

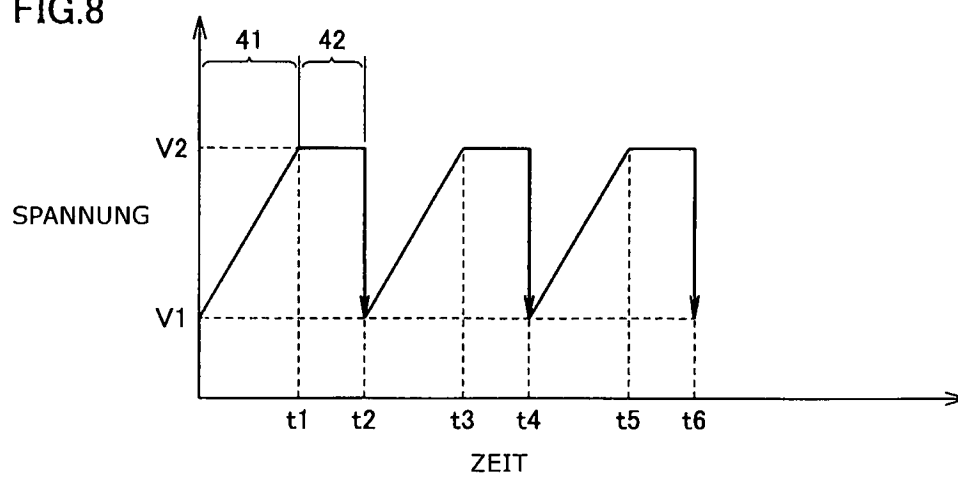


FIG.9

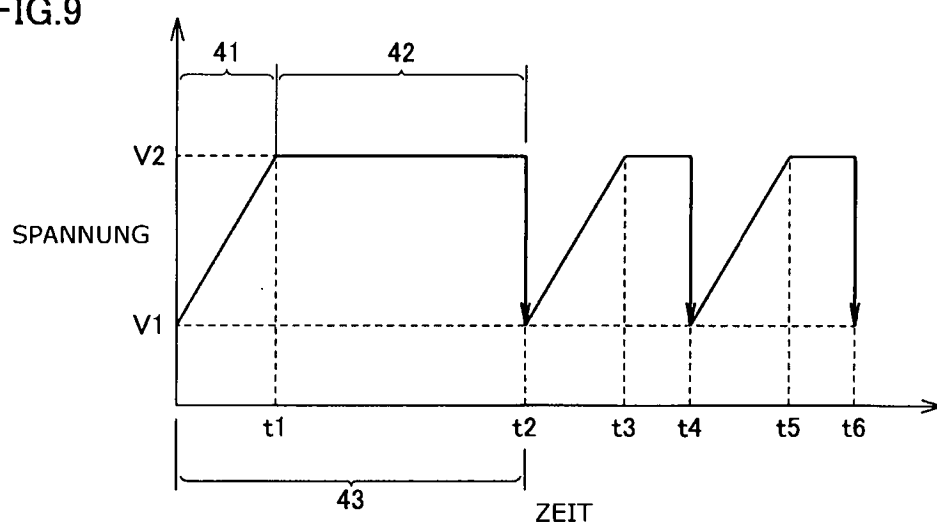


FIG.10

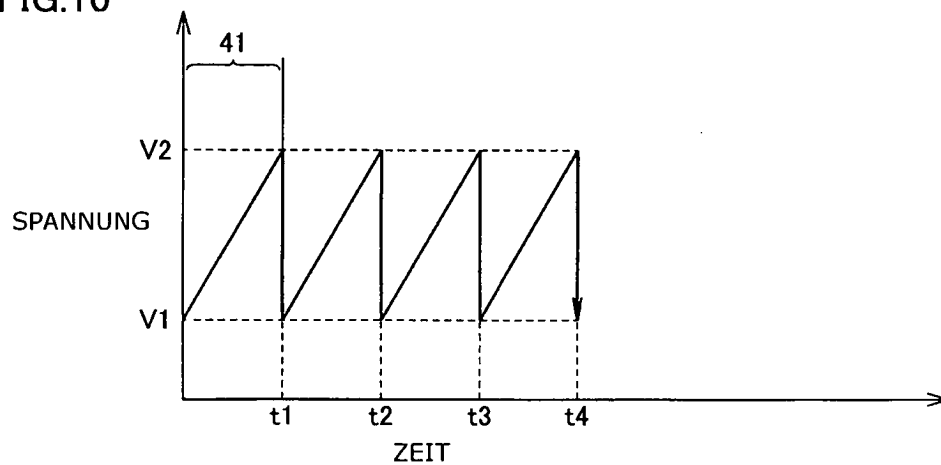


FIG.11

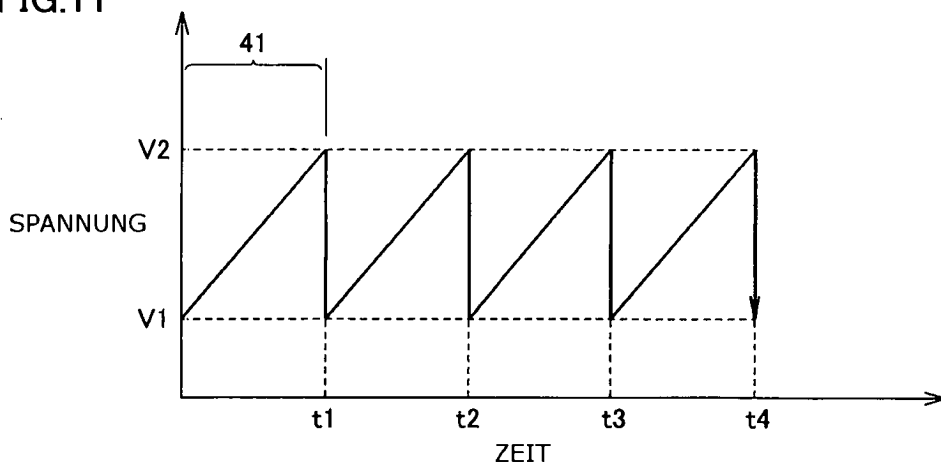


FIG.12

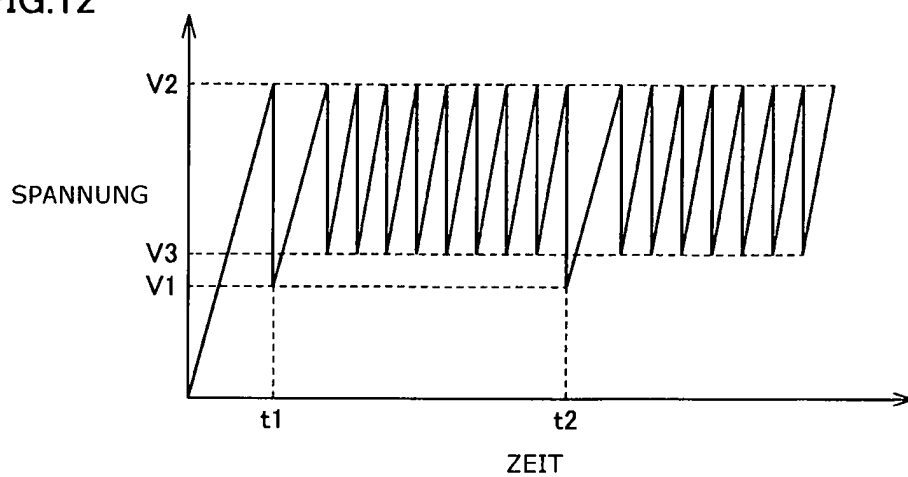


FIG.13

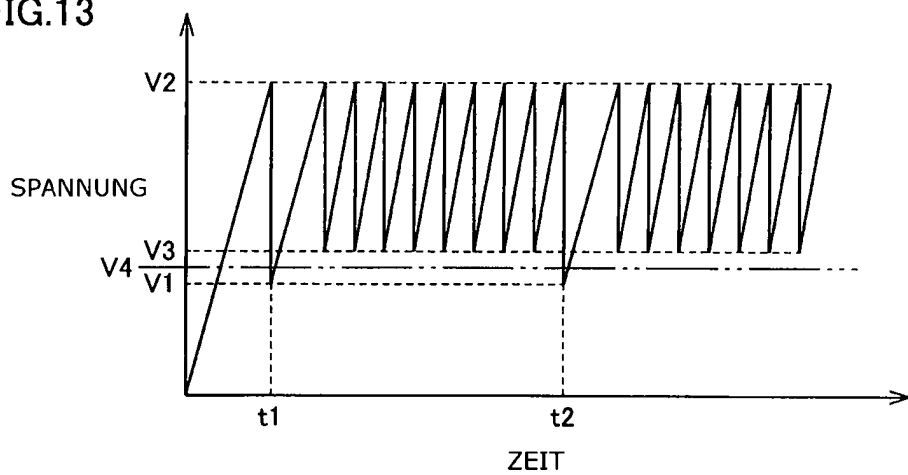


FIG.14

