(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 005 069 T5** 2024.08.01

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/068163**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 069.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/038239**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.10.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **27.04.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **01.08.2024**

(51) Int Cl.: ***C10M 169/04*** (2006.01)
C10M 137/10 (2006.01)
C10M 129/74 (2006.01)
C10N 40/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-172939 **22.10.2021** **JP**

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

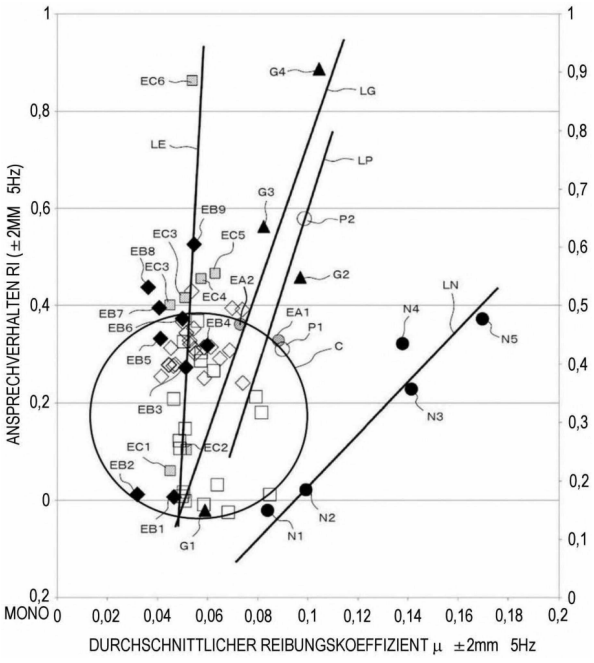
(71) Anmelder:
KYB CORPORATION, Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Kato, Shinji, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **STOSSDÄMPFER-SCHMIERMITTELZUSAMMENSETZUNG, STOSSDÄMPFER UND VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG VON REIBUNGSCHARAKTERISTIKEN VON STOSSDÄMPFERSCHMIERMITTEL**

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt werden eine Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, ein Schmieröl-Additiv und ein Verfahren zur Einstellung der Reibungseigenschaften der Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, die in der Lage sind, sowohl die Betriebsstabilität als auch den Fahrkomfort miteinander kompatibel zu machen. Eine Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung enthält ein Basisöl und einen Reibungsmodifikator. Der Reibungsmodifikator enthält einen Pentaerythritolester. Das Basisöl enthält ein Esteröl als Hauptkomponente.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, einen Stoßdämpfer und ein Verfahren zur Einstellung der Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus dem verwandten Stand der Technik ist bekannt, dass die Schwingungsdämpfungskraft eines Stoßdämpfers eine kombinierte Kraft aus einer hydraulischen Dämpfungskraft, die in einem Ventil erzeugt wird, und einer Reibungskraft ist, die in einem gleitenden Abschnitt zwischen einer Kolbenstange und einer Öldichtung oder zwischen einem Kolben und einem Zylinder erzeugt wird. Darüber hinaus ist bekannt, dass in einem Fall, in dem die Schwingungsdämpfungskraft des Stoßdämpfers groß ist, die Betriebsstabilität erhöht wird, aber der Fahrkomfort sich verschlechtert, und umgekehrt, in einem Fall, in dem die Schwingungsdämpfungskraft des Stoßdämpfers klein ist, die Betriebsstabilität sich verschlechtert, aber der Fahrkomfort gut ist. Aus diesem Grund wurde in den letzten Jahren die Forschung zur Einstellung eines Reibungsmodifikators, der einem Stoßdämpfer-Schmieröl zugegeben wird, um die Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls zu verringern und die Schwingungsdämpfungskraft des Stoßdämpfers zu reduzieren, unter Berücksichtigung des Fahrkomforts durchgeführt (z. B. Nicht-Patentdokument 1).

[Zitierliste]

[Nicht-Patentdokumente]

[0003] [Nicht-Patentdokument 1] Technique Trend and Tribology of Shock Absorber (Hiroshi Nakanishi, Tribologist, 2009 (Vol. 54), No. 9, S. 598)

ZUSAMMENFASSUNG

Technisches Problem

[0004] Der Stoßdämpfer übt durch eine Hin- und Herbewegung eine Schwingungsdämpfungskraft aus. Es dauert jedoch eine gewisse Zeit, bis die hydraulische Dämpfungskraft ansteigt, während das Ansprechverhalten der Reibungskraft hoch ist. Wenn ein stationärer Zustand in einen Gleitzustand übergeht oder bei einer geringen Amplitude, ist die Reibungskraft daher ein wichtiger Faktor für die Schwingungsdämpfungskraft des Stoßdämpfers. Wenn jedoch die Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls mit dem Schwerpunkt auf dem Fahrkomfort reduziert wird, wie es im verwandten Stand der Technik der Fall ist, besteht das Problem, dass die Schwingungsdämpfungskraft ebenfalls klein wird und sich die Betriebsstabilität verschlechtert. Insbesondere in den letzten Jahren gibt es viele gut gepflegte Straßen, und es werden oft Schwingungen mit einer etwas kleineren Amplitude als der normalen Amplitude erzeugt. Daher besteht ein Bedarf an Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzungen, die in der Lage sind, sowohl die Betriebsstabilität als auch den Fahrkomfort in einem Fall, in dem der stationäre Zustand in den Gleitzustand übergeht oder bei einer geringen Amplitude, miteinander zu vereinbaren.

[0005] Die vorliegende Erfindung stellt eine Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, einen Stoßdämpfer und ein Verfahren zur Einstellung der Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls bereit, das in der Lage ist, sowohl die Betriebsstabilität als auch den Fahrkomfort miteinander zu vereinbaren.

Lösung des Problems

[0006] Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzungen gemäß den folgenden (1) bis (8).

(1) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, die ein Basisöl und einen Reibungsmodifikator enthält, wobei der Reibungsmodifikator einen Pentaerythritolester enthält und das Basisöl ein Esteröl als Hauptkomponente enthält.

(2) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung gemäß obigem (1), wobei das Esteröl ein Monoesteröl ist.

(3) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung gemäß obigen (1) oder (2), wobei das Basisöl das Esteröl zu 50 Gew.-% oder mehr des gesamten Basisöls enthält, oder der Anteil des Esteröls im Basisöl am größten ist.

(4) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der obigen (1) bis (3), wobei das Basisöl 90 Gew.-% oder mehr des Esteröls im Basisöl enthält.

(5) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der obigen (1) bis (4), wobei der Pentaerythritolester einen Pentaerythritoltetraester als Hauptkomponente enthält.

(6) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der obigen (1) bis (5), wobei der Pentaerythritolester ein Pentaerythritolester mit einer mittelkettigen Fettsäure ist.

(7) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung gemäß einem der obigen (1) bis (6), wobei das Basisöl einen Viskositätsindex von 60 oder weniger aufweist.

(8) Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der obigen (1) bis (7), wobei der Reibungsmodifikator ferner Zinkdithiophosphat enthält.

[0007] Darüber hinaus ist der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Stoßdämpfer gemäß Folgenden (9).

(9) Stoßdämpfer, der die Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung gemäß einem der obigen (1) bis (8) enthält.

Darüber hinaus ist der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Einstellung von Reibungseigenschaften der Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung gemäß Folgenden (10).

(10) Verfahren zum Einstellen der Reibungseigenschaften einer Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, wobei das Verfahren die Zugabe eines Reibungsmodifikators, der einen Pentaerythritolester enthält, zu einem Basisöl beinhaltet, das ein Esteröl als eine Hauptkomponente enthält.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0008] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, den Stoßdämpfer und das Verfahren zur Einstellung der Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls bereitzustellen, das in der Lage ists, sowohl die Betriebsstabilität als auch den Fahrkomfort miteinander zu vereinbaren.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Ansicht zur Beschreibung einer Reibungsprüfvorrichtung, die bei einer Reibungsprüfung eines Stoßdämpfer-Schmieröls gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Fig. 2 ist eine Ansicht zur Beschreibung eines Verfahrens zur Messung der Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls gemäß der vorliegenden Erfindung.

(A) und (B) von **Fig.** 3 sind Ansichten, die die Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls gemäß einem Vergleichsbeispiel in Kreisdiagrammen darstellen, und (C) von **Fig.** 3 ist eine Ansicht, die die Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls nach dem vorliegenden Beispiel in einem Kreisdiagramm darstellt.

Fig. 4 ist eine Ansicht zur Beschreibung einem Kreisdiagramm.

Fig. 5 ist eine Ansicht, die Messergebnisse der Reibungseigenschaften verschiedener Stoßdämpfer-Schmieröle zeigt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0009] Nachfolgend werden eine Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, ein Stoßdämpfer und ein Verfahren zur Einstellung der Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung am Beispiel des Stoßdämpfer-Schmieröls beschrieben.

[0010] Das Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform hat (A) ein Basisöl und (B) einen Reibungsmodifikator, und (B) der Reibungsmodifikator enthält (B1) Zinkdithiophosphat (im Folgenden auch als ZnDTP bezeichnet) und (B2) Pentaerythritol.

(A) Basisöl

[0011] Das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Basisöl ein Esteröl als Hauptkomponente enthält. Insbesondere ist das Basisöl dadurch gekennzeichnet, dass es das Esteröl zu 50 Gew.-% oder mehr des gesamten Basisöls enthält oder dass es das Esteröl zu dem größten Anteil enthält. Das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Erfindung kann das Esteröl als Hauptkomponente als das Basisöl aufweisen und kann so ausgestaltet sein, dass es ein Basisöl aufweist, in dem das Esteröl und ein Mineralöl gemischt sind. Darüber hinaus ist das Basisöl bevorzugt so konfiguriert, dass es das Esteröl in 90 Gew.-% oder mehr des gesamten Basisöls enthält, und stärker bevorzugt enthält es nur das Esteröl. In der vorliegenden Ausführungsform besteht das Basisöl nur aus einem handelsüblichen Esteröl.

[0012] Als das Esteröl kann ein Monoester, ein Diester, ein Polyolester, ein Phosphorsäureester oder dergleichen verwendet werden, wobei der Monoester besonders bevorzugt ist. Darüber hinaus beinhalten Beispiele für Monoester Fettsäuremonoester, die Kombinationen von Fettsäuren mit 6 bis 22 Kohlenstoffatomen sind, wie etwa Ölsäure, Adipinsäure, Pelargonsäure, Palmölfettsäure, Palmitinsäure, Rindertalgfettsäure und Pelargonsäure, und Alkoholen wie 2-Ethylhexanol, Isooctylalkohol und Isodecylalkohol und Neopentylglykol. In dem Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Erfindung können als das Esteröl ein Monoester und ein anderes Esteröl gemischt und verwendet werden, doch ist es bevorzugt, dass der Monoester zu 50 Gew.-% oder mehr im gesamten Esteröl enthalten ist oder dass der Monoester den höchsten Anteil hat.

[0013] Darüber hinaus hat das Basisöl bevorzugt eine kinematische Viskosität von 10 mm^2/s oder weniger bei 40°C oder eine kinematische Viskosität von 2 mm^2/s oder weniger bei 100°C. Bei der Verringerung der Viskosität des Basisöls ist es möglich, ein Verdickungsmittel hinzuzufügen und damit die Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls weiter einzustellen. Ein Monoester aus 2-Ethylhexanol und Palmöl-Fettsäure hat zum Beispiel eine niedrige kinematische Viskosität von 6 mm^2/s bei 40°C und eine kinematische Viskosität von 1,8 mm^2/s bei 100°C und kann mit einem Verdickungsmittel versetzt werden, um die Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls einzustellen.

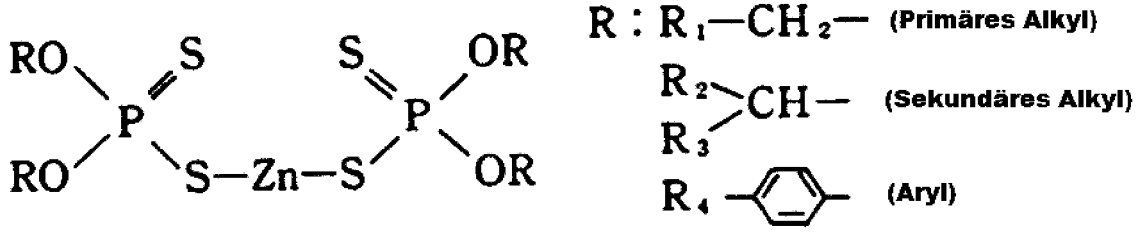
(B) Reibungsmodifikator

[0014] Das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält den Reibungsmodifikator. Der Reibungsmodifikator ist nicht besonders begrenzt, sondern kann verschiedene Reibungsmodifikatoren enthalten, wie etwa Reibungsmodifikatoren auf Phosphorbasis, auf Aminbasis und auf Esterbasis. Der Reibungskoeffizient des Stoßdämpfer-Schmieröls kann durch Einstellen der Menge des zugegebenen Reibungsmodifikators angepasst werden. Darüber hinaus enthält das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform (B1) Zinkdithiophosphat und (B2) Pentaerythritolester als den Reibungsmodifikator.

(B1) Zinkdithiophosphat (ZnDTP)

[0015] ZnDTP ist im Allgemeinen eine Verbindung, die durch die folgende chemische Formel 1 dargestellt, und hat die Funktion, die Einstellung des Reibungskoeffizienten durch den Reibungsmodifikator zu unterstützen.

[Chemikalie 1]

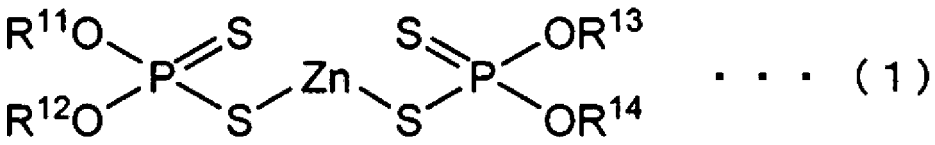


[0016] [In der obigen chemischen Formel 1 stellt R eine individuelle Kohlenwasserstoffgruppe dar, und Beispiele dafür beinhalten eine lineare primäre Alkylgruppe, eine verzweigte sekundäre Alkylgruppe und eine Arylgruppe].

[0017] So ist eine Vielzahl von ZnDTP-Arten (-Strukturen) bekannt, wie etwa solche mit der primären Alkylgruppe, der sekundären Alkylgruppe oder der Arylgruppe, aber das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält zwei ZnDTP-Arten, die nachstehend beschrieben werden.

[0018] Das heißt, das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält ZnDTP, das durch die folgende chemische Formel 2 dargestellt ist, als ein erstes ZnDTP.

[Chemie 2]



(1)

[0019] [In Formel 1 sind R^{11} bis R^{14} Alkylgruppen, und die Alkylgruppen haben die primäre Alkylgruppe und die sekundäre Alkylgruppe. Das heißt, eine oder mehrere und drei oder weniger von R^{11} bis R^{14} sind die primäre Alkylgruppe, und der Rest von R^{11} bis R^{14} sind die sekundäre Alkylgruppe].

[0020] Im ersten ZnDTP ist die primäre Alkylgruppe nicht besonders begrenzt, und Beispiele dafür beinhalten eine Methylgruppe, eine Ethylgruppe, eine n-Propylgruppe, eine n-Butylgruppe, eine n-Pentylgruppe, eine n-Hexylgruppe, eine n-Heptylgruppe, eine n-Octylgruppe, eine n-Nonylgruppe, eine n-Decylgruppe, eine Isoamylgruppe, eine Isobutylgruppe, eine 2-Methylbutylgruppe, eine 2-Ethylhexylgruppe, eine 2,3-Dimethylbutylgruppe, eine 2-Methylpentylgruppe und dergleichen. Eine Alkylgruppe mit 4 bis 12 Kohlenstoffatomen (z.B. eine Isobutylgruppe (4 Kohlenstoffatome) oder die 2-Ethylhexylgruppe (8 Kohlenstoffatome)) ist jedoch bevorzugt.

[0021] Darüber hinaus ist die sekundäre Alkylgruppe im ersten ZnDTP nicht besonders begrenzt, und Beispiele dafür beinhalten eine Isopropylgruppe, eine sec-Butylgruppe, eine 1-Ethylpropylgruppe, eine 2-Ethylhexylgruppe, eine 4-Methyl-2-pentylgruppe und dergleichen. Eine Alkylgruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen (z. B. eine Isopropylgruppe (3 Kohlenstoffatome)) ist jedoch bevorzugt.

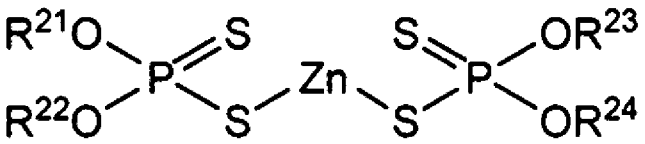
[0022] Darüber hinaus ist das Verhältnis zwischen der primären und der sekundären Alkylgruppe im ersten ZnDTP nicht besonders begrenzt, aber es ist bevorzugt, dass das Verhältnis der primären Alkylgruppe höher ist als das der sekundären Alkylgruppe.

[0023] Der Gehalt des ersten ZnDTP ist nicht besonders begrenzt, aber das erste ZnDTP ist bevorzugt in 0,1 Massen-% oder mehr und stärker bevorzugt in 0,4 Massen-% oder mehr in dem Stoßdämpfer-Schmieröl enthalten. Darüber hinaus beträgt der Gehalt des ersten ZnDTP bevorzugt 4,0 Massen-% oder weniger und stärker bevorzugt 2,0 Massen-% oder weniger in dem Stoßdämpfer-Schmieröl.

[0024] Auf diese Weise beinhaltet das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Erfindung das erste ZnDTP, das sowohl die primäre Alkylgruppe als auch die sekundäre Alkylgruppe aufweist. Nach der Zugabe des Reibungsmodifikators ist es daher möglich, auf einfache Weise einen für den Fahrkomfort und die Steuerstabilität geeigneten Reibungskoeffizienten einzustellen. Darüber hinaus ist es im Vergleich zu einem Stoßdämpfer-Schmieröl, das ZnDTP nur mit der primären Alkylgruppe und/oder ZnDTP nur mit der sekundären Alkylgruppe enthält, möglich, die Schwankungen des Reibungskoeffizienten zu unterdrücken und den Fahrkomfort weiter zu verbessern.

[0025] Darüber hinaus enthält das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform als Reibungsmodifikator ein zweites ZnDTP mit einer Struktur, die sich von der des ersten ZnDTP unterscheidet. Das zweite ZnDTP ist durch die folgende chemische Formel 3 dargestellt.

[Chemie 3]



. . . (2)

[0026] [In Formel 2 sind R^{21} bis R^{24} die sekundäre Alkylgruppe. Das heißt, das zweite ZnDTP hat keine primäre Alkylgruppe, sondern nur eine sekundäre Alkylgruppe].

[0027] Die Anzahl der Kohlenstoffatome der sekundären Alkylgruppe des zweiten ZnDTP ist nicht besonders begrenzt, und Beispiele für die sekundäre Alkylgruppe beinhalten eine Isopropylgruppe, eine sec-Butylgruppe, eine 1-Ethylpropylgruppe, eine 2-Ethylhexylgruppe, eine 4-Methyl-2-pentylgruppe und dergleichen. Eine Alkylgruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen (z.B. die Isopropylgruppe (3 Kohlenstoffatome), die 2-Ethylhexylgruppe (8 Kohlenstoffatome), die Isobutylgruppe (4 Kohlenstoffatome) oder dergleichen) ist jedoch als sekundäre Alkylgruppe bevorzugt.

[0028] Darüber hinaus ist der Gehalt des zweiten ZnDTP nicht besonders begrenzt, ist aber bevorzugt geringer als der Gehalt des ersten ZnDTP und beträgt bevorzugt 20 Gew.-% oder weniger in Bezug auf die zugegebene ZnDTP-Menge (Gesamtmenge des ersten ZnDTP und des zweiten ZnDTP).

[0029] Welche Art von Alkylgruppe das ZnDTP enthält, kann mit einem bekannten Verfahren gemessen werden. Beispielsweise kann die Struktur von ZnDTP auch durch C^{13}-NMR bestimmt werden. Es ist auch möglich, die Struktur von ZnDTP zu bestimmen, indem analysiert wird, ob es sich bei der Alkylgruppe um eine primäre oder sekundäre Alkylgruppe handelt, und zwar anhand der Merkmale der Absorptionsbande von P-O-C und der Absorptionsbanden von P=S und P-S unter Verwendung des Fingerprint-Bereichs von FT-IR.

[0030] (B1) Indem das zweite ZnDTP nur die sekundäre Alkylgruppe als das Dithiophosphat enthält, ist es möglich, den Fahrkomfort im Vergleich zu einem Fall, in dem nur das erste ZnDTP enthalten ist, weiter zu verbessern. Insbesondere ist es möglich, eine geringe Schwingung während des Fahrens im Vergleich zu einem Fall, in dem nur das erste ZnDTP enthalten ist, weiter zu reduzieren. Darüber hinaus ist es möglich, durch Einstellen des zweiten ZnDTP auf ZnDTP mit einer sekundären Alkylgruppe mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen einen Unterschied im Reibungskoeffizienten zwischen der geringen Amplitude (niedrige Geschwindigkeit) und der normalen Amplitude (hohe Geschwindigkeit) zu verringern und den Fahrkomfort zu verbessern.

(B2) Pentaerythritolester

[0031] Der Pentaerythritolester ist ein vierwertiger Zuckeralkohol und ist eine Verbindung, in der ein Hydroxid, das ein terminaler Substituent des Pentaerythritols ist, mit einem Fettsäurerest verestert ist. Als Pentaerythritolester gibt es einen Pentaerythritoltetraester, einen Pentaerythritolmonoester, einen Pentaerythritoldiester und einen Pentaerythritoltriester. Beim Pentaerythritoltetraester sind alle vier terminalen Substituenten mit dem Fettsäurerest verestert. Der Pentaerythritolester, der Pentaerythritoldiester und der Pentaerythritoltriester sind Partialester, bei denen irgendeiner der endständigen Substituenten mit dem/den Fettsäurerest(en) verestert ist/sind. Im Folgenden wird der Pentaerythritoltetraester mit PE4E, der Pentaerythritoltriester mit PE3E, der Pentaerythritoldiester mit PE2E und der Pentaerythritolmonoester mit PE1E abgekürzt.

[0032] Bei dem Pentaerythritolester gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Fettsäurerest nicht besonders begrenzt und kann beispielsweise ein C6- bis C22-Fettsäurerest wie etwa ein Stearinsäurerest oder ein Ölsäurerest sein. Als Fettsäurereste kommen beispielsweise Caprylsäure, Caprinsäure, Ölsäure, Stearinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Linolsäure, Adipinsäure, Pelargonsäure, Tallfettsäure, Palmfettsäure, Kokosfettsäure und Rindertalgfettsäure in Frage.

[0033] Wenn PE4E hergestellt wird, ist es technisch schwierig, nur PE4E zu produzieren, und es gibt einen Fall, in dem PE1E, PE2E und PE3E mit PE4E gemischt werden. Aus diesem Grund besteht auch ein im Handel erhältliches Produkt wie „Pentaerythritoltetraester“ nicht nur aus PE4E, sondern beinhaltet zusätzlich zu PE4E auch PE3E, PE2E, PE1E oder dergleichen. Aus diesem Grund kann der „Pentaerythritoltetraester“ gemäß der vorliegenden Erfindung eine Mischung von Pentaerythritolester sein, die im Handel als „Pentaerythritoltetraester“ erhältlich ist, oder eine Mischung von Pentaerythritolestern, die 80% oder mehr „Pentaerythritoltetraester“ enthält. Aus demselben Grund kann der „Pentaerythritoldiester“ gemäß der vorliegenden Erfindung eine Mischung von Pentaerythritolestern sein, die im Handel als „Pentaerythritoldiester“ erhältlich

ist, oder eine Mischung von Pentaerythritolestern, die 80 % oder mehr „Pentaerythritoldiester“ enthält. Das Gleiche gilt für PE1E und PE3E.

(Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls gemäß der vorliegenden Erfindung)

[0034] Nachfolgend werden die Reibungseigenschaften des erfindungsgemäßen Stoßdämpfer-Schmieröls beschrieben. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurden die Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls unter Verwendung einer Reibungsprüfvorrichtung 10 mit der in **Fig.** 1 dargestellten Konfiguration analysiert. Wie in **Fig.** 1 dargestellt, handelt es sich bei der Reibungsprüfvorrichtung 10 um eine Stift-Scheibe-Reibungsprüfvorrichtung, bei der ein an einem Gleitlager 1 befestigter Scheibenprüfkörper 2 durch einen elektromagnetischen Vibrator 3 hin- und herbewegt wird und eine durch Drücken und Gleiten eines Stiftprüfkörpers 4 gegen den Scheibenprüfkörper 2 erzeugte Reibungskraft mit Hilfe eines Dehnungsmessers 6 gemessen wird, der an einer festen Welle 5 des Stiftprüfkörpers 4 befestigt ist. Da die Kombination von Stoßdämpfer-Schmieröl und Öldichtung ein Faktor ist, der die Reibungseigenschaften des Stoßdämpfers beeinflusst, wurde in der in **Fig.** 1 dargestellten Reibungsprüfvorrichtung 10 Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), der als Öldichtung im Stoßdämpfer verwendet wird, für den Stiftprüfkörper 4 verwendet, so dass die Spitze des Stiftprüfkörpers 4 in einem Winkel von 140° in Anlehnung an die Form einer Öllippe geschnitten wurde. Darüber hinaus wurde für den Scheibenprüfkörper 2 eine Hartverchromungsschicht verwendet, die auf der Oberfläche einer Kolbenstange zum Einsatz kommt. In dem in **Fig.** 1 dargestellten Beispiel wurde die Reibungskraft (Reibungskoeffizient) zwischen dem Stiftprüfkörper 4 aus NBR und dem verchromten Scheibenprüfkörper 2 gemessen, es kann aber auch die Reibungskraft (Reibungskoeffizient) zwischen einer Kupferkugel und dem verchromten Scheibenprüfkörper 2 gemessen werden.

[0035] **Fig.** 2 ist eine Ansicht, die ein Beispiel für Ergebnisse zeigt, die durch Messung der Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls durch Hin- und Herbewegen des Stiftprüfkörpers 4 und des Scheibenprüfkörpers 2 bei einer Amplitude von ±2,0 mm, einer Frequenz von 1,5 Hz, einer Last von 20 N und einer Temperatur von 30°C unter Verwendung der oben genannten Reibungsprüfvorrichtung 10 erhalten wurden. **Fig.** 2 zeigt, dass die Betriebsrichtungen des Stiftprüfkörpers 4 und des Scheibenprüfkörpers 2 in der Phase von π/2 und 3π/2 umgekehrt werden. In dem in **Fig.** 2 dargestellten Beispiel wird durch die Umkehrung der Betriebsrichtungen des Stiftprüfkörpers 4 und des Scheibenprüfkörpers 2 zu den Zeitpunkten π/2 und 3π/2 vorübergehend ein stationärer Zustand herbeigeführt, und unmittelbar danach geht der stationäre Zustand in einen Gleitzustand über. Wie in **Fig.** 2 dargestellt, weist das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Reibungskraftspitze als Reibungseigenschaften auf, wenn der Gleitzustand in den stationären Zustand übergeht oder der stationäre Zustand in den Gleitzustand übergeht. Auf diese Weise kann mit der Reibungsprüfvorrichtung 10 ein Spitzenwert F_{sa} der Reibungskraft beim Übergang des Gleitzustands in den stationären Zustand oder beim Übergang des stationären Zustands in den Gleitzustand und eine durchschnittliche Reibungskraft (F_{ave}) im Gleitzustand während der geringen Schwingung gemessen werden.

[0036] **Fig.** 3 ist eine Ansicht, die die Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls, gemessen wie in **Fig.** 2 dargestellt, in Kreisdiagrammen zeigt. Konkret zeigt (A) ein Kreisdiagramm der Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls (Vergleichsbeispiel 1), bei dem ein GIII-Mineralöl als Basisöl verwendet wird und das keinen Pentaerythritolester und kein ZnDTP enthält. (B) zeigt ein Kreisdiagramm der Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls (Vergleichsbeispiel 2), bei dem das GIII-Mineralöl als Basisöl verwendet wird und Pentaerythritoltetraester mit einem Enanthsäurerest und ZnDTP als Reibungsmodifikator zugegeben werden. (C) zeigt ein Kreisdiagramm der Reibungseigenschaften eines Stoßdämpfer-Schmieröls (Beispiel), bei dem Esteröl aus Isodecylalkohol und Pelargonsäure als Basisöl verwendet wird und Pentaerythrittetraester mit dem Enanthsäurerest und ZnDTP als Reibungsmodifikator zugegeben werden.

[0037] Zunächst werden die in **Fig.** 3 dargestellten Kreisdiagramme unter Bezugnahme auf **Fig.** 4 beschrieben. **Fig.** 4 ist eine Ansicht zur Erläuterung eines Kreisdiagramms der Reibungseigenschaften des Stoßdämpfer-Schmieröls. In **Fig.** 4 stellt P1 eine Reibungskraft (z.B. eine Reibungskraft mit einer Phase von 3π/4 bis π von **Fig.** 2) des Stoßdämpfer-Schmieröls in einem Gleitzustand dar, in dem der Stiftprüfkörper 4 in einer Vorwärtsrichtung gleitet, während er beschleunigt wird, und P2 stellt eine Reibungskraft (z.B. eine Reibungskraft in der Phase von π bis 5π/4 von **Fig.** 2) des Stoßdämpfer-Schmieröls in einem Gleitzustand dar, in dem der Stiftprüfkörper 4 in Vorwärtsrichtung gleitet, während er abgebremst wird. In ähnlicher Weise stellt P3 eine Reibungskraft (z. B. eine Reibungskraft mit einer Phase von 7π/4 bis 2π von **Fig.** 2) des Stoßdämpfer-Schmieröls in einem Gleitzustand dar, in dem der Stiftprüfkörper 4 in einer Rücklaufrichtung gleitet, während er beschleunigt wird, und P4 stellt eine Reibungskraft (z. B. eine Reibungskraft in der Phase von 2π bis π/4 von **Fig.** 2) des Stoßdämpfer-Schmieröls in einem Gleitzustand dar, in dem der Stiftprüfkörper 4 in Rücklaufrichtung gleitet, während er beschleunigt wird. Darüber hinaus stellt P5 eine Reibungskraft des Stoßdämpfer-

Schmieröls dar, wenn der Stoßdämpfer in Vorwärtsrichtung gleitet und unmittelbar vor dem Anhalten, P6 stellt eine Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls unmittelbar nachdem der Stoßdämpfers in Rückwärtsrichtung gleitet dar, P7 stellt eine Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls dar, wenn der Stoßdämpfer in Rücklaufrichtung gleitet und unmittelbar vor dem Anhalten, und P8 stellt eine Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls unmittelbar nachdem der Stoßdämpfer in Vorwärtsrichtung gleitet dar.

[0038] In **Fig.** 3 ist die Amplitude des Stoßdämpfers auf eine geringe Amplitude von ± 2,0 mm eingestellt, was die Reibungseigenschaften der auf einer Straße oder dergleichen erzeugten Schwingung bei relativ gutem Straßenzustand darstellt. Bei dem in (A) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 1, das den Pentaerythritolester nicht enthält, ist festzustellen, dass im Vergleich zu dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 2, das den Pentaerythritolester enthält, oder dem in (C) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Beispiels die Reibungskraft unmittelbar vor dem Anhalten des Stoßdämpfers oder unmittelbar nach dem Gleiten des Stoßdämpfers niedriger gehalten wird. Da das Stoßdämpfer-Schmieröl des in (A) dargestellten Vergleichsbeispiels 1 den Pentaerythritolester nicht enthält, ist daraus ersichtlich, dass im Vergleich zu dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 2 oder dem Stoßdämpfer-Schmieröl des in (C) dargestellten Beispiels insbesondere die Reibungskraft nicht stark auf die Schwingung bei einer geringen Amplitude des Stoßdämpfers einwirkt und die Funktionsfähigkeit (Traktion, Reifen-Bodenkontakt-Eigenschaften, Beschleunigungsleistung, Bremsleistung, Verhaltensleistung wie etwa das Rollen und Nicken einer Fahrzeugkarosserie und dergleichen) auf einer Straße, auf der der Straßenzustand relativ gut ist, tendenziell herabgesetzt wird.

[0039] Bei dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 2, das den Pentaerythritolester enthält und das GIII-Mineralöl als Basisöl hat, wird die Reibungskraft unmittelbar vor dem Anhalten des Stoßdämpfers oder unmittelbar nach dem Gleiten des Stoßdämpfers hoch. Infolgedessen wirkt die Reibungskraft im Vergleich zu dem in (A) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 1, das den Pentaerythritolester nicht enthält, stark auf die Schwingung des Stoßdämpfers bei einer geringen Amplitude, und die Funktionsfähigkeit des Stoßdämpfers bei einer geringen Amplitude ist gut. Bei dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl, das den Pentaerythritolester als Basisöl enthält und das GIII-Mineralöl als Basisöl hat, zeigt sich jedoch, dass im Vergleich zu dem in (C) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl, das ebenfalls den Pentaerythritolester enthält und das Esteröl als Basisöl hat, die Reibungskraft und der Reibungskoeffizient im Gleitzustand hoch sind und der Fahrkomfort bei einer geringen Amplitude herabgesetzt ist.

[0040] Im Gegensatz dazu ist bei dem in (C) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Beispiels, das das Esteröl als Basisöl enthält, die Reibungskraft unmittelbar vor dem Anhalten des Stoßdämpfers oder unmittelbar nach dem Gleiten des Stoßdämpfers ebenfalls hoch. Daher wirkt die Reibungskraft ähnlich wie bei dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 2, das den Pentaerythritolester enthält, stark auf die Schwingung des Stoßdämpfers bei einer geringen Amplitude, und die Funktionsfähigkeit des Stoßdämpfers bei einer geringen Amplitude ist gut. Darüber hinaus ist bei dem Stoßdämpfer-Schmieröl des in (C) dargestellten Beispiels, das den Pentaerythritolester enthält und das Esteröl als Basisöl hat, zu erkennen, dass im Vergleich zu dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 2, das ebenfalls den Pentaerythritolester enthält und das GIII-Mineralöl als Basisöl hat, die Reibungskraft im Gleitzustand auch gering unterdrückt werden kann und der Fahrkomfort bei einer geringen Amplitude ebenfalls gut ist. Auf diese Weise ist es möglich, in dem Stoßdämpfer-Schmieröl des in (C) dargestellten Beispiels, das das Esteröl als Basisöl hat, im Vergleich zu dem in (B) dargestellten Stoßdämpfer-Schmieröl des Vergleichsbeispiels 2, das das GIII-Mineralöl als Basisöl hat, sowohl die Funktionsfähigkeit als auch den Fahrkomfort bei einer geringen Amplitude miteinander kompatibel zu machen.

[0041] Das Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Erfindung enthält somit den Pentaerythritolester als Reibungsmodifikator und hat als Basisöl das Esteröl als Hauptkomponente, wodurch es möglich ist, die Funktionsfähigkeit bei einer geringen Amplitude zu gewährleisten und gleichzeitig den Fahrkomfort bei einer geringen Amplitude zu erhöhen. In der vorliegenden Erfindung werden die Reibungseigenschaften, die auf der Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls unmittelbar vor dem Anhalten des Stoßdämpfers oder der Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls unmittelbar nach dem Gleiten des Stoßdämpfers basieren, die als Indizes für das Ansprechverhalten (Traktion, Reifen-Bodenkontakt-Eigenschaften, Beschleunigungsleistung, Bremsleistung, Verhaltensleistung, wie etwa das Rollen und Nicken einer Fahrzeugkarosserie, und dergleichen) bei einer geringen Amplitude des Stoßdämpfers dienen, als Ansprechverhalten RI definiert. Wie in der folgenden Gleichung (1) gezeigt, ist das Verhältnis einer Differenz zwischen einem Spitzenwert F_{sa} der Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls unmittelbar vor dem Anhalten des Stoßdämpfers und der Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls unmittelbar nach dem Gleiten des Stoßdämpfers, d.h., der Rei-

bungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls beim Übergang des stationären Zustands in den Gleitzustand oder beim Übergang des Gleitzustands in den stationären Zustand, und einem Mittelwert F_{ave} der Reibungskraft des Stoßdämpfer-Schmieröls im Gleitzustand, zu der mittleren Reibungskraft F_{ave} im Gleitzustand als Ansprechverhalten RI definiert.

$$\text{Ansprechverhalten RI} = \left(F_{sa} - F_{ave}\right) / F_{ave} \qquad (1)$$

[0042] Im vorliegenden Beispiel wurden der durchschnittliche Reibungskoeffizient und das Ansprechverhalten RI der verschiedenen Stoßdämpfer-Schmieröle mit der in **Fig.** 1 dargestellten Reibungsprüfvorrichtung 10 gemessen, und die Ergebnisse sind in **Fig.** 5 dargestellt. In dem in **Fig.** 5 dargestellten Beispiel wurden der Stiftprüfkörper 4 und der Scheibenprüfkörper 2 mit einer Amplitude von ±2,5 mm/s, einer Geschwindigkeit von 4,0 mm/s, einer Last von 20 N und einer Temperatur von 30°C hin- und herbewegt, um den durchschnittlichen Reibungskoeffizienten und das Ansprechverhalten RI der verschiedenen Stoßdämpfer-Schmieröle zu messen. Darüber hinaus enthalten die nachstehend aufgeführten Stoßdämpfer-Schmieröle ZnDTP und ein FM-Mittel als Reibungsmodifikator, sofern nicht anders angegeben.

[0043] Das in **Fig.** 5 dargestellte weiße Quadrat □ ergibt sich aus der Aufzeichnung der Messergebnisse des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ und des Ansprechverhaltens RI eines Stoßdämpfer-Schmieröls, dessen Basisöl ein Mineralöl (ein anderes Mineralöl als das GIII-Mineralöl) ist und dem ein allgemeiner Reibungsmodifikator (der jedoch kein ZnDTP, FM-Mittel und Pentaerythritolester enthält) zugegeben wurde. Darüber hinaus wird in **Fig.** 5 die Rautenform ◇ dargestellt, indem die Messergebnisse des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ und des Ansprechverhaltens RI eines Stoßdämpfer-Schmieröls aufgetragen werden, dessen Basisöl ein GIII-Mineralöl ist und dem ein allgemeiner Reibungsmodifikator (der ZnDTP, das FM-Mittel und der Pentaerythritolester jedoch nicht beinhaltet) zugegeben wurde. Darüber hinaus ist in **Fig.** 5 ein Bereich mit einer großen Anzahl von Stoßdämpfer-Schmierölen, der durch ein weißes Quadrat □ und eine Raute ◇ gekennzeichnet ist, durch einen Kreis C angedeutet. Bei den Stoßdämpfer-Schmierölen, die durch einfache Zugabe des allgemeinen Reibungsmodifikators zu dem Mineralöl, das das Basisöl ist, erhalten werden, sind die Schmieröle in dem durch den Kreis C in **Fig.** 5 angedeuteten Bereich verstreut, das Ansprechverhalten RI übersteigt nicht 0,4, und es ist nicht möglich, das Ansprechverhalten RI zu verbessern.

[0044] Darüber hinaus ist der in **Fig.** 5 dargestellte schwarze Kreis • durch Auftragen der Messergebnisse des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ und des Ansprechverhaltens RI eines Stoßdämpfer-Schmieröls gegeben, bei dem eine Vielzahl von verschiedenen Arten von Pentaerythritolestern zu einem Basisöl auf Naphthenbasis hinzugegeben wird. Insbesondere ist N1 ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE2E mit dem Ölsäurerest von 2 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl auf Naphthenbasis erhalten wird, N2 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE3E mit dem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl auf Naphthenbasis erhalten wird, und N3 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit dem Ölsäurerest von 25 Gew.-% der Gesamtmenge und PE3E mit dem Enanthsäurerest von 5 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl auf Naphthenbasis erhalten wird. Darüber hinaus ist N4 ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl auf Naphthenbasis erhalten wird, und N5 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit einem Ölsäurerest von 29 Gew.-% der Gesamtmenge und PE3E mit einem Enanthsäurerest von 1 Gew.% der Gesamtmenge zu dem Basisöl auf Naphthenbasis erhalten wird. Darüber hinaus ist in **Fig.** 5 eine Näherungskurve der Stoßdämpfer-Schmieröle N1 bis N5 des Basisöls auf Naphthenbasis als LN angegeben.

[0045] Wie in **Fig.** 5 dargestellt, ist bei den Stoßdämpfer-Schmierölen N1 bis N5 des Basisöls auf Naphthenbasis zu erkennen, dass der mittlere Reibungskoeffizient μ und das Ansprechverhalten RI tendenziell umso höher sind, je größer die Anzahl der Estergruppen des Pentaerythritolesters ist. Darüber hinaus ist in der Näherungskurve LN der Stoßdämpfer-Schmieröle N1 bis N5 des Basisöls auf Naphthenbasis zu erkennen, dass im Vergleich zu einer Näherungskurve LP der Stoßdämpfer-Schmieröle P1 und P2 mit PAO, das im Folgenden als Basisöl beschrieben wird, einer Näherungskurve LG der Stoßdämpfer-Schmieröle G1 bis G4 mit dem Pentaerythritolester enthaltenden Mineralöl GIII als Basisöl und einer Näherungskurve LE der Stoßdämpfer-Schmieröle EA1 bis EA2, EB1 bis EB9 und EC1 bis EC6 mit dem Esteröl als Basisöl, in der Näherungskurve LN die Neigung der Näherungskurve klein ist und der mittlere Reibungskoeffizient μ umso stärker zunimmt, je größer das Ansprechverhalten RI ist. Daraus ist ersichtlich, dass in einem Fall, in dem das Basisöl auf Naphthenbasis als Basisöl verwendet wird, die Befürchtung besteht, dass der Fahrkomfort in einem Fall, in dem die Funktionsfähigkeit bei einer geringen Amplitude durch den Pentaerythritolester verbessert wird, verringert wird.

[0046] Darüber hinaus ergibt sich der in **Fig.** 5 dargestellte weiße Kreis o aus der Darstellung der Messergebnisse des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ und des Ansprechverhaltens RI eines Stoßdämpfer-Schmieröls, dessen Basisöl ein Poly-α-Olefin (PAO2C) ist und dem der Pentaerythritolester enthaltende Reibungsmodifikator zugegeben wurde. Insbesondere ist P1 ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE3E mit einem Ölsäurerest von 10 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl aus PAO2C erhalten wird, und P2 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl aus PAO2C erhalten wird. Darüber hinaus ist in **Fig.** 5 eine Näherungskurve der Stoßdämpfer-Schmieröle P1 und P2 mit PAO2C als Basisöl als LP dargestellt.

[0047] Außerdem ist zu erkennen, dass auch bei dem Stoßdämpfer-Schmieröl mit PAO2C als Basisöl der durchschnittliche Reibungskoeffizient μ und das Ansprechverhalten RI tendenziell umso höher sind, je größer die Anzahl der Estergruppen des Pentaerythritolesters ist. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass obwohl die Näherungskurve LP der Stoßdämpfer-Schmieröle P1 und P2 mit PAO2C als Basisöl eine größere Neigung aufweist als die Näherungskurve LN der Stoßdämpfer-Schmieröle N1 bis N5 mit dem Basisöl auf Naphthenbasis, im Vergleich zur Näherungskurve LG der Stoßdämpfer-Schmieröle G1 bis G4 mit dem Pentaerythritolester enthaltenden GIII Mineralöl als Basisöl und der Näherungskurve LE der Stoßdämpfer-Schmieröle EA1 bis EA2, EB1 bis EB9 und EC1 bis EC6 mit dem Ester als Basisöl, in der Näherungskurve LP die Neigung der Näherungskurve klein ist, und dass je größer das Ansprechverhalten RI ist, desto größer der Anstieg des mittleren Reibungskoeffizienten μ wird. Daraus ist ersichtlich, dass in einem Fall, in dem PAO2C als Basisöl verwendet wird und in einem Fall, in dem die Funktionsfähigkeit bei einer geringen Amplitude durch den Pentaerythritolester verbessert wird, die Befürchtung besteht, dass der Fahrkomfort im Vergleich zu einem Fall, in dem das Mineralöl GIII oder das Esteröl als Basisöl verwendet wird, verringert wird.

[0048] Darüber hinaus ist das in **Fig.** 5 dargestellte schwarze Dreieck. durch Auftragen der Messergebnisse des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ und des Ansprechverhaltens RI eines Stoßdämpfer-Schmieröls gegeben, das GIII-Mineralöl als das Basisöl verwendet und dem der Pentaerythritolester enthaltende Reibungsmodifikator zugegeben ist. Insbesondere ist G1 ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE2E mit einem Ölsäurerest von 2 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl des GIII-Mineralöls erhalten wird, G2 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl des GIII-Mineralöls erhalten wird, G3 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit einem Ölsäurerest von 26 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl des GIII-Mineralöls erhalten wird, und G4 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, das durch Zugabe von PE4E mit einem Enanthsäurerest von 20 Gew.-% der Gesamtmenge zu dem Basisöl des GIII-Mineralöls erhalten wird. Darüber hinaus ist in **Fig.** 5 eine Näherungskurve der Stoßdämpfer-Schmieröle G1 bis G4 mit dem GIII-Mineralöl als Basisöl, das den Pentaerythritolester enthält, als LG angegeben.

[0049] Auch bei den Stoßdämpfer-Schmierölen mit dem Mineralöl GIII als Basisöl und die den Pentaerythritolester enthalten, ist zu erkennen, dass der mittlere Reibungskoeffizient μ und das Ansprechverhalten RI tendenziell umso höher sind, je größer die Anzahl der Estergruppen des Pentaerythritolesters ist. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass obwohl die Näherungskurve LG der Stoßdämpfer-Schmieröle G1 bis G4 mit dem Mineralöl GIII als Basisöl und das den Pentaerythritolester enthält, eine größere Steigung aufweist als die Näherungskurve LN der Stoßdämpfer-Schmieröle N1 bis N5 mit dem Basisöl auf Naphthenbasis und die Näherungskurve LP der Stoßdämpfer-Schmieröle P1 und P2 mit PAO2C als Basisöl, im Vergleich zur Näherungskurve LE der Stoßdämpfer-Schmieröle EA1 bis EA2, EB1 bis EB9 und EC1 bis EC6 mit dem Esteröl als Basisöl bei der Näherungskurve LG die Neigung der Näherungskurve gering ist, und dass je größer das Ansprechverhalten RI ist, desto höher der Anstieg des mittleren Reibungskoeffizienten μ ist. Daraus ist ersichtlich, dass in einem Fall, in dem das Mineralöl GIII als Basisöl verwendet wird und in einem Fall, in dem die Funktionsfähigkeit bei einer geringen Amplitude durch den Pentaerythritolester verbessert wird, die Befürchtung besteht, dass der Fahrkomfort im Vergleich zu einem Fall, in dem das Esteröl als Basisöl verwendet wird, verringert wird.

[0050] Darüber hinaus sind in **Fig.** 5 EA1 bis EA2, dargestellt durch den schraffierten Kreis ○, EB1 bis EB9, dargestellt durch die schwarz ausgefüllte Raute ◇, und EC1 bis EC6, dargestellt durch das grau ausgefüllte Quadrat □, dargestellt, indem die Messergebnisse des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ und des Ansprechverhaltens RI der Stoßdämpfer-Schmieröle, die jeweils Esteröl als Basisöl enthalten, aufgetragen werden. Spezifisch sind EA1 bis EA2, EB1 bis EB9 und EC1 bis EC6 Stoßdämpfer-Schmieröle mit den in der nachstehenden Tabelle 1 aufgeführten Zusammensetzungen.

[Tabelle 1]

Probe	Basisöl			Pentaerythritolester		
	Alkohol	Fettsäure	Typ	Typ	Fettsäurerest	Gehalt (%)
EA1	2-Ethylhexanol	Ölsäure	Monoester	PE4E	Enanthsäurerest	30
EA2					Ölsäurerest	30
EB1	Isooctylalkohol	Adipinsäure	Monoester	PE2E	Ölsäurerest	2
EB2				PE3E		30
EB3						17,5
EB4				PE4E		30
EB5						20
EB6				PE3E PE4E	Enanthsäurerest Ölsäurerest	30
EB7				PE4E	Ölsäurerest	30
EB8						17,5
EB9						10
EC1	Isodecylalkohol	Pelargonsäure	Monoester	PE3E	Ölsäurerest	30
EC2				PE2E		2
EC3				PE4E		30
EC4				PE3E PE4E	Enanthsäurerest Ölsäurerest	30
EC5						
EC6				PE4E	Enanthsäurerest	20

[0051] Das heißt, EA1 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, bei dem ein Monoester von 2-Ethylhexanol und Ölsäure als Basisöl verwendet werden und dem 30 Gew.-% PE4E mit dem Ölsäurerest zugegeben werden, und EA2 ist ein Stoßdämpfer-Schmieröl, bei dem ein Monoester von 2-Ethylhexanol und Ölsäure als Basisöl verwendet werden und dem 30 Gew.-% PE4E mit dem Ölsäurerest zugegeben werden. Darüber hinaus sind EB1 bis EB9 Stoßdämpfer-Schmieröle , die einen Monoester aus Isooctylalkohol und Adipinsäure als Basisöl gemeinsam haben, EB1 enthält PE2E mit dem Ölsäurerest von 2 Gew.-% der Gesamtmenge, EB2 enthält PE3E mit dem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge, EB3 enthält PE3E mit dem Ölsäurerest von 17,5 Gew.-% der Gesamtmenge, EB4 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge, EB5 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 20 Gew.-% der Gesamtmenge, EB6 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 5 Gew.-% der Gesamtmenge und PE4E mit einem Enanthsäurerest von 25 Gew.-% der Gesamtmenge, EB7 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge, EB8 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 17,5 Gew.-% der Gesamtmenge, und EB9 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 10 Gew.-% der Gesamtmenge. Obwohl EB4 und EB7 die gleiche Zusammensetzung haben, sind die Messergebnisse unterschiedlich, weil die Anzahl der Proben und das Messdatum unterschiedlich sind. Überdies sind EC1 bis EC6 Stoßdämpfer-Schmieröle, die den Monoester von Isodecylalkohol und Pelargonsäure als Basisöl gemeinsam haben gemeinsam haben, EC1 enthält PE3E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge, EC2 enthält PE2E mit einem Ölsäurerest von 2 Gew.-% der Gesamtmenge, EC3 enthält PE4E mit einem Ölsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge, EC4 enthält PE4E mit dem Ölsäurerest von 15 Gew.-% der Gesamtmenge und PE3E mit dem Enanthsäurerest von 15 Gew.-% der Gesamtmenge, EC5 enthält PE4E mit dem Ölsäurerest von 10 Gew.-% der Gesamtmenge und PE3E mit dem Enanthsäurerest von 20 Gew.-% der Gesamtmenge, und EC6 enthält PE4E mit dem Enanthsäurerest von 20 Gew.-% der Gesamtmenge. Darüber hinaus ist in **Fig.** 5 die Näherungskurve der Stoßdämpfer-Schmieröle EA1 bis EA2, EB1 bis EB9 und EC1 bis EC6 mit dem Esteröl als Basisöl als LE angegeben.

[0052] Auch bei den Stoßdämpfer-Schmierölen mit dem Esteröl als Basisöl ist zu erkennen, dass der mittlere Reibungskoeffizient μ und das Ansprechverhalten RI tendenziell umso höher sind, je größer die Anzahl der Estergruppen des Pentaerythritolester ist. Darüber hinaus ist in der Näherungskurve LE der Stoßdämpfer-

Schmieröle EA1 bis EA2, EB1 bis EB9 und EC1 bis EC6 mit dem Esteröl als Basisöl zu erkennen, dass im Vergleich zur Näherungskurve LN der Stoßdämpfer-Schmieröle N1 bis N5 mit dem Basisöl auf Naphthenbasis, der Näherungskurve LP der Stoßdämpfer-Schmieröle P1 und P2 mit PAO2C als Basisöl und der Näherungskurve LG mit dem Pentaerythritolester-enthaltenden Mineralöl GIII als Basisöl, die Neigung der Näherungskurve größer (senkrechter) und der Anstieg des mittleren Reibungskoeffizienten μ geringer ist, auch wenn das Ansprechverhalten RI größer wird. Daraus ist ersichtlich, dass bei Verwendung des Esteröls als Basisöl der Fahrkomfort im Vergleich zu anderen Basisölen verbessert werden kann, auch wenn die Funktionsfähigkeit bei einer geringen Amplitude durch den Pentaerythritolester verbessert wird.

[0053] Darüber hinaus ist, im Vergleich zu EA1 bis EA2 mit dem Monoester aus 2-Ethylhexanol und Ölsäure als Basisöl, in EB1 bis EB9 mit dem Monoester aus Isodecylalkohol und Pelargonsäure als Basisöl und EC1 bis EC6 mit dem Monoester aus Isodecylalkohol und Pelargonsäure als Basisöl der Anstieg des durchschnittlichen Reibungskoeffizienten μ eher gering, selbst wenn das Ansprechverhalten RI groß wird. Insbesondere in dem Stoßdämpfer-Schmieröl EC6, das den Monoester aus Isodecylalkohol und Pelargonsäure als Basisöl und PE4E mit dem Ölsäurerest und dem Enanthsäurerest von 30 Gew.-% der Gesamtmenge enthält, ist der durchschnittliche Reibungskoeffizient kleiner als 0,06, während das Ansprechverhalten RI 0,8 übersteigt. Als Ergebnis sind die Funktionsfähigkeit und der Fahrkomfort im Vergleich zum Stand der Technik deutlich verbessert.

[0054] Darüber hinaus, wenn PE4E als Pentaerythritolester in dem Stoßdämpfer-Schmieröl verwendet wird, das das Esteröl als Basisöl aufweist, kann man sehen, dass im Vergleich zu einem Fall, in dem PE4E nur einen langkettigen Fettsäurerest wie etwa den Ölsäurerest aufweist, das Ansprechverhalten RI tendenziell höher ist, wenn PE4E einen mittelkettigen Fettsäurerest wie etwa den Enanthsäurerest hat.

[0055] Wie oben beschrieben, ist die Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass sie als Hauptkomponente den Pentaerythritolester als Reibungsmodifikator und das Esteröl als Basisöl enthält. Auf diese Weise kann durch die Verwendung des Esteröls als Basisöl, wie in **Fig.** 5 dargestellt, eine Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung bereitgestellt werden, die in der Lage ist, das Ansprechverhalten RI zu verbessern, während der durchschnittliche Reibungskoeffizient μ niedrig gehalten wird, und die in der Lage ist, sowohl die Funktionsfähigkeit als auch den Fahrkomfort kompatibel zu verbessern. Insbesondere ist es in einem Fall, in dem das Esteröl als Basisöl verwendet wird, möglich, das Ansprechverhalten RI zu verbessern, während der Reibungskoeffizient niedrig gehalten wird, selbst wenn die Art des hinzuzufügenden Pentaerythritolester geändert wird. Daher ist es möglich, die Art des hinzugegebenen Pentaerythritolester zu ändern, um das Stoßdämpfer-Schmieröl so einzustellen, dass es ein gewünschtes Ansprechverhalten RI hat.

[0056] Darüber hinaus ist es in dem Stoßdämpfer-Schmieröl gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, das Ansprechverhalten RI des Stoßdämpfer-Schmieröls weiter zu verbessern, indem PE4E als Pentaerythritolester zugegeben wird, und es ist möglich, das Ansprechverhalten RI des Stoßdämpfer-Schmieröls weiter zu verbessern, indem der Pentaerythritolester mit dem mittelkettigen Fettsäurerest anstelle des langkettigen Fettsäurerestes als Fettsäurerest des Pentaerythritolesters verwendet wird. Auf diese Weise ist es möglich, durch Einstellen des Ansprechverhaltens RI des Stoßdämpfer-Schmieröls auf einen höheren Wert die Verhaltensleistung wie etwa die Reifenhaftkraft (Bodenkontaktleistung), die Beschleunigungsleistung, die Bremsleistung und das Rollen und Nicken einer Fahrzeugkarosserie weiter zu verbessern, und es ist möglich, die Kontrollierbarkeit und Stabilität zu verbessern.

[0057] Wie oben beschrieben, obwohl die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben wurde, ist der technische Schutzumfang der vorliegenden Erfindung nicht auf die Beschreibungen der obigen Ausführungsform beschränkt. Es ist möglich, verschiedene Änderungen und Verbesserungen an der oben beschriebenen Ausführungsform zu machen, und Ausführungsformen, in denen solche Änderungen und Verbesserungen gemacht worden sind, sind auch in den technischen Schutzumfang der vorliegenden Erfindung enthalten.

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 Nicht-Patentliteratur

- Hiroshi Nakanishi, Tribologist, 2009 (Vol. 54), No. 9, S. 598 [0003]

Patentansprüche

1. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, die aufweist:
ein Basisöl; und
ein Reibungsmodifikator,
wobei der Reibungsmodifikator einen Pentaerythritolester enthält, und
das Basisöl als Hauptkomponente ein Esteröl enthält.

2. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei das Esteröl ein Monoesteröl ist.

3. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Basisöl das Esteröl zu 50 Gew.-% oder mehr des gesamten Basisöls enthält oder der Anteil des Esteröls am Basisöl am größten ist.

4. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Basisöl 90 Gew.-% oder mehr des Esteröls im Basisöl enthält.

5. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Pentaerythritolester als Hauptkomponente einen Pentaerythritoltetraester enthält.

6. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Pentaerythritolester ein Pentaerythritolester mit einer mittelkettigen Fettsäure ist.

7. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Basisöl einen Viskositätsindex von 60 oder weniger aufweist.

8. Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Reibungsmodifikator ferner Zinkdithiophosphat enthält.

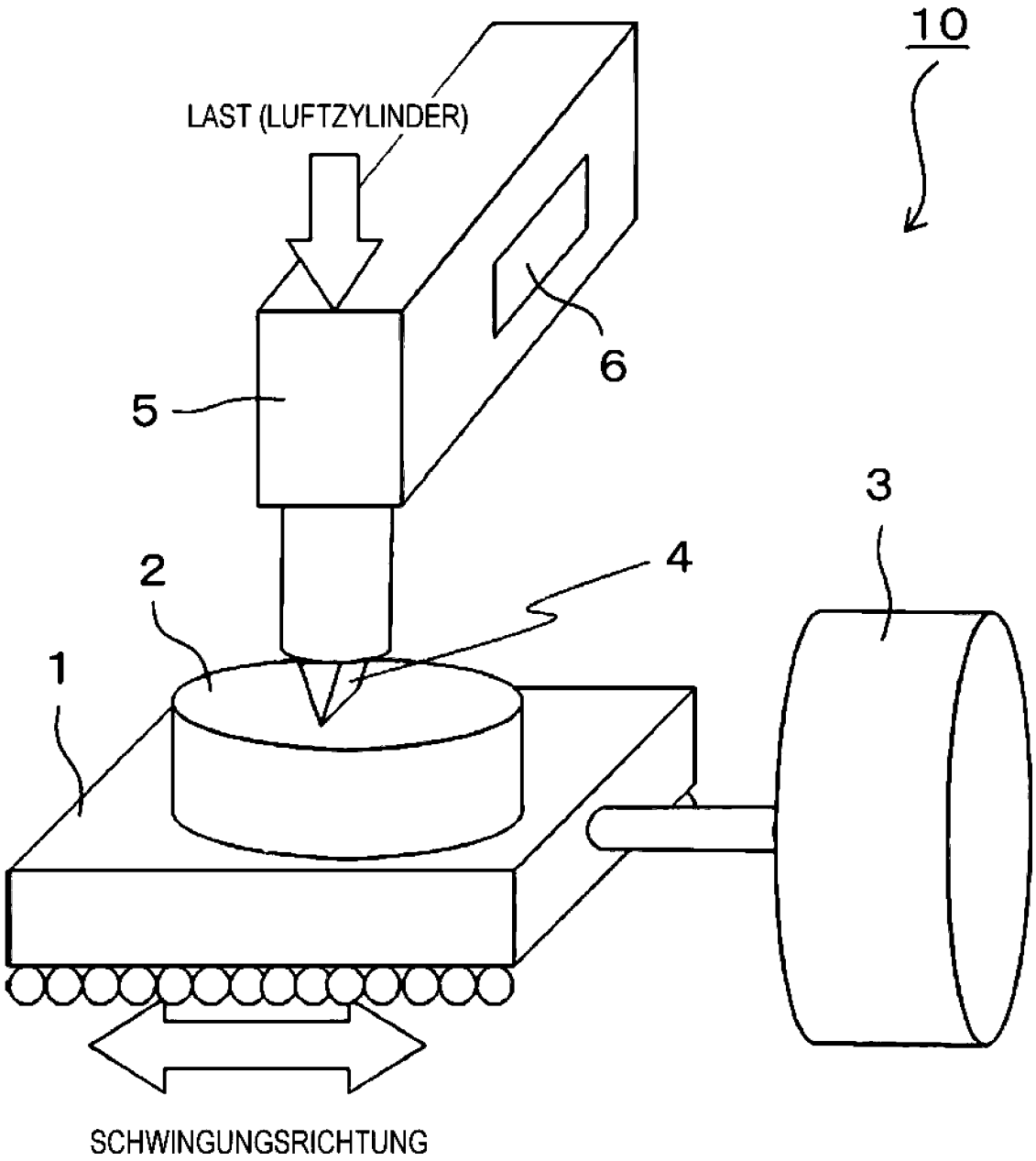
9. Stoßdämpfer, der aufweist:
die Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Verfahren zum Einstellen von Reibungseigenschaften einer Stoßdämpfer-Schmierölzusammensetzung, wobei das Verfahren aufweist:
Zugabe eines Reibungsmodifikators, der einen Pentaerythritolester enthält, zu einem Basisöl, das ein Esteröl als Hauptkomponente enthält.

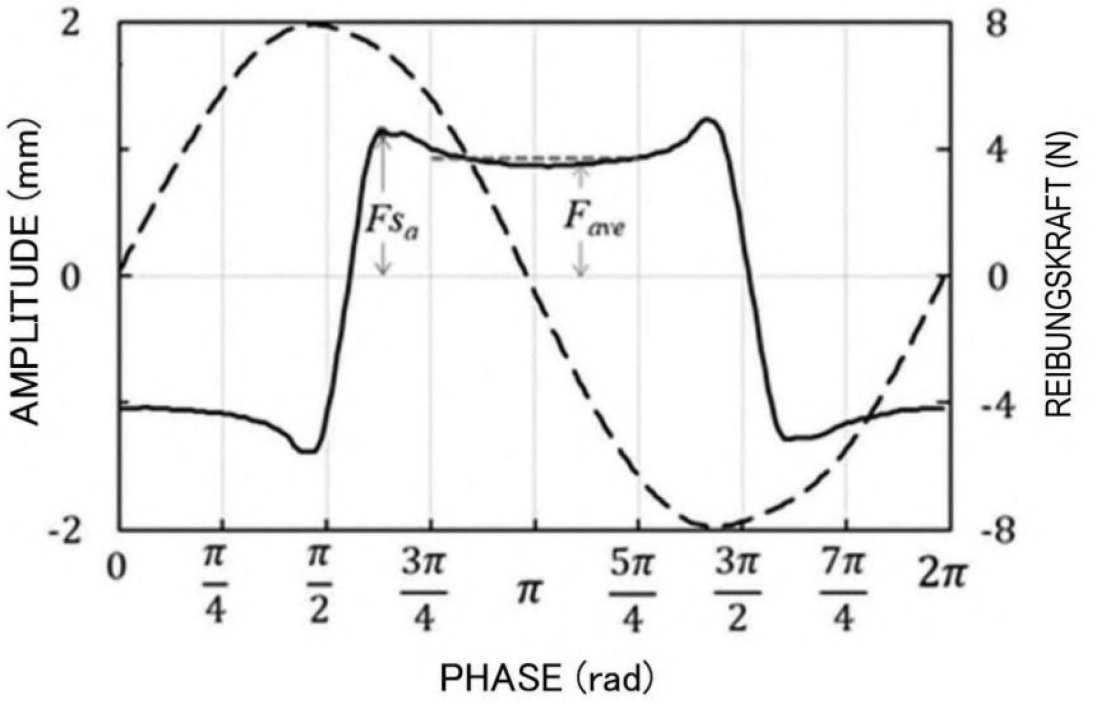
Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

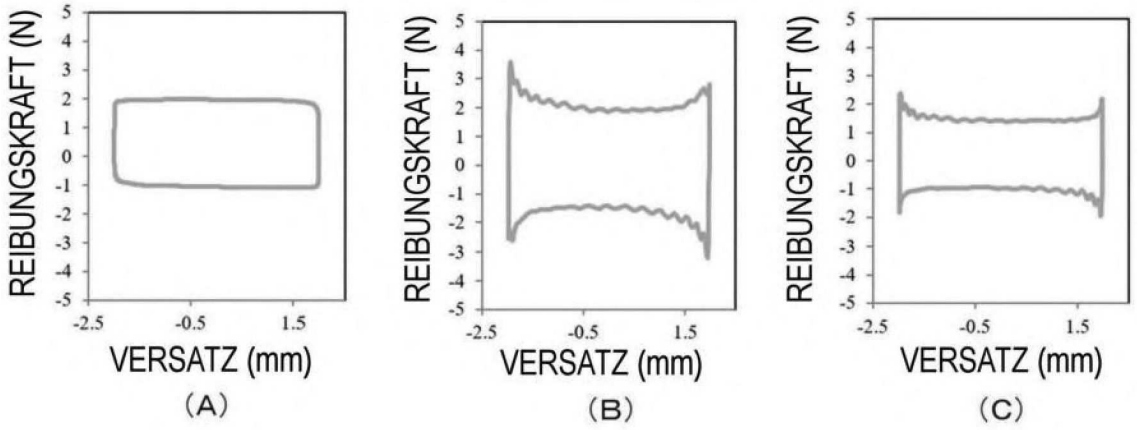
[FIG. 1]



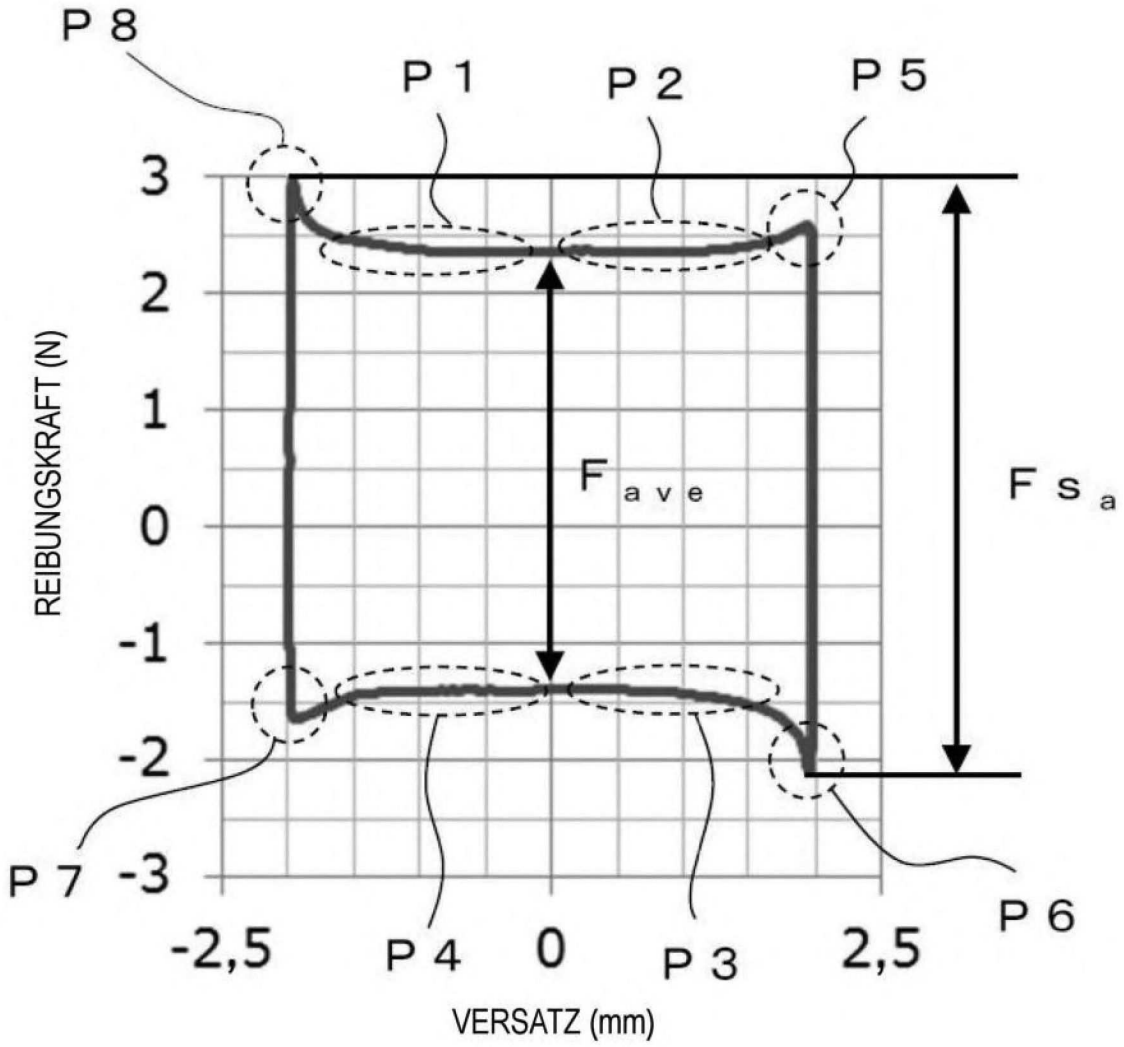
[FIG. 2]


AMPLITUDE (mm)
REIBUNGSKRAFT (N)
PHASE (rad)
Fs_a
F_{ave}
2
0
-2
8
4
0
-4
-8
0
$\frac{\pi}{4}$
$\frac{\pi}{2}$
$\frac{3\pi}{4}$
π
$\frac{5\pi}{4}$
$\frac{3\pi}{2}$
$\frac{7\pi}{4}$
2π

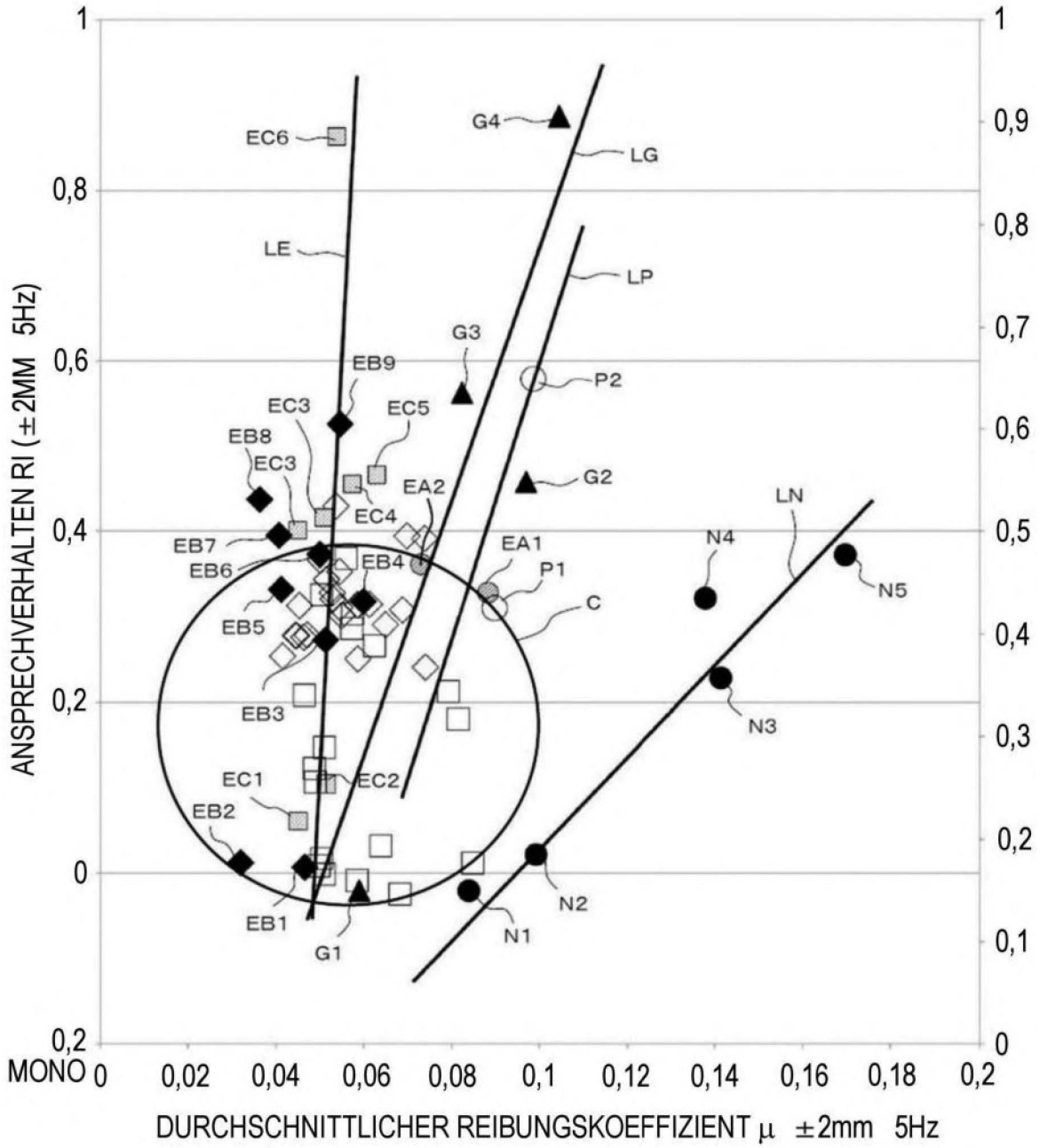
[FIG. 3]


REIBUNGSKRAFT (N)
VERSATZ (mm)
(A)
(B)
(C)
-2.5
-0.5
1.5

[FIG. 4]


P 8
P 1
P 2
P 5
3
2
1
0
-1
-2
-3
REIBUNGSKRAFT (N)
F a v e
F s a
P 7
P 6
-2,5
P 4
0
P 3
2,5
VERSATZ (mm)

[FIG. 5]



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.