



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202441086 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 16 日

(21) 申請案號：113106868

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 26 日

(51) Int. Cl. : F16C19/06 (2006.01)

F16C33/78 (2006.01)

(30) 優先權：2023/02/28 日本

2023-030148

(71) 申請人：日商美倍亞三美股份有限公司 (日本) MINEBEA MITSUMI INC. (JP)  
日本(72) 發明人：淺井佑介 ASAI, YUSUKE (JP)；北島啄也 KITAJIMA, TAKUYA (JP)；滝本達也  
TAKIMOTO, TATSUYA (JP)

(74) 代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：7 共 37 頁

(54) 名稱

滾動軸承

(57) 摘要

本發明提供一種滾動軸承，所述滾動軸承封入有表現出彈性行為且對樹脂及金屬發揮優異的潤滑特性的特定的潤滑脂組成物並且具有特定的保持器，並且本發明提供一種即使在超過 100°C 等的高溫環境下壽命特性亦優異的滾動軸承以及內置所述軸承的馬達。一種滾動軸承、包括所述滾動軸承的馬達，所述滾動軸承包括：內圈；外圈，與所述內圈同軸地配置於所述內圈的外周側；多個滾動體，配置於所述內圈與所述外圈之間；保持器，對所述滾動體進行保持；以及潤滑脂組成物，被保持於所述內圈與所述外圈之間，所述潤滑脂組成物包含基油、增稠劑、離子液體以及癸二酸二鈉鹽，所述潤滑脂組成物在利用旋轉式流變計的動態黏彈性測定中，在膜厚 0.5 mm 且剪切應變 1%、頻率 1 Hz 的條件下測定的 25°C 下的儲存彈性係數為 2,400 Pa 以上，所述保持器是包括選自由聚伸壬基對苯二甲醯胺 (PA9T)、聚醯胺 46 (PA46) 及聚醚醚酮 (PEEK) 樹脂所組成的群組中的樹脂的樹脂製冠形保持器。

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:滾動軸承

11:內圈

12:外圈

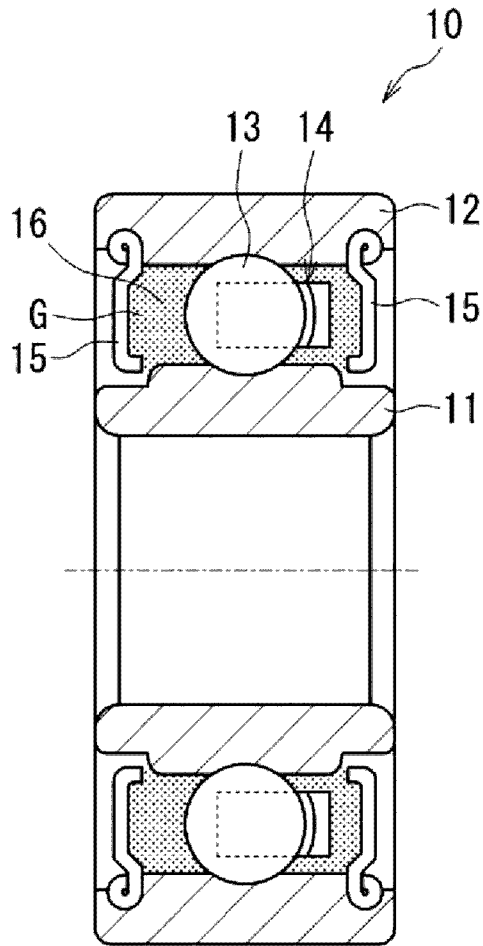
13:滾動體

14:保持器

15:密封構件

16:軸承空間

G:潤滑脂組成物



【圖1】

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】滾動軸承

【中文】

本發明提供一種滾動軸承，所述滾動軸承封入有表現出彈性行為且對樹脂及金屬發揮優異的潤滑特性的特定的潤滑脂組成物並且具有特定的保持器，並且本發明提供一種即使在超過 100°C 等的高溫環境下壽命特性亦優異的滾動軸承以及內置所述軸承的馬達。一種滾動軸承、包括所述滾動軸承的馬達，所述滾動軸承包括：內圈；外圈，與所述內圈同軸地配置於所述內圈的外周側；多個滾動體，配置於所述內圈與所述外圈之間；保持器，對所述滾動體進行保持；以及潤滑脂組成物，被保持於所述內圈與所述外圈之間，所述潤滑脂組成物包含基油、增稠劑、離子液體以及癸二酸二鈉鹽，所述潤滑脂組成物在利用旋轉式流變計的動態黏彈性測定中，在膜厚 0.5 mm 且剪切應變 1%、頻率 1 Hz 的條件下測定的 25°C 下的儲存彈性係數為 2,400 Pa 以上，所述保持器是包括選自由聚伸壬基對苯二甲醯胺 (PA9T)、聚醯胺 46 (PA46) 及聚醚醚酮 (PEEK) 樹脂所組成的群組中的樹脂的樹脂製冠形保持器。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

10:滾動軸承

11:內圈

12:外圈

13:滾動體

14:保持器

15:密封構件

16:軸承空間

G:潤滑脂組成物

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 滾動軸承

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種封入有潤滑脂組成物的滾動軸承及包括所述滾動軸承的馬達。

【先前技術】

【0002】 伺服器用風扇等中使用的小型馬達近年來被要求在如內置的軸承周邊的溫度超過 100°C 般的狀況下可承受長時間穩定的使用的特性。對於內置於該些馬達的軸承、或為使該些零件的動作或裝置的驅動順利而承擔潤滑的潤滑脂，亦要求在此種高溫環境下的長時間的耐久性以及可靠性。

提出了例如作為謀求低摩擦、低黏度化、且謀求高溫耐久性的提高的潤滑脂組成物的包含含離子液體的基油、氟系增稠劑以及腐蝕添加劑的潤滑脂組成物及封入了所述潤滑脂組成物的滾動軸承（專利文獻 1）。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻 1]日本專利特開 2009-249585 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0004】 隨著產業的發展，對於內置於馬達、可在超過 100°C 的高

溫下使用的滾動軸承及潤滑脂，不僅要求抑制旋轉不良，亦要求實現低轉矩且低消耗電力。另外，在風扇馬達等中，為了性能的提高而馬達的轉速進一步上升，不僅可設想在高溫/高速旋轉環境下的使用，要求壽命亦變得極其長。

**【0005】** 本發明的目的在於提供一種滾動軸承，所述滾動軸承封入有表現出彈性行為且對樹脂及金屬發揮優異的潤滑特性的特定的潤滑脂組成物並且具有特定的保持器，並且本發明的目的在於提供一種即使在如超過 100℃ 般的高溫下壽命特性亦優異的滾動軸承以及內置所述軸承的馬達。

[解決課題之手段]

**【0006】** 本發明的一態樣是有關於一種滾動軸承，且包括：

內圈；

外圈，與所述內圈同軸地配置於所述內圈的外周側；

多個滾動體，配置於所述內圈與所述外圈之間；

保持器，對所述滾動體進行保持；以及

潤滑脂組成物，被保持於所述內圈與所述外圈之間，

所述潤滑脂組成物包含基油、增稠劑、離子液體以及癸二酸二鈉鹽，

所述潤滑脂組成物在利用旋轉式流變計的動態黏彈性測定中，在膜厚 0.5 mm 且剪切應變 1%、頻率 1 Hz 的條件下測定的 25℃ 下的儲存彈性係數為 2,400 Pa 以上，

所述保持器是包括選自由聚伸壬基對苯二甲醯胺

( polynonamethyleneterephthalamide )( PA9T )、聚醯胺 46 ( PA46 ) 及聚醚醚酮 ( Polyetheretherketone , PEEK ) 樹脂所組成的群組中的樹脂的樹脂製冠形保持器。

另外，本發明是有關於一種包括所述滾動軸承的馬達。

## 【圖式簡單說明】

### 【0007】

圖 1 是對本發明的滾動軸承的構造的一例進行說明的示意圖。

圖 2 是對本發明的馬達的構造的一例進行說明的示意圖。

圖 3 ( A ) 及圖 3 ( B ) 是潤滑特性評價 ( 金屬-金屬 ) 中的實施例 1 及比較例 3 的磨損痕跡 ( 球及盤 ) 的照片。

圖 4 ( a ) 及圖 4 ( b ) 是表示潤滑特性評價 ( 金屬-金屬 ) 中的實施例 1 及比較例 3 的盤側磨損痕跡中的白色干涉計測量資料的圖。

圖 5 ( a ) 及圖 5 ( b ) 是表示黏彈性評價中的實施例 1 及比較例 3 的儲存彈性係數 (  $G'$  ) 及損耗彈性係數 (  $G''$  ) 的測定結果的圖。

圖 6 ( A ) 及圖 6 ( B ) 是表示潤滑特性評價 ( 金屬-樹脂 ) 中的實施例 A 至實施例 C 以及比較例 A 的摩擦係數及試驗溫度的測定結果的圖。

圖 7 ( a ) 及圖 7 ( b ) 是潤滑特性評價 ( 金屬-樹脂 ) 中的實施例 A 以及比較例 A 的磨損痕跡 ( 試驗片 ) 的照片。

## 【實施方式】

【0008】 如上所述，伺服器用風扇等中使用的風扇馬達正在推進高溫/高速化，組裝於該馬達中的軸承亦被要求在此種嚴酷的環境下的高可靠性。進而，該軸承亦被要求低轉矩性能，為了降低導致轉矩上升的潤滑脂的攪拌阻力，將潤滑脂的應用量設為微小，謀求基於少量的離油的油膜形成、潤滑的實現。但是，若因高溫環境下的使用或摩擦發熱而產生嚴重的離油，則會馬上陷入潤滑不良。

另外，一般的潤滑脂中，添加有在金屬表面形成具有潤滑性的吸附膜（摩擦被膜）、且有助於降低摩擦發熱以及抑制磨損的極壓劑。但是，所述伺服器用風扇馬達的要求壽命如今已達到 10,000 小時以上，在反復進行利用極壓劑的吸附膜形成、摩擦降低/磨損抑制作用（膜消失）、吸附膜再形成的過程中，會引起極壓劑的消失，從而發生摩擦磨損特性的惡化，進而發生潤滑不良。

【0009】 本發明者等人針對此種潤滑不良的發生的問題，著眼於封入至滾動軸承的潤滑脂的形狀。而且，作為用於在所述嚴酷的環境下亦可維持潤滑脂形狀的結構，採用了後述的離子液體以及癸二酸二鈉鹽。發現藉由本結構，而實現表現出彈性行為的潤滑脂，藉此，抑制潤滑脂的攪拌阻力，抑制伴隨高速旋轉下的攪拌的剪切發熱，並且在少量的潤滑脂中長時間保持油分，從而可期待潤滑的長壽命化。另外，發現該些成分的採用使潤滑特性提高而亦可有助於藉由降低摩擦發熱來延長潤滑壽命。

進而，本發明者等人亦著眼於滾動軸承的結構，採用與所述離子液體的吸附性優異的樹脂製的保持器，特別是發現，包括聚伸

王基對苯二甲醯胺(PA9T)、聚醯胺 46(PA46)、或聚醚醚酮(PEEK)樹脂作為樹脂成分的樹脂製冠形保持器實現優異的耐摩擦磨損特性。

以下具體地進行說明。

#### 【0010】 [滾動軸承]

首先，以下參照附圖對本發明的滾動軸承的較佳實施形態進行詳細的說明。再者，本發明並不受以下的實施形態限定。

【0011】 圖 1 是本發明的較佳實施形態的滾動軸承 10 的徑向上的剖面圖。滾動軸承 10 具有與現有技術的滾動軸承同樣的基本構造，且包括環狀的內圈 11、外圈 12、多個滾動體 13、保持器 14 以及密封構件 15。

內圈 11 是於省略圖示的軸的外周側與其中心軸同軸地設置的圓筒形的結構體。外圈 12 是在內圈 11 的外周側與內圈 11 同軸地配置的圓筒形的結構體。多個滾動體 13 各者是配置於內圈 11 與外圈 12 之間所形成的環狀的軸承空間 16 內的軌道的滾珠。即，本實施形態中的滾動軸承 10 是滾珠軸承。

保持器 14 配置於軌道內並對多個滾動體 13 進行保持。保持器 14 是與軸的中心軸同軸地設置的環狀體，且具有如下構造：在中心軸的方向上的其中一側包括用於對滾動體 13 進行保持的多個凹穴部，並在各凹穴部內收容滾動體 13。滾動體 13 藉由保持器 14 在內圈 11 及外圈 12 的周向上以規定的間隔進行保持，從而可抑制滾動體 13 的脫落或相鄰的滾動體 13 間的接觸。

密封構件 15 固定於外圈 12 的內周面並向內圈 11 側延伸，對軸承空間 16 進行密封。在由密封構件 15 密封的軸承空間 16 中，封入有潤滑脂組成物 G。即潤滑脂組成物 G 被保持於內圈 11 與外圈 12 之間。該潤滑脂組成物 G 可使用後述的潤滑脂組成物。再者，潤滑脂 G 封入至軸承空間 16 內部的量例如可設為其容積的 5%~50%。

密封構件 15 例如由鋼板或橡膠形成，可列舉與內圈 11 的外周非接觸的鋼板屏蔽件、與內圈 11 的外周非接觸的非接觸式橡膠密封件。在本發明中，可使用所述鋼板屏蔽件或非接觸式橡膠密封件中的任一種密封構件。就抑制逸氣的觀點而言，較佳為使用鋼板屏蔽件。再者，本圖為包括密封構件 15 的態樣，但本發明的滾動軸承亦將不包括密封構件的滾動軸承的態樣作為對象。

在具有以上結構的滾動軸承 10 中，潤滑脂組成物 G 以降低滾動體 13 與保持器 14 之間、及滾動體 13 與內圈 11 或外圈 12 之間的摩擦的方式發揮作用。藉由降低摩擦而減輕摩擦轉矩並且亦可抑制摩擦熱的產生，從而促進內圈 11 及外圈 12 的順利旋轉。如根據圖 1 所示的結構可知，封入至滾動軸承 10 的潤滑脂組成物 G 在滾動軸承 10 旋轉時對滾動體 13 與內圈 11 或外圈 12 之間進行潤滑。

**【0012】** 在本發明的滾動軸承中，保持器使用包括選自由聚仲壬基對苯二甲醯胺 (PA9T)、聚醯胺 46 (PA46) 及聚醚醚酮 (PEEK) 樹脂所組成的群組中的樹脂的樹脂製冠形保持器。所述保持器只

要由必須包含所述樹脂的材料形成即可，亦可包含含有玻璃纖維或碳纖維等強化劑的複合材料。

**【0013】** 關於本發明中的滾動軸承，大小或使用條件等並無特別限定，其中適宜為外徑 10 mm 以下的滾動軸承，且適於在溫度 100℃ 以上、例如溫度 130℃ 或者轉速 50,000 rpm 以上、例如 100,000 rpm 以上或 130,000 rpm 以上的高溫及/或高速條件下的使用。

本發明的滾動軸承可作為在汽車、家電設備、資訊設備等中使用的小型馬達（例如，風扇馬達、清潔馬達）的滾動軸承來使用。

**【0014】** [馬達]

作為一例，在圖 2 中對包括本實施形態的滾動軸承的馬達的實施形態進行詳細的說明，但本發明不受以下的實施形態限定。

**【0015】** 圖 2 是本發明的一實施形態的馬達的軸方向上的剖面圖。馬達 20 具有與現有技術的馬達同樣的基本結構，且包括殼體 21、定子 22、線圈 23、轉子磁鐵 24、軸 25 及對軸 25 進行支撐的滾動軸承 26。

馬達 20 藉由經由驅動電路使由電源（以上未圖示）供給的電流流過捲繞於定子 22 的線圈 23 而產生磁力，藉此轉子磁鐵 24 旋轉，而旋轉經由軸 25 傳遞至外部的旋轉體。

在本發明中，可將本發明的滾動軸承適當地用作送風機中使用的馬達的軸承，在此情況下，所述外部的旋轉體相當於送風機的葉輪（未圖示）。

**【0016】** [潤滑脂組成物]

本發明者等人如上所述著眼於封入至軸承中的潤滑脂的形狀，藉由維持彈性且潤滑脂的形狀不易變形，可期待有助於攪拌阻力的抑制、剪切發熱的抑制、以及高溫/高速耐久性的實現、進而亦有助於低轉矩或消耗電力削減，作為用於如上所述的結構而採用離子液體以及癸二酸二鈉，藉此達成潤滑脂組成物的儲存彈性係數的適當化。

以下，對封入至本發明的滾動軸承中的潤滑脂組成物進行說明。

**【0017】** <基油>

在封入至本實施形態的滾動軸承中的潤滑脂組成物中，作為基油，可單獨或混合使用一般用作潤滑脂基油的合成烴油、醚系合成油、酯系合成油等合成油。

**【0018】** 作為所述合成烴油，例如可列舉：正鏈烷烴、異鏈烷烴、聚丁烯、聚異丁烯、1-癸烯寡聚物、1-癸烯與乙烯共聚寡聚物等聚 $\alpha$ -烯烴（Poly Alpha Olefin，PAO）。

作為所述酯系合成油，例如可列舉：癸二酸二丁酯、二-2-乙基己基癸二酸酯、癸二酸二辛酯、己二酸二辛酯、己二酸二異癸酯、己二酸二-十三烷基酯、鄰苯二甲酸二-十三烷基酯、甲基-乙醯基蓖麻醇酸酯等二酯油；偏苯三酸三辛酯、三-2-乙基己基偏苯三酸酯、十三烷基偏苯三酸酯、均苯四甲酸四辛酯、四-2-乙基己基均苯四酸酯等芳香族酯油、三羥甲基丙烷辛酸酯、三羥甲基丙烷壬酸酯、季戊四醇-2-乙基己酸酯、季戊四醇壬酸酯等多元醇酯油、碳

酸酯油等。

另外，作為所述醚系合成油，可列舉：單烷基二苯醚、二烷基二苯醚、聚烷基二苯醚等烷基醚油、烷基二苯醚油等。

**【0019】** 所述基油可基於本發明中使用的潤滑脂組成物的總質量而例如以 70 質量%以上的比例包含，可設為例如基於潤滑脂組成物的總質量而以 70 質量%至 90 質量%的比例包含所述基油者。

**【0020】** <增稠劑>

本發明中使用的潤滑脂組成物可較佳地使用脲系增稠劑作為增稠劑。

脲化合物由於耐熱性、耐水性均優異，特別是在高溫下的穩定性良好，因此在高溫環境下的適用處可適合用作增稠劑。

作為脲系增稠劑，可使用二脲化合物、三脲化合物、聚脲化合物等脲化合物。就耐熱性及音響特性（靜音性）的方面而言，較佳為使用二脲化合物。另外，作為脲化合物的種類，較佳為包含脂肪-芳香族脲、脂環-脂肪族脲及脂肪族脲中的至少一種。

作為該些脲系增稠劑，可使用先前公知的脲化合物。

**【0021】** 作為用於脲系增稠劑的二脲化合物的一例，可列舉下述式（1）所表示的二脲化合物。



所述式（1）中， $R_1$  及  $R_3$  各自獨立地表示一價脂肪族烴基、

一價脂環式烴基、或一價芳香族烴基，並且  $R_1$  及  $R_3$  中的至少一者表示一價脂肪族烴基或一價脂環式烴基。

另外， $R_2$  表示二價芳香族烴基。

**【0022】** 作為所述一價脂肪族烴基，例如可列舉碳原子數 6 至 26 的直鏈狀或支鏈狀的飽和或不飽和的烷基。

作為所述一價脂環式烴基，例如可列舉碳原子數 5 至 12 的環烷基。

另外，作為所述芳香族烴基，例如可列舉碳原子數 6 至 20 的一價或二價芳香族烴基。

**【0023】** 用作脲系增稠劑的脲化合物能夠使用胺化合物以及異氰酸酯化合物而合成。

作為所述胺化合物，可列舉：以己基胺、辛基胺、十二烷基胺、十六烷基胺、十八烷基胺（硬脂基胺）、二十二胺、油基胺等為代表的脂肪族胺；以及以環己胺等為代表的脂環式胺；另外以苯胺、對甲苯胺、乙氧基苯基胺等為代表的芳香族胺。

另外，作為異氰酸酯化合物，可使用：伸苯基二異氰酸酯、甲苯二異氰酸酯（tolylene diisocyanate, TDI）、二苯基二異氰酸酯、二苯基甲烷二異氰酸酯（diphenylmethane diisocyanate, MDI）、二甲基聯苯二異氰酸酯（聯甲苯胺二異氰酸酯（tolidine diisocyanate, TODI））等芳香族二異氰酸酯或十八烷二異氰酸酯、癸烷二異氰酸酯、己烷二異氰酸酯等脂肪族二異氰酸酯等。

再者，在將使用作為胺原料的芳香族單胺以及芳香族二異氰

酸酯而獲得的芳香族二脲化合物用作脲系增稠劑的情況下，有產生異常聲音之虞，因此有必要對使用進行研究。

【0024】 所述脲系增稠劑(脲化合物)可以相對於本發明中使用的潤滑脂組成物的總量而例如成為 10 質量%~20 質量%的方式調配。

【0025】 <離子液體>

應用於本實施形態的滾動軸承的潤滑脂組成物必須包含離子液體。

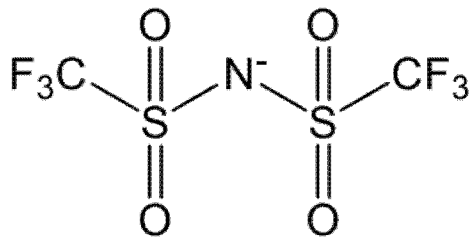
一直以來，為了消除因旋轉摩擦而在零件間產生的靜電，潤滑劑視需要被賦予導電性，作為其方法之一，正在研究添加離子液體。

在本發明中，可考慮藉由併用離子液體以及後述的癸二酸二鈉鹽，使潤滑脂組成物的儲存彈性係數為適當的範圍，實現彈性且不易變形的潤滑脂，藉此抑制伴隨高速旋轉下的攪拌而產生的剪切發熱，進而藉由形成牢固的摩擦被膜而實現摩擦發熱的降低，從而承擔潤滑性能的長壽命化的作用。

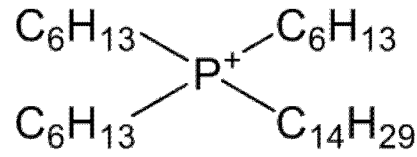
【0026】 作為所述離子液體，使用氟系的離子液體，只要是可藉由與後述的癸二酸二鈉鹽的併用而實現所期望的儲存彈性係數的離子液體，則並無特別限定。

例如，可使用下述所示的三己基十四烷基磷-雙(三氟甲磺醯基)膦亞胺 ([THTDP][TFSI])。

[化 1]



[TFSI]



[THTDP]

【0027】 所述離子液體可以相對於本發明中使用的潤滑脂組成物的總量而例如成為 0.1 質量%~10 質量%的方式進行調配。

【0028】 <分散劑：癸二酸二鈉鹽>

應用於本實施形態的滾動軸承的潤滑脂組成物包含癸二酸二鈉鹽作為分散劑。

癸二酸二鈉鹽可以相對於本發明中使用的潤滑脂組成物的總量而例如成為 0.1 質量%~10 質量%的方式進行調配。

【0029】 <其他添加劑>

在本發明中使用的潤滑脂組成物中，可視需要在不損害本發明的效果的範圍內包含潤滑脂組成物中通常使用的添加劑。

作為此種添加劑的例子，可列舉：抗氧化劑、極壓劑、金屬鈍化劑、摩擦防止劑（耐磨損劑）、防鏽劑、油性改進劑、黏度指數改進劑、增黏劑等。

在包含該些其他添加劑的情況下，其添加量（合計量）通常相對於潤滑脂的總量而為 0.1 質量%~10 質量%。

【0030】 例如，作為所述抗氧化劑，例如可列舉：十八烷基-3-(3,5-

二-第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯、季戊四醇四[3-(3,5-二-第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]、2,4-雙-(正辛硫基)-6-(4-羥基-3,5-二-第三丁基苯胺)-1,3,5-三嗪、1,3,5-三甲基-2,4,6-三(3,5-二-第三丁基-4-羥基苄基)苯、三乙二醇-雙[3-(3-第三丁基-5-甲基-4-羥基苯基)丙酸酯]、1,6-己二醇-雙[3-(3,5-二-第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]、2,2-硫代-二仲乙基雙[3-(3,5-二-第三丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]、N,N'-六亞甲基雙(3,5-二-第三丁基-4-羥基-氫肉桂醯胺)等受阻酚系抗氧化劑、2,6-二-第三丁基-4-甲基苯酚、及 4,4-亞甲基雙(2,6-二-第三丁基苯酚)等酚系抗氧化劑、二苯基胺、二芳基胺、三苯基胺、苯基- $\alpha$ -萘胺、烷基化苯基- $\alpha$ -萘胺、啡噻嗪、烷基化啡噻嗪等胺系抗氧化劑等。

【0031】 另外，作為極壓劑，例如可列舉：磷酸酯、亞磷酸酯、磷酸酯胺鹽等磷系化合物，硫化物類、二硫化物類等硫系化合物，氯化鏈烷烴、二苯基氯化物等氯系化合物，二烷基二硫代磷酸鋅、二烷基二硫代胺甲酸鋁等硫系化合物的金屬鹽等。

【0032】 作為金屬鈍化劑，例如可列舉：苯並三唑、1-[N,N-雙(2-乙基己基)胺基甲基]-苯並三唑、1-[N,N-雙(2-乙基己基)胺基甲基]-4-甲基苯並三唑等苯並三唑系化合物；噻二唑、2-巯基噻二唑、2,5-雙(烷基二硫代)-1,3,4-噻二唑等噻二唑系化合物，苯並咪唑、2-巯基苯並咪唑、2-(癸基二硫代)-苯並咪唑等苯並咪唑系化合物，亞硝酸鈉等。

【0033】 另外，摩擦防止劑（耐磨損劑）可列舉磷酸三甲苯酯或高

分子酯。

作為所述高分子酯，例如可列舉脂肪族一元羧酸及二元羧酸與多元醇的酯。作為所述高分子酯的具體例，例如可列舉日本禾大（croda Japan）公司製造的普利胺（PRIOLUBE）（註冊商標）系列等，但並不限定於該些。

**【0034】** 本發明中使用的潤滑脂組成物可調配以上所述的基油、脲系增稠劑、離子液體、癸二酸二鈉鹽、以及根據需要的其他添加劑而獲得。

另外，例如亦可針對包含所述基油以及所述脲系增稠劑的脲系潤滑脂（基礎潤滑脂），調配離子液體、癸二酸二鈉鹽、以及根據需要的其他添加劑，從而獲得潤滑脂組成物。

通常，相對於基礎潤滑脂而言的增稠劑的含量為 10 質量%~30 質量%左右，例如，相對於所述脲系潤滑脂而言的二脲化合物（脲系增稠劑）的含量例如可設為 10 質量%~25 質量%左右，另外可設為 10 質量%~20 質量%左右。

**【0035】** <關於儲存彈性係數>

本發明中使用的潤滑脂組成物藉由儲存彈性係數處於適當的範圍，而可表現出彈性且不易變形的潤滑脂行為。

儲存彈性係數是表示潤滑脂的形狀穩定性的值，是為了掌握潤滑脂剛封入至滾動軸承後不久或滾動軸承旋轉時潤滑脂的形狀穩定性而有效的參數。

特別是在高溫/高速下使用的滾動軸承中，若潤滑脂的形狀自

封入時的形狀發生變化，則潤滑脂纏繞於球（滾動體）等，不僅導致滾動軸承的轉矩上升或轉矩不穩定，而且隨著剪切，增稠劑的纖維構造被破壞，因此潤滑脂劣化，可能成為潤滑不良的因素。因此，為了初期及長期的轉矩穩定性或抑制潤滑不良，潤滑脂的形狀維持能力（形狀穩定性）是重要的因素。

就此種潤滑脂的形狀穩定性的觀點而言，重要的是在本發明中使用的潤滑脂組成物中，在所述測定條件（利用旋轉式流變計進行的動態黏彈性測定：膜厚 0.5 mm、剪切應變 1%、頻率 1 Hz）下的 25°C 的儲存彈性係數為 2400 Pa 以上。但是，若儲存彈性係數過高，則由於潤滑脂位於滾動體的公轉軌道上而球越過潤滑脂時的阻力上升，轉矩上升令人擔憂。因此，儲存彈性係數理想的是設為 4,500 Pa 以下、更佳為不超過 3,500 Pa 的值。

**【0036】** 本發明並不限定於本說明書所記載的實施形態或具體的實施例，能夠在申請專利範圍所記載的技術思想的範圍內進行各種變更、變形。

#### [實施例]

**【0037】** 以下，藉由實施例更詳細地說明本發明。但是，本發明並不限定於此。

**【0038】** 按照下述表 1 所示的調配量來製備實施例 1 及比較例 1 至比較例 6 中使用的潤滑脂組成物。

再者，潤滑脂組成物的製備中使用的各成分的詳細情況及其簡稱如下所述。

## &lt; 基油 &gt;

· 酯油：偏苯三酸三辛酯（trioctyl trimellitate，TOTM）與均苯四甲酸四辛酯（tetraoctyl pyromellitate，TOPM）的混合油[40°C 下的動態黏度：100 mm<sup>2</sup>/s]

## &lt; 增稠劑 &gt;

· 二脲化合物：脂肪-芳香族二脲化合物

## &lt; 添加劑 &gt;

· 離子液體：（參照下述化學式所示的結構）

（1）[TFSI][THTDP]

三己基十四烷基鎘-雙(三氟甲磺醯基)醯亞胺

（2）[TFSI][EMI]

1-乙基-3-甲基咪唑鎘-雙(三氟甲磺醯基)醯亞胺

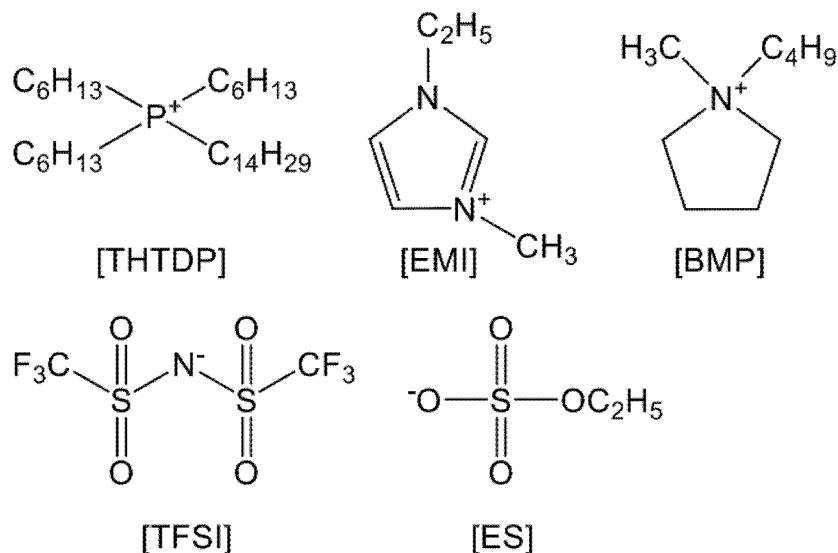
（3）[TFSI][BMP]

1-丁基-1-甲基吡咯啉鎘-雙(三氟甲磺醯基)醯亞胺

（4）[ES][EMI]

1-乙基-3-甲基咪唑鎘-乙基硫酸酯

[化 2]



·分散劑：癸二酸二鈉鹽

·其他添加劑：

極壓添加劑：磷酸酯系極壓添加劑（硫代磷酸三苯酯、製品名「易路魯百 (Irgalube) TPPT」、日本巴斯夫 (BASF Japan) (股))

金屬鈍化劑：苯並三唑化合物 (1-[N,N-雙(2-乙基己基)胺基甲基]苯並三唑，製品名「BT-LX」，城北化學工業 (股))

抗氧化劑：二芳基胺系抗氧化劑（辛基化/丁基化二苯胺，製品名「易路諾斯 (Irganox) L57」，日本巴斯夫 (BASF Japan) (股))

其他添加劑以相對於實施例及比較例的各潤滑脂組成物（總質量）而使所述極壓添加劑、金屬鈍化劑、抗氧化劑合計為 3 質量 % 的方式進行添加。

**【0039】** 另外，用於以下的試驗評價的滾動軸承如下所述。

·滾動軸承：帶鋼屏蔽件的滾珠軸承（內徑 3 mm、外徑 8 mm、寬 3 mm）

·保持器：樹脂製冠形保持器

〈保持器材質〉

保持器 A：PEEK[調配碳纖維（carbon fibre，CF）20%]

保持器 B：PA9T[調配碳纖維（carbon fibre，CF）20%]

保持器 C：PA46[調配玻璃纖維（glass fibre，GF）30%]

保持器 D：PA66[調配玻璃纖維（glass fibre，GF）30%]

【0040】 按照以下的順序進行潤滑特性評價、黏彈性評價、耐熱性評價。將所獲得的結果示於表 1 及表 2。

【0041】 <（1）潤滑特性評價（金屬-金屬：摩擦磨損試驗）>

使用歐潤寶（Optimol）公司製造的振動摩擦試驗機（商品名：SRV）進行金屬-金屬間的摩擦磨損試驗。試驗以球盤式進行實施，使用了球（材質：SUJ2， $\phi 10$  mm）及盤（材質：SUJ2， $\phi 24$  mm）。試驗條件設為負荷 100 N、測定溫度 80°C、滑動距離 1 mm、振動頻率 50 Hz、試驗時間 20 分鐘。試驗開始時供給 5 mg 的各潤滑脂組成物。

試驗結束後，對球側的磨損痕跡直徑的大小進行測量（N=3 的平均值）。另外，對於實施例 1 及比較例 3，藉由翟柯（ZYGO）公司製造的白色干涉計（商品名：新視野（New View）200）對盤側的磨損痕跡的與滑動方向交叉的方向上的最大高低差 P-V 值進行測量（各 N=1）。分別按照下述判定基準對磨損痕跡直徑及最大高低差進行評價。

再者，圖 3（A）及圖 3（B）中示出摩擦磨損痕跡試驗後的實

施例 1 及比較例 3 的球及盤的磨損痕跡照片。圖 3 (A) 表示球磨損痕跡[(a) 實施例 1、(b) 比較例 3]，圖 3 (B) 表示盤磨損痕跡[(a) 實施例 1、(b) 比較例 3]。

另外，圖 4 (a) 及圖 4 (b) 中為示出對摩擦磨損痕跡試驗後的實施例 1 及比較例 3 的盤實施的白色干涉計測量資料[(a) 實施例 1、(b) 比較例 3]。

< 磨損痕跡直徑的判定基準 >

A：球的磨損痕跡直徑為 330  $\mu\text{m}$  以下

N：球的磨損痕跡直徑超過 330  $\mu\text{m}$

< 最大高低差的判定基準 >

A：盤的磨損痕跡的最大高低差 P-V 值為 0.5  $\mu\text{m}$  以下

N：盤的磨損痕跡的最大高低差 P-V 值超過 0.5  $\mu\text{m}$

**【0042】** < (2) 離油量 (單位： $\text{mm}^2/\text{mg}$ ) 測定及評價 >

在包藥紙的載藥側的面上將所製備的各潤滑脂組成物 9 mg 呈  $\phi 3$  mm 圓柱狀靜置，在 80°C 環境下放置 24 小時。經過 24 小時後，對包藥紙上所產生的滲油部分的面積進行測量。算出潤滑脂組成物的單位質量的滲油部分的面積作為離油量 ( $\text{mm}^2/\text{mg}$ )，按照以下的判定基準對離油量 (N=3 的平均值) 進行評價。

再者，在本試驗中，包藥紙使用博愛公司 (股) 的「純白仿製品 (中)」(尺寸：105 mm×105 mm、厚度：42  $\mu\text{m}$ ，單位面積重量：30  $\text{g}/\text{m}^2$ )，如上所述在載藥側的面 (光澤面) 上使潤滑脂組成物靜置。

< 判定基準 >

N：離油量小於 180 mm<sup>2</sup>/mg

A：離油量為 180 mm<sup>2</sup>/mg 以上且 270 mm<sup>2</sup>/mg 以下

N：離油量超過 270 mm<sup>2</sup>/mg

【0043】 < (3) 黏彈性評價 (利用流變計進行彈性係數 (單位：Pa) 測定) >

藉由安東帕爾 (Anton Paar) 公司製造的旋轉式黏度計 (流變計, 商品名 MCR302), 對各潤滑脂組成物的儲存彈性係數 G' 及損耗彈性係數 G'' 進行測定。測定模式採用應變分散法 (可將應變自 100% 調整為 0.01%), 夾具採用平行板  $\phi 25$  mm (PP25), 在板間隙 0.5 mm、頻率 1 Hz、溫度 25°C 下進行測定。將應變為 1% 時的測定值作為儲存彈性係數 G' (Pa), 按照以下的判定基準對儲存彈性係數 (N=3 的平均值) 進行評價。

再者, 圖 5 (a) 及圖 5 (b) 中為示出與實施例 1 及比較例 3 相關的相對於剪切應變的儲存彈性係數 (G') 及損耗彈性係數 (G'') 的測定結果 [(a) 實施例 1、(b) 比較例 3]。

< 判定基準 >

A：儲存彈性係數為 2,400 Pa 以上且 4,500 Pa 以下

N：儲存彈性係數小於 2,400 Pa 或超過 4,500 Pa

【0044】 < (4) 耐熱性評價 (耐久試驗) (1) >

在帶鋼滾珠軸承 (內徑 3 mm、外徑 8 mm、寬 3 mm、保持器 B (PA9T [調配碳纖維 (CF) 20%])) 中, 以軸承容積的 25%~35%

封入各潤滑脂組成物。將所述滾珠軸承安設於殼體，自軸向對外圈施加 2 N 的預壓後，將軸插入至軸承內徑，將軸與試驗用馬達的旋轉軸結合，使滾珠軸承進行內圈旋轉。

繼而，將所述殼體加熱至 130°C，在試驗溫度 130°C、旋轉速度 120,000 rpm 下使其旋轉，對滾珠軸承停止之前的時間進行測量。

關於停止條件，將轉矩上升而達到較規定降低了 10% 的旋轉速度的時刻設為停止，將停止之前的試驗時間設為經過時間 (hr)。對於各潤滑脂組成物，分別各進行 3 次試驗，求出平均值，按照以下的判定基準進行評價。

< 判定基準 >

A：經過時間為 10,000 hr 以上

N：經過時間小於 10,000 hr

【0045】 [表 1]

[表 1]

		實施例	比較例						
		1	1	2	3	4	5	6	
基油	酯油 (TOTM+TOPM) (100 m <sup>2</sup> /s) <sup>*1</sup>	76	76	76	76	77	79	81	
增稠劑	二脲化合物 (芳香族-脂肪族二脲)	15	15	15	15	16	16	16	
添加劑	離子液體	(1) [TFSI][THDTP]	4				4		
		(2) [TFSI][EMI]		4					
		(3) [TFSI][BMP]			4				
		(4) [ES][EMI]				4			
	分散劑	癸二酸二鈉鹽	2	2	2	2		2	
	其他添加劑 (極壓劑、金屬鈍化劑、抗氧化劑)		3	3	3	3	3	3	3
潤滑特性評價 (金屬-金屬)	球磨損痕跡直徑 實際測量值 [μm]	330	327	336	347	338	337	340	
	判定 <sup>*2</sup>	A	A	N	N	N	N	N	
	盤磨損痕跡的 P-V 值 實際測量值 [μm]	0.4			0.89				
	判定 <sup>*3</sup>	A			N				
離油特性評價	測定值 [mm <sup>2</sup> /mg]	181.5	175.4	177.9	182.7	182.2	183.8	188.4	
	評價 <sup>*4</sup>	A	N	N	A	A	A	A	
黏彈性評價 (儲存彈性係數)	G'測定值 [Pa]	2508.5	2220.9	2146.2	1921.3	1971.1	2271	1877.1	
	判定 <sup>*5</sup>	A	N	N	N	N	N	N	
耐熱性評價 (耐久試驗)	經過時間 [hr]	>10,000	7,000	5,500	5,000	8,000	6,500	1,000	
	判定 <sup>*6</sup>	A	N	N	N	N	N	N	

註：\*1 括號內的數值表示 40°C 下的動態黏度

\*2 A (較佳)：球的磨損痕跡直徑為 330 μm 以下

N (欠佳)：球的磨損痕跡直徑超過 330 μm

\*3 A (較佳)：盤的磨損痕跡的 P-V 值為 0.5 μm 以下

N (欠佳)：盤的磨損痕跡的 P-V 值超過 0.5 μm

\*4 A (較佳)：離油量为 180 mm<sup>2</sup>/mg 以上且 270 mm<sup>2</sup>/mg 以下

N (欠佳)：離油量小於 180 mm<sup>2</sup>/mg 或超過 270 mm<sup>2</sup>/mg

\*5 A (較佳)：儲存彈性係數為 2,400 Pa 以上且 4,500 Pa 以下

N (欠佳)：儲存彈性係數小於 2,400 Pa 或超過 4,500 Pa

\*6 A (較佳)：經過時間為 10,000 小時以上

N (欠佳)：經過時間小於 10,000 小時

**【0046】 < (5) 潤滑特性評價 (金屬-樹脂：摩擦磨損試驗) >**

使用布魯克 (BRUKER) 公司製造的多功能摩擦磨損試驗機 (商品名：UMT TriboLab) 進行金屬-樹脂間的摩擦磨損試驗。試驗以球盤式進行實施，使用球 (材質：SUJ2， $\phi 10$  mm) 及表 2 所示的材質的盤 (長度 30 mm、寬 10 mm、厚 4 mm)。試驗條件設為負荷 49 N、室溫、滑動距離 12.5 mm、振動頻率 20 Hz、試驗時間 2 分鐘。試驗開始時將 5 mg 的實施例 1 的潤滑脂組成物塗佈於球。

試驗中，隨時間對摩擦係數以及上部球的溫度進行測定，根據經過 2 分鐘 (120 秒) 後的時刻的摩擦係數的值 (N=3 的平均值)，按照下述的判定基準進行評價。

再者，圖 6 (A) 及圖 6 (B) 中為示出實施例 A~實施例 C 及比較例 A 中關於相對於試驗時間 (秒) 的摩擦係數及溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) (上部球) 的測定結果 [ (A) 摩擦係數、(B) 溫度 (上部球) ]。

另外，圖 7 (a) 及圖 7 (b) 中為示出摩擦磨損痕跡試驗後的實施例 A 及比較例 C 的盤的磨損痕跡照片 [ (a) 實施例 A、(b) 比較例 A ]。

< 判定基準 >

A：摩擦係數 0.1 以下

N：摩擦係數超過 0.1

**【0047】 < (6) 耐熱性評價 (耐久試驗) (2) >**

將帶鋼滾珠軸承中使用的保持器變更為表 2 所示的保持器，

作為潤滑脂組成物而使用實施例 1 的潤滑脂組成物，除此之外，按照與所述〈(4)耐熱性評價(耐久試驗)(1)〉同樣的順序實施耐熱性評價。

【0048】 [表 2]

[表 2]

盤材質/保持器種類		實施例 A	實施例 B	實施例 C	比較例 A
		PEEK (CF20%)	PA9T (CF20%)	PA46 (GF30%)	PA66 (GF30%)
		保持器 A	保持器 B	保持器 C	保持器 D
潤滑特性評價 (樹脂-金屬)	摩擦係數	0.0725	0.06	0.0551	0.224
	判定 *7	A	A	A	N
耐熱性評價 (耐久試驗)	經過時間[hr]	>10,000	>10,000	>10,000	3,500
	判定 *8	A	A	A	N

註：\*7 A (較佳)：摩擦係數(120 秒後) 0.1 以下

N (欠佳)：摩擦係數(120 秒後) 超過 0.1

\*8 A (較佳)：經過時間超過 10,000 小時

N (欠佳)：經過時間為 10,000 小時以下

【0049】 如表 1 所示，實施例 1 的潤滑脂組成物的儲存彈性係數超過 2,400 Pa，實際的潤滑脂組成物成為如瓊脂般具有剛性的形狀。再者，如圖 3 (A) ~ 圖 5 (b) 所示，可確認與比較例 3 相比 (圖 3 (A) (b)、圖 3 (B) (b)、圖 4 (b)、圖 5 (b))，在實施例 1 中球/盤的磨損痕跡均小 (薄) (圖 3 (A) (a)、圖 3 (B) (a))，表面粗糙度小 (圖 4 (a))，另外，可確認應變 1% 時的彈性係數 G' 大 (圖 5 (a))。如此，在使用本潤滑脂組成物的摩擦磨損試驗 (金屬-金屬) 中，由於球的摩擦磨損痕跡為 330  $\mu\text{m}$  以下、且盤的摩擦磨損痕跡的最大高低差 P-V 值約為 0.4  $\mu\text{m}$ ，因此可確認到不易發生摩擦磨損且潤滑性優異。另外，在實施例 1 中，可確認為如下滾動軸承：在使利用以 PA9T 為樹脂成分的樹脂製冠形保持器作為保持器的滾動軸承高溫/高速旋轉的試驗中，10,000 小時後亦未產生

異常聲音等，高溫高速下的耐久性優異。

另一方面，在代替實施例中使用的離子液體（1）而使用離子液體（2）～離子液體（4）的比較例 1～比較例 3、不使用癸二酸二鈉鹽的比較例 4、不使用離子液體的比較例 5、以及不使用癸二酸二鈉鹽及離子液體的比較例 6 中，儲存彈性係數均小於 2,400 Pa，該些潤滑脂組成物若與實施例 1 相比則為柔軟而不易保持形狀的觸感。在使用該些潤滑脂組成物的摩擦磨損試驗（金屬-金屬）中，結果為：雖球的摩擦磨損痕跡在比較例 1 中才為 330  $\mu\text{m}$  以下的摩擦磨損痕跡，但在比較例 2～比較例 6 中超過了 330  $\mu\text{m}$ ，潤滑性存在問題。對於比較例 3，盤的摩擦磨損痕跡的最大高低差 P-V 值約為 0.9  $\mu\text{m}$ ，是實施例 1 的 2 倍以上的最大高低差。如圖 3（B）（b）及圖 4（b）所示，在比較例 3 的摩擦磨損試驗（金屬-金屬）的盤試驗片可確認到沿著滑動方向較深的摩擦損傷。進而，在使利用以 PA9T 為樹脂成分的樹脂製冠形保持器作為保持器的滾動軸承高溫/高速旋轉的試驗中，結果為：在該些比較例中由於在試驗開始 10,000 小時之前轉矩上升而達到較規定降低了 10% 的旋轉速度，試驗停止。

【0050】 另外，如表 2 所示，在使用以 PEEK（實施例 A）、PA9T（實施例 B）、PA46（實施例 C）為樹脂成分的樹脂製冠形保持器作為保持器的滾動軸承中，摩擦係數低至 0.1 以下[參照圖 6(A)]，即使經過摩擦磨損試驗的時間的經過，與後述的比較例相比，上部球的溫度的上升被抑制得低[參照圖 6(B)]。另外，亦如圖 7(A)

所示，試驗後的盤的磨損痕跡（實施例 A）亦變薄。而且，在高溫/高速旋轉的試驗中，結果為：即使在 10,000 小時後亦未產生異常聲音等，耐久性優異。

另一方面，即使在使用實施例 1 的潤滑脂組成物的情況下，在使用以 PA66 為樹脂成分的樹脂製冠形保持器作為保持器的比較例 A 的滾動軸承中，摩擦係數大幅上升至 0.224[參照圖 6(A)]，上部球的溫度隨著摩擦磨損試驗的時間的經過而大幅上升[參照圖 6(B)]。另外，如圖 7(B) 所示，試驗後的盤的磨損痕跡與圖 7(A) 所示的實施例 A 的磨損痕跡相比明顯，在高溫/高速旋轉試驗中亦為自試驗開始起 3,500 小時內產生了異常聲音而引起旋轉不良的結果。

**【0051】** 以上，詳細地說明了最佳實施形態，但本發明並不限定於所述實施形態，可達成本發明的目的的範圍內的變形、改良等亦包含於本發明中。

**【符號說明】**

**【0052】**

10:滾動軸承

11:內圈

12:外圈

13:滾動體

14:保持器

15:密封構件

16:軸承空間

20:馬達

21:殼體

22:定子

23:線圈

24:轉子磁鐵

25:軸

26:軸承

G:潤滑脂組成物/潤滑脂

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種滾動軸承，包括：

內圈；

外圈，與所述內圈同軸地配置於所述內圈的外周側；

多個滾動體，配置於所述內圈與所述外圈之間；

保持器，對所述滾動體進行保持；以及

潤滑脂組成物，被保持於所述內圈與所述外圈之間，

所述潤滑脂組成物包含基油、增稠劑、離子液體以及癸二酸二鈉鹽，

所述潤滑脂組成物在利用旋轉式流變計的動態黏彈性測定中，在膜厚 0.5 mm 且剪切應變 1%、頻率 1 Hz 的條件下測定的 25°C 下的儲存彈性係數為 2,400 Pa 以上，

所述保持器是包括選自由聚伸壬基對苯二甲醯胺 (PA9T)、聚醯胺 46 (PA46) 及聚醚醚酮 (PEEK) 樹脂所組成的群組中的樹脂的樹脂製冠形保持器。

【請求項2】 如請求項 1 所述的滾動軸承，其中，

所述離子液體為

三己基十四烷基磷 - 雙(三氟甲磺醯基)醯亞胺 ([THTDP][TFSI])。

【請求項3】 如請求項 1 所述的滾動軸承，其中，

所述增稠劑為脲系增稠劑，且所述脲系增稠劑包含下述通式

(1) 所表示的二脲化合物，

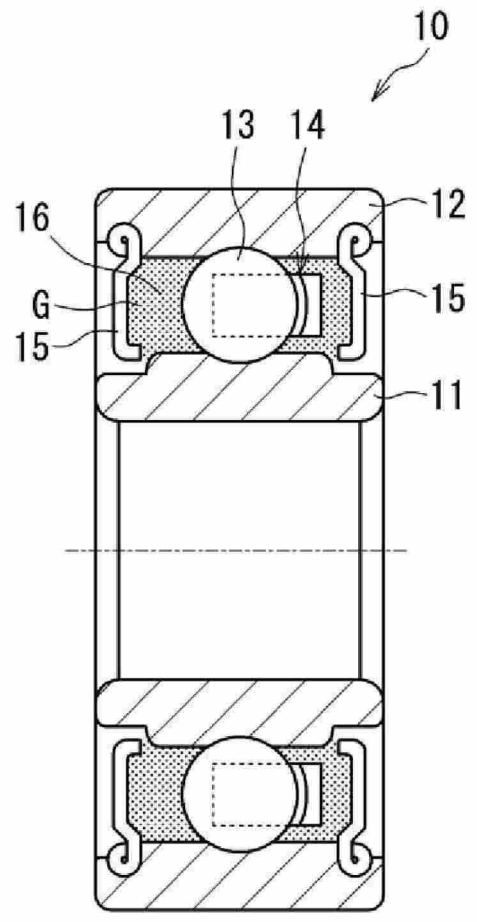


(式中， $R_1$  及  $R_3$  各自獨立地表示一價脂肪族烴基、一價脂環式烴基、或一價芳香族烴基，並且  $R_1$  及  $R_3$  中的至少一者表示一價脂肪族烴基或一價脂環式烴基，

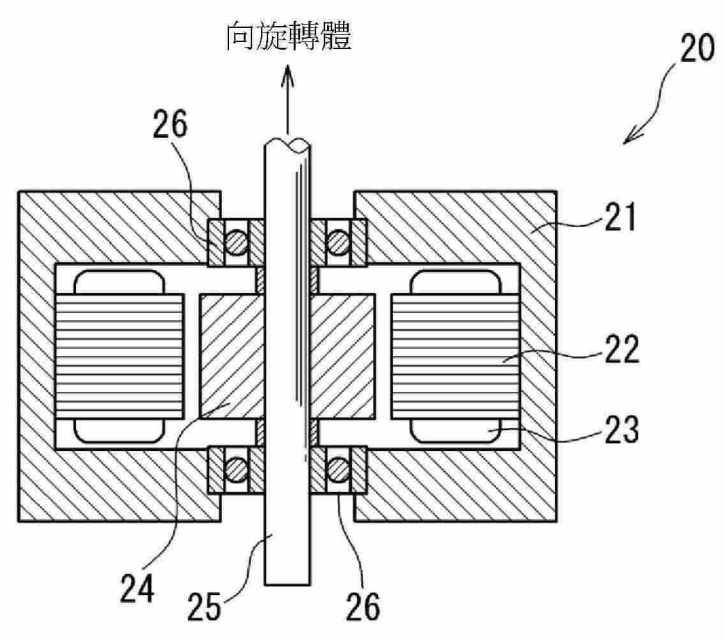
$R_2$  表示二價芳香族烴基)。

**【請求項4】** 一種馬達，包括如請求項 1 至 3 中任一項所述的滾動軸承。

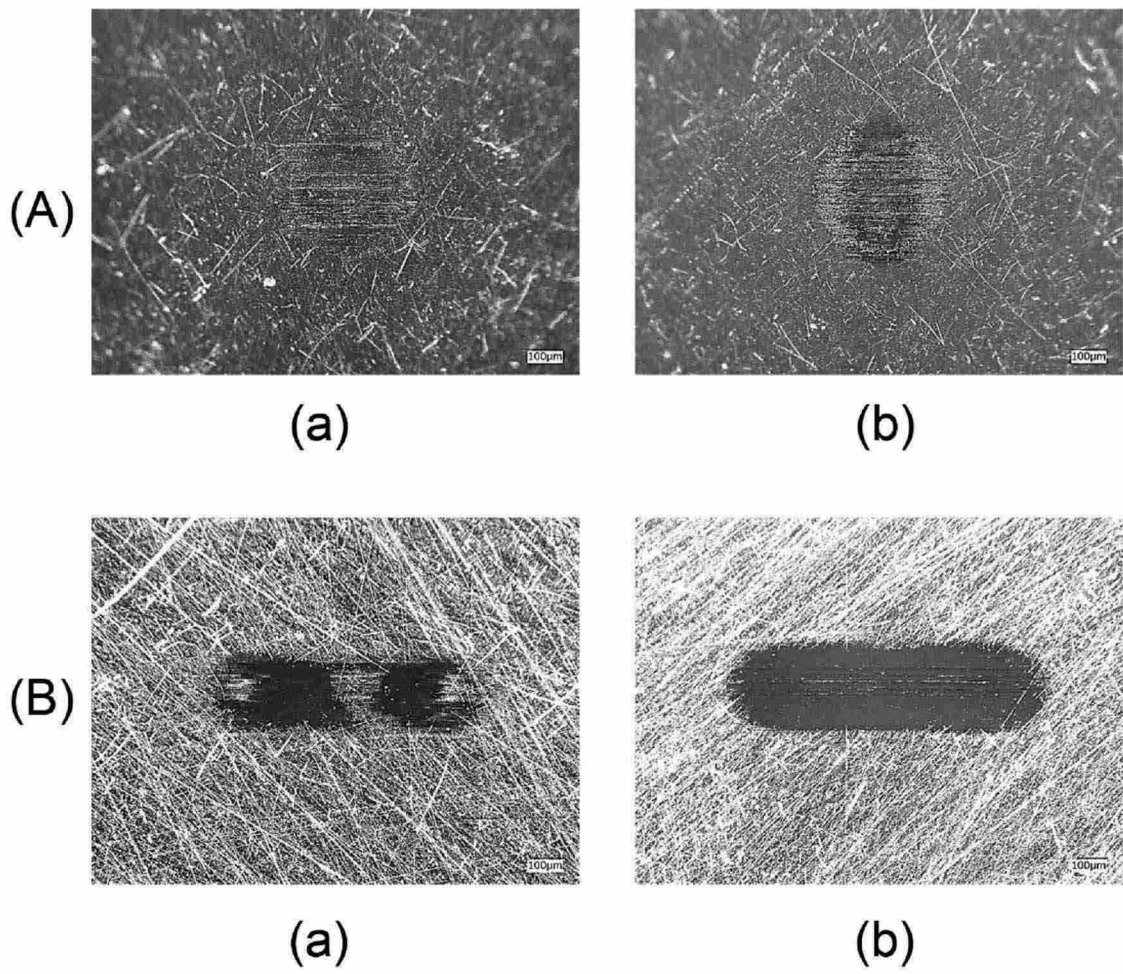
【發明圖式】



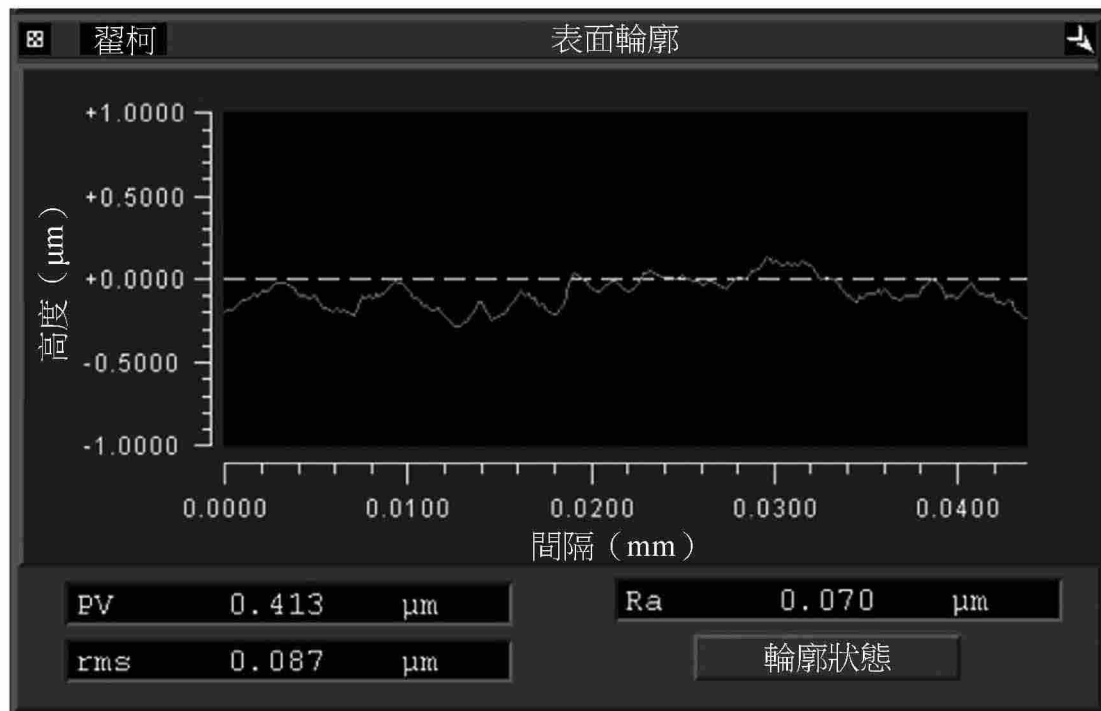
【圖1】



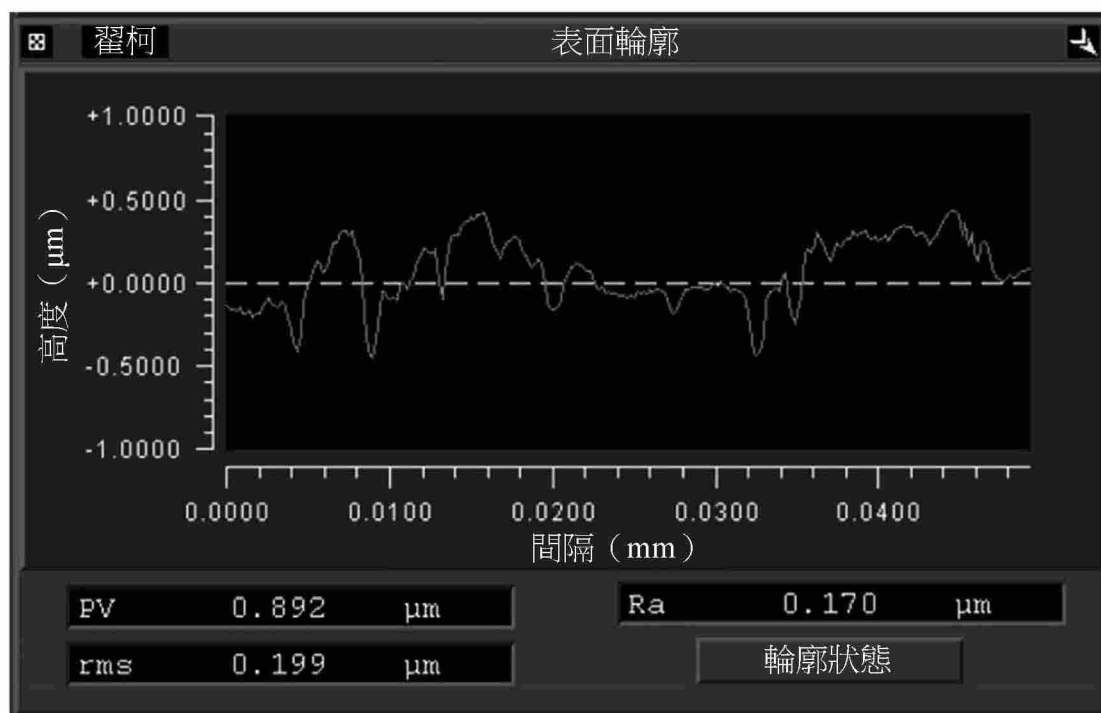
【圖2】



【圖3】

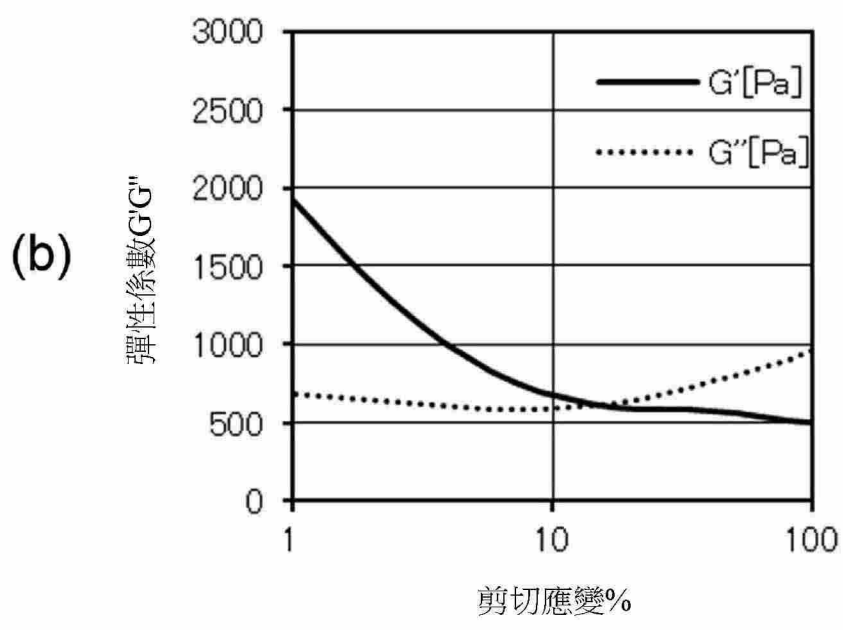
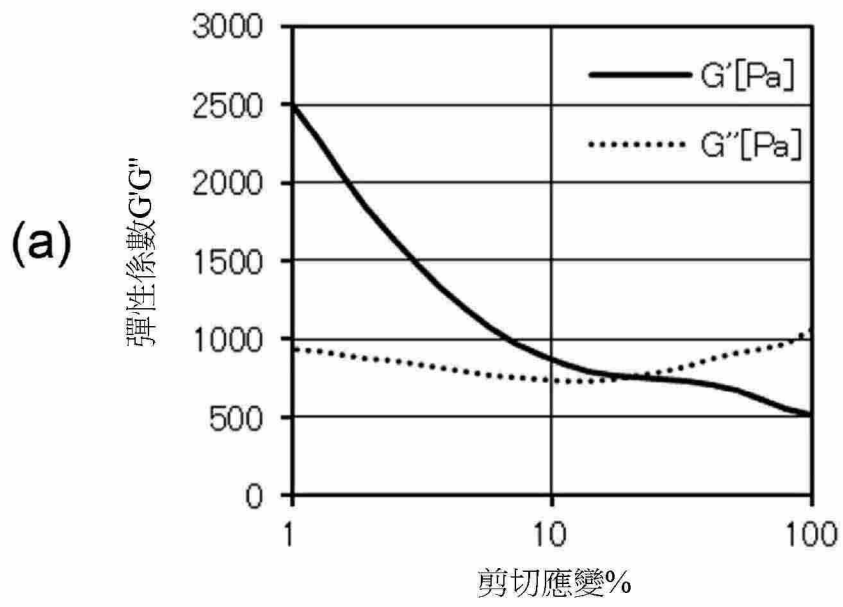


(a)

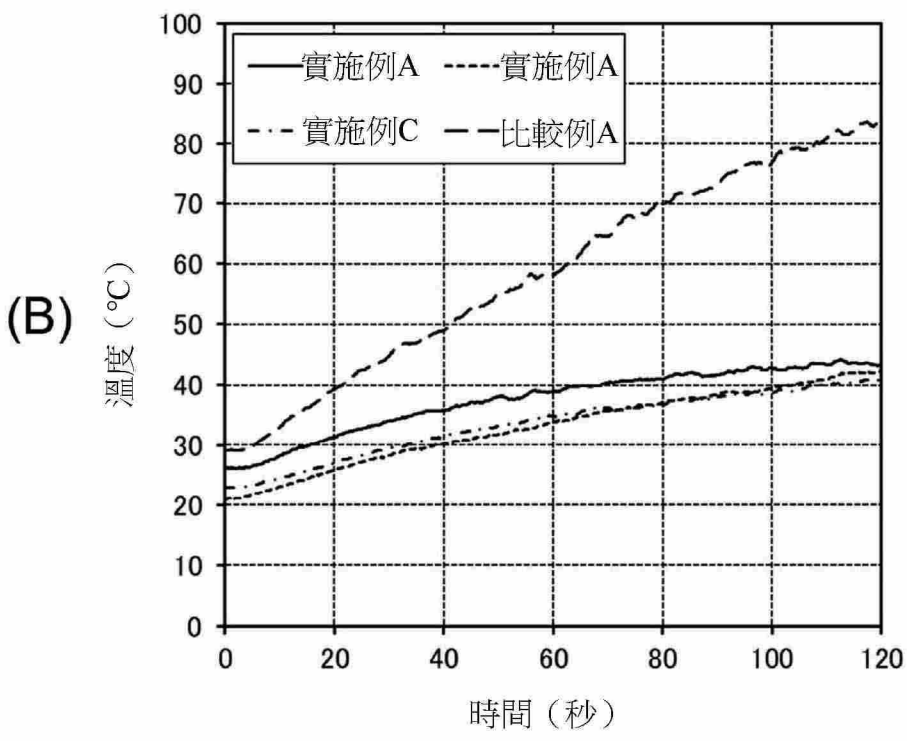
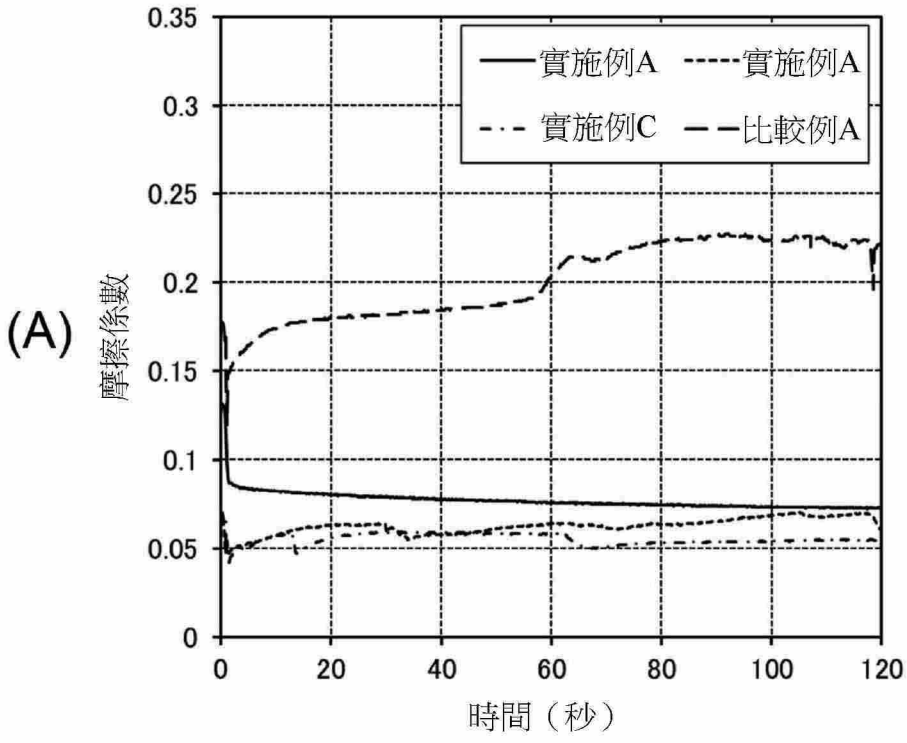


(b)

【圖4】

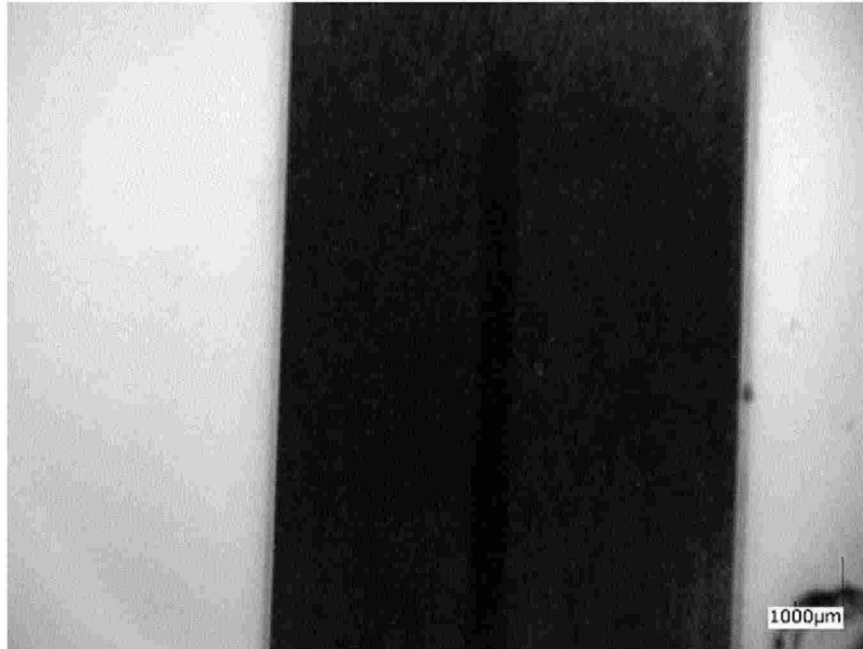


【圖5】



【圖6】

(a)



(b)



【圖7】