

支撐剛性影響。若齒寬方向各位置的咬合狀態不適當時，會導致傳達負載轉矩降低。

[0014] 因此，為了提高外齒齒輪的齒根疲勞強度及傳達負載轉矩，有必要使齒面荷重分布均一化，降低最大齒面荷重，使齒寬方向各位置的齒接觸維持良好的狀態。且，為了在齒寬方向各位置形成適當的咬合狀態，有必要提高諧波產生器的支撐剛性。

[0015] 此外，若諧波產生器對外齒齒輪的支撐狀態不適當時，會使諧波產生器之 2 列滾珠軸承所產生的軸承滾珠荷重分布成為不均勻，導致該等的壽命降低。因此，為了使軸承滾珠荷重分布成為均勻來提高其耐久性，有必要適當地支撐第 1 外齒與一方之內齒齒輪之內齒的咬合部分、以及第 2 外齒與另一方之內齒齒輪之內齒的咬合部分。

[0016] 本發明的課題，係有鑑於上述觀點，而提供一種雙模式諧波齒輪裝置，其可容易地實現低速度比，提高可撓性之外齒齒輪的齒根疲勞強度，且負載容量大。

[0017] 且，本發明的課題，除了上述課題外，還提供一種雙模式諧波齒輪裝置，其負載容量大，且具備對外齒齒輪的支撐剛性高，耐久性高的諧波產生器。

〔用以解決課題的手段〕

[0018] 為了解決上述課題，本發明的雙模式諧波齒輪裝置，具有：

剛性的第 1 內齒齒輪，其形成有第 1 內齒；

剛性的第 2 內齒齒輪，係與前述第 1 內齒齒輪同軸地並列配置，且形成有第 2 內齒；

可撓性的外齒齒輪，係於前述第 1、第 2 內齒齒輪的內側同軸地配置，且在可朝半徑方向撓曲之圓筒體的外周面，形成有可與前述第 1 內齒咬合的第 1 外齒以及可與前述第 2 內齒咬合之與前述第 1 外齒齒數不同的第 2 外齒；以及

諧波產生器，係將前述外齒齒輪朝半徑方向撓曲，使前述第 1 外齒部分咬合於前述第 1 內齒，並使前述第 2 外齒部分咬合於前述第 2 內齒，

於前述第 1 外齒之齒寬方向的內側端面與前述第 2 外齒之齒寬方向的內側端面之間，形成有：在齒寬方向具有既定寬度，並在齒寬方向的中央部分具有在齒高方向成為最深之最深部的間隙，

前述間隙，係作用成前述第 1、第 2 外齒之咬合用裁刀的迴避部，

將從前述第 1 外齒之齒寬方向的外端到前述第 2 外齒之齒寬方向的外端為止的寬度設為 L ，並將前述間隙之齒寬方向的最大寬度設為 $L1$ 時，係設定成：

$$0.1L < L1 < 0.3L$$

將前述第 1 外齒的齒高設為 $h1$ 、將前述第 2 外齒的齒高設為 $h2$ 、將從前述第 1 外齒的齒冠面到前述最深部為止之齒高方向的深度設為 $t1$ 、將從前述第 2 外齒的齒冠

面到前述最深部為止之齒高方向的深度設為 t_2 時，係設定成：

$$0.9h_1 < t_1 < 1.3h_1$$

$$0.9h_2 < t_2 < 1.3h_2$$

[0019] 本發明的雙模式諧波齒輪裝置中，與第 1 內齒咬合的第 1 外齒以及與第 2 內齒咬合的第 2 外齒，其齒根輪緣部係互相聯繫著，且齒數、模組不同，因此，齒形狀亦不同。

[0020] 將第 1 內齒的齒數設為 Z_{c1} 、將第 2 內齒的齒數設為 Z_{c2} 、將第 1 外齒的齒數設為 Z_{f1} 、將第 2 外齒的齒數設為 Z_{f2} 時，第 1 內齒齒輪與具備第 1 外齒的外齒齒輪之間的速度比 R_1 、第 2 內齒齒輪與具備第 2 外齒的外齒齒輪之間的速度比 R_2 、以及諧波齒輪裝置的速度比 R ，分別如以下表示：

$$R_1 = 1 / \{ (Z_{f1} - Z_{c1}) / Z_{f1} \}$$

$$R_2 = 1 / \{ (Z_{f2} - Z_{c2}) / Z_{f2} \}$$

$$R = (R_1 \cdot R_2 - R_1) / (-R_1 + R_2)$$

[0021] 根據本發明的諧波齒輪裝置，可得到未達 50，例如比 30 還要大幅地低的速度比。且，與以往不同，作為外齒齒輪的外齒，係形成齒數、模組不同的第 1 外齒及第 2 外齒。因此，用來設定速度比的設計自由度變高，與以往相比，可容易地實現低速度比的諧波齒輪裝置。

[0022] 且，於本發明之雙模式諧波齒輪裝置的外齒

齒輪，用來進行第 1、第 2 外齒之咬合的咬合用裁刀亦不同。因此，本發明中，外齒齒輪之齒寬方向的中央部分，亦即，第 1 外齒與第 2 外齒之間，形成有作為裁刀迴避部來發揮功能的間隙。

[0023] 因該間隙的形成方式，會大幅影響齒寬方向之第 1 外齒對第 1 內齒的齒接觸、及齒面荷重分布。同樣地，會大幅影響齒寬方向之第 2 外齒對第 2 內齒的齒接觸，及齒面荷重分布。

[0024] 本發明中，係著眼於此點，將間隙的最大寬度 $L1$ 設定在外齒齒輪之寬度 L 的 0.1 倍到 0.3 倍的範圍內，並將該最大深度 $t1$ 、 $t2$ 設定在第 1、第 2 外齒之齒高 $h1$ 、 $h2$ 的 0.9 倍到 1.3 倍的範圍內。藉由如上述般地形成間隙，確認可將第 1、第 2 外齒之齒寬方向的齒面荷重分布均一化，且第 1、第 2 外齒對第 1、第 2 內齒之齒寬方向各位置的齒接觸亦可維持在良好的狀態。

[0025] 因此，根據本發明，可容易地實現速度比為 30 以下的諧波齒輪裝置，並且可實現外齒齒輪之齒根疲勞強度高，且負載容量大的諧波齒輪裝置。

[0026] 接著，本發明的雙模式諧波齒輪裝置的諧波產生器，具備：

由支撐前述第 1 外齒之滾珠軸承所構成的第 1 諧波軸承、以及由支撐前述第 2 外齒之滾珠軸承所構成的第 2 諧波軸承，

前述第 1、第 2 諧波軸承之各自的滾珠中心，係在齒

寬方向位於與前述間隙之齒寬方向中心相等的距離，

將前述第 1、第 2 諧波軸承的滾珠中心間距離設為 L_o 時，

前述滾珠中心間距離 L_o 會隨著前述間隙之最大寬度 L_1 的增加而增加，且設定成：

$$0.35L < L_o < 0.7L$$

為佳。

[0027] 以往來說，為了使外齒齒輪的支撐面積變寬廣，係使用具備 2 列滾珠軸承的諧波產生器。針對滾珠中心間距離沒有任何考慮，2 列的滾珠軸承係靠往外齒齒輪之齒寬方向的中央部分來配置。

[0028] 本發明中，係將 2 列之滾珠軸承的滾珠中心間距離 L_o 予以擴開，而可提高齒數相異之第 1、第 2 外齒的支撐剛性，並可改善各外齒之齒寬方向的各位置中，對內齒的齒接觸。亦即，作為在第 1、第 2 外齒之間所形成的裁刀迴避部而發揮功能的間隙，伴隨著該間隙之齒寬方向之最大寬度 L_1 的增加，來擴展（增加）滾珠中心間距離 L_o 。且，將滾珠中心間距離 L_o 的增減範圍，設為相對於外齒齒輪的寬度 L 而言為 0.35 倍到 0.7 倍的範圍。

[0029] 根據本發明，可因應所形成之間隙的寬度來配置第 1、第 2 諧波軸承，而分別相對於第 1、第 2 外齒，使滾珠中心位在齒寬方向之適切的位置。藉此，於第 1、第 2 外齒之各自齒寬方向的各位置，可確實地藉由第 1、第 2 諧波軸承來支撐第 1、第 2 外齒（可提高諧波產

生器的支撐剛性)。

[0030] 其結果，可改善第 1、第 2 外齒之齒寬方向之各位置中的齒接觸，且可提高該等的齒根疲勞強度。且，可使諧波產生器之各諧波軸承的軸承滾珠荷重分布平均化，可減低其最大荷重，故可改善諧波產生器的壽命。

[0031] 在此，本發明之雙模式諧波齒輪裝置中，一般來說，第 1 外齒的齒數 Z_{f1} 係與第 1 內齒的齒數 Z_{c1} 相異，且第 2 外齒的齒數 Z_{f2} 係與第 2 內齒的齒數 Z_{c2} 相異。例如，可使第 1 外齒的齒數 Z_{f1} 比第 1 內齒的齒數 Z_{c1} 還少，並使第 1 內齒的齒數 Z_{c1} 與第 2 內齒的齒數 Z_{c2} 相同。

[0032] 且，諧波產生器為旋轉輸入要素，第 1 內齒齒輪及第 2 內齒齒輪之中、一方為固定或不旋轉的靜止側內齒齒輪，另一方為減速旋轉輸出要素的驅動側內齒齒輪。

[0033] 此外，外齒齒輪的第 1、第 2 外齒，係藉由諧波產生器被撓曲成橢圓狀、三瓣狀等非圓形狀。藉此，外齒齒輪係對於剛性的內齒齒輪，在於圓周方向分離的複數個位置咬合。一般而言，外齒齒輪係被撓曲成橢圓狀，且在圓周方向之距離 180 度的 2 處（橢圓形狀之長軸的兩端位置）咬合。此情況時，第 1 外齒的齒數 Z_{f1} 與第 2 外齒的齒數 Z_{f2} 之差，若將 n 設為整數時，為 $2n$ 齒。

【圖式簡單說明】

[0034]

圖 1 為適用本發明之雙模式諧波齒輪裝置的端面圖及縱剖面圖。

圖 2 為圖 1 之雙模式諧波齒輪裝置的模式圖。

圖 3 為圖 1 之諧波齒輪裝置的部分擴大剖面圖。

【實施方式】

[0035] 以下，參照圖式來說明適用本發明之雙模式諧波齒輪裝置的實施形態。

[0036] 圖 1 為表示本發明之實施形態的雙模式諧波齒輪裝置（以下，僅稱作「諧波齒輪裝置」）的端面圖及縱剖面圖，圖 2 為其模式圖。諧波齒輪裝置 1，係例如作為減速機來使用，具備：圓環狀之剛性的第 1 內齒齒輪 2、圓環狀之剛性的第 2 內齒齒輪 3、由可於半徑方向撓曲之薄彈性體所構成之圓筒形狀的可撓性外齒齒輪 4、以及橢圓狀輪廓的諧波產生器 5。

[0037] 第 1、第 2 內齒齒輪 2、3，係在中心軸線 1a 的方向，空出既定的間隙，同軸地並列配置。本例中，第 1 內齒齒輪 2 為固定成不旋轉的靜止側內齒齒輪，該第 1 內齒 2a 的齒數為 Z_{c1} 。第 2 內齒齒輪 3 為以旋轉自如的狀態被支撐的驅動側內齒齒輪，該第 2 內齒 3a 的齒數為 Z_{c2} 。第 2 內齒齒輪 3 為諧波齒輪裝置 1 的減速旋轉輸出要素。

[0038] 圓筒形狀的外齒齒輪 4，係在第 1、第 2 內齒

齒輪 2、3 的內側同軸地配置。外齒齒輪 4，具備：可於半徑方向撓曲的薄彈性體亦即圓筒體 6、形成於該圓筒體 6 之圓形外周面的第 1 外齒 7 及第 2 外齒 8、以及形成於該等之間之作為剪切迴避部發揮功能的間隙 9（參照圖 3）。第 1 外齒 7，係在圓筒體 6 的圓形外周面處，形成於中心軸線 1a 之方向的一方側，第 2 外齒 8 係形成於另一方的第 2 內齒 3a 側。該等第 1、第 2 外齒 7、8，係形成為使中心軸線 1a 的方向成為齒寬方向。

[0039] 亦即，第 1 外齒 7 係形成在與第 1 內齒 2a 對峙之側，其齒數為 $Zf1$ ，可咬合於第 1 內齒 2a。第 2 外齒 8 係形成在與第 2 內齒 3a 對峙之側，其齒數為 $Zf2$ ，可咬合於第 2 內齒 3a。該等之齒數 $Zf1$ 、 $Zf2$ 為不同。且，第 1 外齒 7 與第 2 外齒 8，係在齒寬方向分離。

[0040] 諧波產生器 5，具備：橢圓狀輪廓的剛性插塞 11、以及安裝在該剛性插塞 11 之橢圓狀外周面的第 1 諧波軸承 12 及第 2 諧波軸承 13。第 1、第 2 諧波軸承 12、13 係由滾珠軸承所形成。

[0041] 諧波產生器 5 係嵌入至外齒齒輪 4 之圓筒體 6 的內周面，將圓筒體 6 撓曲成橢圓狀。因此，第 1、第 2 外齒 7、8 亦被撓曲成橢圓狀。被撓曲成橢圓狀的外齒齒輪 4，係在該橢圓形狀之長軸 L_{max} 的兩端位置與第 1、第 2 內齒齒輪 2、3 咬合。亦即，第 1 外齒 7 是在橢圓形狀之長軸的兩端位置與第 1 內齒 2a 咬合，第 2 外齒 8 是在長軸的兩端位置與第 2 內齒 3a 咬合。

用裁刀之裁刀迴避部的功能，該咬合用裁刀係用來咬合第 1、第 2 外齒 7、8。

[0049] 首先，針對第 1、第 2 外齒 7、8 進行說明。本例之第 1、第 2 內齒 2a、3a 的齒寬為實質相同。因此，將圓筒體 6 之齒寬方向的中央位置 6a 作為中心，以對稱的狀態形成相同齒寬的第 1 外齒 7 及第 2 外齒 8。在第 1 內齒 2a、第 2 內齒 3a 的齒寬為互相相異的情況，對應於此，使第 1 外齒 7、第 2 外齒 8 亦成為相異齒寬。

[0050] 間隙 9，係於齒寬方向具有既定寬度，且在齒寬方向的中央部分具有在齒高方向成為最深的最深部。本例之中，在從齒厚方向觀看的情況，齒寬方向的中央部分係成為藉由往齒寬方向平行地延伸的直線所規定的最深部 9a。於最深部 9a 之齒寬方向的兩端，平滑地連接有：規定第 1 外齒 7 之齒寬方向之內側端面 7a 的凹圓弧曲線、及規定第 2 外齒 8 之齒寬方向之內側端面 8a 的凹圓弧曲線。可藉由凹曲面來規定最深部 9a，並藉由傾斜直線來規定兩側的內側端面 7a、8a。且，亦可藉由直線來規定最深部 9a，並藉由傾斜直線來規定兩側的內側端面 7a、8a。

[0051] 本例之間隙 9 的齒寬方向寬度，係從最深部 9a 朝向齒高方向漸增。該齒寬方向的最大寬度 L1，係從第 1 外齒 7 之齒冠圓之齒寬方向之內側端 7b，到第 2 外齒 8 之齒冠圓之齒寬方向之內側端 8b 為止之齒寬方向的距離。

[0052] 在此，將從第 1 外齒 7 之齒寬方向的外端 7c 到第 2 外齒 8 之齒寬方向的外端 8c 為止的寬度設為 L，並將間隙 9 之齒寬方向的最大寬度設為 L1 時，設定成：

$$0.1L < L1 < 0.3L$$

[0053] 且，間隙 9 之最深部 9a 的深度，係如以下設定。將第 1 外齒 7 的齒高設為 h1、將第 2 外齒 8 的齒高設為 h2、將從第 1 外齒 7 的齒冠面 7d 到最深部 9a 為止之齒高方向的深度設為 t1、將從第 2 外齒 8 的齒冠面 8d 到最深部 9a 為止之齒高方向的深度設為 t2 時，設定成：

$$0.9h1 < t1 < 1.3h1$$

$$0.9h2 < t2 < 1.3h2$$

[0054]

（軸承滾珠中心間距離）

接著，參照圖 3 針對第 1、第 2 諧波軸承 12、13 的軸承滾珠中心間距離進行說明。

[0055] 諧波產生器 5 的剛性插塞 11，係在其中心軸線之方向的一方側，形成有一定寬度之橢圓形輪廓的第 1 外周面 11a，並於另一方側，形成有一定寬度之橢圓狀輪廓的第 2 外周面 11b。第 1 外周面 11a 與第 2 外周面 11b，為相同形狀且相同相位之橢圓形狀的外周面。亦可使第 1、第 2 外周面 11a、11b 對應於第 1、第 2 外齒 7、8 之撓曲量的不同，而成為不同的橢圓形狀。

[0056] 於第 1 外周面 11a，以被撓曲成橢圓狀的狀態安裝有第 1 諧波軸承 12，於第 2 外周面 11b，以被撓曲成

橢圓狀的狀態安裝有第 2 諧波軸承 13。第 1、第 2 諧波軸承 12、13 為相同尺寸的軸承。

[0057] 第 1 諧波軸承 12 及第 2 諧波軸承 13 的軸承滾珠中心 12a、13a，係位在距外齒齒輪 4 之齒寬方向的中央位置 6a，於齒寬方向中等距離的位置。且，軸承滾珠中心間距離，係設定成隨著間隙 9 之最大寬度 L1 的增加而增加。此外，將軸承滾珠中心間距離設為 L_0 時，該滾珠中心間距離 L_0 係設定成下式所示之範圍內的值。

$$0.35L < L_0 < 0.7L$$

[0058]

（其他實施形態）

且，上述的例子中，係將第 1 內齒齒輪 2 設為靜止側內齒齒輪、將第 2 內齒齒輪 3 設為驅動側內齒齒輪。反之，亦可將第 1 內齒齒輪 2 設為驅動側內齒齒輪、將第 2 內齒齒輪 3 設為靜止側內齒齒輪。

[0059] 且，外齒齒輪 4，亦可藉由諧波產生器 5，撓曲成橢圓狀以外的非圓形形狀，例如撓曲成三瓣狀等的非圓形形狀。將撓曲成非圓形的外齒齒輪與內齒齒輪之咬合處的數量設為 h （ h ：2 以上的正整數）時，兩齒輪的齒數差係設定成 $h \cdot p$ （ p ：正整數）即可。

【符號說明】

[0060]

1：諧波齒輪裝置

- 1a：中心軸線
- 2：第 1 內齒齒輪
- 2a：第 1 內齒
- 3：第 2 內齒齒輪
- 3a：第 2 內齒
- 4：外齒齒輪
- 5：諧波產生器
- 6：圓筒體
- 6a：中央位置
- 7：第 1 外齒
- 7a：內側端面
- 7b：內側端
- 7c：外端
- 7d：齒冠面
- 8：第 2 外齒
- 8a：內側端面
- 8b：內側端
- 8c：外端
- 8d：齒冠面
- 9：間隙
- 9a：最深部
- 10：輸入旋轉軸
- 11：剛性插塞
- 11a：第 1 外周面

11b：第 2 外周面

11c：軸孔

12：第 1 諧波軸承

12a：軸承滾珠中心

13：第 2 諧波軸承

13a：軸承滾珠中心

Lo：軸承滾珠中心間距離

L：寬度

L1：最大寬度

h1：齒高

h2：齒高

t1：深度

t2：深度

發明摘要

※申請案號：104123403

※申請日：104 年 07 月 20 日

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

雙模式諧波齒輪裝置

Dual type strain wave gearing

【中文】

本發明之課題在於提供一種諧波齒輪裝置，其提高具備齒數相異之第 1、第 2 外齒之外齒齒輪的齒根疲勞強度，負載容量大，且速度比小。解決手段為雙模式諧波齒輪裝置 (1) 的外齒齒輪 (4)，具備：齒數相異的第 1、第 2 外齒 (7)、(8)、以及在該等之間形成之作為咬合用裁刀之迴避部的間隙 (9)。間隙 (9) 的最大寬度 (L1) 係外齒齒輪之寬度 (L) 的 0.1~0.3 倍。從第 1 外齒 (7) 的齒冠面到間隙 (9) 之最深部 (9a) 為止的深度，係第 1 外齒之齒高的 0.9~1.3 倍，從第 2 外齒 (8) 的齒冠面到最深部 (9a) 為止的深度，係第 2 外齒之齒高的 0.9~1.3 倍。

【英文】

申請專利範圍

1. 一種諧波齒輪裝置，其特徵為具有：

剛性的第 1 內齒齒輪，其形成有第 1 內齒；

剛性的第 2 內齒齒輪，係與前述第 1 內齒齒輪同軸地並列配置，且形成有第 2 內齒；

可撓性的外齒齒輪，係於前述第 1、第 2 內齒齒輪的內側同軸地配置，且在可朝半徑方向撓曲之圓筒體的外周面，形成有可與前述第 1 內齒咬合的第 1 外齒以及可與前述第 2 內齒咬合之與前述第 1 外齒齒數不同的第 2 外齒；以及

諧波產生器，係將前述外齒齒輪朝半徑方向撓曲，使前述第 1 外齒部分咬合於前述第 1 內齒，並使前述第 2 外齒部分咬合於前述第 2 內齒，

於前述第 1 外齒之齒寬方向的內側端面與前述第 2 外齒之齒寬方向的內側端面之間，形成有：在齒寬方向具有既定寬度，並在齒寬方向的中央部分具有在齒高方向成為最深之最深部的間隙，

將從前述第 1 外齒之齒寬方向的外端到前述第 2 外齒之齒寬方向的外端為止的寬度設為 L ，並將前述間隙之齒寬方向的最大寬度設為 $L1$ 時，係設定成：

$$0.1L < L1 < 0.3L$$

將前述第 1 外齒的齒高設為 $h1$ 、將前述第 2 外齒的齒高設為 $h2$ 、將從前述第 1 外齒的齒冠面到前述最深部為止之齒高方向的深度設為 $t1$ 、將從前述第 2 外齒的齒冠

面到前述最深部為止之齒高方向的深度設為 t_2 時，係設定成：

$$0.9h_1 < t_1 < 1.3h_1$$

$$0.9h_2 < t_2 < 1.3h_2。$$

2. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器，具備：由支撐前述第 1 外齒之滾珠軸承所構成的第 1 諧波軸承、以及由支撐前述第 2 外齒之滾珠軸承所構成的第 2 諧波軸承，

前述第 1、第 2 諧波軸承之各自的滾珠中心，係在齒寬方向位於與前述間隙之齒寬方向中心相等的距離，

將前述第 1、第 2 諧波軸承的滾珠中心間距離設為 L_0 時，

前述滾珠中心間距離 L_0 會隨著前述間隙之最大寬度 L_1 的增加而增加，且設定成：

$$0.35L < L_0 < 0.7L。$$

3. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述第 1 外齒的齒數與前述第 1 內齒的齒數相異，

前述第 2 外齒的齒數與前述第 2 內齒的齒數相異。

4. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述第 1 外齒的齒數比前述第 1 內齒的齒數還少，

前述第 1 內齒的齒數與前述第 2 內齒的齒數相同。

5. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器為旋轉輸入要素，

前述第 1 內齒齒輪及前述第 2 內齒齒輪之中，一方為

固定成不旋轉的靜止側內齒齒輪，另一方為減速旋轉輸出要素的驅動側內齒齒輪。

6. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器，係將前述外齒齒輪撓曲成橢圓狀，使前述第 1 外齒對前述第 1 內齒在圓周方向的兩處部位咬合，並使前述第 2 外齒對前述第 2 內齒在圓周方向的兩處部位咬合，

前述第 1 外齒的齒數與前述第 2 外齒的齒數之差，若將 n 設為整數時，為 $2n$ 齒。

7. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器，具備：由支撐前述第 1 外齒之滾珠軸承所構成的第 1 諧波軸承、以及由支撐前述第 2 外齒之滾珠軸承所構成的第 2 諧波軸承，

前述第 1、第 2 諧波軸承之各自的滾珠中心，係在齒寬方向位於與前述間隙之齒寬方向中心相等的距離，

將前述第 1、第 2 諧波軸承的滾珠中心間距離設為 L_o 時，

前述滾珠中心間距離 L_o 會隨著前述間隙之最大寬度 L_1 的增加而增加，且設定成：

$$0.35L < L_o < 0.7L$$

前述第 1 外齒的齒數係與前述第 1 內齒的齒數相異，且前述第 2 外齒的齒數係與前述第 2 內齒的齒數相異，

前述諧波產生器為旋轉輸入要素，且前述第 1 內齒齒輪及前述第 2 內齒齒輪之中，一方為固定成不旋轉的靜止

側內齒齒輪，另一方為減速旋轉輸出要素的驅動側內齒齒輪。

8. 如請求項 7 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器，係將前述外齒齒輪撓曲成橢圓狀，使前述第 1 外齒對前述第 1 內齒在圓周方向的兩處部位咬合，並使前述第 2 外齒對前述第 2 內齒在圓周方向的兩處部位咬合，且前述第 1 外齒的齒數與前述第 2 外齒的齒數之差，若將 n 設為整數時，為 $2n$ 齒。

9. 如請求項 1 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器，具備：由支撐前述第 1 外齒之滾珠軸承所構成的第 1 諧波軸承、以及由支撐前述第 2 外齒之滾珠軸承所構成的第 2 諧波軸承，

前述第 1、第 2 諧波軸承之各自的滾珠中心，係在齒寬方向位於與前述間隙之齒寬方向中心相等的距離，

將前述第 1、第 2 諧波軸承的滾珠中心間距離設為 L_o 時，

前述滾珠中心間距離 L_o 會隨著前述間隙之最大寬度 L_1 的增加而增加，且設定成：

$$0.35L < L_o < 0.7L$$

前述第 1 外齒的齒數係比前述第 1 內齒的齒數還少，
前述第 1 內齒的齒數係與前述第 2 內齒的齒數相同，

前述諧波產生器為旋轉輸入要素，且前述第 1 內齒齒輪及前述第 2 內齒齒輪之中，一方為固定成不旋轉的靜止側內齒齒輪，另一方為減速旋轉輸出要素的驅動側內齒齒

輪。

10. 如請求項 9 所述之諧波齒輪裝置，其中，

前述諧波產生器，係將前述外齒齒輪撓曲成橢圓狀，使前述第 1 外齒對前述第 1 內齒在圓周方向的兩處部位咬合，並使前述第 2 外齒對前述第 2 內齒在圓周方向的兩處部位咬合，且前述第 1 外齒的齒數與前述第 2 外齒的齒數之差，若將 n 設為整數時，為 $2n$ 齒。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

雙模式諧波齒輪裝置

Dual type strain wave gearing

【技術領域】

[0001] 本發明係關於諧波齒輪裝置，其具備一對內齒齒輪、可於半徑方向撓曲之圓筒狀的外齒齒輪、及諧波產生器。

【先前技術】

[0002] 具備圓筒狀之外齒齒輪的諧波齒輪裝置，一般係具備：固定或不旋轉的靜止側內齒齒輪、旋轉輸入要素的諧波產生器、減速旋轉輸出要素的驅動側內齒齒輪、以及可咬合於靜止側內齒齒輪及驅動側內齒齒輪並在半徑方向可撓曲之圓筒狀的外齒齒輪。典型的諧波齒輪裝置中，外齒齒輪係被撓曲成橢圓狀並對靜止側及驅動側的內齒齒輪在橢圓形狀之長軸兩端的位置咬合。

[0003] 於專利文獻 1 記載有靜止側內齒齒輪的齒數比外齒齒輪多 2 齒，且驅動側內齒齒輪的齒數與外齒齒輪相同之一般的諧波齒輪裝置。外齒齒輪的外齒，係在其齒寬方向的中央部分分成二邊，一方的外齒部分為可咬合於靜止側內齒齒輪，另一方的外齒部分為可咬合於驅動側內

齒齒輪。當諧波產生器旋轉時，外齒齒輪會以對應於與靜止側內齒齒輪之齒數差的減速比來減速旋轉。由與外齒齒輪一體旋轉的驅動側內齒齒輪，輸出外齒齒輪的減速旋轉。

[0004] 諧波齒輪裝置，可得到較大的減速比，具有無退隙且反應良好的特徵。但是，依據情況，有著期望低減速比之諧波齒輪減速機的場合。諧波齒輪裝置，若將速度比變小，則外齒齒輪往半徑方向的撓曲量會變多。考慮到外齒齒輪一邊被撓曲一邊咬合於內齒齒輪等之諧波齒輪減速機的機械特性、機械性能等，一般係將諧波齒輪減速機的速度比設在 50 以上，較難以得到未達 30，例如 20～15 左右之較低的速度比。

[0005] 於專利文獻 2 記載著，靜止側內齒齒輪的齒數比外齒齒輪多 2 齒，且驅動側內齒齒輪的齒數比外齒齒輪少 2 齒的諧波齒輪裝置。該諧波齒輪裝置中，當諧波產生器旋轉時，外齒齒輪會以對應於與靜止側內齒齒輪之齒數差的減速比來減速旋轉。外齒齒輪的旋轉，係以對應該外齒齒輪與驅動側內齒齒輪之間的齒數差的速度比來增速，而從驅動側內齒齒輪輸出。由驅動側內齒齒輪所輸出的旋轉，相對於對諧波產生器的輸入旋轉而言，係成為以比速度比 50 還小的速度比減速過的減速旋轉。

[0006] 此外，於專利文獻 2、3 記載著，具有具備 2 列滾珠軸承之諧波產生器的諧波齒輪裝置。此形式的諧波產生器，係由具備橢圓狀輪廓之外周面的剛性插塞、以及

安裝於該外周面之 2 列的滾珠軸承所構成。藉由被撓曲成橢圓狀之各滾珠軸承之外輪的外周面之長軸兩端的部分，可撓性外齒齒輪會對半徑方向的外方按壓，來保持對第 1、第 2 剛性內齒齒輪的咬合。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

[0007]

〔專利文獻 1〕日本特開 2011-112214 號公報

〔專利文獻 2〕日本特開平 02-275147 號公報

〔專利文獻 3〕日本實開平 01-91151 號公報

【發明內容】

〔發明所欲解決的課題〕

[0008] 在此，作為外齒齒輪認為係使用：在可於半徑方向撓曲之圓筒體的外周面，形成有可與一方之內齒齒輪咬合的第 1 外齒、以及可與另一方之內齒齒輪咬合之與第 1 外齒之齒數不同的第 2 外齒。如此一來，可與專利文獻 2 所記載的諧波齒輪裝置同樣地，實現速度比未達 50 的諧波齒輪裝置。且，相較於專利文獻 2 所記載的諧波齒輪裝置，可以更高的自由度來設計具備未達 50 之速度比的諧波齒輪裝置。

[0009] 本說明書中，係將具備：於可撓曲之圓筒體的外周面形成有齒數相異之第 1、第 2 外齒之外齒齒輪的

諧波齒輪裝置稱之為「雙模式諧波齒輪裝置」。雙模式諧波齒輪裝置中，有著以下所述之必須解決的課題。

[0010] 首先，外齒齒輪的第 1 外齒及第 2 外齒係形成於共通的圓筒體的外周面，且該等的齒根輪緣部係互相聯繫著。齒數相異的第 1、第 2 外齒，係分別與別個的內齒齒輪咬合，藉由與一方之內齒齒輪的內齒咬合而作用於第 1 外齒的力，係和藉由與另一方之內齒齒輪的內齒咬合而作用於第 2 外齒的力大幅不同。亦即，與將外齒在齒寬方向分成二邊來形成第 1、第 2 外齒部分的情況不同，由於第 1、第 2 外齒的齒數不同，故各自的齒形形狀亦不同。

[0011] 因此，在由薄彈性體所構成之可撓性圓筒體的外周面所形成的第 1、第 2 外齒之間的部分，會有大量應力集中，產生大量扭力。其結果，各自的第 1、第 2 外齒中，在齒寬方向之各位置對各內齒的齒接觸會產生變化，導致對齒寬方向之各部分作用的齒面荷重分布大幅變動。

[0012] 當齒接觸變化使齒面荷重分布的變動變大時，便無法提高外齒齒輪的齒根疲勞強度及傳達負載轉矩。為了提高外齒齒輪的齒根疲勞強度及傳達負載轉矩，有必要使齒面荷重分布均一化，降低最大齒面荷重，使齒寬方向各位置的齒接觸維持良好的狀態。

[0013] 且，第 1、第 2 外齒對各內齒的咬合狀態，特別是，該等在齒寬方向的咬合狀態，係受到諧波產生器的

[0042] 諧波產生器 5 係諧波齒輪裝置 1 的輸入旋轉要素。該諧波產生器 5 的剛性插塞 11 具備軸孔 11c，在此，輸入旋轉軸 10（參照圖 2）是被同軸地固定連結。例如，固定連結有馬達輸出軸。當諧波產生器 5 旋轉時，外齒齒輪 4 之第 1 外齒 7 與靜止側之第 1 內齒 2a 的咬合位置，以及，外齒齒輪 4 之第 2 外齒 8 與驅動側之第 2 內齒 3a 的咬合位置朝圓周方向移動。

[0043] 第 1 外齒 7 的齒數 Z_{f1} 與第 2 外齒 8 的齒數 Z_{f2} 不同，本例之中係第 2 外齒的齒數 Z_{f2} 比較多。且，第 1 內齒 2a 的齒數 Z_{c1} 係與第 1 外齒 7 的齒數 Z_{f1} 不同，本例之中係第 1 內齒 2a 的齒數 Z_{c1} 比較多。第 2 內齒 3a 的齒數 Z_{c2} 與第 2 外齒 8 的齒數 Z_{f2} 不同，本例之中係第 2 內齒 3a 的齒數 Z_{c2} 比較少。

[0044] 本例之中，外齒齒輪 4 係被撓曲成橢圓狀而在圓周方向的 2 處與內齒齒輪 2、3 咬合。因此，第 1 外齒 7 的齒數 Z_{f1} 與第 2 外齒 8 的齒數 Z_{f2} 之差，若將 i 設為正整數時，為 $2i$ 齒。同樣地，第 1 內齒 2a 的齒數 Z_{c1} 與第 1 外齒 7 的齒數 Z_{f1} 之差，若將 j 設為正整數時，為 $2j$ 齒。第 2 內齒 3a 的齒數 Z_{c2} 與第 2 外齒 8 的齒數 Z_{f2} 之差，若將 k 設為正整數時，為 $2k$ 齒。

$$Z_{f1}=Z_{f2}+2i$$

$$Z_{c1}=Z_{f1}+2j$$

$$Z_{c2}=Z_{f2}-2k$$

[0045] 作為具體例，各齒數係如以下設定（ $i=j=k=1$ ）。

$$Z_{c1}=62$$

$$Z_{f1}=60$$

$$Z_{c2}=62$$

$$Z_{f2}=64$$

[0046] 第 1 內齒齒輪 2 與第 1 外齒 7 之間的速度比 R_1 、第 2 內齒齒輪 3 與第 2 外齒 8 之間的速度比 R_2 ，分別如以下。

$$i_1=1/R_1=(Z_{f1}-Z_{c1})/Z_{f1}=(60-62)/60=-1/30$$

$$i_2=1/R_2=(Z_{f2}-Z_{c2})/Z_{f2}=(64-62)/64=1/32$$

因此，得到 $R_1=-30$ 、 $R_2=32$ 。

[0047] 諧波齒輪裝置 1 的速度比 R ，係使用速度比 R_1 、 R_2 ，以下式表示。因此，根據本發明，可實現大幅低速度比（低減速比）的諧波齒輪裝置。（且，速度比的負符號，係表示輸出旋轉的方向與輸入旋轉的方向為反方向。）

$$R=(R_1 \cdot R_2 - R_1) / (-R_1 + R_2)$$

$$=(-30 \times 32 + 30) / (30 + 32)$$

$$=-930 / 62$$

$$=-15$$

[0048]

（間隙：裁刀迴避部）

圖 3 為諧波齒輪裝置 1 的部分放大剖面圖，表示外齒齒輪 4 及諧波產生器 5 的第 1、第 2 諧波軸承 12、13。形成於第 1、第 2 外齒 7、8 之間間隙 9，係發揮作為咬合