



(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 201402973 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：101147106

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 13 日

(51)Int. Cl. : *F16H3/04 (2006.01)*

F16H1/24 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/13 中華民國

101125261

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：黃俊弘 HUANG, CHUN HUNG (TW)；謝章嘉 HSIEH, CHANG CHIA (TW)；李志中 LEE, JYH JONE (TW)；邱卓群 CHIU, CHO CHUN (TW)

(74)代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：4 共 24 頁

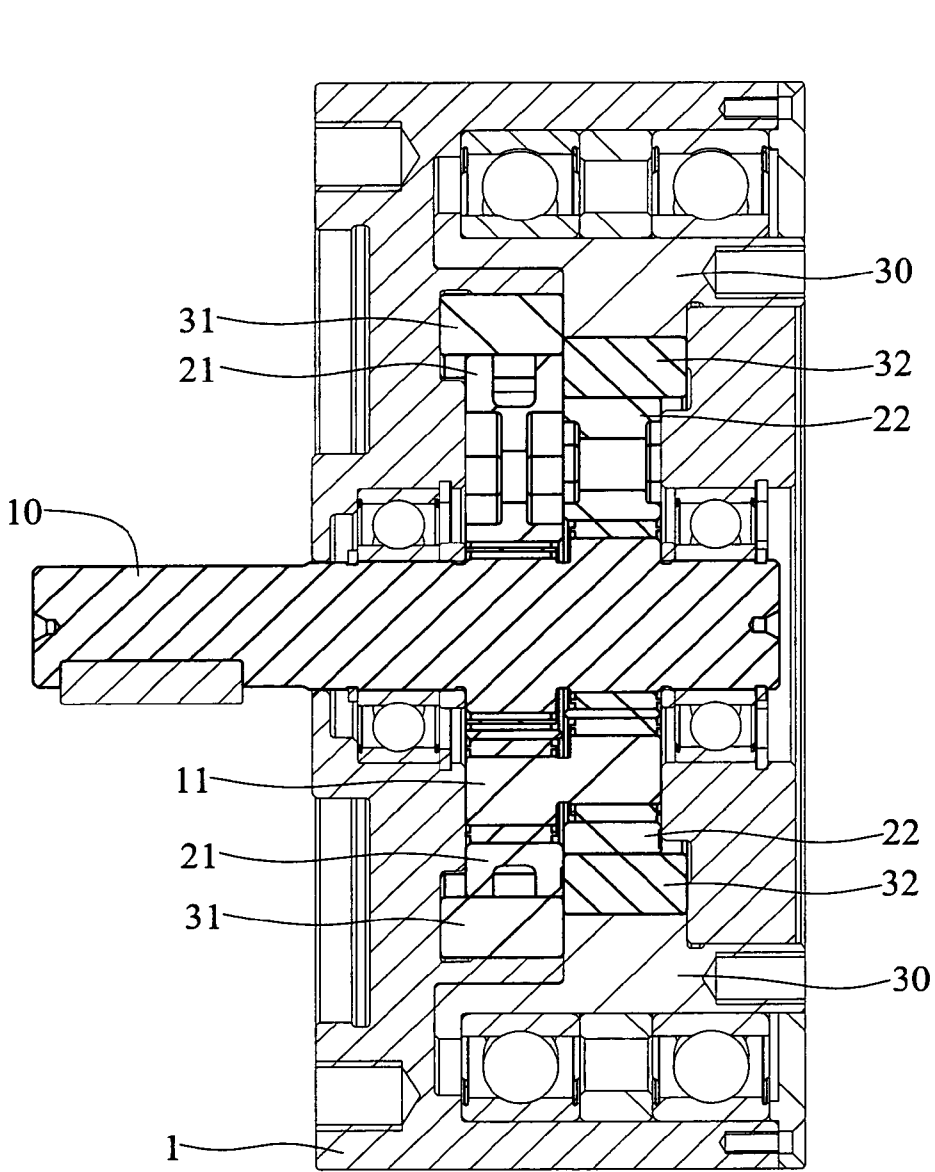
(54)名稱

差速兩級高減速比擺線減速機

TWO-STAGE CYCLOIDAL SPEED REDUCER WITH HIGH REDUCTION RATIO

(57)摘要

一種差速兩級高減速比擺線減速機，包括支撐曲柄軸、具有第一曲軸部及第二曲軸部之輸入軸、設於第一曲軸部上之第一擺線輪、設於第二曲軸部上並藉由支撐曲柄軸與第一擺線輪連接之第二擺線輪、設於第一擺線輪外周圍以與第一擺線輪周緣的複數齒滑動接觸之多個第一針輪、具有多個第一針輪之第一環輪、設於第二擺線輪外周圍以與第二擺線輪周緣的複數齒滑動接觸之多個第二針輪、以及具有多個第二針輪之第二環輪。



- 1：第一環輪
- 10：輸入軸
- 11：支撐曲柄軸
- 21：第一擺線輪
- 22：第二擺線輪
- 30：第二環輪
- 31：第一針輪
- 32：第二針輪

第1圖



(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 201402973 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：101147106

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 13 日

(51)Int. Cl. : *F16H3/04 (2006.01)*

F16H1/24 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/13 中華民國

101125261

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：黃俊弘 HUANG, CHUN HUNG (TW)；謝章嘉 HSIEH, CHANG CHIA (TW)；李志中 LEE, JYH JONE (TW)；邱卓群 CHIU, CHO CHUN (TW)

(74)代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：4 共 24 頁

(54)名稱

差速兩級高減速比擺線減速機

TWO-STAGE CYCLOIDAL SPEED REDUCER WITH HIGH REDUCTION RATIO

(57)摘要

一種差速兩級高減速比擺線減速機，包括支撐曲柄軸、具有第一曲軸部及第二曲軸部之輸入軸、設於第一曲軸部上之第一擺線輪、設於第二曲軸部上並藉由支撐曲柄軸與第一擺線輪連接之第二擺線輪、設於第一擺線輪外周圍以與第一擺線輪周緣的複數齒滑動接觸之多個第一針輪、具有多個第一針輪之第一環輪、設於第二擺線輪外周圍以與第二擺線輪周緣的複數齒滑動接觸之多個第二針輪、以及具有多個第二針輪之第二環輪。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101147106

※申請日：101.12.13

※IPC分類：F16H 3/4 (2006.01)

F16H 3/4 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

差速兩級高減速比擺線減速機

TWO-STAGE CYCLOIDAL SPEED REDUCER WITH HIGH REDUCTION RATIO

二、中文發明摘要：

一種差速兩級高減速比擺線減速機，包括支撐曲柄軸、具有第一曲軸部及第二曲軸部之輸入軸、設於第一曲軸部上之第一擺線輪、設於第二曲軸部上並藉由支撐曲柄軸與第一擺線輪連接之第二擺線輪、設於第一擺線輪外周圍以與第一擺線輪周緣的複數齒滑動接觸之多個第一針輪、具有多個第一針輪之第一環輪、設於第二擺線輪外周圍以與第二擺線輪周緣的複數齒滑動接觸之多個第二針輪、以及具有多個第二針輪之第二環輪。

三、英文發明摘要：

A two-stage cycloidal speed reducer with high reduction ratio comprises crank shafts 、 an input shaft having a first crankshaft portion and a second crankshaft portion 、 a first cycloidal gear disposed on the first crankshaft portion 、 a second cycloidal gear disposed on the second crankshaft portion and connected to the first cycloidal gear by a the crank shafts 、 a plurality of first ring pins disposed at out circumference of the first cycloidal gear and sliding contacted with a plurality of tooth on the fringes of the first cycloidal gear 、 a first annular gear with the plurality of first ring pins 、 a plurality of second ring pins disposed at out circumference of the second cycloidal gear and sliding contacted with a plurality of tooth on the fringes of the second cycloidal gear 、 and a second annular gear with the plurality of second ring pins.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	第一環輪
10	輸入軸
11	支撐曲柄軸
21	第一擺線輪
22	第二擺線輪
30	第二環輪
31	第一針輪
32	第二針輪

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本揭露係有關一種減速機，詳而言之，係有關於一種差速兩級高減速比擺線減速機。

【先前技術】

減速機是一種動力傳達機構，係利用齒輪將馬達的迴轉數減速到所要的迴轉數並得到較大的轉矩。在目前用於傳遞動力與運動的機構中，減速機的應用範圍相當廣泛，從交通工具的船舶、汽機車、建築用的重型機具、機械工業所用的加工機具及自動化生產設備，到日常生活中常見的家電、鐘錶等等，其應用從大動力的傳輸工作到小負荷、精確的角度傳輸都可以見到減速機的應用。

目前運用於機器人之減速機主要有齒輪減速機、諧波減速機 (Harmonic Drive)、RV 減速機以及擺線減速機等。Harmonic Drive 主要有傳動比大、運轉平穩、結構簡單以及傳動效率高等優點，是一種比較理想的傳動裝置。但由於其以撓性輪的彈性變形進行負載運動傳遞，剛性難以提高，且隨著使用時間的增長，其運動精度還會顯著降低，目前產品價格也偏高。1980 年代中期，日本帝人公司 (現為 Nabtesco) 成功研製出應用於機器人的擺線針輪 RV 減速機，目前是機器人用減速機中剛性較高的低振動減速機，對提高機器人的運動精度和動態特性非常有利，而且還具有相對體積小、傳動比大、承載能力大、運動精度高及傳動效率高等優點，因此該傳動裝置不僅被運用於機器

人，在機床產業也被廣泛採用。對於機器人構造而言，須要進行許多桿件運動，故桿件尺寸及重量將影響其慣性及負荷能力，於此若使用結構緊湊的減速機將可降低慣性。考量諧波齒輪減速機天生剛性不足以及 RV 減速機外觀結構大小及製造設備需求問題，目前業界亟需一種小型化、高減速比之減速機。

【發明內容】

本揭露提供一種差速兩級高減速比擺線減速機，可減輕重量並減小體積，且第一擺線輪和第二擺線輪的兩級擺線輪設計能使減速機具有較高的減速比。

本揭露提供一種差速兩級高減速比擺線減速機，係包括：複數個支撐曲柄軸；輸入軸，係具有第一曲軸部及第二曲軸部，該第一曲軸部及第二曲軸部係分別以該輸入軸的軸線為中心朝相反方向曲折；第一擺線輪，係設於該輸入軸之第一曲軸部上，且該第一擺線輪之周緣具有複數齒；第一環輪，係設於該輸入軸鄰近該第一擺線輪的一端並具有複數個第一針輪，該複數個第一針輪係設於該第一擺線輪之外周圍以與該第一擺線輪之複數齒滑動接觸；第二擺線輪，係設於該輸入軸之第二曲軸部上並以該複數個支撐曲柄軸與該第一擺線輪連接，且該第二擺線輪之周緣具有複數齒；以及第二環輪，係設於該輸入軸鄰近該第二擺線輪的一端並具有複數個第二針輪，該複數個第二針輪係設於該第二擺線輪之外周圍以與該第二擺線輪之複數齒滑動接觸。

當該第一環輪固定時，該輸入軸驅動該第一擺線輪與該第二擺線輪繞該輸入軸的軸線運轉，該第一擺線輪受該第一針輪的作用而繞該輸入軸的該第一曲軸部的軸線反向運轉，而該第一擺線輪透過該多個支撐曲柄軸帶動該第二擺線輪繞該輸入軸的該第二曲軸部的軸線運轉，使該第二擺線輪透過該多個第二針輪驅動該第二環輪轉動，且該輸入軸和該第二環輪的旋轉方向相同。另外，當該第二環輪固定時，該輸入軸和該第一環輪的旋轉方向相反。

相較於先前技術，本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之重量相對較輕、體積相對較小，且第一擺線輪和第二擺線輪之兩級擺線輪設計能使減速機具有較高的減速比。

【實施方式】

以下係藉由特定的實施例說明本揭露之實施方式，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本揭露之其他特點與功效。本揭露亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用。

應了解本說明書所附圖式所繪示之結構、比例、大小等，均僅用以配合說明書所揭示之內容，以供熟悉此技藝之人士之瞭解與閱讀，並非用以限定本揭露可實施之限定條件，故不具技術上之實質意義，任何結構之修飾、比例關係之改變或大小之調整，在不影響本揭露所能產生之功效及所能達成之目的下，均應仍落在本揭露所揭示之技術內容得能涵蓋之範圍內。同時，本說明書中所引用之如“第

一”、及“第二”等之用語，亦僅為便於敘述之明瞭，而非用以限定本揭露可實施之範圍，其相對關係之改變或調整，在無實質變更技術內容下，當亦視為本揭露可實施之範疇。

請一併參閱第 1、2A、2B 和 3 圖，第 1 圖為本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之剖面圖，為清楚說明，第 2A 和 2B 圖分別係基於第 1 圖而概略繪示本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之一實施例和另一實施例的主要構件，第 3 圖為本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之局部立體圖。

本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機主要包括輸入軸 10、支撐曲柄軸 11、第一擺線輪 21、第二擺線輪 22、第一針輪 31、第二針輪 32、第一環輪 1 以及第二環輪 30。

輸入軸 10 係為曲柄設計，具有第一曲軸部 10a 及第二曲軸部 10b，第一曲軸部 10a 及第二曲軸部 10b 係分別以輸入軸 10 的軸線為中心朝相反方向曲折，換言之，第一曲軸部 10a 的軸線及第二曲軸部 10b 的軸線偏離輸入軸 10 的軸線相差 180 度。

複數個支撐曲柄軸 11 係相對於輸入軸 10 而對稱設置，亦即以輸入軸 10 的軸線為中心對稱設置，於本實施例中並不限定支撐曲柄軸 11 之數量及支撐曲柄軸 11 之軸曲折角度。

第一擺線輪 21 係透過軸承 4a 設於輸入軸 10 之第一曲軸部 10a 上，第一擺線輪 21 之周緣具有複數齒 210。

第一環輪 1 設於輸入軸 10 鄰近該第一擺線輪 21 的一

端，並具有複數個第一針輪 31。複數個第一針輪 31 係設於第一擺線輪 21 之外周圍，以與第一擺線輪 21 之複數齒 210 滑動接觸，於一實施例中，如第 2A 圖所示，第一環輪 1 可以是固定件，於另一實施例中，如第 2B 圖所示，第一環輪 1 可以是轉動件(輸出用)。

第二擺線輪 22 係透過軸承 4b 設於輸入軸 10 之第二曲軸部 10b 上，並以複數個支撐曲柄軸 11 與第一擺線輪 21 相連接，且第二擺線輪 22 之周緣具有複數齒 220。需注意的是，第一擺線輪 21 係與第二擺線輪 22 平行。再者，於一實施例中，第一擺線輪 21 的質量係與第二擺線輪 22 的質量相同，藉此有助於差速兩級高減速比擺線減速機之平衡。

第二環輪 30 設於輸入軸 10 鄰近第二擺線輪 22 的一端，並具有複數個第二針輪 32。複數個第二針輪 32 係設於第二擺線輪 22 之外周圍，以與第二擺線輪 22 之複數齒 220 滑動接觸。於一實施例中，如第 2A 圖所示，第二環輪 30 可以是轉動件(輸出用)，於另一實施例中，如第 2B 圖所示，第二環輪 30 可以是固定件。

以第 2A 圖所示的實施例說明，即第一環輪 1 為固定，首先，提供一驅動源予輸入軸 10，由輸入軸 10 驅動第一擺線輪 21 及第二擺線輪 22 繞輸入軸 10 的軸心運轉，接著，第一擺線輪 21 在第一針輪 31 之拘束下產生以第一曲軸部 10a 的軸線為中心之自轉，故第一擺線輪 21 透過複數個支撐曲柄軸 11 帶動第二擺線輪 22 運轉，使得第二擺線

輪 22 產生以第二曲軸部 10b 的軸線為中心之自轉以及以輸入軸 10 的軸線為中心之公轉，而第二擺線輪 22 則透過第二針輪 32 驅動第二環輪 30 轉動，且輸入軸 10 和第二環輪 30 的旋轉方向相同。另外，於第 2B 圖所示的實施例中，當該第二環輪固定時，輸入軸 10 和第一環輪 1 的旋轉方向相反。

第一環輪 1 固定時，第一擺線輪 21 和第二擺線輪 22 之運轉的詳細說明係如第 4A 圖和 4B 圖所示。須說明的是，第 4A 圖和 4B 圖僅繪示第一擺線輪 21、第二擺線輪 22、第一針輪 31 和第二針輪 32，省略了第一環輪 1 和第二環輪 30。而第一環輪 1 固定，第二環輪 30 上之第二針輪 32 的旋轉方向與第二環輪 30 同向，以下係以第二針輪 32 來說第二環輪 30 之作動。

如第 4A 和 4B 圖所示，第一針輪 31 的數量多於第二針輪 32 的數量、而第一針輪 31 的數量多於第一擺線輪 21 的齒數、第二針輪 32 的數量係多於第二擺線輪 22 的齒數、且第一擺線輪 21 的齒數多於第二擺線輪 22 的齒數。例如，於第 4A 和 4B 圖中，第一針輪 31 的數目 Z_{p1} 為 16、第一擺線輪 21 的齒數 Z_{c1} 為 15、第二擺線輪 22 的齒數 Z_{c2} 為 13、第二針輪 32 的數目 Z_{p2} 為 14，當第一針輪 31 固定時，則減速機的減速比為 $\frac{Z_{c1} \times Z_{c2}}{Z_{c1} - Z_{c2}} \times \frac{Z_{p2}}{Z_{c2}} = 105$ 。需說明的是，第 4A

和 4B 圖中之第一針輪 31 的數目、第二針輪 32 的數目、第一擺線輪 21 的齒數、及第二擺線輪 22 的齒數係例示說明

而非用以限制本揭露之範圍。另外，當第二環輪 30 固定時，若第一針輪 31 的數目 Z_{p1} 為 16、第一擺線輪 21 的齒數 Z_{c1} 為 15、第二擺線輪 22 的齒數 Z_{c2} 為 13、第二針輪 32 的數目 Z_{p2} 為 14，減速比為 $\frac{Z_{c1} \times Z_{c2}}{Z_{c2} - Z_{c1}} \times \frac{Z_{p1}}{Z_{c1}} = -104$ ，因此，輸入軸 10 和第一環輪 1 的旋轉方向相反。

此外，第 4A 圖為第 3 圖之差速兩級高減速比擺線減速機於第一環輪 1 固定時之旋轉方向之後視示意圖。如第 4A 圖所示，輸入軸 10 以順時針方向(如箭頭所示)轉動，帶動在第一曲軸部 10a 上之第一擺線輪 21 運轉，使得第一擺線輪 21 以輸入軸 10 的軸線為中心公轉並在第一針輪 31 之拘束下產生以第一曲軸部 10a 的軸線為中心之自轉(如箭頭所示)，其中，第一擺線輪 21 的公轉方向與輸入軸 10 同為順時針方向，而第一擺線輪 21 的自轉方向為逆時針方向。接著，第一擺線輪 21 透過複數個支撐曲柄軸 11 帶動第二擺線輪 22 運轉，使得第二擺線輪 22 產生以第二曲軸部 10b 的軸線為中心之自轉(如箭頭所示)以及以輸入軸 10 的軸線為中心之公轉，其中，第二擺線輪 22 的公轉方向與輸入軸 10 同為順時針方向，而第二擺線輪 22 的自轉方向為逆時針方向。最後，第二擺線輪 22 透過第二針輪 32 驅動第二環輪 30 轉動，則第二針輪 32 的旋轉方向(如箭頭所示)為順時針方向，因而第二環輪 30 的旋轉方向與輸入軸 10 同為順時針方向。

再者，第 4B 圖為第 3 圖之差速兩級高減速比擺線減

速機於第一環輪 1 固定時之旋轉方向之前視示意圖。第一擺線輪 21 係相對於第一曲軸部 10a 的軸線進行自轉且相對於輸入軸 10 的軸線進行公轉，第二擺線輪 22 係相對於第二曲軸部 10b 的軸線進行自轉且相對於 10 輸入軸的軸線進行公轉。須說明的是，第 4B 圖中，於第一擺線輪 21 和第二擺線輪 22 上之箭號表示自轉方向。

第一擺線輪 21 的自轉方向與第二擺線輪 22 的自轉方向相同，第一擺線輪 21 的公轉方向與該第二擺線輪 22 的公轉方向相同。第一擺線輪 21 的自轉方向係與輸入軸 10 和第二環輪 30 的旋轉方向相反，而該第一擺線輪 21 的公轉方向係與輸入軸 10 和第二環輪 30 的旋轉方向相同；第二擺線輪 22 的自轉方向係與輸入軸 10 和第二環輪 30 的旋轉方向相反，而第二擺線輪 22 的公轉方向係與輸入軸 10 和第二環輪 30 的旋轉方向相同。

因此，在減速機包括兩級擺線輪，且第一擺線輪的齒數多於第二擺線輪的齒數之實施例中，減速比可高達 105。

綜上所述，本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之輸入軸採用曲柄設計，且利用對稱設置之支撐曲柄軸連接相互平行之第一擺線輪與第二擺線輪，使第一擺線輪與第二擺線輪同步作動。因此，本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機機構簡單、體積小重量輕，並能達到動態平衡而具有高減速比。

上述實施例僅例示性說明本揭露之原理及其功效，而非用於限制本揭露。任何熟習此項技藝之人士均可在不違

背本揭露之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本揭露之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍所列。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係繪示本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之剖面圖；

第 2A 圖係概略繪示本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之一實施例基本構件示意圖；

第 2B 圖係概略繪示本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之另一實施例基本構件示意圖；

第 3 圖係概略繪示本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之具體實施例之基本構件立體圖；以及

第 4A 和 4B 圖係分別為第 3 圖之本揭露之差速兩級高減速比擺線減速機之旋轉方向之後視及前視示意圖。

【主要元件符號說明】

1	第一環輪
4a、4b	軸承
10	輸入軸
10a	第一曲軸部
10b	第二曲軸部
11	支撐曲柄軸
21	第一擺線輪
210、220	齒
22	第二擺線輪

201402973

30	第二環輪
31	第一針輪
32	第二針輪

七、申請專利範圍：

1. 一種差速兩級高減速比擺線減速機，係包括：

複數個支撐曲柄軸；

輸入軸，係具有第一曲軸部及第二曲軸部，該第一曲軸部及第二曲軸部係分別以該輸入軸的軸線為中心朝相反方向曲折；

第一擺線輪，係設於該輸入軸之第一曲軸部上，且該第一擺線輪之周緣具有複數齒；

第一環輪，係設於該輸入軸鄰近該第一擺線輪的一端並具有複數個第一針輪，該複數個第一針輪係設於該第一擺線輪之外周圍以與該第一擺線輪之複數齒滑動接觸；

第二擺線輪，係設於該輸入軸之第二曲軸部上並透過該複數個支撐曲柄軸與該第一擺線輪連接，且該第二擺線輪之周緣具有複數齒；以及

第二環輪，係設於該輸入軸鄰近該第二擺線輪的一端並具有複數個第二針輪，該複數個第二針輪係設於該第二擺線輪之外周圍以與該第二擺線輪之複數齒滑動接觸。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，當該第一環輪固定時，該輸入軸驅動該第一擺線輪與該第二擺線輪繞該輸入軸的軸線運轉，該第一擺線輪受該第一針輪的作用而繞該輸入軸的該第一曲軸部的軸線反向運轉，而該第一擺線輪透

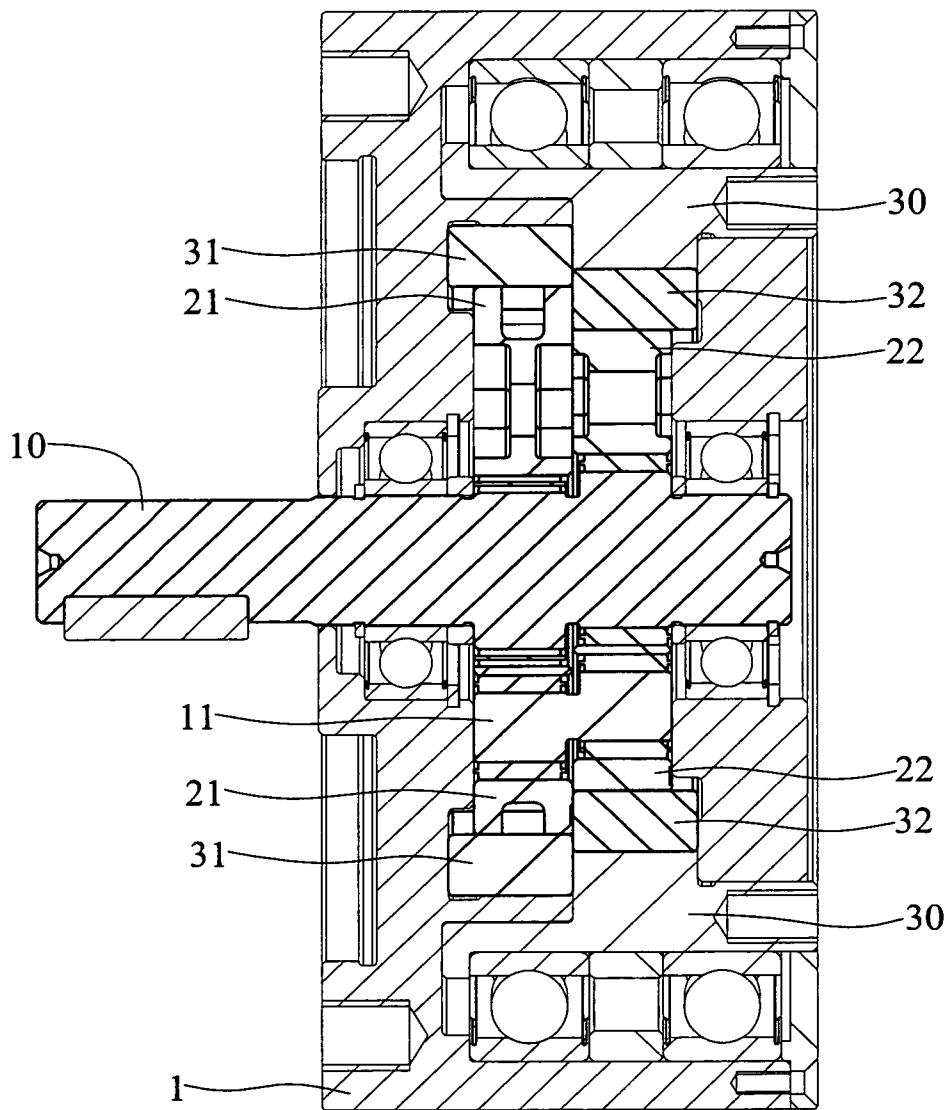
過該多個支撐曲柄軸帶動該第二擺線輪繞該輸入軸的該第二曲軸部的軸線運轉，使該第二擺線輪透過該多個第二針輪驅動該第二環輪轉動。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，當該第一環輪固定時，該輸入軸和該第二環輪的旋轉方向相同。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，當該第二環輪固定時，該輸入軸和該第一環輪的旋轉方向相反。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一擺線輪係與該第二擺線輪平行。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一擺線輪的質量係與該第二擺線輪的質量相同。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該複數個支撐曲柄軸係相對於該輸入軸而對稱設置。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一針輪的數量係多於該第二針輪的數量。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一針輪的數量係多於該第一擺線輪的齒數。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線

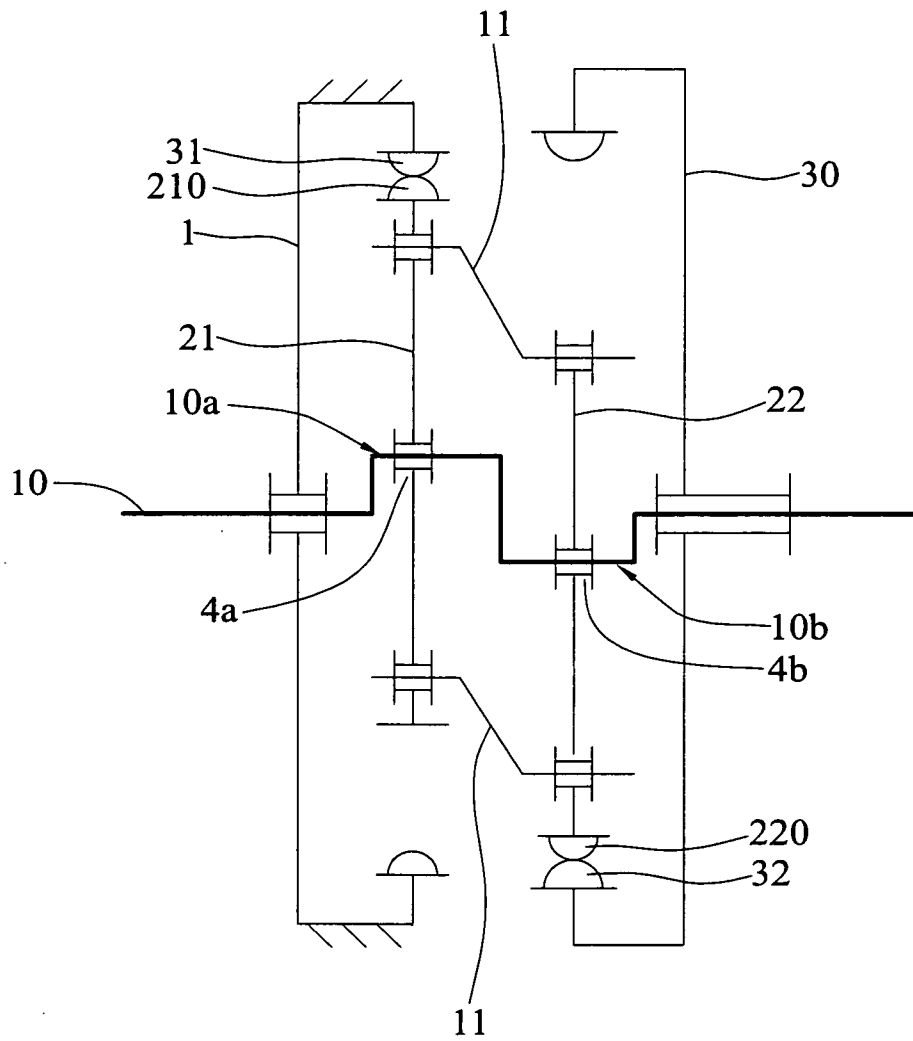
減速機，其中，該第二針輪的數量係多於該第二擺線輪的齒數。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一擺線輪係相對於該輸入軸之第一曲軸部的軸線進行自轉且相對於該輸入軸的軸線進行公轉，而該第二擺線輪係相對於該輸入軸之第二曲軸部的軸線進行自轉且相對於該輸入軸的軸線進行公轉。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一擺線輪的自轉方向係與該第二擺線輪的自轉方向相同，該第一擺線輪的公轉方向係與該第二擺線輪的公轉方向相同。
13. 如申請專利範圍第 11 項所述之差速兩級高減速比擺線減速機，其中，該第一擺線輪的公轉方向、該第二擺線輪的公轉方向係與該輸入軸的旋轉方向相同。

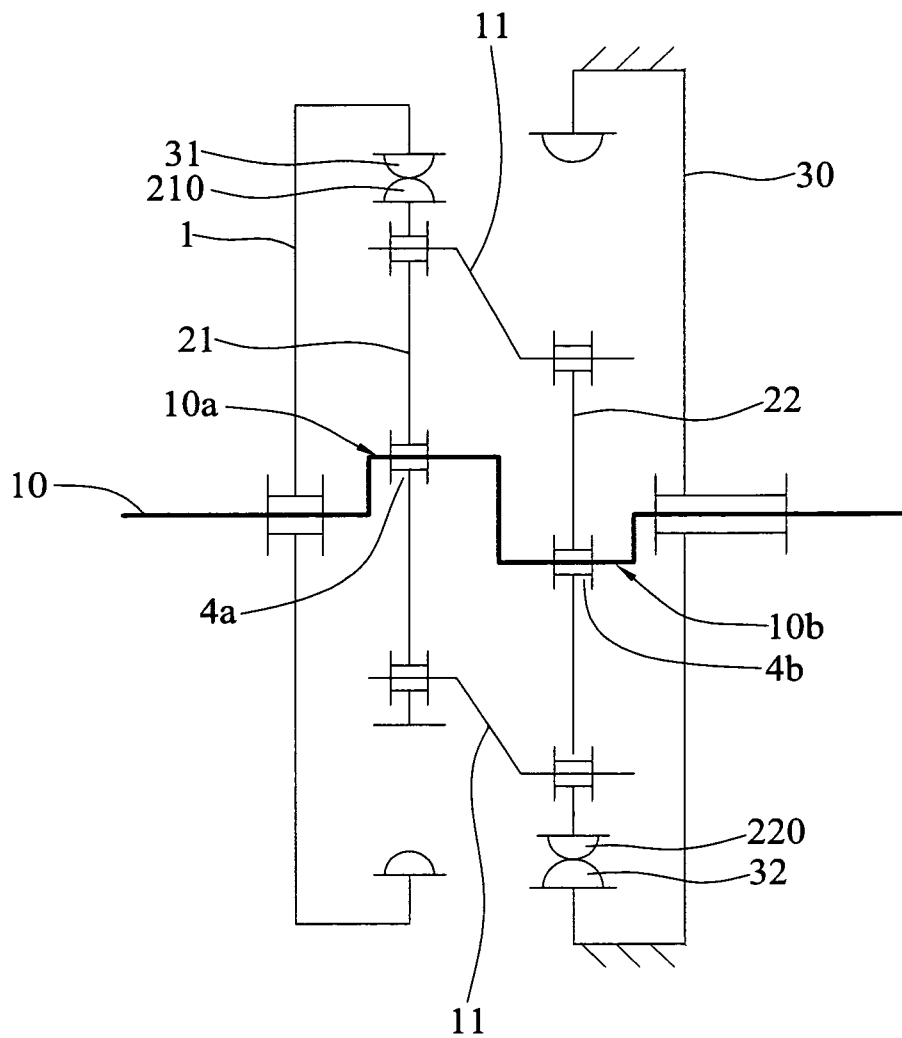
八、圖式：



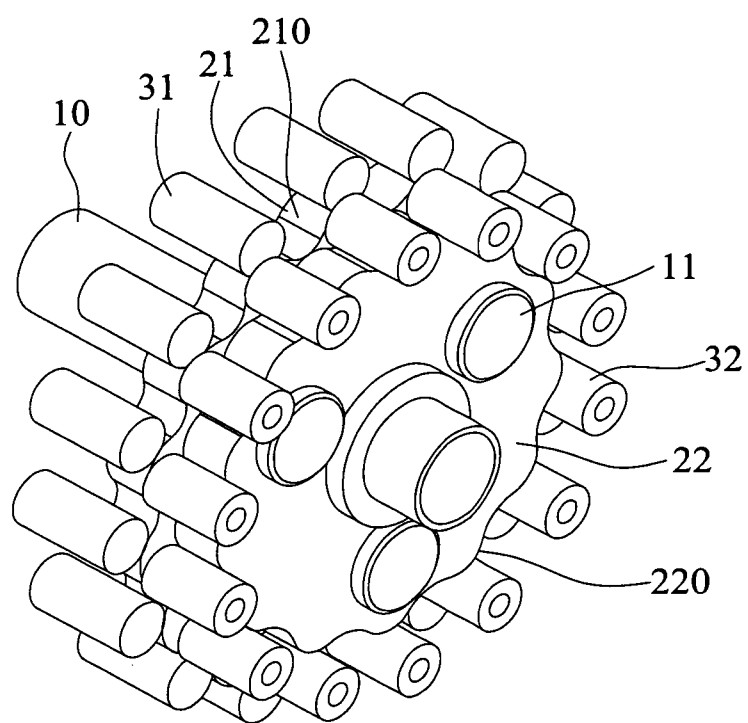
第1圖



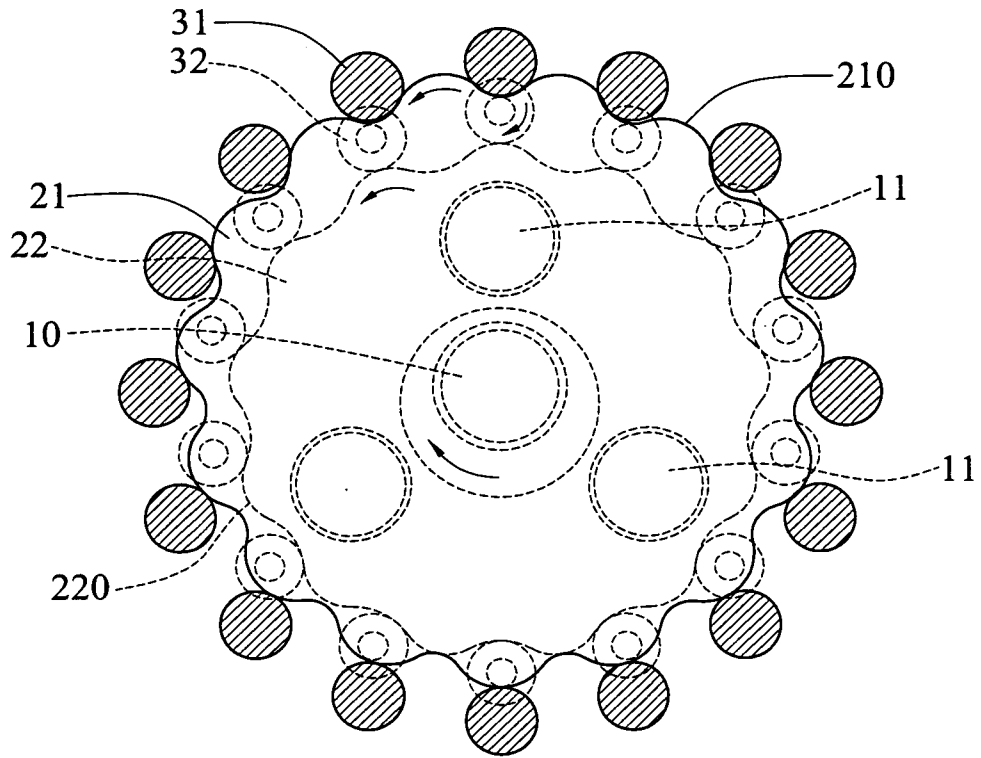
第2A圖



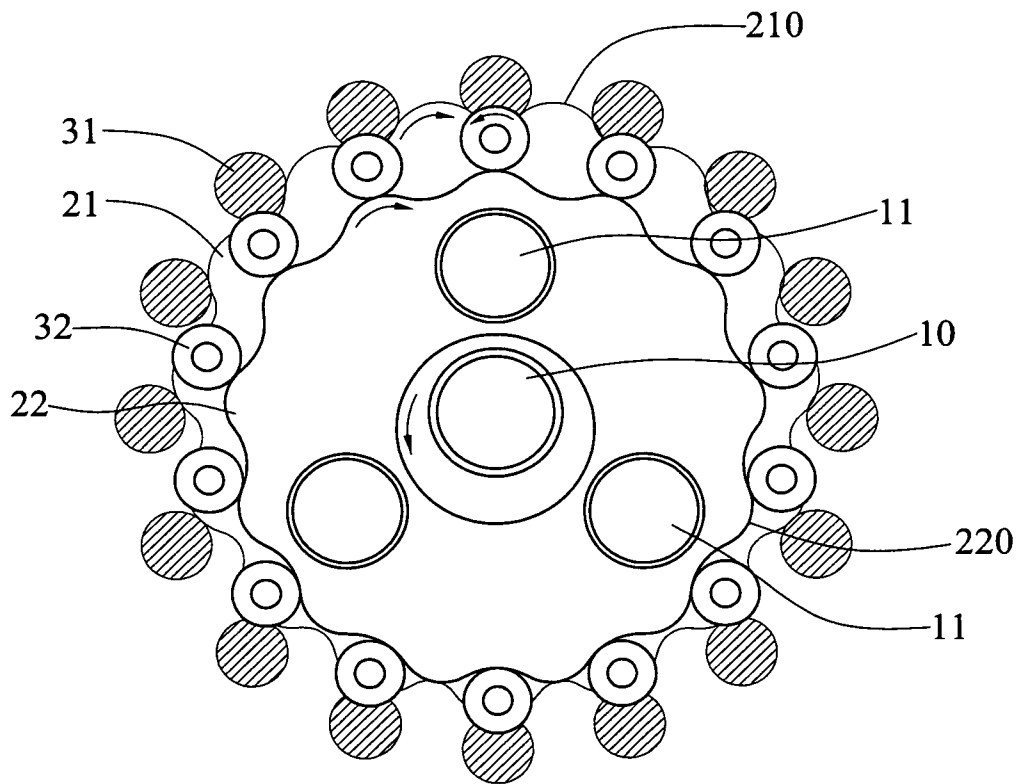
第2B圖



第3圖



第4A圖



第4B圖