



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I823769 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：112104169

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G09B23/06 (2006.01)**

(71)申請人：鄭力仁 (中華民國) CHENG, LI-JEN (TW)

臺北市中山區復興北路 514 巷 48 號 1 樓

(72)發明人：鄭力仁 CHENG, LI-JEN (TW)；許家豪 HSU, CHIA-HAO (TW)

(74)代理人：曾裕峯

(56)參考文獻：

CN 2686686Y

CN 203746331U

CN 204050977U

審查人員：陳浩瑋

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：12 共 41 頁

(54)名稱

齒輪教具及齒輪教具用的結構板

(57)摘要

一種齒輪教具及齒輪教具用的結構板，用於供複數齒輪組的活動式安裝，並用於使該等齒輪組之間藉由啮合關係組成傳動模組，在該等齒輪組於該結構板上可相互啮合的任兩個齒輪組中，二者之齒數和為 12 的整數倍。結構板包含板體及複數軸孔部，軸孔部係陣列式地配置在板體，齒輪組的旋轉中心位於軸孔部的軸線上，軸孔部的齒輪定位點定義在軸線上，在軸孔部以及與其相鄰的二相鄰軸孔部的此三個軸孔部中，齒輪定位點所界定出的三角形之邊長比實質上為 3：4：5。藉此，在結構板有限範圍內提供了齒輪安裝的多變化性，也提供了齒輪教具的組裝便利性。

指定代表圖：

符號簡單說明：

101:齒輪定位點

S:斜向路徑

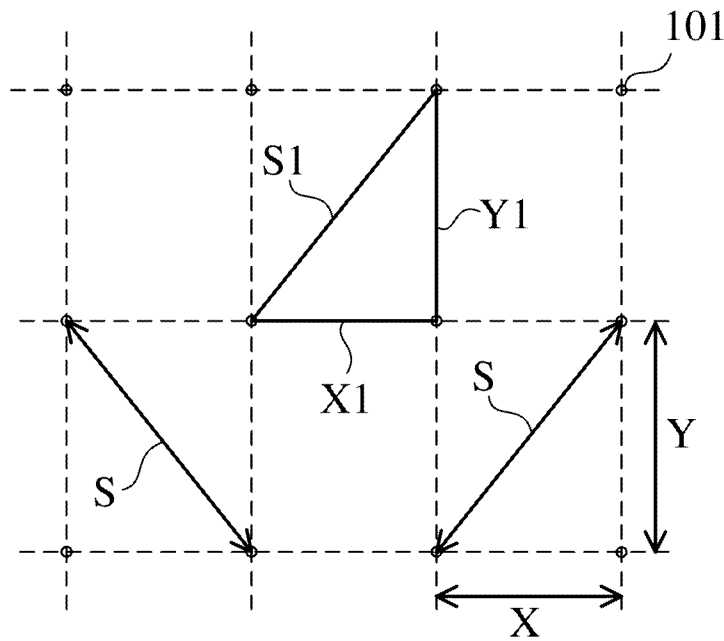
S1:間距

X:橫向路徑

X1:間距

Y:縱向路徑

Y1:間距



【圖2】



I823769

【發明摘要】

【中文發明名稱】 齒輪教具及齒輪教具用的結構板

【中文】

一種齒輪教具及齒輪教具用的結構板，用於供複數齒輪組的活動式安裝，並用於使該等齒輪組之間藉由嚙合關係組成傳動模組，在該等齒輪組於該結構板上可相互嚙合的任兩個齒輪組中，二者之齒數和為12的整數倍。結構板包含板體及複數軸孔部，軸孔部係陣列式地配置在板體，齒輪組的旋轉中心位於軸孔部的軸線上，軸孔部的齒輪定位點定義在軸線上，在軸孔部以及與其相鄰的二相鄰軸孔部的此三個軸孔部中，齒輪定位點所界定出的三角形之邊長比實質上為3：4：5。藉此，在結構板有限範圍內提供了齒輪安裝的多變化性，也提供了齒輪教具的組裝便利性。

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

101	齒輪定位點
S	斜向路徑
S1	間距
X	橫向路徑
X1	間距
Y	縱向路徑
Y1	間距

【發明說明書】

【中文發明名稱】 齒輪教具及齒輪教具用的結構板

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於一種教具，更特別的是關於一種齒輪教具及其使用的結構板。

【先前技術】

【0002】 在結構板上安裝齒輪，並藉由齒輪間的嚙合關係，可在結構板上組合出具有連動能力的傳動模組。

【0003】 在齒輪教具中，使用者可在有限的結構板面積內進行齒輪的安裝與傳動機構的設計，進而完成具有創意的機構模型，讓使用者於施作的過程中瞭解其中的機械原理，達到教具的教學目的。

【發明內容】

【0004】 在本揭露的一些實施例中，在結構板的有限範圍內提供了齒輪安裝的多變化性。

【0005】 在本揭露的一些實施例中，提供了齒輪教具的組裝便利性及傳動模組的多變化性。

【0006】 根據一些實施例，齒輪教具用的結構板係用於供複數齒輪組的活動式安裝，並用於使該等齒輪組之間藉由嚙合關係組成至少一傳動模組。其中，該等齒輪組是指於該結構板上可相互嚙合的任兩個齒輪組

中，其二者之齒數和符合12的整數倍的規則。該結構板包含：板體及複數軸孔部。該等軸孔部係陣列式地配置在該板體，各該軸孔部用於供該等齒輪組之其一的活動式安裝，被安裝的該齒輪組的旋轉中心位於該軸孔部的軸線上。其中，各該軸孔部的一齒輪定位點係定義在該軸線上，在各該軸孔部以及與其相鄰的二相鄰軸孔部的此三個軸孔部中，各該齒輪定位點所界定出的三角形，其邊長比實質上係為3：4：5。

【0007】根據一些實施例，齒輪教具包含：二結構板、複數連接器及複數齒輪組。各該結構板包括板體及陣列式地配置在該板體的複數軸孔部。該等連接器係連接於該二結構板之間，用於使該二結構板相互間呈現實質上的平行。各該齒輪組係包括一軸桿組件及穿設在該軸桿組件上的齒輪，該軸桿組件的上下端係用於可轉動地被安裝在該二結構板對應的該軸孔部中。其中，該等齒輪組是指於該結構板上可相互嚙合的任兩個齒輪組中，其二者之齒數和符合12的整數倍的規則。其中，被安裝在該軸孔部的該齒輪組的旋轉中心位於該軸孔部的軸線上，各該軸孔部的第一齒輪定位點係定義在該軸線上，在各該軸孔部以及與其相鄰的二相鄰軸孔部的此三個軸孔部中，各該第一齒輪定位點所界定出的三角形，其邊長比實質上係為3：4：5。

【0008】根據一些實施例，軸桿組件具有：上軸桿、下軸桿及二結構板固定扣。上軸桿具有第一片體、自該第一片體鄰近上端的兩側橫向延伸而出的二第一檔止部、自該第一片體下端的兩側向下延伸而出的二第一延伸部及自該第一片體上端延伸而出的第一定位部。下軸桿具有第二片體、自該第二片體鄰近上端的兩側橫向延伸而出的二第二檔止部、自該第二片體下端的兩側向下延伸而出的二第二延伸部及自該第二片體上端延伸而出的第二定位部。該二結

構板固定扣分別用於穿設於該上軸桿的上端並抵接該第一檔止部，以及穿設於該下軸桿的該第二定位部並抵接該第二檔止部，該二結構板固定扣係可轉動地被配置在該二結構板對應的該軸孔部中。其中，組接在一起的該上軸桿及該下軸桿，係使該二第一延伸部位於該第二片體的兩側，以及使該二第二延伸部位於該第一片體的兩側。其中，該上軸桿的該二第一檔止部係抵接該二結構板之其一的底面及該二結構板固定扣中的一個，該下軸桿的該二第二檔止部係抵接該二結構板之另一的頂面及該二結構板固定扣中的另外一個。

【0009】 根據一些實施例，結構板藉由在齒輪定位點所界定出的三角形的邊長比為3：4：5的配置，讓齒輪之間除了在三角形的長邊及短邊可形成嚙合關係外，還可在斜邊形成嚙合關係，多條嚙合路徑的提供，讓齒輪的安裝具備多樣變化性，也讓結構板上的配置面積被充分運用。

【0010】 此外，根據一些實施例，齒輪教具藉由包括軸桿組件及齒輪的齒輪組被可轉動地安裝在二結構板之間的配置，形成一種易於安裝的組裝式機構，搭配結構板上特定比例的軸孔部的安排，進而可在結構板之間達到組裝的便利性與高度的靈活配置。

【圖式簡單說明】

【0011】

[圖1]為相嚙合的兩齒輪示意圖。

[圖2]為結構板上關聯於齒輪定位點的俯視示意圖。

[圖3]為結構板上關聯於齒輪嚙合關係的俯視示意圖。

[圖4]為根據一些實施例之結構板的立體示意圖。

[圖5]為根據一些實施例的齒輪組與單一結構板間的安裝示意圖。

[圖6]為根據一些實施例的齒輪組與兩結構板間的安裝示意圖。

[圖7]為根據一些實施例之具有單齒輪之齒輪組的分解示意圖。

[圖8]為圖7之部分元件組合後的立體示意圖。

[圖9]為圖7之部分元件組合後的剖面示意圖。

[圖10]為根據一些實施例之具有雙齒輪之齒輪組的分解示意圖。

[圖11]為圖10之部分元件組合後的剖面示意圖。

[圖12]為根據一些實施例之齒輪教具的立體示意圖。

【實施方式】

【0012】為充分瞭解本文揭露內容之目的、特徵及功效，茲藉由下述具體之實施例，並配合所附之圖式，對本文揭露內容做一詳細說明，說明如後：

【0013】在本文中，所描述之用語”一”或”一個”來描述要件或特徵。此舉只是為了方便說明，並且對本文之範疇提供一般性的意義。因此，除非很明顯地另指他意，否則此種描述應理解為包括一個或至少一個，且單數也同時包括複數。

【0014】在本文中，所描述之用語”包含、包括、具有”或其他任何類似用語意係非僅限於本文所列出的此等要件或特徵而已，而是可包括未明確列出但卻是所述要件或特徵通常固有的其他部分。

【0015】於本文中，所描述之”第一”或”第二”等類似序數之用語，係用以區分或指關聯於相同或類似的要件或特徵，且不必然隱含此等

要件或特徵在空間上的順序。應了解的是，在某些情況或配置下，序數用語係可交換使用而不影響本文揭露的或相關聯的實施例。

【0016】 在本文中，以空間相關的用語(例如：上方、之上、下方、之下等類似用語)描述一個要件或特徵相對於另外的(一個或多個)要件或(一個或多個)特徵的關係。這些空間相關的用語意在涵蓋除了圖式中所繪示之各要件或特徵的朝向之外的其他不同朝向。這些要件或特徵能以其他方式來定向(例如：旋轉90度或處於其他朝向)，則其中所使用的空間相關用語也將依轉向後的方位來解釋。

【0017】 在本文中，這些空間相關的用語涵蓋這些要件或特徵之間配置有或無配置有其他的(一個或多個)要件或(一個或多個)特徵。舉例來說，描述中若提及第一部件形成於第二部件上或上方或相鄰，可能包含形成第一和第二部件直接接觸的實施例，也可能包含額外的部件形成於第一和第二部件之間，使得第一和第二部件不直接接觸的實施例。

【0018】 在齒輪教具中，作為安裝基底的結構板提供齒輪組可被安裝的位置，讓使用者可在結構板上通過對各個齒輪組位置的安排，形成齒輪組之間的齒輪嚙合關係，進而設計出所需的傳動模組。

【0019】 結構板上提供的這些安裝位置之間的位置關係，在面積有限的結構板上，會對齒輪組所能連接而成的傳動機構的類型及變化程度產生影響。易言之，能對相互嚙合的齒輪組提供越多種的连接方式，在面積有限的結構板上所能排列組合而創造出來的傳動機構種類，就可以越多樣化。

【0020】在結構板上，每個提供給齒輪組安裝的位置可被定義有一個齒輪定位點，此齒輪定位點與齒輪組的齒輪的旋轉中心係為共軸。相鄰的齒輪定位點之間的距離關係以及齒輪在結構板上的安裝位置，此二者之間的關聯性對於齒輪在結構板上的安裝變化性來說，具有著重要的影響。

【0021】前述的這些可被安裝在齒輪定位點位置處的齒輪，是指具有相同模數而可用來相互形成嚙合關係的齒輪。模數是指齒輪之節圓的直徑與該齒輪之齒數的比值。申言之，倘若在齒輪設計時有固定的目標齒數的情況下，為了使兩齒輪間能夠形成嚙合關係，齒輪的各個齒就需要被等比例放大(模數跟著變大)，以達到兩齒輪中心之間的固定距離，然而缺點是齒輪的直徑與面積範圍也會相對應地變大，這使得許多齒輪定位點可能會被覆蓋掉，導致面積有限的結構板更加難以被有效運用。因此，齒輪的齒數也關聯著齒輪在結構板上的安裝變化性。

【0022】據此，結構板上各個齒輪定位點的配置位置，可以對齒輪組之間的齒輪嚙合關係產生影響，同時也讓面積有限的結構板所能搭載的齒輪組連接方式可被優化。此外，在與一些齒輪的匹配下，更能進一步提升齒輪安裝的多變化性。

【0023】請參照圖1，為相嚙合的兩齒輪示意圖。關於兩齒輪G1、G2的節圓，其各自的直徑為d1與d2。在相鄰且嚙合的情況下，兩齒輪的節圓g1、g2呈現出相切的兩個圓，因此得出兩齒輪G1、G2中心的連心距離h如下式(1.1)所示。

$$\text{【0024】 } h = \frac{d1+d2}{2} \quad \text{式(1.1)}$$

【0025】齒輪的模數可進一步被以齒數及節圓的直徑來呈現，易言之，模數等於直徑/齒數。相嚙合的兩齒輪的模數係為相同，因此式(1.1)可被推導為如下所示的式(1.2)。

$$\text{【0026】 } h = \frac{d1+d2}{2} = \frac{(Z1+Z2)m}{2} \quad \text{式(1.2)}$$

【0027】其中，Z1為齒輪G1的齒數，Z2為齒輪G2的齒數，m為兩齒輪G1、G2的模數，因兩齒輪相互嚙合，故模數相同。

【0028】由式(1.2)可知，在模數固定的情況下，兩相嚙合齒輪間的中心距離係與此兩齒輪的齒數總和成正比。詳細地說，當相嚙合兩齒輪的齒輪定位點間的距離非為整數時，基於齒數這個參數係為整數，就會導致模數必須被調整，否則將導致此二齒輪無法正確嚙合。模數的調整，舉例來說，必須等比地放大齒輪，以讓齒數總和與模數的乘積等於齒輪定位點間的非整數值之距離。

【0029】請參照圖2，為結構板上關聯於齒輪定位點的俯視示意圖。圖2繪示出陣列式排列的多個齒輪定位點101，其中，這些齒輪定位點101無論在縱向路徑Y或橫向路徑X上，均被以相同的單一間距來配置，亦即，縱向路徑Y的間距Y1等於橫向路徑X的間距X1。也因如此，在斜向路徑S上的間距S1(正方形的對角線，或等腰直角三角形的斜邊)就是間距Y1或間距X1的 $\sqrt{2}$ 倍。這也就使得兩個齒輪要在斜向路徑S上進行嚙合時(齒輪定位點間的距離非為整數)，齒輪的模數必須被調整，否則將導致此二齒輪無法正確嚙合。

【0030】因此，兩齒輪為了要在斜向路徑S上能夠嚙合，模數的調整就須以等比放大齒輪來進行，然而，過大的齒輪則會覆蓋掉許多齒輪定位

點，這又導致了結構板上數量有限的齒輪定位點無法被有效使用。也因此，斜向路徑S的嚙合配置方式不易被執行。在齒輪相互嚙合的組合關係中，結構板上少了一個斜向路徑S的嚙合，也大幅減少了齒輪安裝的變化性。

【0031】因此，在結構板上若能確認出齒輪所匹配的齒輪定位點的配置位置，讓這些齒輪定位點能進一步在斜向路徑令二齒輪嚙合並無須調整模數的話，將可提升齒輪安裝的多變化性。接著請參照圖3，為結構板上關聯於齒輪嚙合關係的俯視示意圖。

【0032】請同時參照圖2及圖3，多個齒輪定位點101為陣列式排列，為了能在圖2所示的縱向路徑Y、橫向路徑X及斜向路徑S上皆可提供齒輪嚙合關係，以圖3中的三個相切的節圓C1、C2、C3來代表三個可兩兩相互嚙合的齒輪。由圖3繪示的三個節圓C1、C2、C3的圓心間的幾何關係展開下述推導(三個圓心形成一個直角三角形，具有的三個邊長分別為短邊a、長邊b及斜邊c，三個節圓C1、C2、C3的半徑分別為r1、r2、r3)。

【0033】根據畢氏定理得到式(2.1)：

$$\begin{aligned}(r_1 + r_2)^2 + (r_1 + r_3)^2 &= (r_2 + r_3)^2 \\ \Rightarrow r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2 + r_1^2 + r_3^2 + 2r_1r_3 &= r_2^2 + r_3^2 + 2r_2r_3 \\ \Rightarrow 2r_1^2 + 2r_1r_2 + 2r_1r_3 &= 2r_2r_3 \\ \Rightarrow r_1^2 + r_1r_2 + r_1r_3 &= r_2r_3 \\ \Rightarrow r_1(r_1 + r_2) &= r_3(r_2 - r_1) \\ \Rightarrow r_3 &= r_1 \frac{(r_1 + r_2)}{(r_2 - r_1)}\end{aligned}\quad \text{式(2.1)}$$

【0034】基於圖3之節圓C2大於節圓C1，因此令 $r1$ 與 $r2$ 之間存在一個倍數 k 的關係，即 $r2 = k \cdot r1$ 且 $k > 1$ ，並代入式(2.1)以得到式(2.2)。

$$\Rightarrow r3 = r1 \frac{(r1 + kr1)}{(kr1 - r1)}$$

$$\Rightarrow r3 = r1 \frac{(k + 1)}{(k - 1)}$$

$$\Rightarrow r1 : r3 = 1 : \frac{(k+1)}{(k-1)} \quad \text{式(2.2)}$$

【0035】將式(2.2)與 $r2 = k \cdot r1 \Rightarrow r1 : r2 = 1 : k$ 結合即可得到式(2.3)。

$$\Rightarrow r1 : r2 : r3 = 1 : k : \frac{(k+1)}{(k-1)} \quad \text{式(2.3)}$$

【0036】此外，基於圖3之節圓C3大於節圓C2，因此 $r2 < r3$ 並代入式(2.3)得到下述的式(2.4)。

$$\Rightarrow k < \frac{(k + 1)}{(k - 1)}$$

$$\Rightarrow k(k - 1) < (k + 1)$$

$$\Rightarrow k^2 - 2k < 1$$

$$\Rightarrow k^2 - 2k + 1 < 2$$

$$\Rightarrow (k - 1)^2 < 2$$

$$\Rightarrow k < 1 \pm \sqrt{2} \text{ (基於圖3之節圓C2大於節圓C1，所以負不合)}$$

$$\Rightarrow 1 < k < 1 + \sqrt{2} \quad \text{式(2.4)}$$

【0037】由式(2.4)可取得 k 的範圍。其中，在齒輪教具的設計上，在一些實施例中，將 k 定義為整數，即 $k=2$ ，可便於齒輪間之減數比(或稱轉速比)的轉換運算，提升教具在使用上的便利性。將 $k=2$ 代入式(2.3)中，

得到 $r1 : r2 : r3 = 1 : 2 : 3$ 。有了具備相互嚙合關係的三個齒輪之節圓的半徑比後，即可進一步取得齒輪定位點的適當配置位置。

【0038】基於齒輪的模數為節圓直徑/齒數，齒輪之節圓半徑則為(模數*齒數)/2。令模數為 m (三個具備相互嚙合關係的齒輪，其模數皆相同)以及令最小齒輪的齒數為 Z_1 (如圖3，最小的齒輪的節圓為C1)，可得到 $r1 = \frac{Z_1 m}{2}$ 的關係式。再基於前述獲得的 $r1 : r2 : r3 = 1 : 2 : 3$ ，進一步整理 $r1$ 、 $r2$ 及 $r3$ 的關係式如下述的式(2.5)：

$$\begin{cases} r1 = \frac{Z_1 m}{2} \\ r2 = 2r1 = \frac{2Z_1 m}{2} \\ r3 = 3r1 = \frac{3Z_1 m}{2} \end{cases} \quad \text{式(2.5)}$$

【0039】基於式(2.5)將圖3中之直角三角形的三個邊長：短邊 a 、長邊 b 及斜邊 c ，進一步整理如下述的式(2.6)及式(2.7)：

$$\begin{cases} a = r1 + r2 = \frac{3Z_1 m}{2} \\ b = r1 + r3 = \frac{4Z_1 m}{2} \\ c = r2 + r3 = \frac{5Z_1 m}{2} \end{cases} \quad \text{式(2.6)}$$

$$\Rightarrow a : b : c = 3 : 4 : 5 \quad \text{式(2.7)}$$

【0040】據此，要讓結構板上的各個齒輪定位點無論是在縱向路徑、橫向路徑或斜向路徑上，皆可讓兩組相鄰的齒輪有相互嚙合的機會，即是須使任三個可界定出直角三角形的齒輪定位點之間的距離具有短邊 a ：長邊 b ：斜邊 c 為3：4：5的關係。因此，結構板上的各個齒輪定位點的配置位置並非任意選定，而須具有一定的比例關係，以可進一步提供齒輪在斜向路徑上進行嚙合的選擇，同時能避免齒輪模數的放大，讓面積有限的結構板可實質上對齒輪的安裝提供更多的變化性。

【0041】再基於齒輪的節圓半徑等於(模數*齒數)/2進行彙整如下式(2.8)。其中， Z_1 為節圓C1之齒輪的齒數， Z_2 為節圓C2之齒輪的齒數， Z_3 為節圓C3之齒輪的齒數， m 為可相互嚙合的這些齒輪的模數。

$$\begin{cases} r_1 = \frac{Z_1 m}{2} \\ r_2 = \frac{Z_2 m}{2} \\ r_3 = \frac{Z_3 m}{2} \end{cases} \quad \text{式(2.8)}$$

【0042】由於 $r_1 : r_2 : r_3 = 1 : 2 : 3$ ，進一步將式(2.8)整理如下述的式(2.9)：

$$\begin{aligned} r_1 : r_2 : r_3 &= 1 : 2 : 3 = \frac{Z_1 m}{2} : \frac{Z_2 m}{2} : \frac{Z_3 m}{2} \\ \Rightarrow Z_1 : Z_2 : Z_3 &= 1 : 2 : 3 \end{aligned} \quad \text{式(2.9)}$$

【0043】請再參照圖3，由式(2.9)所獲得的齒數比代表在三個節圓C1、C2、C3的圓心所形成一個直角三角形中，短邊a上的齒輪減數比為1：2，長邊b上的齒輪減數比為1：3，斜邊c上的齒輪減數比為2：3。此外，基於式(2.9)，可進一步歸納出：短邊a上的兩相嚙合齒輪的齒數和($Z_1 + Z_2$)為3G、長邊b上的兩相嚙合齒輪的齒數和($Z_1 + Z_3$)為4G以及斜邊c上的兩相嚙合齒輪的齒數和($Z_2 + Z_3$)為5G，G為一個共同乘數以轉換為實際的齒數值。據此，可進一步獲得這個直角三角形中的短邊齒數和：長邊齒數和：斜邊齒數和為3：4：5。

【0044】因此，齒輪教具設計者有了明確的依循規範，在結構板上可依據直角三角形的各邊長為3：4：5來安排齒輪定位點，此外，進一步可依據這個直角三角形中的短邊齒數和：長邊齒數和：斜邊齒數和為3：4：5來決定哪些齒輪可在此結構板上同時具備如圖2所示的縱向路徑Y、

橫向路徑X及斜向路徑S上的嚙合關係。這些齒輪成為齒輪教具中可在結構板上具有多變化性安裝的齒輪。

【0045】進一步地，若要讓這個直角三角形中的每一邊的嚙合關係都能同時具有1：1、1：2或1：3的減數比的安裝變化度，那麼對應的齒數和就分別要是2(1+1)、3(1+2)、4(1+3)的倍數，才能達到1：1、1：2或1：3的減數比。2、3與4此三數值的最小公倍數為12，因此，代表這個直角三角形中的每一邊的齒數和要是12的倍數。換言之，在結構板上可相互嚙合的任兩個齒輪組中，二者之齒數和為12的整數倍時，能與前述之齒輪定位點的安排規範產生匹配性，進而可在結構板有限範圍內可提供齒輪安裝的多變化性。

【0046】進一步地，因直角三角形中的短邊齒數和：長邊齒數和：斜邊齒數和為3：4：5，加上前述之二者之齒數和為12的整數倍，因此匹配的齒數規範為36：48：60，並以下式(3.1)(3.2)(3.3)作為示例：

$$\text{短邊齒數和為36齒} \begin{cases} 18\text{齒} : 18\text{齒} = 1 : 1 \\ 12\text{齒} : 24\text{齒} = 1 : 2 \\ 9\text{齒} : 27\text{齒} = 1 : 3 \end{cases} \quad \text{式(3.1)}$$

$$\text{長邊齒數和為48齒} \begin{cases} 24\text{齒} : 24\text{齒} = 1 : 1 \\ 16\text{齒} : 32\text{齒} = 1 : 2 \\ 12\text{齒} : 36\text{齒} = 1 : 3 \end{cases} \quad \text{式(3.2)}$$

$$\text{斜邊齒數和為60齒} \begin{cases} 30\text{齒} : 30\text{齒} = 1 : 1 \\ 20\text{齒} : 40\text{齒} = 1 : 2 \\ 15\text{齒} : 45\text{齒} = 1 : 3 \end{cases} \quad \text{式(3.1)}$$

【0047】 在其他的實施例中，齒輪教具套件中所附帶的齒輪不一定只能包含符合前述齒數和之規範的齒輪，同時也可能包含其他附屬齒輪，例如是相同模數但並非符合前述齒輪和之規範的齒輪。但通常來說，齒輪教具套件中附帶符合前述齒輪和之規範的齒輪，就己能提供相當多的組合變化性。

【0048】 另一方面，基於式(2.6)的歸納，齒輪教具設計者還能依循式(2.6)而基於所選用的齒輪來便利地規劃出各個齒輪定位點的適當配置位置。舉例來說，在齒輪教具中，當設計者欲讓一批具有相同模數 m 的齒輪，且想讓使用者在結構板上可進行縱向路徑、橫向路徑或斜向路徑上的相互嚙合的安裝時，就可以將該批齒輪中的最小齒數 Z 及該批齒輪的模數 m 代入式(2.6)，就能快速且便利地獲知各個齒輪定位點的適當配置位置，且同時能符合前述之可界定出直角三角形的齒輪定位點之間的距離具有短邊：長邊：斜邊為3：4：5的關係。換言之，相鄰的三個可界定出直角三角形的齒輪定位點間的實際距離，可以依式(2.6)而被便利地規劃出來。

【0049】 接著請參照圖4，為根據一些實施例之結構板的立體示意圖。結構板包含：板體100及複數軸孔部110。各個軸孔部110被以陣列式的配置方式配置在板體100。軸孔部110定義有軸線L，這個軸線L界定了後續安裝的齒輪的旋轉中心及齒輪定位點101。

【0050】 在一些實施例中，軸線L被定義在軸孔部110的中央軸上，如圖4所示者；然而在其他的一些實施例中，軸線L可被定義在其他位置上而非軸孔部110的中央軸。在圖4中，軸孔部110是以貫通板體100的圓孔來做為示例；然

而在其他的一些實施例中，軸孔部110也可以是以盲孔的方式來配置而沒有貫通板體100。

【0051】由於齒輪相關的組件會被安裝在軸孔部110，因此位在軸線L上的齒輪定位點101通常會如圖4所示位處在略高於板體100上表面的位置處。齒輪定位點101定義了齒輪所位處的平面以進行旋轉，在這個平面上，具有相同模數的齒輪之間可以進行嚙合。在其他的一些實施例中，軸線L上還可具有複數個供齒輪旋轉的平面，後續可參照圖10、圖11及其說明。

【0052】將圖4以俯視角視之，齒輪定位點101的陣列式排列即如圖3所示。此外，用來以陣列式的方式安排各個軸孔部110的板體100，同樣可讓每個齒輪定位點101與相鄰的兩個齒輪定位點101之間的距離具有短邊a：長邊b：斜邊c為3：4：5的關聯性。

【0053】在圖4中，結構板上另連接有複數連接器120。這些連接器120可用來組接兩個結構板，並使這兩個結構板相互間呈現實質上的平行。架設更多結構板的應用是在於對傳動模組進行分層控制，舉例來說，底層為齒輪的相關組件及主要嚙合關係的安排，上層則為進一步透過底層之齒輪機構的連動關係而被帶動的其他齒輪機構。易言之，分層式的結構板設計能進一步提供更多樣化的傳動模組的設計與安排。

【0054】如圖4所示，藉由貫通板體100本身的複數貫通部111，使板體100呈現網格狀，並在網格交會處配置軸孔部110。各個貫通部111可藉由橫向肋103、直向肋102及軸孔部110來界定。換言之，這些橫向肋103及這些直向肋102用於使各個軸孔部110被陣列式地配置在板體100中。在齒輪教具的設計上，可於板體100的角落位置以較大的驅動軸孔部112來定義驅動桿的設置處，

以與其他軸孔部110具有區別，凸顯出驅動齒輪的起始位置，然並不以此為限。

【0055】 接著請參照圖5，為根據一些實施例的齒輪組與單一結構板間的安裝示意圖。結構板之板體100上的軸孔部110，例如為貫通板體100的圓孔，用來供齒輪組200的活動式安裝。齒輪組200包括軸桿組件220及穿設在軸桿組件220上的齒輪211。軸桿組件220的上下端係用於可轉動地被安裝在二個結構板對應的軸孔部110中。

【0056】 軸桿組件220具有：上軸桿221、下軸桿222、及二結構板固定扣223。上軸桿221與下軸桿222對接，並抵頂結構板，於下方藉由結構板固定扣223而得以旋轉活動於軸孔部110中。齒輪211的中央部位配置有匹配於對接的上軸桿221與下軸桿222外型的貫孔2111，進而使齒輪211除了可藉由緊迫或其他方式被固定於上軸桿221與下軸桿222上之外，還可隨上軸桿221與下軸桿222的旋轉而轉動，形成在結構板上轉動的齒輪。在其他的一些實施例中，上軸桿221與下軸桿222也可直接成形為單一軸桿，可穿設齒輪211，也同樣可藉由上下兩端來抵頂結構板，且於下方藉由結構板固定扣223而得以旋轉活動於軸孔部110中。

【0057】 接著請參照圖6，為根據一些實施例的齒輪組與兩結構板間的安裝示意圖。二結構板的兩板體100、100a透過連接器120連接組和在一起，兩板體100、100a之間界定出用以供多個齒輪組200容置的空間。這些齒輪組200可供使用者在陣列式排列的軸孔部110中進行安裝，且基於這些軸孔部110之間的特殊距離安排，就能在縱向路徑、橫向路徑及斜向路徑上皆讓齒輪組200之間可具有嚙合關係，進而提供了更多的選擇。

【0058】在圖6中，二結構板的角落係配置有驅動桿300，其可與配置在板體100上的驅動齒輪組310相組接，形成可供使用者或其他驅動系統進行旋轉以作為傳動模組的驅動源。

【0059】接著請同時參照圖7至9，圖7為根據一些實施例之具有單齒輪之齒輪組的分解示意圖；圖8為圖7之部分元件組合後的立體示意圖；圖9為圖7之部分元件組合後的剖面示意圖。齒輪組200包括軸桿組件220及齒輪211。軸桿組件220具有上軸桿221、下軸桿222、及二結構板固定扣223。

【0060】上軸桿221具有第一片體2210、二第一檔止部2211、二第一延伸部2212及第一定位部2213。該二第一檔止部2211是自第一片體2210鄰近上端的兩側，橫向延伸而出。該二第一延伸部2212是自第一片體2210下端的兩側，向下延伸而出。第一定位部2213是自第一片體2210的上端，延伸而出。

【0061】下軸桿222具有第二片體2220、二第二檔止部2221、二第二延伸部2222及第二定位部2223。該二第二檔止部2221是自第二片體2220鄰近上端的兩側，橫向延伸而出。該二第二延伸部2222是自第二片體2220下端的兩側，向下延伸而出。第二定位部2223是自第二片體2220的上端，延伸而出。

【0062】一個結構板固定扣223用於穿設於上軸桿221的上端，並抵接第一檔止部2211的上緣。另一個結構板固定扣223用於穿設於下軸桿222的第二定位部2223，並抵接第二檔止部2221的下緣。這兩個結構板固定扣223係可轉動地被配置在二結構板之板體(100、100a)對應的軸孔部110中。

【0063】在一些實施例中，結構板固定扣223呈現圓形的板體，並開設有供對應的第一定位部2213或第二定位部2223穿設於其中的貫孔。此外，可藉由鎖固單元230使結構板固定扣223與第一定位部2213被鎖固在一起，使得齒輪組

200可被更穩定地維持在二結構板之板體(100、100a)對應的軸孔部110中進行旋轉。進一步地，鎖固單元230也可進一步使附加連動機構400設置在軸桿組件220的頂端，形成間接式帶動其他齒輪組的一種傳動結構，可參照後續圖12的進一步說明。

【0064】 在一些實施例中，軸桿組件220採用組合式的片體(如相接合的上軸桿221及下軸桿222)，相較於一體成形的桿體來說，其係進一步有助於組裝上的便利性與單一零組件之體積的縮小。組接在一起的上軸桿221及下軸桿222係如圖8所示，二第一延伸部2212會位在第二片體2220的兩側，以及二第二延伸部2222會位在第一片體2210的兩側。

【0065】 齒輪211的旋轉中心係設有匹配於軸桿組件220之桿體外型(如上軸桿221及下軸桿222組合在一起所形成的十字形)的貫孔2111，以在齒輪211藉由嚙合關係被帶動時，同時帶動桿體的旋轉。其中，齒輪211的旋轉中心會位於如圖4所示的軸孔部110的軸線L上。此外，為了進一步穩固齒輪211在桿體上的高度位置(以確保齒輪的旋轉是被定位在一個第一平面上，位在同一平面的齒輪間才能具有有效率的嚙合關係)，可藉由被桿體穿設的二齒輪固定扣224來夾持齒輪211，使齒輪211被固定在所需的位置處，然並非以此為限，其他可使齒輪211被穩固在桿體上的方式亦可使用。

【0066】 如圖9所示，軸桿組件220藉由第一檔止部2211抵接其中一片結構板的板體100a的底面以及抵接一個結構板固定扣223的底面；以及藉由第二檔止部2221抵接另一片結構板的板體100的頂面以及抵接另一個結構板固定扣223的頂面。藉由軸桿組件220的第一檔止部2211及第二檔止部2221進一步穩固

結構板之兩板體100、100a之間的空間區域，軸桿組件220也基於此而能穩固地在相應的軸孔部110中旋轉。

【0067】 接著請同時參照圖10及11，圖10為根據一些實施例之具有雙齒輪之齒輪組的分解示意圖；圖11為圖10之部分元件組合後的剖面示意圖。其中圖10及11與圖7至9中所具有之相同的符號係指相同的元件，其作用、功能與構造於此不再贅述。

【0068】 圖10及11與圖7至9的主要差異在於圖10及11採用的是雙齒輪，在其他實施例中，只要結構板之板體(100、100a)之間的空間足夠，在單一軸桿組件220上，可依實際需求設置更多的齒輪。

【0069】 在圖10及11中，軸桿組件220更具有附加齒輪212以及附加齒輪固定扣225。附加齒輪固定扣225如同齒輪固定扣224的作用般，用於使附加齒輪212被穩固於軸桿組件220上的一固定高度。如圖11所示，齒輪211已由兩個齒輪固定扣224的夾擠而被固定，附加齒輪212抵靠在一個齒輪固定扣224的上緣時，即可僅需額外的一個附加齒輪固定扣225來與齒輪固定扣224搭配，進而夾擠附加齒輪212並使其被固定。

【0070】 附加齒輪212的旋轉中心係設有匹配於軸桿組件220之桿體外型(如上軸桿221及下軸桿222組合在一起所形成的十字形)的貫孔2121，以使附加齒輪212成為傳動模組中的一環。即便附加齒輪212與齒輪211分別旋轉在不同的平面(如第一平面與第二平面)，然而附加齒輪212與齒輪211的旋轉中心皆可位在如圖4所示的軸孔部110的軸線L上，易言之，就俯視的視角來看，附加齒輪212與齒輪211的齒輪定位點相重合，各個齒輪組200在結構板上的配置關

係，如前所述地，在齒輪定位點的特殊排列下，讓這些齒輪組200能在結構板上具備更多安裝變化性。

【0071】 接著請參照圖12，為根據一些實施例之齒輪教具的立體示意圖。藉由對軸桿組件220的頂端的進一步配置，可再延伸出更多的傳動機構，進一步使齒輪教具具備更多的擴充能力並讓傳動模組具有更多種類的傳動關係。

【0072】 軸桿組件220的頂端可進一步被配置附加連動機構400，舉例來說但不限於以下示例的機構：凸輪機構410、曲柄搖桿機構420、齒條機構430、日內瓦機構440、曲柄滑塊機構450、雙滑塊機構460等。附加連動機構400可用來讓單一的持續旋轉狀態轉換成基於時間匹配、空間匹配下的多變化形態的輸出。

【0073】 基於驅動桿300的轉動以及板體100、100a之間的各個齒輪組間的嚙合關係，在結構板內形成基礎傳動，而這些附加連動機構400則可進一步讓使用者設計來向外展示所欲展現的各個動作，形成基礎階段的齒輪傳動與展露於外的動作階段之間的相互搭配。

【0074】 這樣的結構板與齒輪組的搭配性設計可令齒輪教具具有豐富的組裝變化性，也易於拆卸與組裝，還可讓使用者視得各齒輪組之間的轉動狀態，讓單一的旋轉輸入產生複雜且多樣形式的輸出動作。

【0075】 在本文描述的各种實質上的規格、參數等數值實質上可包含了20%的容錯程度。進一步地說，在一些實施例中，通常應指”給定值”或”給定範圍”的20%以內，進一步為10%以內，更進一步為5%以內。本文給出的數值量是近似的，表示如果未明確說明則可以推斷出這些數量值屬於

“大約”、“約”、“近似”或“實質上”的範疇，或者意味著包括其他近似值。其中，這些近似值會根據所關聯的領域而變化，並且其變化範圍應與本技術領域中具通常知識者所理解的最廣泛的解釋相一致，以涵蓋類似的實施和基於這樣變化下的所有修改。

【0076】舉例來說，在一般的標準齒輪中，對於在結構板上可界定出一個直角三角形之各個齒輪定位點來說，直角三角形的三個邊長：短邊a、長邊b及斜邊c，式(2.6)可被進一步整理如下述的式(4.1)：

$$\begin{cases} \text{短邊 } a = r1 + r2 = \frac{3Z_1m}{2} \pm 0.25m \\ \text{長邊 } b = r1 + r3 = \frac{4Z_1m}{2} \pm 0.25m \\ \text{斜邊 } c = r2 + r3 = \frac{5Z_1m}{2} \pm 0.25m \end{cases} \quad \text{式(4.1)}$$

【0077】綜合上述，本文描述的這些實施例，可透過多個齒輪組提供不同的轉速比及傳動路線的變化，並能夠讓使用者有更多的自由度來安排齒輪組之間的連接，以搭配出更多不同的齒輪機構教具，且再透過多種附加連動機構的組合，還能夠設計出更多樣化與複雜的變化，更讓教具帶來豐富的教學成果。

【0078】本文在上述揭露內容中已以較佳實施例揭露，然熟習本項技術者應理解的是，該實施例僅用於描繪本文的揭露內容，而不應解讀為範圍的限制。應注意的是，舉凡與該實施例等效之變化與置換，均應設為涵蓋於本文揭露內容之範疇內。因此，本文揭露內容之保護範圍當以申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0079】

100	板體
100a	板體
101	齒輪定位點
102	直向肋
103	橫向肋
110	軸孔部
111	貫通部
112	驅動軸孔部
120	連接器
200	齒輪組
211	齒輪
2111	貫孔
212	附加齒輪
2121	貫孔
220	軸桿組件
221	上軸桿
2210	第一片體
2211	第一檔止部
2212	第一延伸部
2213	第一定位部
222	下軸桿

2220	第二片體
2221	第二檔止部
2222	第二延伸部
2223	第二定位部
223	結構板固定扣
224	齒輪固定扣
225	附加齒輪固定扣
230	鎖固單元
300	驅動桿
310	驅動齒輪組
a	短邊
b	長邊
c	斜邊
C1	節圓
C2	節圓
C3	節圓
d1	齒輪G1的節圓的直徑
d2	齒輪G2的節圓的直徑
G1	齒輪
g1	齒輪G1的節圓
G2	齒輪
g2	齒輪G2的節圓

h	兩齒輪G1、G2中心的連心距離
L	軸線
r1	半徑
r2	半徑
r3	半徑
S	斜向路徑
S1	間距
X	橫向路徑
X1	間距
Y	縱向路徑
Y1	間距

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種齒輪教具用的結構板，用於供複數齒輪組的活動式安裝，並用於使該等齒輪組之間藉由嚙合關係組成一傳動模組，在該結構板上可相互嚙合的任兩個齒輪組中，二者之齒數和係為12的整數倍，該結構板包含：

一板體；及

複數軸孔部，係陣列式地配置在該板體，各該軸孔部用於供該等齒輪組之其一的活動式安裝，被安裝的該齒輪組的旋轉中心位於該軸孔部的一軸線上，

其中，各該軸孔部的一齒輪定位點係定義在該軸線上，在各該軸孔部以及與其相鄰的二相鄰軸孔部的此三個軸孔部中，各該齒輪定位點所界定出的三角形，其邊長比實質上係為3：4：5。

【請求項2】如請求項1所述之結構板，其中在該三角形的短邊、長邊及斜邊上個別形成的相嚙合的兩齒輪的齒數和的比為3：4：5。

【請求項3】如請求項2所述之結構板，其中在該三角形的短邊所形成的相嚙合的兩齒輪的齒數和為36齒，在該三角形的長邊所形成的相嚙合的兩齒輪的齒數和為48齒，在該三角形的斜邊所形成的相嚙合的兩齒輪的齒數和為60齒。

【請求項4】如請求項1所述之結構板，其中各該齒輪組的齒輪模數為 m ，該等齒輪組中的最少的齒輪齒數為 Z ，該三角形的短邊係實質上為 $3Zm/2$ ，長邊係實質上為 $2Zm$ ，斜邊係實質上為 $5Zm/2$ 。

【請求項5】如請求項1所述之結構板，其中各該軸孔部係為貫通該板體的圓孔，各該圓孔用於供安裝的該齒輪組基於該傳動模組的運作下旋轉於各該圓孔中。

【請求項6】一種齒輪教具，包含：

二結構板，各該結構板包括一板體及陣列式地配置在該板體的複數軸孔部；

複數連接器，係連接於該二結構板之間，用於使該二結構板相互間呈現實質上的平行；及

複數齒輪組，各該齒輪組係包括一軸桿組件及穿設在該軸桿組件上的一齒輪，該軸桿組件的上下端係用於可轉動地被安裝在該二結構板對應的該軸孔部中，

其中，被安裝在該軸孔部的該齒輪組的旋轉中心位於該軸孔部的一軸線上，各該軸孔部的第一齒輪定位點係定義在該軸線上，在各該軸孔部以及與其相鄰的二相鄰軸孔部的此三個軸孔部中，各該第一齒輪定位點所界定出的三角形，其邊長比實質上係為3：4：5。

【請求項7】如請求項6所述之齒輪教具，其中各該齒輪組的齒輪模數為 m ，該等齒輪組中的最少的齒輪齒數為 Z ，該三角形的短邊係實質上為 $3Zm/2$ ，長邊係實質上為 $2Zm$ ，斜邊係實質上為 $5Zm/2$ 。

【請求項8】如請求項6所述之齒輪教具，其中各該軸桿組件具有：

一上軸桿，係具有一第一片體、自該第一片體鄰近上端的兩側橫向延伸而出的二第一檔止部、自該第一片體下端的兩側向

下延伸而出的二第一延伸部及自該第一片體上端延伸而出的一第一定位部；

一下軸桿，係具有一第二片體、自該第二片體鄰近上端的兩側橫向延伸而出的二第二檔止部、自該第二片體下端的兩側向下延伸而出的二第二延伸部及自該第二片體上端延伸而出的一第二定位部；及

二結構板固定扣，係分別用於穿設於該上軸桿的上端並抵接該第一檔止部，以及穿設於該下軸桿的該第二定位部並抵接該第二檔止部，該二結構板固定扣係可轉動地被配置在該二結構板對應的該軸孔部中，

其中，組接在一起的該上軸桿及該下軸桿，係使該二第一延伸部位於該第二片體的兩側，以及使該二第二延伸部位於該第一片體的兩側，

其中，該上軸桿的該二第一檔止部係抵接該二結構板之其一的底面及該二結構板固定扣中的一個，該下軸桿的該二第二檔止部係抵接該二結構板之另一的頂面及該二結構板固定扣中的另外一個。

【請求項9】 如請求項8所述之齒輪教具，其中各該軸桿組件具有：穿設於組接在一起的該上軸桿及該下軸桿的二齒輪固定扣，係用於使該齒輪被定位在該二結構板之間的第一平面上。

【請求項10】 如請求項9所述之齒輪教具，其中該等軸桿組件中的至少一者係更具有附加齒輪以及穿設於組接在一起的該上軸桿及該下

軸桿的一附加齒輪固定扣，係用於使該附加齒輪被定位在該二結構板之間的一第二平面上。

【請求項11】如請求項8所述之齒輪教具，其中各該齒輪組中的該齒輪的旋轉中心係具有匹配於組接在一起的該第一片體及該第二片體的在徑向方向上的外型的一貫孔。

【請求項12】如請求項8所述之齒輪教具，其中各該齒輪組中的該第一定位部用於供一附加連動機構的設置，該附加連動機構係用於以非齒輪嚙合的直接驅動方式間接地驅動其他齒輪組，該附加連動機構係選自下述的其一：凸輪機構、曲柄搖桿機構、齒條機構、日內瓦機構、曲柄滑塊機構及雙滑塊機構。

【請求項13】如請求項6至12中任一項所述之齒輪教具，其中在該三角形的斜邊上，該等齒輪組中可被安裝至該斜邊兩端的該軸孔部且具有嚙合關係的兩齒輪係具有 $5N$ 的齒數和， N 為大於等於12的整數。

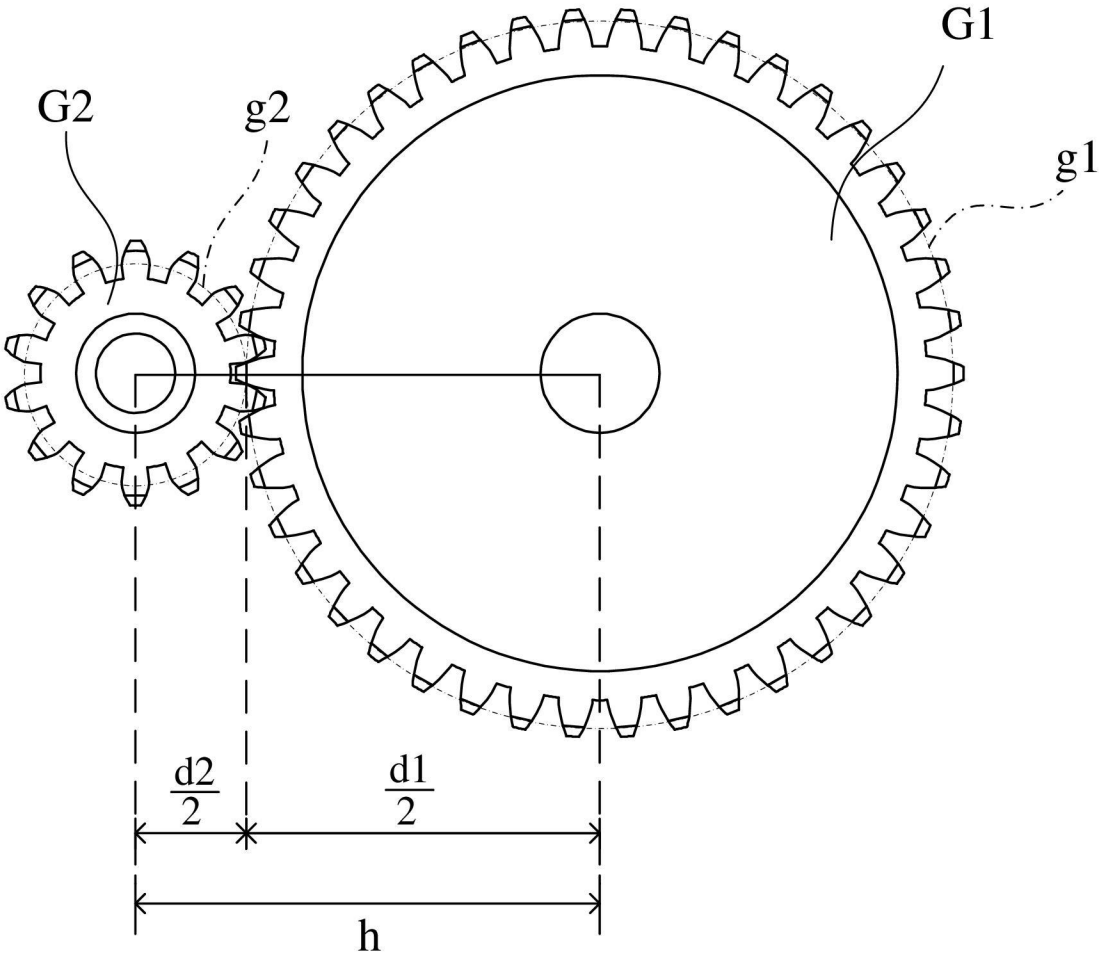
【請求項14】如請求項13所述之齒輪教具，其中在該三角形的短邊上，該等齒輪組中可被安裝至該短邊兩端的該軸孔部且具有嚙合關係的兩齒輪係具有 $3N$ 的齒數和。

【請求項15】如請求項14所述之齒輪教具，其中在該三角形的長邊上，該等齒輪組中可被安裝至該長邊兩端的該軸孔部且具有嚙合關係的兩齒輪係具有 $4N$ 的齒數和。

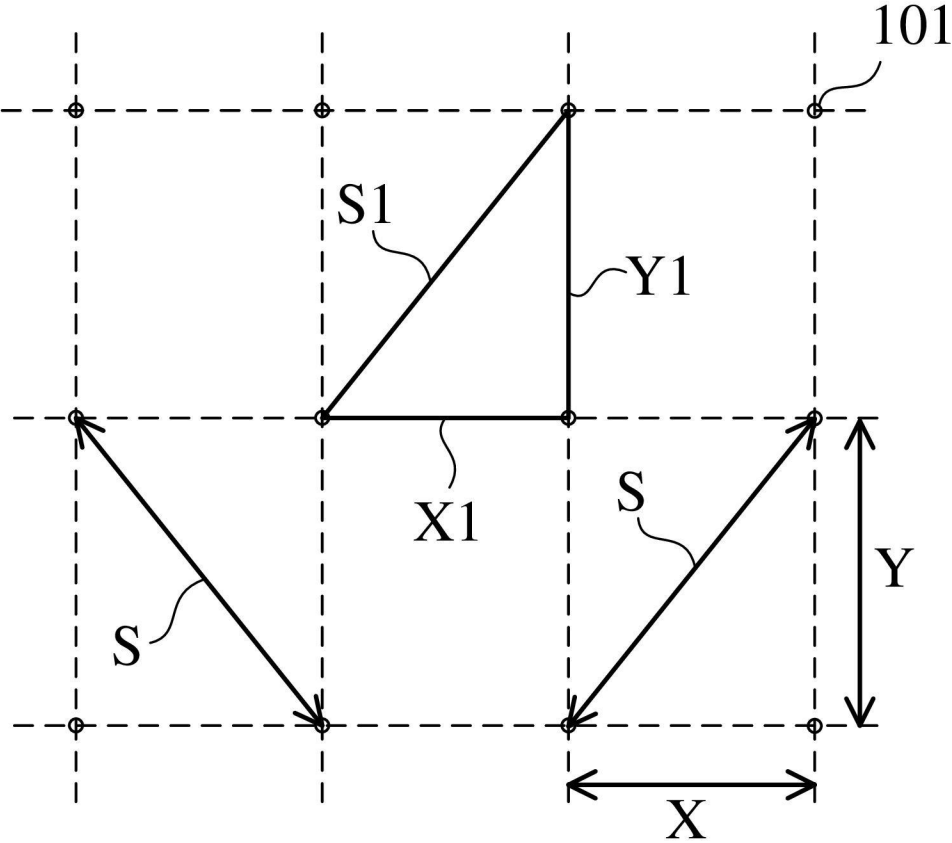
【請求項16】如請求項至13所述之齒輪教具，其中各該板體係包括使該板體呈網格狀的複數貫通部，各該貫通部藉由複數橫向肋、複數

直向肋及該等軸孔部所界定，該等橫向肋及該等直向肋用於使
各該軸孔部被陣列式地配置在該板體中。

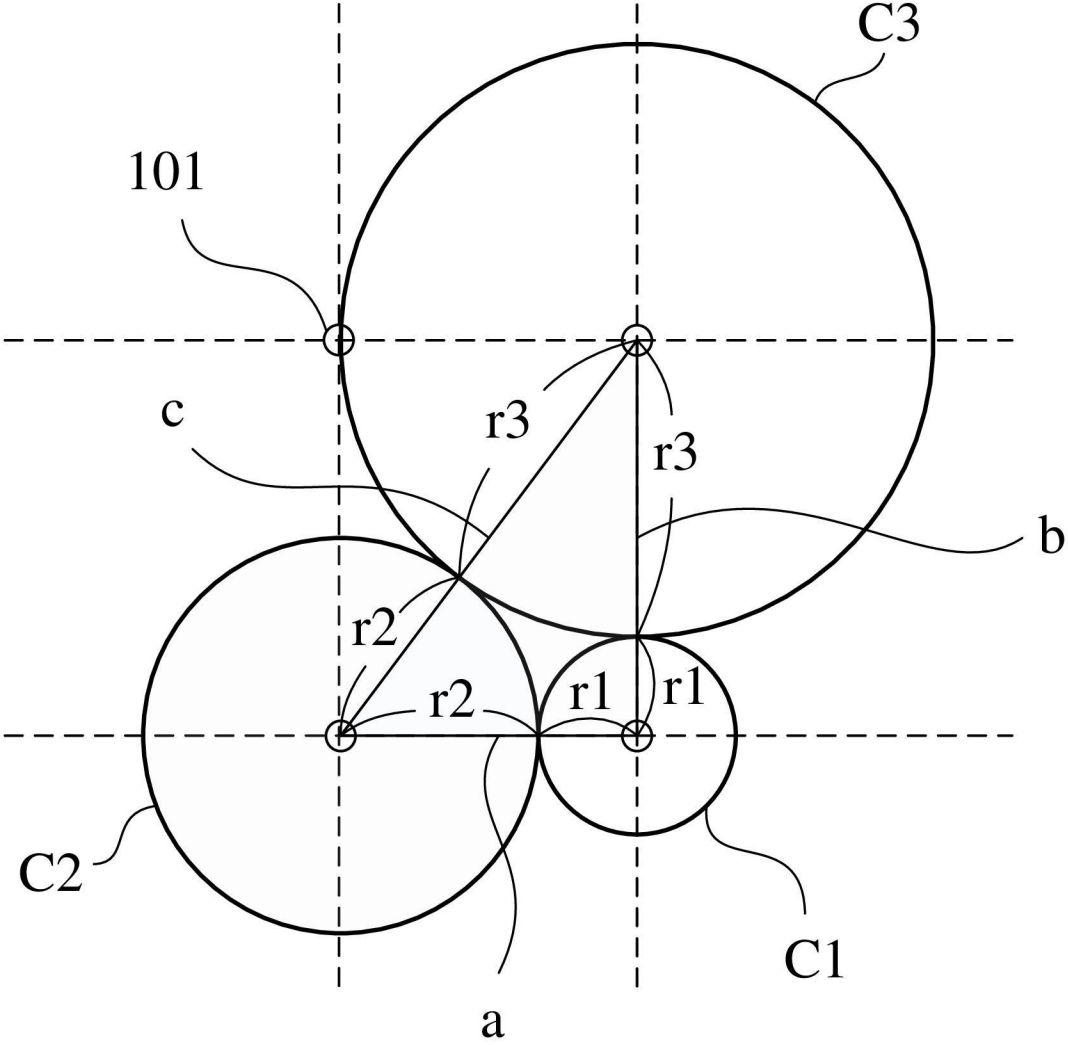
【發明圖式】



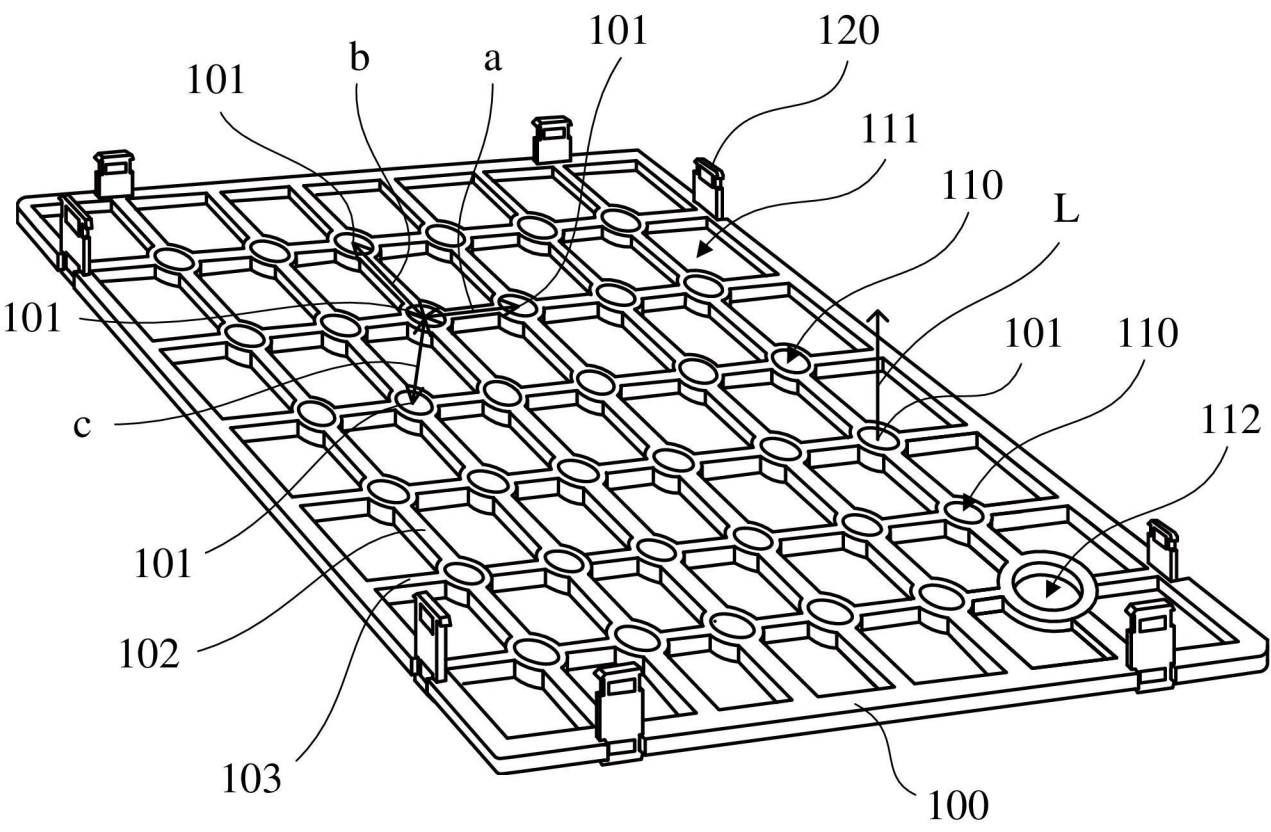
【圖1】



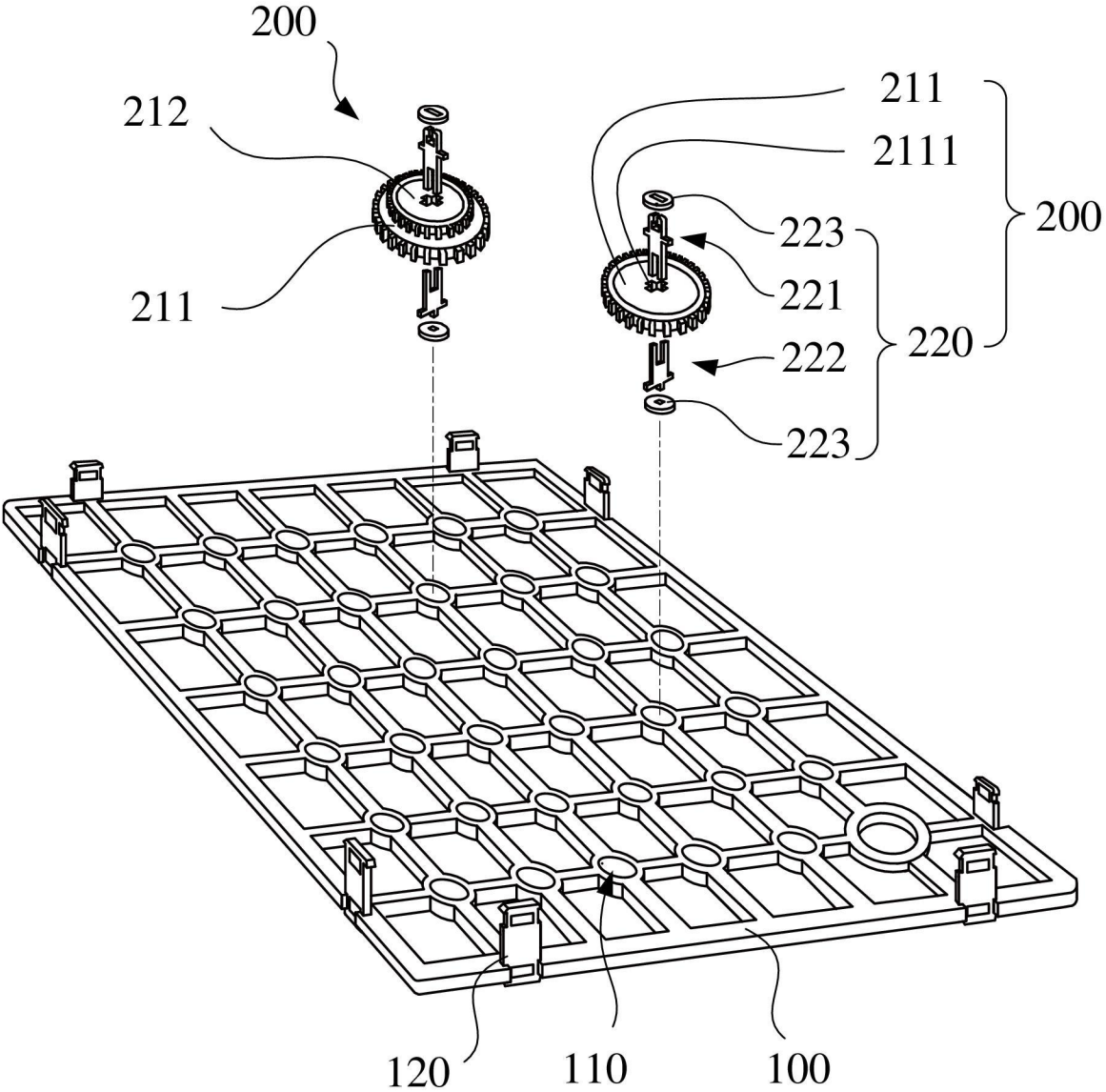
【圖2】



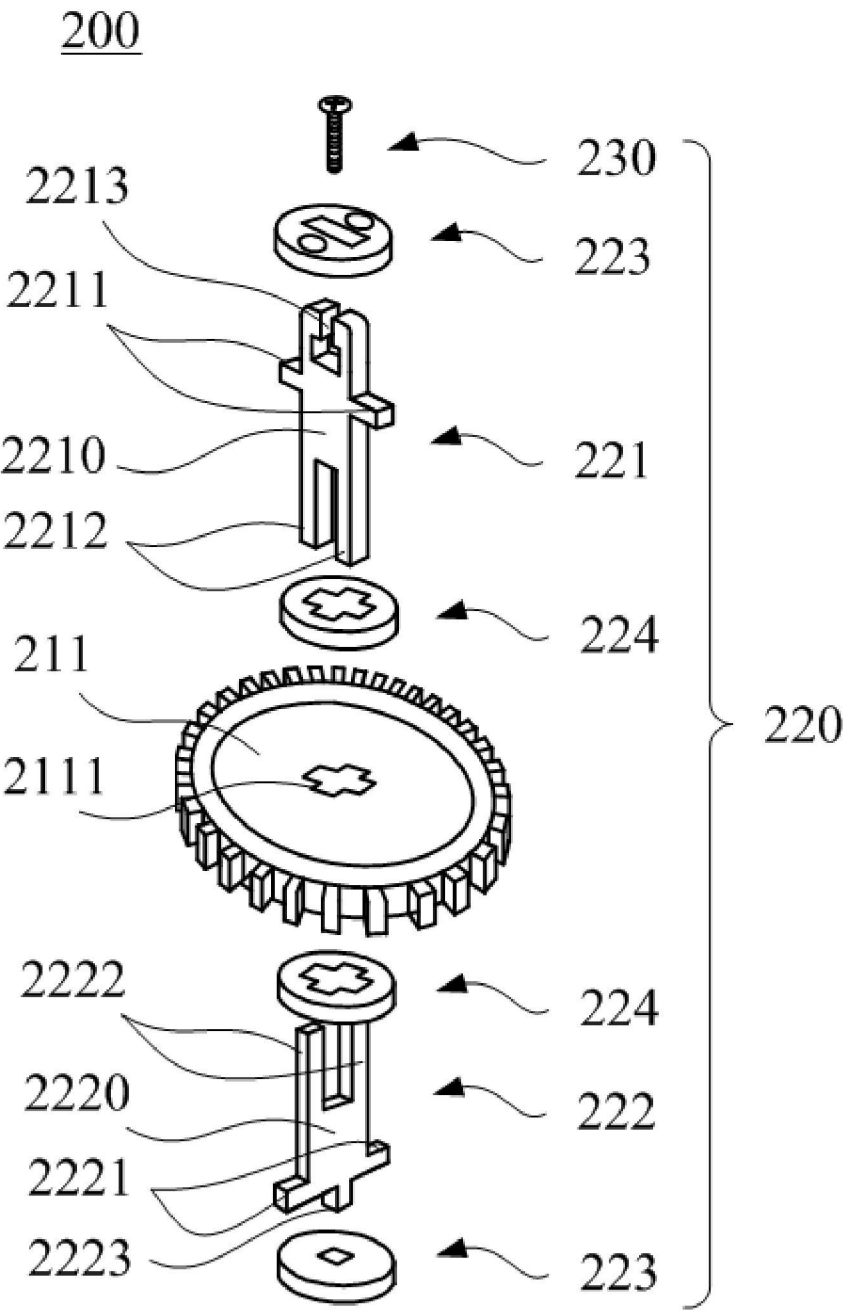
【圖3】



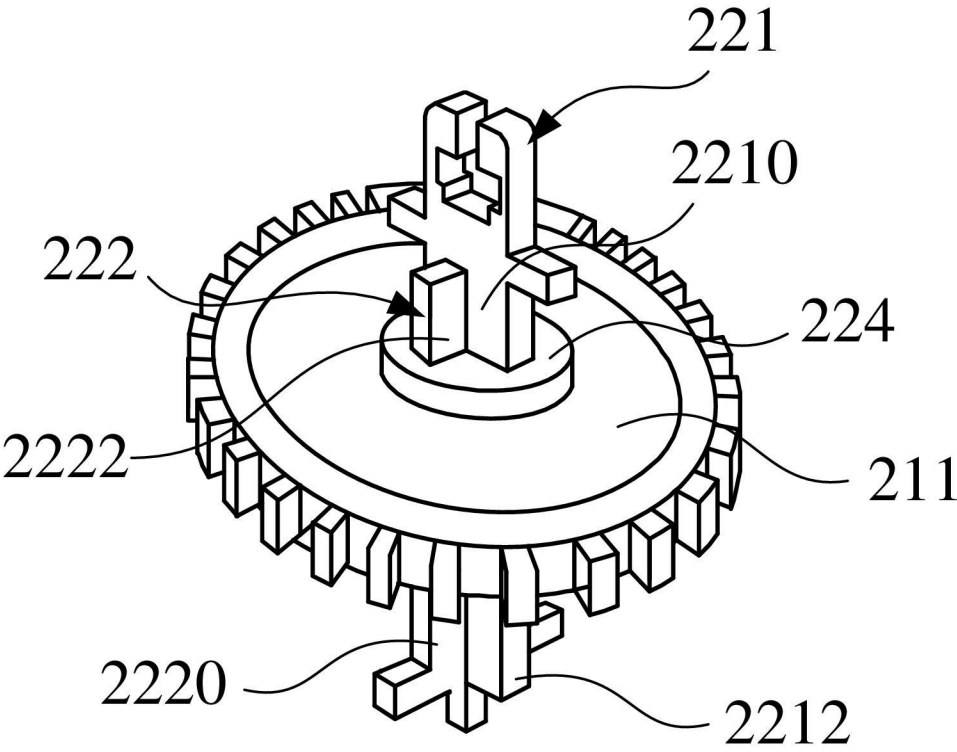
【圖4】



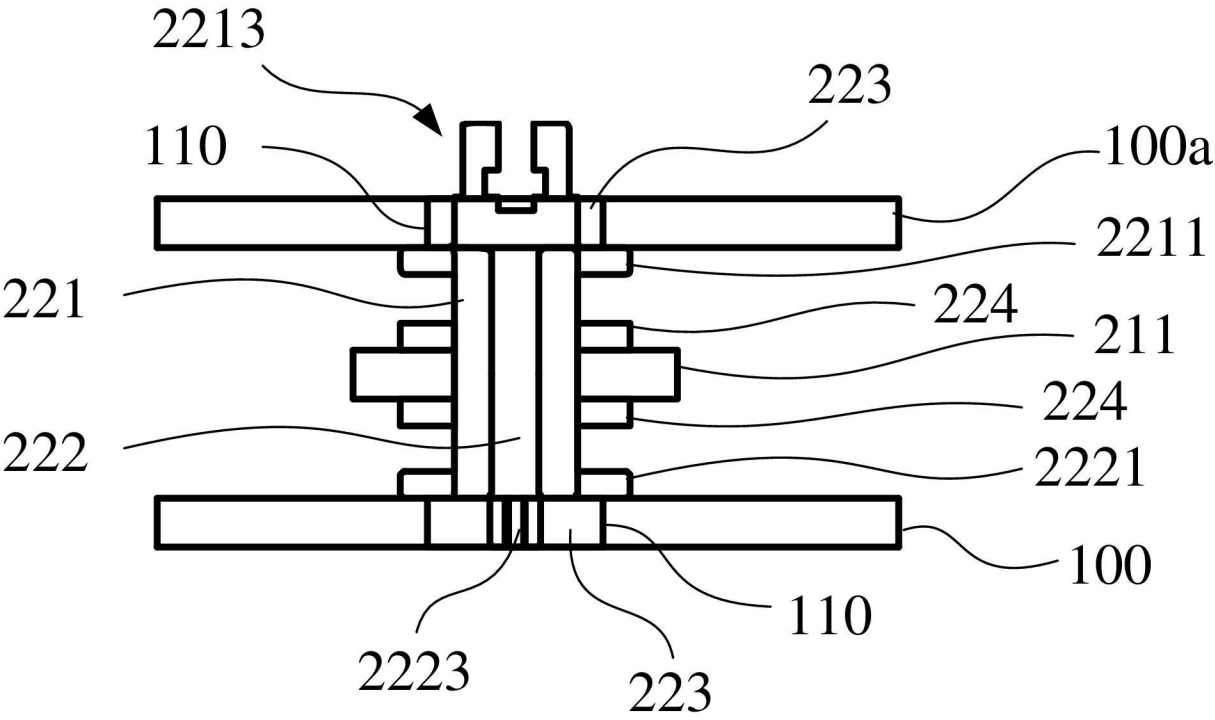
【圖5】



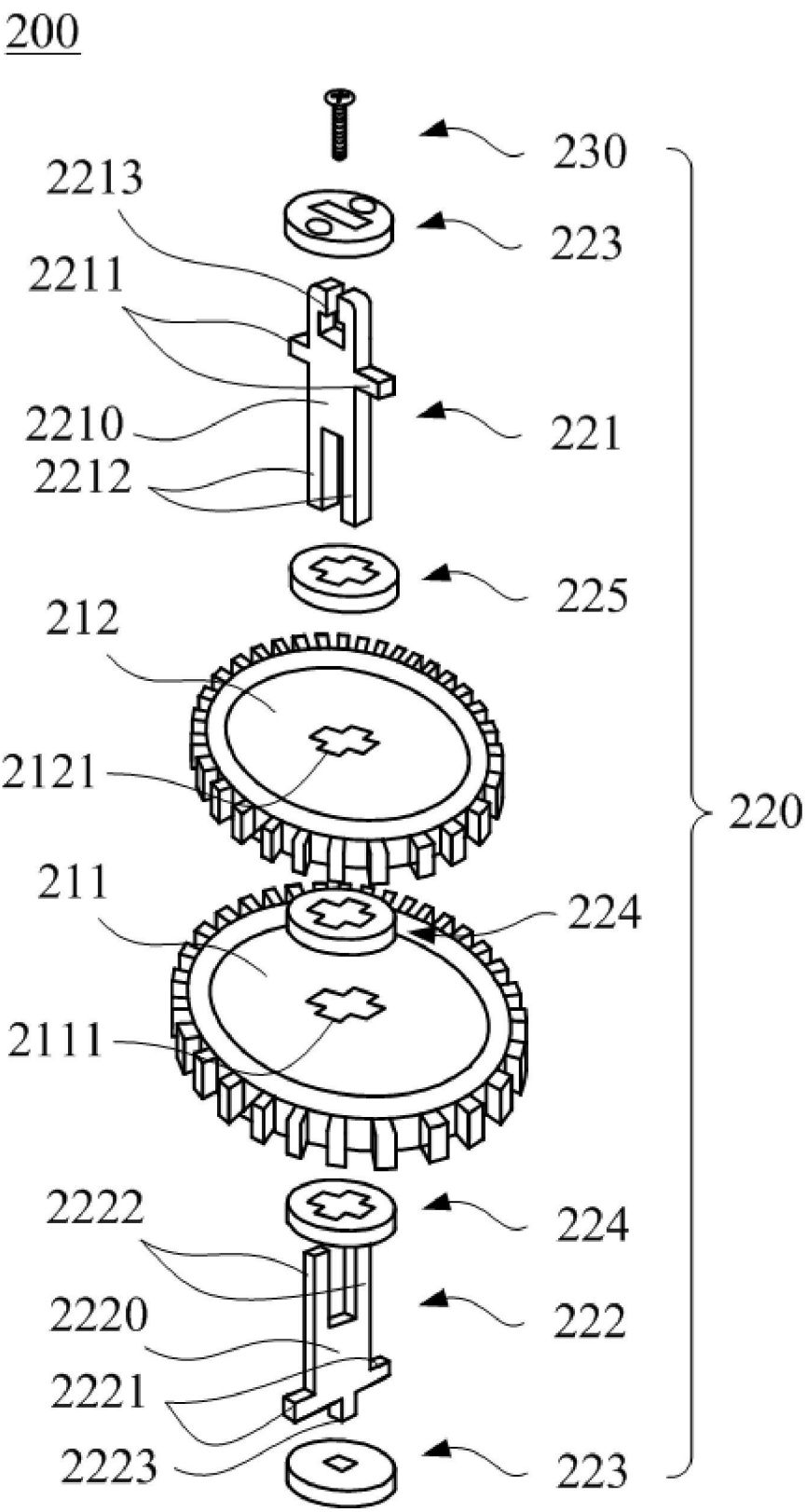
【圖7】



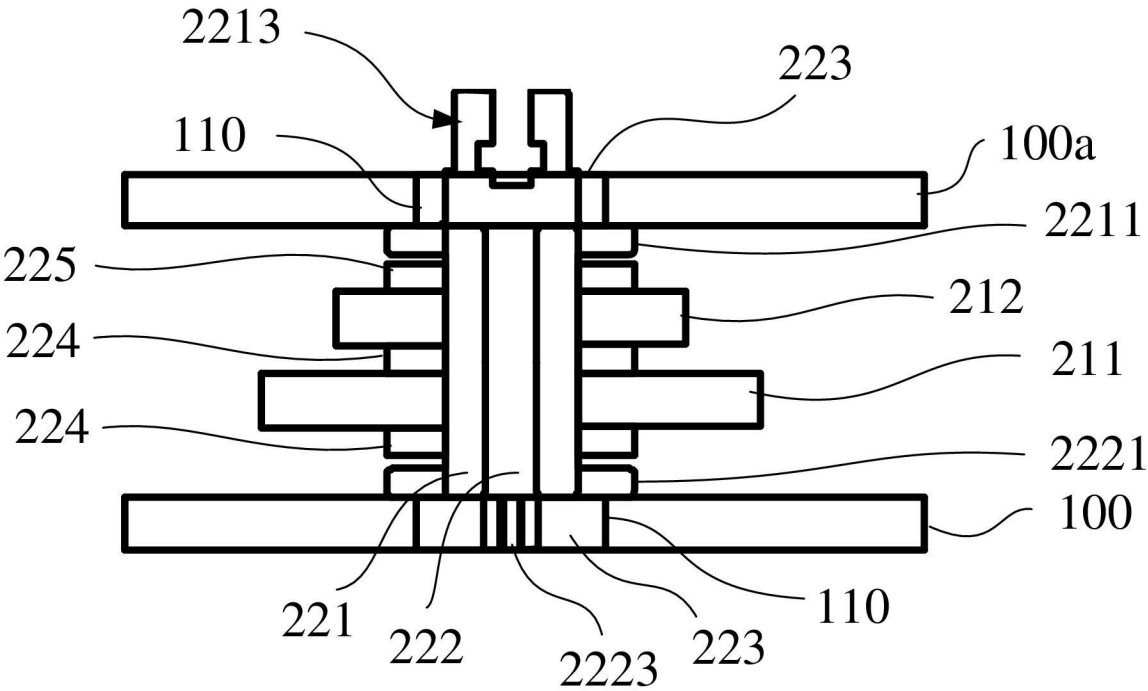
【圖8】



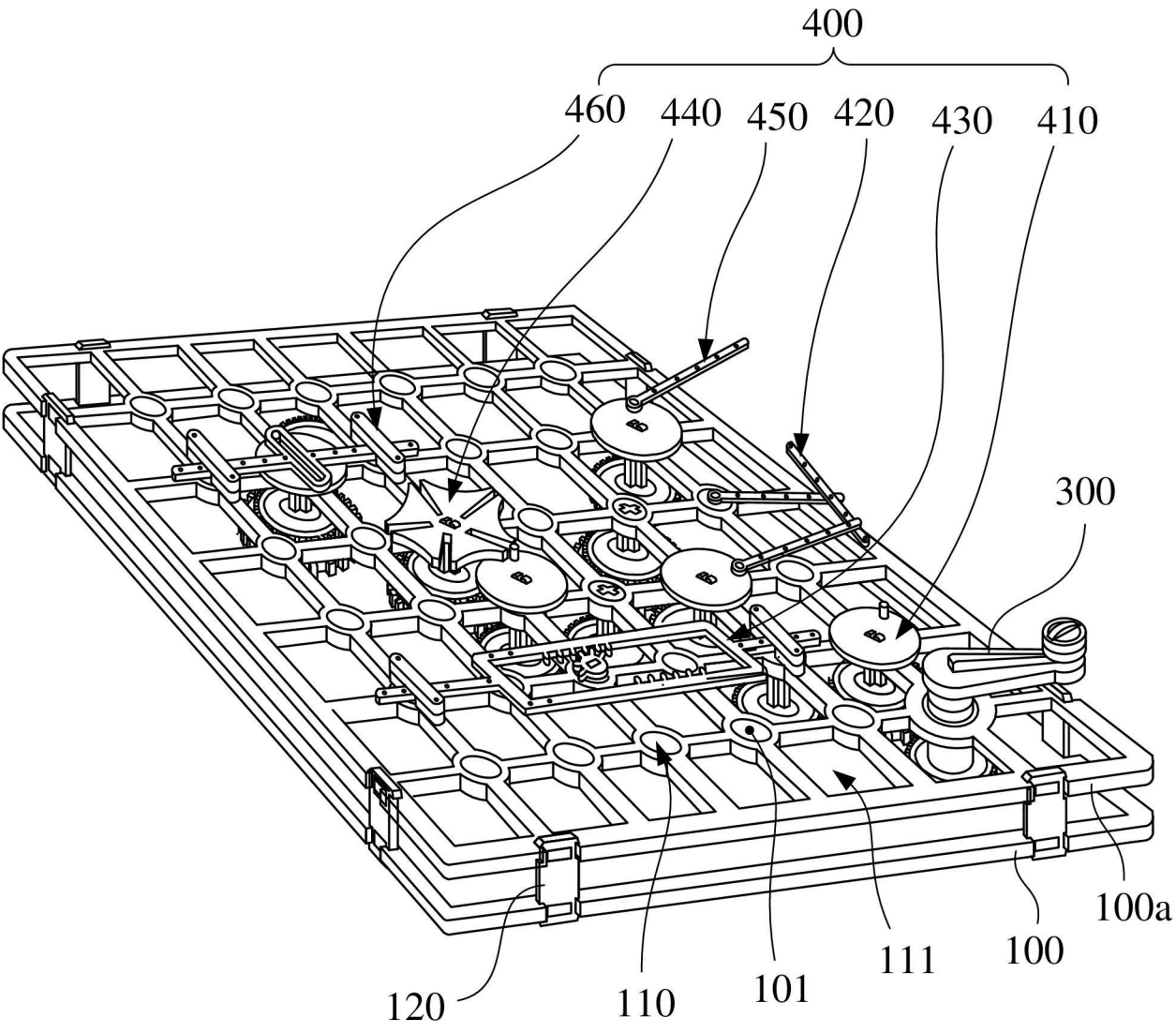
【圖9】



【圖10】



【圖11】



【圖12】