

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： **97 1447 39**

※ 申請日期： 97.11.19 ※IPC 分類：B23F 5/00(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文) B23Q 5/54 (2006.01)

齒輪加工機械之振動抑制機構

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商三菱重工業股份有限公司

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

代表人：(中文/英文)

大宮 英明

OMIYA, HIDEAKI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都港區港南二丁目16番5號

16-5, KONAN 2-CHOME MINATO-KU, TOKYO 108-8215, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 東川 隆英

TOKAWA, TAKAHIDE

2. 丸山 和孝

MARUYAMA, KAZUTAKA

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN

2. 日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2007年11月27日；特願2007-305319

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種齒輪加工機械之振動抑制機構，其係藉由曲柄機構使主軸往復運動，藉由安裝於該主軸之旋轉工具對被加工齒輪進行齒輪加工。

【先前技術】

先前，作為藉由旋轉工具對被加工齒輪進行齒輪加工之齒輪加工機械，係提出有齒輪刨製機等齒輪加工機械。該齒輪加工機械中，係在使相互旋轉之刀具(旋轉工具)與工作件(被加工齒輪)啮合之狀態，使刀具在工作件軸向往復運動，藉此可以對工作件成形齒輪形狀。

此刀具之往復運動，係藉由使安裝該刀具之主軸藉由曲柄機構之曲柄動作在其軸向移動而進行。主軸如此往復運動時，因該主軸等之慣性力而發生機械振動，有對加工精度帶來不良影響之虞。藉此，先前之齒輪加工機械中，藉由在曲柄機構之曲柄軸之外周部設置配重來對應振動(專利文獻1)。

此外，前述齒輪加工機械中，為對應齒寬不同之工作件，可以變更刀具往復運動之行程幅度。如此在變更行程幅度時，因主軸之往復運動而產生之振動大小當然亦發生變化。因此，有人提出有多種具備振動抑制機構之齒輪加工機械，該振動抑制機構係根據前述行程幅度而容易地調整配重之重量(專利文獻2至4)。

[專利文獻1]日本實開昭60-45640號公報

[專利文獻2]日本實公昭58-35386號公報

[專利文獻3]日本實開昭61-97643號公報

[專利文獻4]日本實開昭61-97644號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

此處，在加工之工作件係螺旋齒輪時，必須以對應於該齒輪之扭轉角之導程扭轉主軸。亦即，主軸係有對應於工作件、即螺旋齒輪之諸元之特定導程角而進行扭轉(螺旋)動作。藉此，因為主軸在往復運動中經常進行扭轉動作，故由該主軸之扭轉動作而產生慣性力。

然而，先前之振動抑制機構中，在藉由配重之力的平衡中，對主軸之扭轉動作未作任何考慮，在加工之工作件係螺旋齒輪時，有無法確實地抑制其振動之虞。

因此，本發明為解決前述問題，其目的在於提供一種齒輪加工機械之振動抑制機構，其係在螺旋齒輪之齒輪加工時，可以選定最佳配重而抑制機械振動。

[解決問題之技術手段]

解決前述問題之第1發明之齒輪加工機械之振動抑制機構，其特徵在於：其係藉由曲柄機構使主軸往復運動，藉由安裝於該主軸之旋轉工具對被加工齒輪進行齒輪加工者；且

具備第1及第2平衡軸，該等係與前述曲柄機構之曲柄軸並列設置，與該曲柄軸同步且與前述曲柄軸同向及反向以相同旋轉速度旋轉；

將抑制前述主軸之軸向振動之主配重可拆裝地設置於前述曲柄軸，並將抑制與前述主軸之軸向正交方向之振動的副配重可拆裝地設置於前述第1及第2平衡軸；

前述主配重及前述副配重係基於前述主軸之行程幅度及前述被加工齒輪之扭轉角來選定。

解決前述問題之第2發明之齒輪加工機械之振動抑制機構係如第1發明之齒輪加工機械之振動抑制機構，其中前述主配重包含：

前側配重，其係與相對於前述曲柄軸之軸心偏心支持之前述主軸錯開 180° 相位而設置；及

後側配重，其係與前述前側配重錯開 180° 相位而設置，消除曲柄軸方向上之前述主軸之重心位置與前述前側配重之重心位置之偏差所產生之不平衡。

解決前述問題之第3發明之齒輪加工機械之振動抑制機構係如第1或第2發明之齒輪加工機械之振動抑制機構，其係使曲柄軸方向上之前述副配重之設置位置與該曲柄軸方向上之前述主軸之重心位置相同。

[發明之效果]

因此，依照本發明之齒輪加工機械之振動抑制機構，藉由加入對應被加工齒輪之扭轉角之主軸扭轉動作來選定各配重，可以確實地抑制機械振動。

【實施方式】

以下，使用圖式詳細地說明本發明之齒輪加工機械之振動抑制機構。圖1係本發明之一實施例之齒輪加工機械之

振動抑制機構之正視圖，圖2係圖1之A-A箭頭之剖面圖，圖3係振動抑制機構之概略構成圖，圖4係顯示振動抑制機構之基本原理之正視圖，圖5係顯示振動抑制機構之基本原理之平面圖。

具備圖1至圖3所示之振動抑制機構之齒輪加工機械，例如係刨製(shaping)螺旋齒輪、即工作件W之齒輪刨製機。並且，圖中所示X軸、Y軸、Z軸係分別正交之3軸，X軸方向係表示機械水平寬度方向，Y軸方向係表示機械水平長度方向，Z軸方向係表示垂直方向。

如圖1至圖3所示，在齒輪加工機械設置有支柱11。在支柱11之上面經由支架13安裝有主軸馬達12，以與該主軸馬達12相對之方式設置有齒輪箱14。

在齒輪箱14內，平行且可旋轉地支持有曲柄軸15及平衡軸16、17。在曲柄軸15及平衡軸16、17設置有齒輪18、19、20，曲柄軸15之齒輪18與平衡軸16之齒輪19嚙合，同時平衡軸16之齒輪19與平衡軸17之齒輪20嚙合。

並且，因為齒輪18與齒輪20係在Y軸方向錯開配置，故旋轉時該等不互相干涉。此外，因為齒輪18、19、20之相互之齒數比皆設定為1:1，故曲柄軸15及平衡軸16、17全部係以相同速度旋轉。亦即，曲柄軸15旋轉時，該旋轉係在傳遞到平衡軸16後，自該平衡軸16傳遞到平衡軸17。此時，曲柄軸15與平衡軸16係反向旋轉，曲柄軸15與平衡軸17係同向旋轉。而且，曲柄軸15旋轉角度 θ 時，平衡軸16、17亦旋轉角度 θ 。

在主軸馬達12之輸出軸設置有馬達皮帶輪21，另一方面在曲柄軸15之後端設置有皮帶輪22。而且，在此等馬達皮帶輪21與皮帶輪22之間繞掛有確動皮帶23。

在曲柄軸15之前端，以曲柄銷24為中介，由該曲柄軸15之軸心偏心距離S地支持有連桿25。連桿25之下端係由設置於主軸26之基端之未圖示的球面軸承加以支持，在該主軸26之前端可拆裝地安裝有刀具T。

並且，主軸26係貫通圓筒狀之導向構件27，可滑動地被支持於其內周面。在導向構件27之內周面形成有對應於螺旋齒輪、即工作件W之扭轉角之槽(省略圖示)，形成於主軸26外周面之扣合部(省略圖示)與該槽扣合。亦即，藉由主軸26在導向構件27內滑動，該主軸26進行對應於工作件W之扭轉角之扭轉(螺旋)動作。

此外，在與支柱11相對之位置可旋轉地支持有旋轉台28，在該旋轉台28之上面經由未圖示之安裝夾具可拆裝地安裝有工作件W。

而且，在曲柄軸15之前端側可拆裝地安裝有質量 m_{B2} 之主配重41，另一方面在其後端側可拆裝地安裝有質量 m_{B1} 之主配重42。主配重41係形成為大致半圓狀，在連桿25之Y軸方向內側，與曲柄銷24錯開 180° 相位而配置。此外，主配重42亦形成為大致半圓狀，在皮帶輪22之Y軸方向外側，與曲柄銷24相同相位、亦即與主配重41錯開 180° 相位而配置。

此外，在平衡軸16之前端可拆裝地安裝有質量 m_{S2} 之副

配重43，另一方面在其後端可拆裝地安裝有質量 m_{S1} 之副配重44。再者，在平衡軸17之前端可拆裝地安裝有質量 m_{S2} 之副配重45，另一方面在其後端可拆裝地安裝有質量 m_{S1} 之副配重46。此等副配重43~46係形成為大致半圓狀，副配重43、44與副配重45、46係錯開 180° 相位而配置。

因此，利用刀具T切削工作件W時，藉由使主軸馬達12旋轉，經由確動皮帶23使曲柄軸15旋轉。然後，藉由曲柄軸15之旋轉而連桿25旋轉，主軸26在Z軸方向以行程幅度2S進行往復運動。此時，因主軸26在導向構件27內滑動，故旋轉之刀具T係以與旋轉之工作件W啮合之狀態，以其齒寬以上之長度之行程幅度進行往復運動，並進行對應於該工作件W之扭轉角之扭轉動作。藉此，藉由刀具T對工作件W進行切削加工。

此外同時，若曲柄軸15旋轉時則平衡軸16、17亦旋轉。此處，若令主軸26之行程調整用可動質量為 m_{rev} ，令往復部相當質量為M時，則往復部相當質量M及行程調整用可動質量 m_{rev} 之Z軸方向上之並進失衡，係藉由安裝質量 m_{B2} 之主配重41及質量 m_{B1} 之主配重42而消除。此外，質量 m_{B2} 之主配重41及質量 m_{B1} 之主配重42之X軸方向上之並進失衡，雖然大於行程調整用可動質量 m_{rev} ，但可藉由安裝質量 m_{S2} 之副配重43、45及質量 m_{S1} 之副配重44、46而消除。再者，在曲柄軸15之軸向(Y軸方向)，在主軸26與主配重41之間，雖然在安裝構造上於重心位置會產生偏差，但藉由在主配重41之相反側安裝主配重42則會達成曲柄軸15之

軸向之平衡。

其次，在配重 41~46 之選定方法、即質量 m_{B1} 、 m_{B2} 、 m_{S1} 、 m_{S2} 之設定方法中，加入對應於工作件 W 之扭轉角之主軸 26 之扭轉動作，考慮 X 軸方向及 Y 軸方向之力之平衡、及繞 X 軸及繞 Z 軸之轉矩之平衡。亦即，作為往復部相當質量 M，不僅包含連桿 25 及主軸 26 之單純質量，亦包含由主軸 26 之扭轉動作產生之相當質量一併考慮平衡。

因此，如圖 3 至圖 5 所示，令

m_{B1} 、 m_{B2} ：主配重之質量

m_{S1} 、 m_{S2} ：副配重之質量

M：往復部相當質量

m_{rev} ：主軸行程調整用可動質量

θ ：旋轉角度 [rad]

ω ：旋轉角速度 [rad/s] = $(d/dt)\theta$

S：主軸行程幅度 / 2

L：主軸重心之 Y 軸方向偏移量

h_1 ：Y 軸方向上之由 X 軸至主配重之距離

h_{S1} 、 h_{S2} ：Y 軸方向上之由 X 軸至副配重之距離

R_{B1} 、 R_{B2} ：主配重之旋轉半徑 (至重心之距離)

R_{S1} 、 R_{S2} ：副配重之旋轉半徑 (至重心之距離)

h：連桿長度

G：連桿重心

a、b：連桿重心之配合長度

此外，往復部相當質量 M 係可以下式 (1) 表示。

[數學式 1]

$$M = m_g + m_{gr} + m_{gc} = m_g + I \cdot (2\pi / L_g)^2 + m_c \cdot b/h \quad \dots\dots(1)$$

其中， m_g ：主軸往復部分之質量(包含刀具T等)

m_{gr} ：螺旋齒輪加工時藉由主軸扭轉動作產生之相當質量

m_{gc} ：連桿質量中有助於並進部分之部位

I ：繞Z軸之主軸慣性轉矩

L_g ：對應於螺旋齒輪之扭轉角之主軸導程

m_c ：連桿之質量

然後，Z軸方向之力之平衡、X軸方向之力之平衡、繞Z軸之轉矩之平衡、及繞X軸之轉矩之平衡，可以下式(2)~(5)表示。

[數學式 2]

$$(M + m_{rev}) \cdot \omega^2 \cdot S \cdot \cos \theta + m_{B1} \cdot \omega^2 \cdot R_{B1} \cdot \cos \theta = m_{B2} \cdot \omega^2 \cdot R_{B2} \cdot \cos \theta \quad \dots\dots(2)$$

$$2m_{S1} \cdot \omega^2 \cdot R_{S1} \cdot \sin \theta + 2m_{S2} \cdot \omega^2 \cdot R_{S2} \cdot \sin \theta + m_{B1} \cdot \omega^2 \cdot R_{B1} \cdot \sin \theta + m_{rev} \cdot \omega^2 \cdot S \cdot \sin \theta = m_{B2} \cdot \omega^2 \cdot R_{B2} \cdot \sin \theta \quad \dots\dots(3)$$

$$m_{rev} \cdot \omega^2 \cdot S \cdot L \cdot \sin \theta + 2m_{S2} \cdot \omega^2 \cdot R_{S2} \cdot h_{S2} \cdot \sin \theta - m_{B1} \cdot \omega^2 \cdot R_{B1} \cdot h_1 \cdot \sin \theta - 2m_{S1} \cdot \omega^2 \cdot R_{S1} \cdot h_{S1} \cdot \sin \theta = 0 \quad \dots\dots(4)$$

$$m_{B1} \cdot \omega^2 \cdot R_{B1} \cdot h_1 \cdot \cos \theta = (M + m_{rev}) \cdot \omega^2 \cdot S \cdot L \cdot \cos \theta \quad \dots\dots(5)$$

進而，上式(2)~(5)可以下式(2)'~(5)'表示。

[數學式 3]

$$(M + m_{rev}) \cdot S + m_{B1} \cdot R_{B1} = m_{B2} \cdot R_{B2} \quad \dots\dots(2)'$$

$$2m_{S1} \cdot R_{S1} + 2m_{S2} \cdot R_{S2} + m_{B1} \cdot R_{B1} + m_{rev} \cdot S = m_{B2} \cdot R_{B2} \quad \dots\dots(3)'$$

$$m_{rev} \cdot S \cdot L + 2m_{S2} \cdot R_{S2} \cdot h_{S2} - m_{B1} \cdot R_{B1} \cdot h_1 - 2m_{S1} \cdot R_{S1} \cdot h_{S1} = 0 \quad \dots\dots(4)'$$

$$m_{B1} \cdot R_{B1} \cdot h_1 - (M + m_{rev}) \cdot S \cdot L = 0 \quad \dots\dots(5)'$$

由以上結果，只要決定滿足式(2)'~(5)'之 m_{B1} 、 m_{B2} 、 m_{S1} 、 m_{S2} 即可。

並且，亦可讓Y軸方向之副配重43、45之設置位置與該Y軸方向之主軸26之重心位置相同，即 $h_{S2}=L$ 。藉此，因為副配重44、46之質量 m_{S1} 可以恒久為零，故不需要設置此等副配重44、46。其結果，不僅振動抑制機構之構成變得簡單，而且可以容易地進行配重選定。

因此，依照本發明之齒輪加工機械之振動抑制機構，在加工之工作件W係螺旋齒輪時之配重41~46之選定上，係加入對應於該工作件W扭轉角之主軸26之扭轉動作，考慮X軸方向及Y軸方向之力之平衡、及繞X軸及繞Z軸之轉矩之平衡。亦即，加工之工作件W係螺旋齒輪時，雖然主軸26具有對應於該工作件W扭轉角之導程(角) L_g 地進行往復運動，但考慮由主軸26之扭轉動作而產生之相當質量(m_{gr})，設定(算出)質量 m_{B1} 、 m_{B2} 、 m_{S1} 、 m_{S2} ，選定各配重41~46，藉此可以確實地抑制機械產生之振動。

[產業上之可利用性]

本發明係可適用於在主軸行程幅度變更時可以微調配重之安裝位置之齒輪加工機械之振動抑制機構。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之一實施例之齒輪加工機械之振動抑制機構之正視圖。

圖2係圖1之A-A箭頭之剖面圖。

圖3係振動抑制機構之概略構成圖。

圖 4 係顯示振動抑制機構之基本原理之正視圖。

圖 5 係顯示振動抑制機構之基本原理之平面圖。

【主要元件符號說明】

11	支柱
12	主軸馬達
13	支架
14	齒輪箱
15	曲柄軸
16、17	平衡軸
18、19、20	齒輪
21	馬達皮帶輪
22	皮帶輪
23	確動皮帶
24	曲柄銷
25	連桿
26	主軸
27	導向構件
28	旋轉台
41、42	主配重
43~46	副配重
T	刀具
W	工作件

五、中文發明摘要：

本發明提供一種齒輪加工機械之振動抑制機構，其係在螺旋齒輪之齒輪加工時，可以選定最佳配重而抑制機械振動。

該齒輪加工機械之振動抑制機構，係藉由安裝於藉由曲柄機構進行往復運動之主軸26之刀具T，對工作件W進行齒輪加工者，其具備平衡軸16、17，該等係與曲柄軸15並列設置，與該曲柄軸15同步且與曲柄軸15同向及反向以相同旋轉速度旋轉者；並且，將抑制主軸26之軸向振動之主配重41、42可拆裝地設置於曲柄軸15，並將抑制與主軸26之軸向正交方向之振動的副配重43、44及45、46可拆裝地設置於平衡軸16、17，根據對應於主軸26之行程幅度及工作件W之扭轉角之導程，選定各配重41~46。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種齒輪加工機械之振動抑制機構，其特徵在於：

其係藉由曲柄機構使主軸往復運動，藉由安裝於該主軸之旋轉工具對被加工齒輪進行齒輪加工者；且

具備第1及第2平衡軸，該等係與前述曲柄機構之曲柄軸並列設置，與該曲柄軸同步且與前述曲柄軸同向及反向以相同旋轉速度旋轉；

將抑制前述主軸之軸向振動之主配重可拆裝地設置於前述曲柄軸，並將抑制與前述主軸之軸向正交方向之振動的副配重可拆裝地設置於前述第1及第2平衡軸；

前述主配重及前述副配重係基於前述主軸之行程幅度及前述被加工齒輪之扭轉角進行選定。

2. 如請求項1之齒輪加工機械之振動抑制機構，其中前述主配重包含：

前側配重，其係與相對於前述曲柄軸之軸心偏心地被支持之前述主軸錯開 180° 相位而設置；及

後側配重，其係與前述前側配重錯開 180° 相位而設置，以消除曲柄軸方向上之前述主軸之重心位置與前述前側配重之重心位置之偏差所產生之不平衡。

3. 如請求項1或2之齒輪加工機械之振動抑制機構，其係使曲柄軸方向上之前述副配重之設置位置與該曲柄軸方向上之前述主軸之重心位置相同。

十一、圖式：

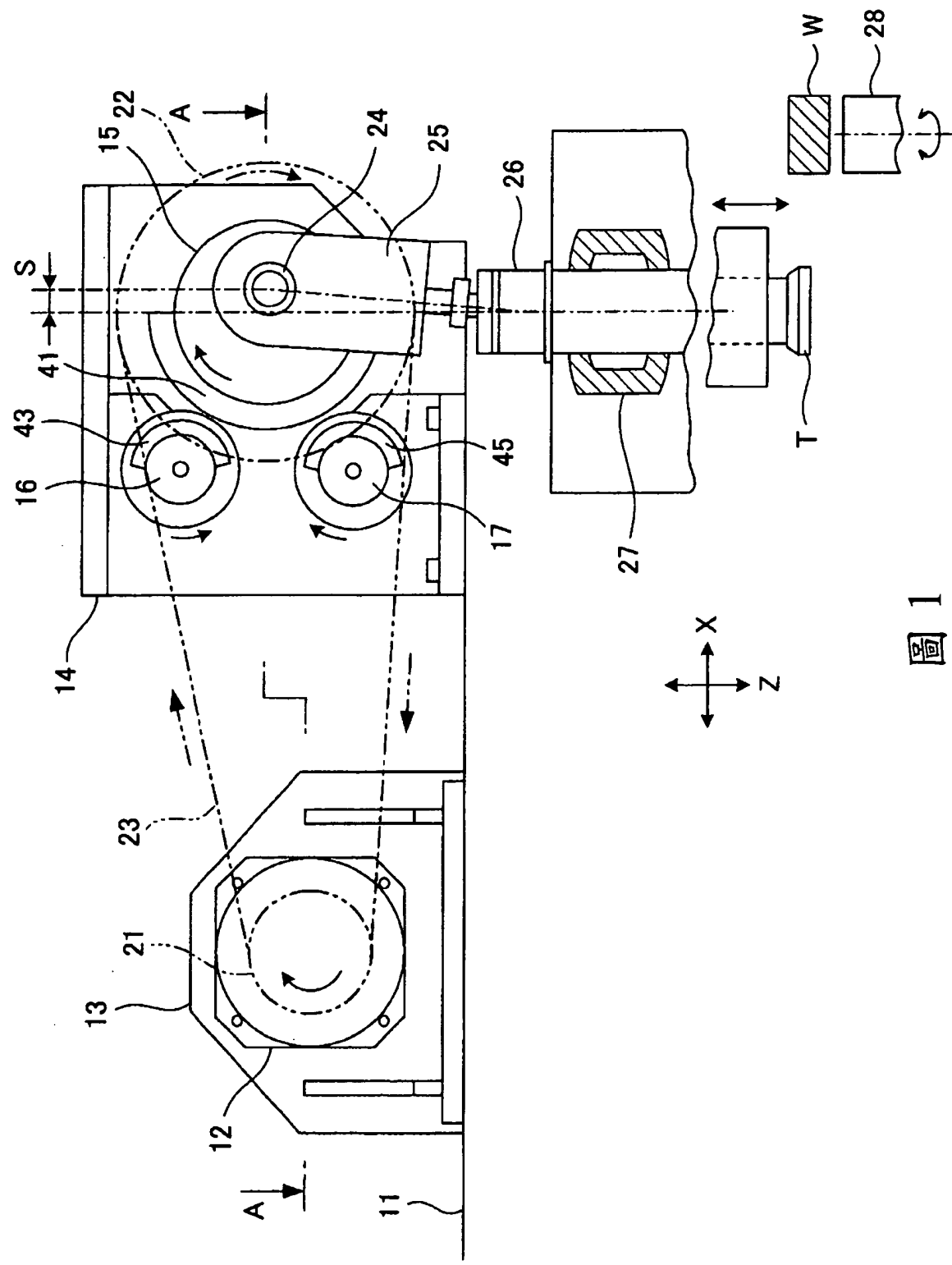


圖 1

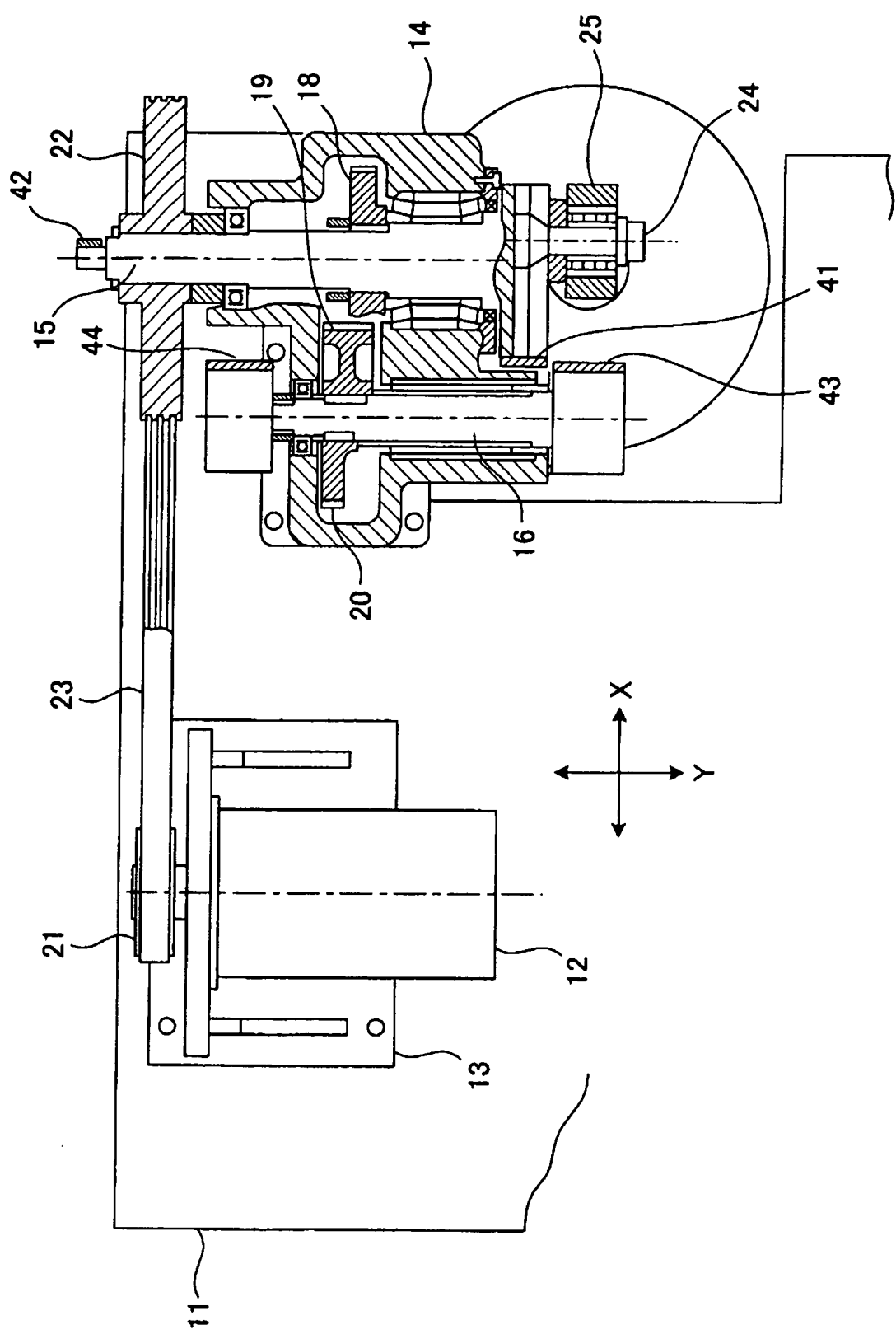


圖 2

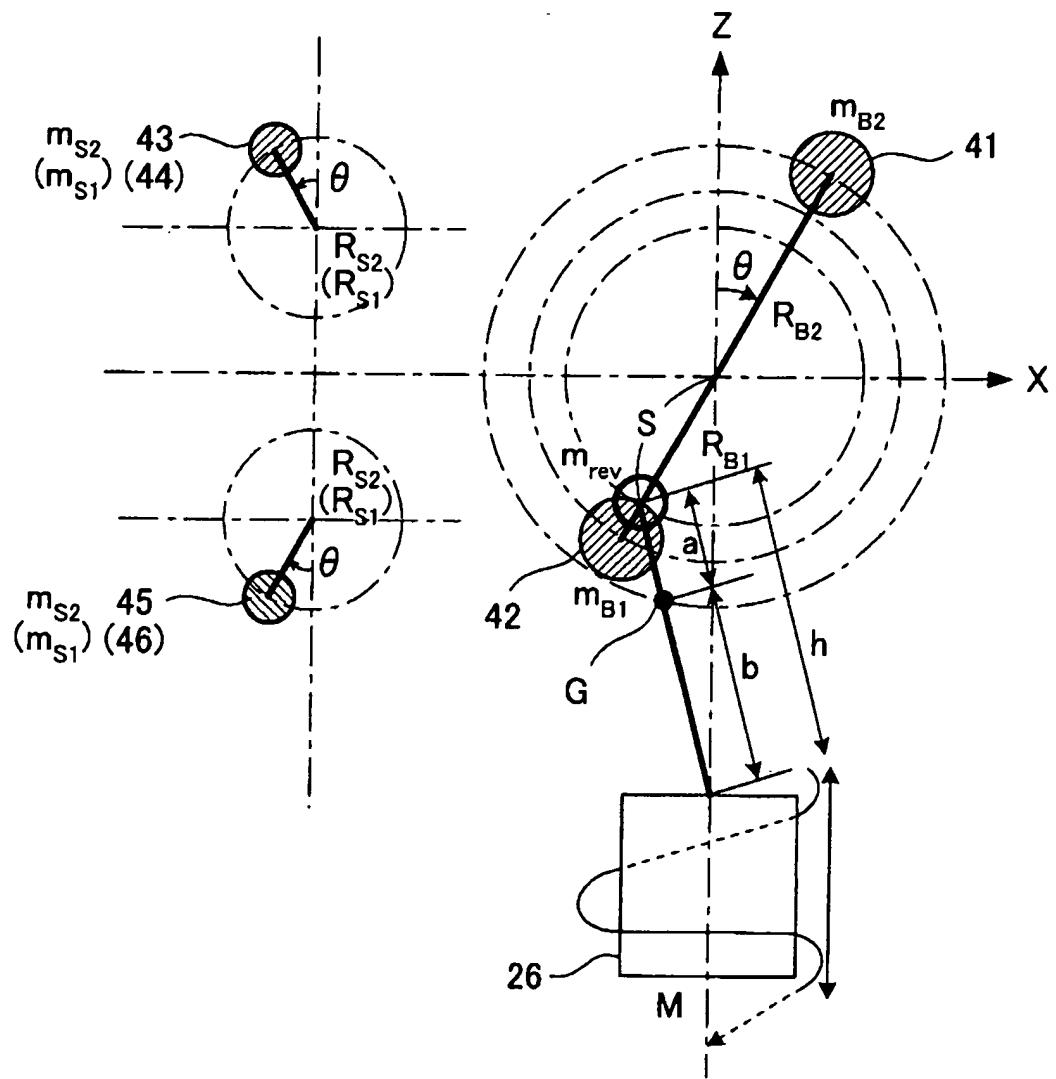


圖 4

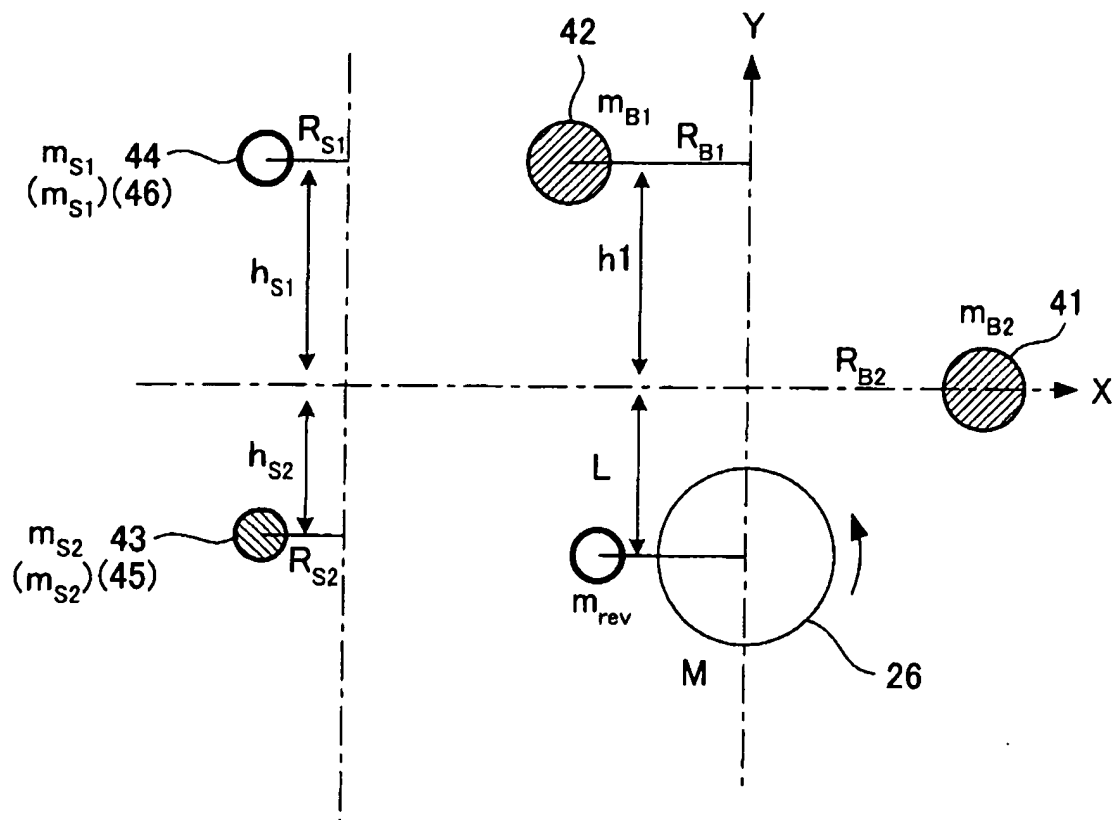


圖 5

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

12	主軸馬達
15	曲柄軸
16、17	平衡軸
18、19、20'	齒輪
21	馬達皮帶輪
22	皮帶輪
23	確動皮帶
24	曲柄銷
25	連桿
26	主軸
27	導向構件
41、42	主配重
43~46	副配重
T	刀具

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

100年10月3日修(更)正替換頁

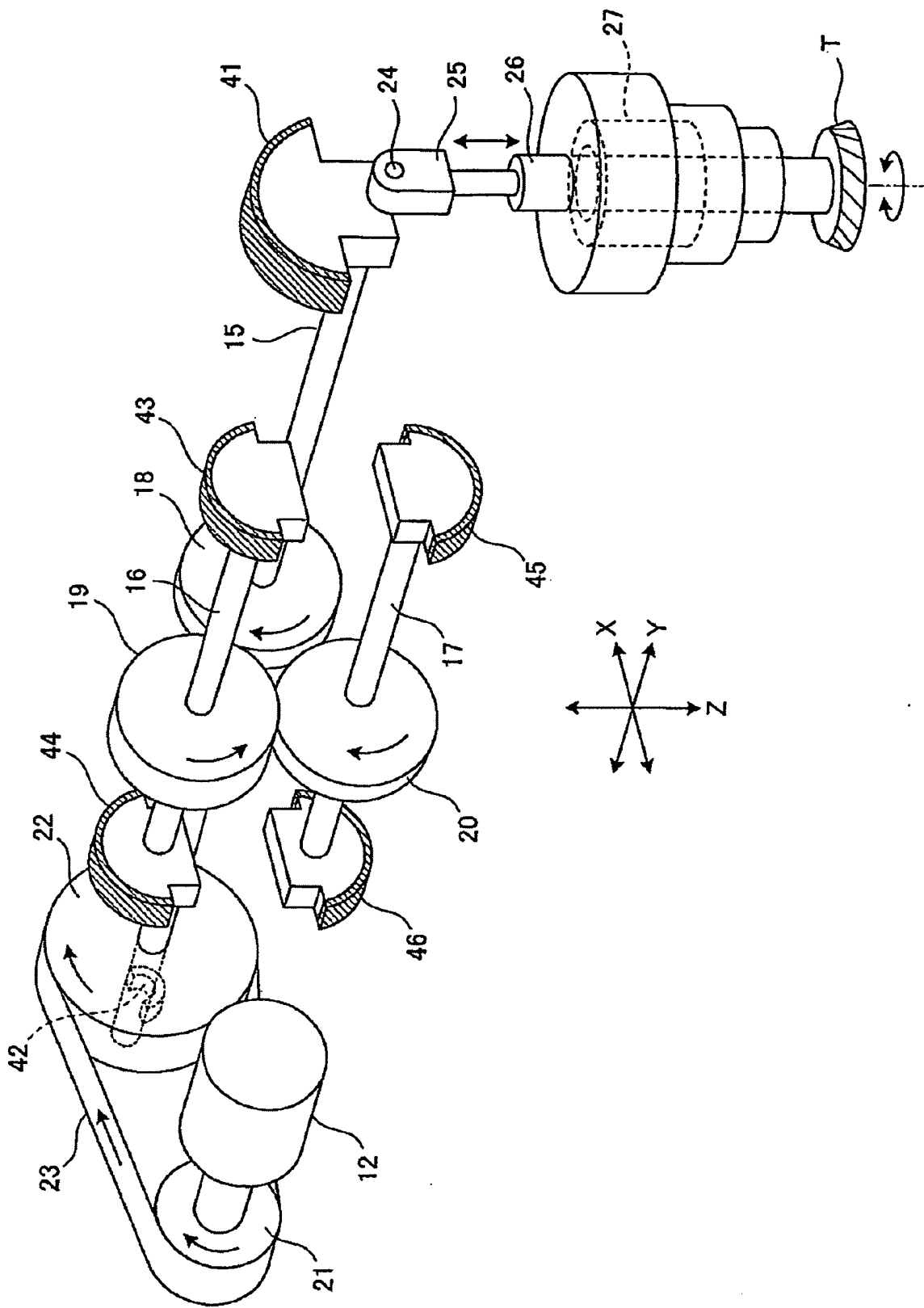


圖 3