

發明專利說明書

※申請案號：096141546

※IPC分類：

一、發明名稱：

齒輪組動態誤差檢測系統

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種齒輪組動態誤差檢測系統，組成架構包括一驅動模組，主要係由一主動軸藉一夾頭夾設一主動齒輪轉動，該主動軸上設有一光學式編碼器；一負載模組；主要係由一被動軸藉一夾頭夾設一從動齒輪與該主動齒輪嚙合轉動，該被動軸上設有一光學式編碼器；一計時裝置，接受該等光學式編碼器的脈波訊號，計算每個脈波寬度所經過的時間；及一電腦控制部位，接受該等脈波訊號及所經過時間數據，以計算出每個脈波內的平均轉速，再利用主動齒輪與被動齒輪的轉速，推算出被動齒輪與主動齒輪之接觸點位置，再藉由被動齒輪已知的轉角，將該接觸點位置與理想齒形比較，以計算出齒形誤差。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第二圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10... 驅動模組

11... 伺服馬達

13... 主動軸

131... 架體

15... 夾頭

16... 光學式編碼器

17... 主動齒

20... 負載模組

21... 電磁剎車器

23... 被動軸

231... 架體

25... 夾頭

26... 光學式編碼器

27... 被動齒輪

30... 計時裝置

40... 電腦控制部位

50... 線性滑軌

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明係關於一種齒輪組動態誤差檢測系統，特別是指一種利用主動軸與被動軸上所裝設之光學式編碼器輸出脈波訊號，並利用計時裝置計算每個脈波寬度所經過的時間，再藉由電腦控制部位計算出主動齒輪與被動齒輪(即受測齒輪)的轉速，進而推算出接觸點位置及齒形誤差之齒輪組動態誤差檢測系統。

【先前技術】

[0002] 按，齒輪是機械產業(包含工具機產業及車輛產業等輕、重機械業)的關鍵零組件。齒輪具有傳遞動力、變速及改變運動方向的特性，不僅是構成各種機械的重要環節，其品質之優劣更嚴重影響到該機械傳動之性能，所以齒輪工業依附於機械工業，同時也關係著機械工業的生產及發展，更能左右到精密機械的未來，其重要性是不容忽視的。

[0003] 齒輪的製造過程必須對加工精度與成本的問題做取捨。如眾所知，齒輪的精密度會影響齒輪組的傳動效率，而齒輪的精密度則決定於其加工的程序。越精密的齒輪，傳動效率越佳，然而加工的程序必然相對複雜，加工的成本也相對增加。在大量製造的需求下，齒輪的精密度與成本即成為廠商必須取捨的重要關鍵。一般而言，齒輪的加工精度不足、齒胚的幾何偏擺量，甚或熱處理所引起的形狀變化，都會造成齒形的變異，並影響齒輪組的傳動效率。但是，齒輪組因嚙合不當或組立時軸對位不準等因素引起的傳動誤差，可能更是形成振動與噪音的主要來源。故如何適當地檢測齒輪組的品質，並能因應大量生產的要求，即成為一個重要的課題。

[0004] 目前習知用來檢測齒輪的方法大致可分為三種。第一種方法為靜態檢測方式，常用的方

式包括以量具分別檢驗齒輪元件的各項性質，或以探針測試齒形、導程等誤差。第二種方法稱為滾動測試法，代表性的技術包括雙齒腹檢測與單齒腹檢測。雙齒腹齒輪檢測法的特點在於檢測齒輪嚙合傳動時，誤差與中心距變化的關係。單齒腹檢測法則採用一對齒輪進行嚙合傳動，其中主動輪由馬達驅動，被動輪銜接負載，兩個齒輪軸均安裝精密的旋轉編碼器。傳動時，編碼器可以記錄各齒輪軸的轉動角度，並據以計算兩齒輪之間的傳動誤差。第三種方法為振動噪音檢測法。由於齒輪嚙合時可能因傳動誤差造成齒面的摩擦與碰撞，從而引起振動與噪音，因此利用加速計或麥克風擷取齒輪組運轉時的振動噪音訊號，同時配合頻譜分析儀來分析資料。將分析結果與可能產生對應頻率的傳動元件相比較，即可研判齒輪組的振動噪音源。這種檢測另可配合使用階次追蹤(Order Tracking)技術，將編碼器安裝在齒輪軸上，再利用編碼器的脈波訊號觸發擷取振動與噪音訊號。此種技術的取樣速度可以隨著轉速而自動調整，適合運用於檢測速度不穩定的傳動狀態。

- [0005] 如上所述，習知檢測齒輪的三種方法中，其中，第一種方法(靜態檢測)係針對個別元件進行，故其結果並不保證符合齒輪組整體的傳動誤差。同時，此種檢測法不能預測齒輪組實際運轉時所產生的動態效應，以至於檢測的結果與實際的運用差距較大。第二種方法(滾動測試)具有與實際運用狀況較為接近的性質，且因檢測的結果符合嚙合齒輪組的傳動狀況，因此可以用來估計齒輪組的振動與噪音。然而，齒輪碰撞時，可能因材料的剛性及摩擦阻尼等因素而形成噪音。因此只要求齒輪的精度，並不足以控制齒輪的噪音。其次，單齒腹檢測技術採用的測試與分析設備均相當昂貴，以致無法普及於以中小企業為主的國產齒輪製造業。第三種方法(振動噪音檢測)雖然適用於實際工作場合，但由於感測器並未直接接觸到齒輪軸，且檢測的訊號易受到環境或其他元件的干擾，因此此類方法並不能直接探測齒輪組的基本傳動性質。同時，這三種方法均為離線(off-line)檢測，目前尚未發展成自動化的品管技術。因此上述三種習知之齒輪檢測方法皆各有其缺失，尤其未能在齒輪製造的生產線上進行檢測更是最大不方便之缺失。因此如何發明一種能在生產線上進行即時且大量的齒輪誤差檢測系統即顯重要。

【發明內容】

- [0006] 基於上述習知檢測方法的缺失，本發明即深入研究創新，期提供一種可以結合前述三種習知檢測方法的優點，而發展出更佳檢測效果之檢測系統，以有助於齒輪製造業界在生產線上即可進行即時且大量的檢測。
- [0007] 緣是，本發明之主要目的即在提供一種齒輪組動態誤差檢測系統，係可經由檢測齒輪組之轉速而推算出誤差量之檢測系統，以方便在生產線上即可進行即時且大量之檢測工作。
- [0008] 本發明之齒輪組動態誤差檢測系統，其組成架構包含：一驅動模組，由一馬達帶動一主動軸轉動，該主動軸的前端設有一夾頭，以夾設一主動齒輪轉動，有一光學式編碼器裝設於該主動軸上，以輸出脈波訊號；一負載模組，由一被動軸前端設有一夾頭，供夾設一被動齒輪，以接受該主動齒輪嚙合帶動轉動，有一光學式編碼器裝設於該被動軸上，以輸出脈波訊號；一計時裝置，接受該驅動模組與負載模組之光學式編碼器的脈波訊號，計算每個脈波寬度所經過的時間；及一電腦控制部位，接受該驅動模組與負載模組之光學式編碼器的脈波訊號，及接受該計時裝置所計算每個脈波經過的時間，以計算出每個脈波內的平均轉速。
- [0009] 在上述發明中，該驅動模組之馬達係伺服馬達。
- [0010] 在上述發明中，該驅動模組之馬達可係直接驅動該主動軸轉動。
- [0011] 在上述發明中，該驅動模組之馬達可係經過皮帶與皮帶輪組帶動該主動軸轉動。
- [0012] 在上述發明中，該主動軸上可安裝一飛輪，以保持該主動軸轉動之慣性。
- [0013] 在上述發明中，該主動軸係架設於一架體上。
- [0014] 在上述發明中，該負載模組可設有電磁剎車器，以調整該動軸之輸出負載。
- [0015] 在上述發明中，該負載模組可藉由一拉力計以調整該被動軸之輸出負載。
- [0016] 在上述發明中，該被動軸係架設於一架體上。
- [0017] 在上述發明中，該驅動模組及負載模組分別安裝固定於一機板上，再共同裝設於同一機台面上，且可在該機台面上移動位置，並加以固定。
- [0018] 在上述發明中，在該機台面上鄰近該等驅動模組及負載模組之側設有一線性滑軌，其上供架設置計。
- [0019] 在上述發明中，該等驅動模組及負載模組上所裝設之光學式編碼器係為增量編碼器；其內有一光柵盤可分別隨著該等主動軸及被動軸轉動，光柵盤盤面上平均排列複數透光槽，轉動時當每一個透光槽經過一偵測頭時，即產生一脈波訊號輸出。
- [0020] 本發明之齒輪組動態誤差檢測系統，係利用檢測主動齒輪與被動齒輪的轉速，以推算出被動齒輪與主動齒輪之接觸點位置，再藉由被動齒輪已知的轉角，將該接觸點位置與理想齒形比較，以計算出齒形誤差。

【實施方式】

- [0021] 關於本發明為達成上述目的，所採用之技術手段及可達致之功效，茲舉以下較佳可行實施例配合附圖詳細說明如下，俾利瞭解。
- [0022] 本發明齒輪組動態誤差檢測系統之檢測原理主要係根據圓形齒輪傳動的基本定律，請配合參閱第一圖所示，當一對漸開線正齒輪嚙合傳動時，其接觸點的公法線必通過連心線上的固定節點(P)，其轉動速度比為固定值，且與各輪中心點到節點的距離成反比。公式表示如

$$\omega_1/\omega_2 = \overline{O_2P}/\overline{O_1P} \quad (\text{公式 1})$$

下：

其中， O_1 、 O_2 分別為主動齒輪與被動輪的旋轉中心點， ω_1 、 ω_2 分別為主動齒輪與被動輪的瞬時轉速。實際上，齒輪表面必然存在齒形誤差，使得轉速比無法保持定值，且使得P點位置產生變動。

但為了方便作說明，茲假設主動齒輪具有標準的漸開線齒形，兩齒之間僅有一個接觸點，且齒面間的摩擦力可以不計，則P點位置仍落在連心線之間。而由(公式1)可知，只要量取得到主動齒輪與被動齒輪的瞬時轉速，則P點相對於 O_1 點的距離可以推算出來。

- [0023] 接著，本發明以平面幾何的方法來分析齒輪接觸點與P點的關係。如第一圖所示， O_1 為主動齒輪的中心點，KP為壓力線，K點為壓力線與基圓的切點， R_B 為基圓半徑，F為壓力角(會因齒形變化而改變)，C為已知的轉角(範圍自 B_1 到 B_2)， N_1 為主動齒輪與被動齒輪接觸的起點。則接觸點 N_2 的座標可由如下公式表示： $N_{2,x} = O_{1,x} + R_B \cos(F) + R_B (F+C)\sin(F)$ (公式2) $N_{2,y} = O_{1,y} + R_B \sin(F) - R_B (F+C)\cos(F)$ (公式3)

3) $F = \cos^{-1}(R_B / \overline{O_1P})$ (公式4) 由於C、 R_B 、 O_1 均為已知，故可由公式1推算P點相對於 O_1 點的距離如

下： $\overline{O_1P} = \overline{O_1O_2} \omega_2 / (\omega_1 + \omega_2)$ (公式5) 則 N_2 點的座標成為

兩個轉軸速度 ω_1 、 ω_2 的變數，因此只要量取轉軸速度，即可計算出壓力角F的變化並推算出接觸點的位置，再藉由已知被動齒輪的轉角，將接觸點的位置與理想的齒形比較，即可計算出齒形誤差。

- [0024] 本發明根據上述基本定律完成一套檢測系統，以運用於齒輪組動態誤差檢測用。惟本發明齒輪組動態誤差檢測系統之組成架構有可能會有變化，並非一成不變，故以下茲舉二種較佳可行實施例配合附圖作詳細說明。請參閱第二圖所示，本發明齒輪組動態誤差檢測系統組成架構之第一實施例包括一驅動模組10，即為輸入端；一負載模組20，即為輸出端；一計時裝置30及一電腦控制部位40；其中，該驅動模組10(請配合參閱第三圖所示)利用一伺服馬達11直接驅動一組架體131上的主動軸13轉動，該主動軸13上以穿透式安裝有一介於該組架體131間的光學式編碼器16；該主動軸13的前端則設有一夾頭15用以夾設一主動齒輪17用；該負載模組20(請配合參閱第四圖所示)於一被動軸23之末端設有一電磁剎車器21，以調整該被動軸23之輸出負載，該被動軸23係架設於一組架體231上，該被動軸23上裝設有一夾頭25及一光學式編碼器26，該夾頭25設於該被動軸23之前端，用以夾設被動齒輪27用，該光學式編碼器26則介於該組架體231間，並被該被動軸23以穿透式方式安裝。

- [0025] 該驅動模組10及負載模組20分別安裝固定於機板上，再共同裝設於同一機台面上，且可以在該機台面上移動位置，以適應不同尺寸的主動齒輪17和被動齒輪27所構成的齒輪組。因此在該機台上鄰近該等驅動模組10和負載模組20之側設有一線性滑軌50，其上供架設量計，以校正主動軸13與被動軸23之平行度，及校正主動齒輪17和被動齒輪27間之初始嚙合位置，待校正正確，即可將各模組的機板加以固定。

- [0026] 接著請參閱第五圖所示，本發明齒輪組動態誤差檢測系統組成架構之第二實施例包括一驅動模組10'，即為輸入端；一負載模組20'，即為輸出端；一計時裝置30及一電腦控制部位40；其中，該驅動模組10'(請配合參閱第六圖所示)設置一伺服馬達11'，經過皮帶與皮帶輪組12'帶動一主動軸13'轉動，該主動軸13'上安裝有一飛輪14'、一夾頭15'及一光學式編碼器16'，該主動軸13'係架設於一組架體131'上，該飛輪14'即架設於該組架體131'間用以保持該主動軸13'轉動之慣性，該夾頭15'設於該主動軸13'前端，用以夾設一主動齒輪17'；該負載模組20'(請配合參閱第七圖所示)藉由一拉力計21'以調整一被動軸23'之輸出負載，該被動軸23'係架設於一組架體231'上，該被動軸23'上裝設有一夾頭25'及一光學式編碼器26'，該夾頭25'設於該被動軸23'之前端，用以夾設被動齒輪27'，該光學式編碼器26'則裝設於該被動軸23'末端。

- [0027] 該驅動模組10'及負載模組20'分別安裝固定於機板上，再共同裝於同一機台面上，且可以在該機台面上移動位置，以適應不同尺寸的主動齒輪17'和被動齒輪27'所構成的齒輪組。因此在該機台上鄰近該等驅動模組10'和負載模組20'之側設有一線性滑軌50'，其上供架設量計，以校正主動軸13'與被動軸23'之平行度，及校正主動齒輪17'和被動齒輪27'間之初始嚙合位置，待校正正確，即可將各模組的機板加以固定。

- [0028] 該等光學式編碼器16、16'與26、26'係為增量編碼器，其內皆有一個光柵盤可跟隨著轉軸(即對應之主動軸13、13'及被動軸23、23')轉動，盤面上平均排列數千個到數萬個透光槽，其實際數量係依增量編碼器之解析度設計而設定，使用時當光柵盤中的每一個透光槽經過一偵測頭時，即產生一脈波訊號輸出。在本發明中該等光學式編碼器16、16'與26、26'每個脈波寬度所經過的時間可以由計時裝置30予以計算，以確實掌握每一個脈波佔用的時間，然後將「脈波寬度(角度)」與「時間」相除即可得到此脈波內的平均轉速。由於本發明之檢測技術方法係建立在角度的基礎上，所以可以正確掌握到齒輪組嚙接轉動之週期性旋轉系統的動態，並可據以由該電腦控制部位40進一步計算出齒輪組(旋轉系統)的瞬間轉速。

- [0029] 因為光學式編碼器16、16'與26、26'的脈波寬度和解析度成反比，且受限於製造技術，所以不同脈波的寬度不一定相等，因此正式進行齒輪組動態誤差檢測前必須先予校正，以修正誤差量。校正架構及方法如第八圖所示，使用兩種不同規格的光學式編碼器A、B，其中，編碼器A為較高解析度者(例如2,000,000ppr)，編碼器B則為速度檢測用的低解析度者(例如：1,000~2,000ppr)，而編碼器A、B的訊號都經過一脈波計數裝置C進行解碼與計數；兩個編碼器A、B必須由同一個伺服馬達D同時帶動轉動，以確保轉動角度的一致性，該等數據皆傳輸至電腦檢測控制部位40計算，並經由一驅動器E以控制該伺服馬達D之轉速，藉以由各種轉速比較，以校正光學式修碼器A、B之誤差量。

- [0030] 運用本發明之檢測系統於齒輪組動態誤差檢測時，請參閱第二、五圖所示。檢測前，必須先用量表校正該等主動軸13、13'與被動軸23、23'的平行度與中心距，及校正主動齒輪17、17'與被動齒輪27、27'間之初始嚙合位置，待確定後，即將該驅動模組10、10'和

負載模組20、20' 加以固定。正式檢測時，該等光學式編碼器16、16' 與26、26' 即將各自的脈波訊號傳送到該計時裝置30，該計時裝置30進將每一個速度資料傳送該電腦控制部位40。而該電腦控制部位40除了分析資料外，更可以控制調整該驅動模組10、10' 的輸入轉速和該負載模組20、20' 的輸出負載，以改變該等主動軸13、13' 和被動軸23、23' 的轉速，以方便在不同轉速下進行各種動態檢測。

[0031] 由以上說明可知，本發明主要係於主動軸13、13' 和被動軸23、23' 上分別安裝光學式編碼器16、16' 與26、26'，利用該等編碼器16、16' 與26、26' 的脈波寬度和經過的時間等數據，藉以換算檢測出主動齒輪17、17' 和被動齒輪27、27' 的轉速，由此計算出轉軸的離散轉速。因主動齒輪17、17' 為標準齒輪，故所檢測出的動態誤差即為被動齒輪27、27' 的誤差數據。本發明因使用全數位化的檢測系統，具有無雜訊干擾及處理資料快速的優點。由於本發明之檢測係直接針對主動齒輪17、17' 和被動齒輪27、27' 所構成的齒輪組進行作業，故檢測結果乃直接取自齒輪組，且該等光學式編碼器16、16' 與26、26' 的脈波位置乃固定於主動軸13、13' 和被動軸23、23' 上，因此無論主動軸13、13' 和被動軸23、23' 的轉速如何變化，本發明均可檢測出該等主動軸13、13' 和被動軸23、23' 上固定位置的瞬間速度，並可進一步利用頻譜分析的技巧來判斷齒輪組內各元件的嚙合狀況。具體而言，本發明之檢測系統涵蓋傳動誤差與動力傳送的檢測，更因此可以正確地掌握到受測齒輪(即該被動齒輪27、27') 的齒形曲線，進而計算出其齒形誤差。由於本發明係以動態方式檢測受測齒輪之齒形，因此可比習知之靜態檢測方式更有效率。

[0032] 綜上所述，本發明齒輪組動態誤差檢測系統所採用之檢測技術及組成架構均為習知檢測系統所不曾採用過，故能具備絕對新穎性；而且於檢測被動齒輪之動態誤差時，不僅快速且準確，已完全結合習知檢測方法之優點而摒棄其缺失，故能具備實用進步性。爰請依法准予發明專利，實感德便。

[0033] 惟以上所述，僅為本發明之較佳可行實施例之揭露，並非因此即拘限本發明之專利範圍，故舉凡運用本發明之技術手段所成之功效變化，理皆在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

[0058] 第一圖係齒輪組接觸點相對關係說明圖第二圖係本發明第一實施例之組成架構示意圖第三圖係本發明第一實施例中驅動模組之架構示意圖第四圖係本發明第一實施例中負載模組之架構示意圖第五圖係本發明第二實施例之組成架構示意圖第六圖係本發明第二實施例中驅動模組之架構示意圖第七圖係本發明第二實施例中負載模組之架構示意圖第八圖係本發明實施例中光學式編碼器校正之架構示意圖

【主要元件符號說明】

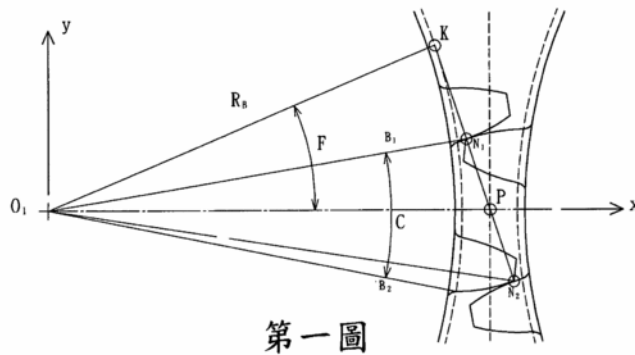
- [0034] 10、10' . . . 驅動模組
- [0035] 11、11' . . . 伺服馬達
- [0036] 12' . . . 皮帶與皮帶輪組
- [0037] 13、13' . . . 主動軸
- [0038] 131、131' . . . 架體
- [0039] 14' . . . 飛輪
- [0040] 15、15' . . . 夾頭
- [0041] 16、16' . . . 光學式編碼器
- [0042] 17、17' . . . 主動齒輪
- [0043] 20、20' . . . 負載模組
- [0044] 21 . . . 電磁剎車器
- [0045] 21' . . . 拉力計
- [0046] 23、23' . . . 被動軸
- [0047] 231、231' . . . 架體
- [0048] 25、25' . . . 夾頭
- [0049] 26、26' . . . 光學式編碼器
- [0050] 27、27' . . . 被動齒輪
- [0051] 30 . . . 計時裝置
- [0052] 40 . . . 電腦控制部位
- [0053] 50、50' . . . 線性滑軌
- [0054] A、B . . . 光學式編碼器
- [0055] C . . . 脈波計數裝置
- [0056] D . . . 伺服馬達
- [0057] E . . . 驅動器

七、申請專利範圍：

1. 一種齒輪組動態誤差檢測系統，其組成架構包含：一驅動模組，由一馬達帶動一主動軸轉動，該主動軸的前端設有一夾頭，以夾設一主動齒輪轉動，有一光學式編碼器裝設於該主動軸上，以輸出脈波訊號；一負載模組，由一被動軸前端設有一夾頭，以夾設一被動齒輪，以接受該主動齒輪嚙合帶動轉動，有一光學式編碼器裝設於該被動軸上，以輸出脈波訊號；一計時裝置，接受該驅動模組與負載模組之光學編碼器的脈波訊號，計算每個脈波寬度所經過的時間；及一電腦控制部位，接受該驅動模組與負載模組之光學編碼器的脈波訊號、及接受該計時裝置所計算每個脈波所經過的時間，以計算出每個脈波內的平均轉速。
2. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該驅動模組之馬達係伺

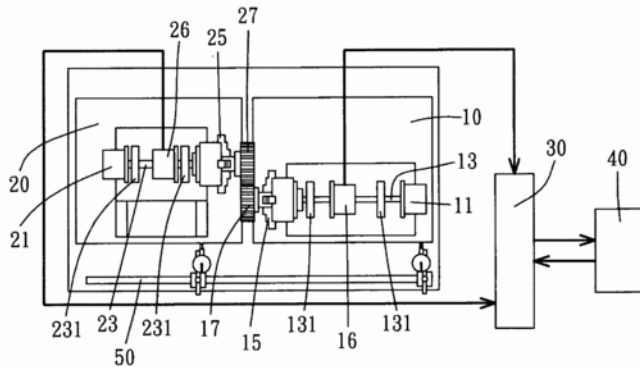
- 服馬達。
3. 依據申請專利範圍第1或2項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該驅動模組之馬達可係直接驅動該主動軸轉動。
 4. 依據申請專利範圍第1或2項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該馬達可係經過皮帶與皮帶輪組帶動該主動軸轉動。
 5. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該主動軸上可安裝有一飛輪，以保持該主動軸轉動之慣性。
 6. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該主動軸係架設於一架體上。
 7. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該負載模組可設有電磁剎車器，以調整該被動軸之輸出負載。
 8. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該負載模組可藉由一拉力計以調整該被動軸之輸出負載。
 9. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該被動軸係架設於一架體上。
 10. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該驅動模組及負載模組分別安裝置定於一機板上，再共同裝設於同一機台面上，且可在該機台面上移動位置，並加以固定。
 11. 依據申請專利範圍第10項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，在該機台面上鄰近該等驅動模組和負載模組之側設有一線性滑軌，其上供架設量計。
 12. 依據申請專利範圍第1項所述之齒輪組動態誤差檢測系統，其中，該等驅動模組和負載模組上所裝設之光學式編碼器係為增量編碼器，其內有一光柵盤可分別隨著該等主動軸及被動軸轉動，光柵盤盤面上平均排列複數透光槽，轉動時當每一個透光槽經過一偵測頭時，即產生一脈波訊號輸出。
 13. 一種齒輪組動態誤差檢測系統，包含：一驅動模組，由一馬達帶動一主動軸轉動，該主動軸的前端設有一夾頭，以夾設一主動齒輪轉動，有一光學式編碼器裝設於該主動軸上，以輸出脈波訊號；一負載模組，由一被動軸前端設有一夾頭，以夾設一被動齒輪，以接受該主動齒輪啮合帶動轉動，有一光學式編碼器裝設於該被動軸上，以輸出脈波訊號；一計時裝置，接受該驅動模組與負載模組之光學編碼器的脈波訊號，計算每個脈波寬度所經過的時間；及一電腦控制部位，接受該驅動模組與負載模組之光學編碼器的脈波訊號，及接受該計時裝置所計算每個脈波所經過的時間，以計算出每個脈波內的平均轉速；其作用係利用檢測主動齒輪與被動齒輪的轉速，以推算出被動齒輪與主動齒輪之接觸點位置，再藉由被動齒輪已知的轉角，將該接觸點位與理想齒形比較，以計算出齒形誤差。

八、圖式：



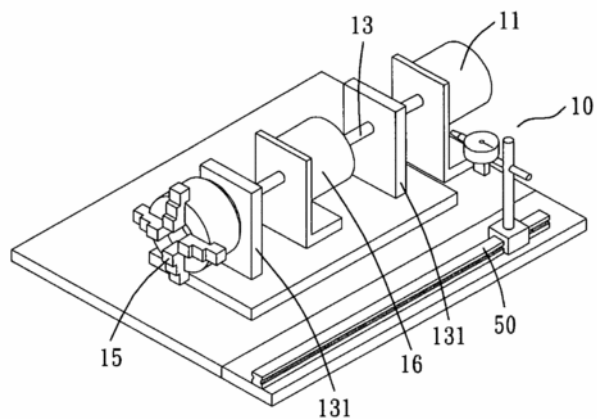
第一圖

第一圖



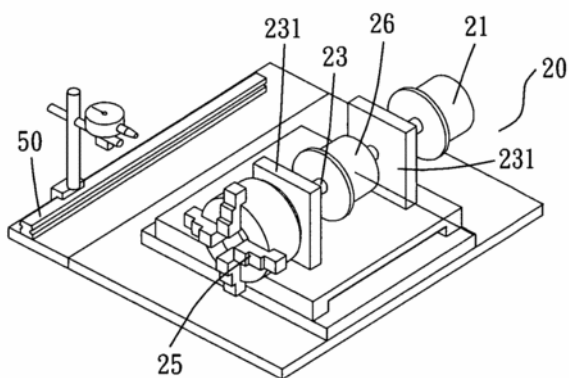
第二圖

第二圖



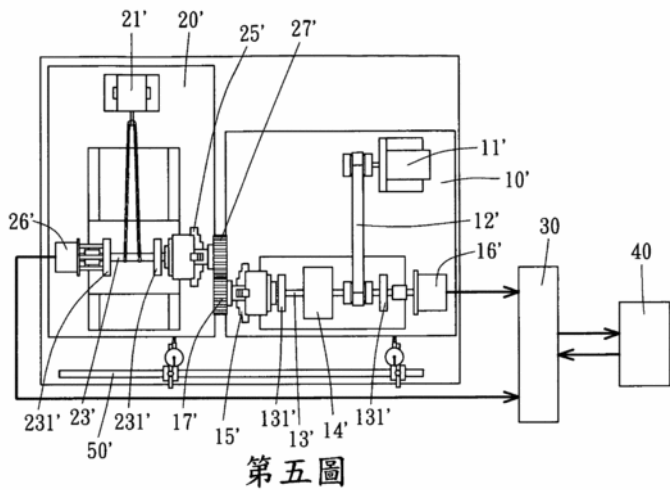
第三圖

第三圖



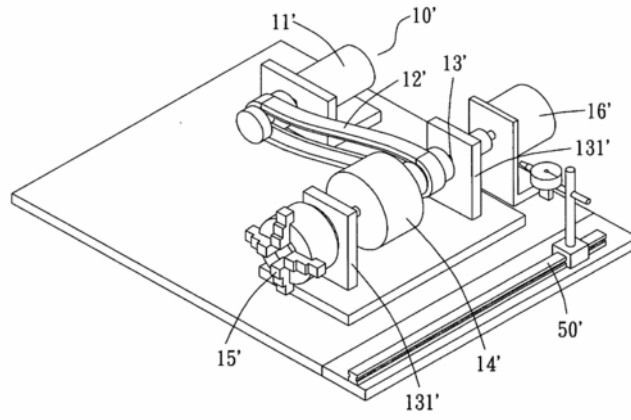
第四圖

第四圖



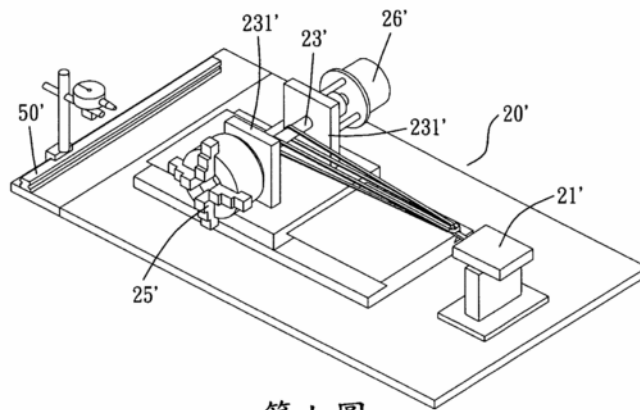
第五圖

第五圖



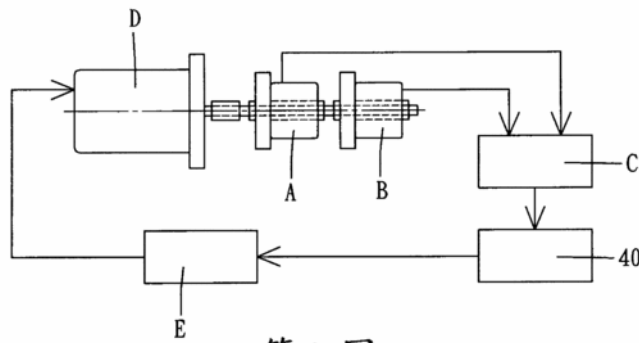
第六圖

第六圖



第七圖

第七圖



第八圖

第八圖