



(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 I851853 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：109142063

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 30 日

(51)Int. Cl. : B23F23/12 (2006.01)

G01B21/04 (2006.01)

(30)優先權：2020/01/22 瑞士

00065/20

2020/07/21

世界智慧財產權組織

PCT/EP2020/070542

(71)申請人：瑞士商瑞絲浩爾公司 (瑞士) REISHAUER AG (CH)

瑞士

(72)發明人：埃格爾 安德烈 EGER, ANDRE (CH)；雅各布 羅納德 JAKOB, RONALD (DE)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

DE 202017105125U1

EP 1146983A1

EP 2759364A2

審查人員：李奕緯

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：36 共 53 頁

(54)名稱

具有雙齒輪裝置之工件的加工

(57)摘要

在一種加工具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置(61、62)之一工件(60)之方法中，識別該第一齒輪裝置(61)之一參考齒結構。接著用一參考量測裝置(140)量測該參考齒結構以判定該工件之一參考旋轉角度位置。隨後，加工該第二齒輪裝置(62)，使得該第二齒輪裝置獲得與該經判定參考旋轉角度位置成一預定關係之一旋轉角度位置。

In a method of machining a workpiece (60) having first and second gearings (61, 62), a reference tooth structure of the first gearing (61) is identified. The reference tooth structure is then measured with a reference measuring device (140) to determine a reference rotational angular position of the workpiece. Subsequently, the second gearing (62) is machined in such a way that the second gearing obtains a rotational angular position which is in a predetermined relationship to the determined reference rotational angular position.

指定代表圖：

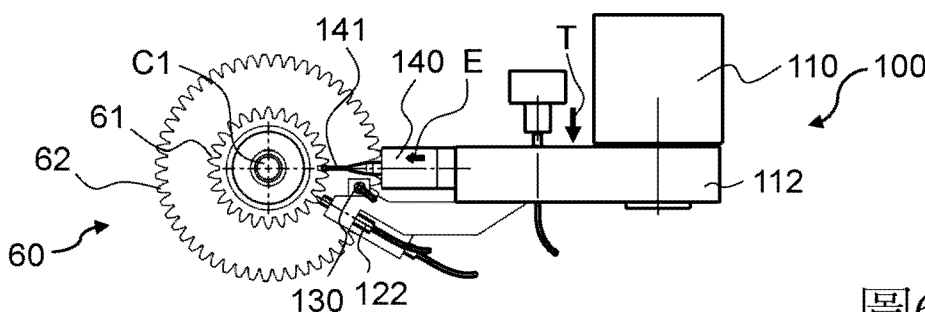


圖6

符號簡單說明：

60:工件

61:第一齒輪裝置(參考齒輪裝置)

62:第二齒輪裝置(待加工齒輪裝置)

100:定位裝置

110:基座元件

112:感測器載體

- 122:第二嚙合感測器
- 130:標記偵測裝置
- 140:參考量測裝置(觸覺感測器)
- 141:探針尖端
- C1:工件軸線
- E:插入方向
- T:切向方向



公告本

I851853

【發明摘要】

【中文發明名稱】 具有雙齒輪裝置之工件的加工

【英文發明名稱】 MACHINING A WORKPIECE WITH TWO GEARINGS

【中文】

在一種加工具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置（61、62）之一工件（60）之方法中，識別該第一齒輪裝置（61）之一參考齒結構。接著用一參考量測裝置（140）量測該參考齒結構以判定該工件之一參考旋轉角度位置。隨後，加工該第二齒輪裝置（62），使得該第二齒輪裝置獲得與該經判定參考旋轉角度位置成一預定關係之一旋轉角度位置。

【英文】

In a method of machining a workpiece (60) having first and second gearings (61, 62), a reference tooth structure of the first gearing (61) is identified. The reference tooth structure is then measured with a reference measuring device (140) to determine a reference rotational angular position of the workpiece. Subsequently, the second gearing (62) is machined in such a way that the second gearing obtains a rotational angular position which is in a predetermined relationship to the determined reference rotational angular position.

【指定代表圖】 圖6

【代表圖之符號簡單說明】

60:工件

61:第一齒輪裝置（參考齒輪裝置）

62:第二齒輪裝置（待加工齒輪裝置）

100:定位裝置

110:基座元件

112:感測器載體

122:第二嚙合感測器

130:標記偵測裝置

140:參考量測裝置（觸覺感測器）

141:探針尖端

C1:工件軸線

E:插入方向

T:切向方向

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有雙齒輪裝置之工件的加工

【英文發明名稱】 MACHINING A WORKPIECE WITH TWO GEARINGS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種加工具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置之工件之方法，係關於一種供此類方法中使用之定位裝置，且係關於一種適合於進行該方法之機器工具。

【先前技術】

【0002】 在齒輪製造中，偶爾使用在共同軸件上具有兩個或更多個齒輪裝置之工件。此類工件在下文中亦被稱作雙重齒輪裝置（double gearing）或複式齒輪裝置（twin gearing）。其常常用於例如電力驅動裝置中。

【0003】 工件常常首先用軟加工製程進行預加工，且接著進行硬化。此後進行硬精細加工製程。在硬精細加工中，問題常常由以下操作引起：加工兩個齒輪裝置中之一者，使得此齒輪裝置相對於其旋轉角度位置以預定方式與另一齒輪裝置（在下文中被稱作參考齒輪裝置）確切地對準。舉例而言，常常規定：待加工齒輪裝置之齒結構，例如齒或齒隙，應與參考齒輪裝置之指定參考齒結構確切地對準。

【0004】 已知的是用非接觸式嚙合感測器判定齒輪裝置之齒結構（例如齒尖或齒隙）之旋轉角度位置。嚙合感測器可為電感性或電容性感測器。在工件旋轉經過嚙合感測器時，嚙合感測器在無接觸之情況下判定齒結構之位置。

【0005】 然而，習知的嚙合感測器常常無法以足夠的精確度判定齒結構之旋轉角度位置以確保兩個齒結構中之兩個間隙以所要精確度對準。在以下情況

下特別如此：齒輪裝置在齒腹與齒尖之間的過渡部處具備斜面，亦即具備斜角或製外圓角。斜面使嚙合感測器難以偵測齒結構之位置。此外，並不始終確保斜面對於所有齒係相同的。

【0006】 DE 20 2017 105 125 U1揭示具有兩個量測裝置之齒輪量測儀器。兩個量測裝置中之一者為觸控探針，另一者為非接觸式感測器裝置。第一量測裝置可沿著量測軸線移動。第二量測裝置可相對於第一量測裝置在兩個位置之間以「背載式 (piggyback)」配置而移動。此文件不應對雙重齒輪裝置之問題。

【0007】 EP 3 518 058 A1揭示用於對具有機器可讀、工件特定標記之有齒工件進行自動定位之方法。偵測標記，且在此基礎上判定工件之實際位置。接著將工件帶入至目標位置中。該文件不應對雙重齒輪裝置之問題。

【發明內容】

【0008】 本發明之一目標係提供一種用於加工具有至少兩個齒輪裝置之工件之方法，其允許加工兩個齒輪裝置中之一者，使得此齒輪裝置相對於其旋轉角度位置以預定方式與另一齒輪裝置精確地對準。即使齒輪裝置具有斜面，該方法亦應實現精確對準。

【0009】 藉由根據技術方案1之方法解決了此問題。在附屬請求項中提供了其他具體實例。

【0010】 提供一種用於加工具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置之工件之方法。工件經夾持以圍繞工件軸線旋轉。該方法包含：

用參考識別裝置識別第一齒輪裝置之至少一個參考齒結構；

用參考量測裝置量測參考齒結構以判定工件之參考旋轉角度位置；及

用加工工具加工第二齒輪裝置，使得第二齒輪裝置獲得與經判定參考旋轉

角度位置成預定關係之旋轉角度位置。

【0011】 因此，首先，唯一地識別第一齒輪裝置（參考齒輪裝置）之至少一個參考齒結構（例如參考齒或參考齒隙）。接著精確地量測參考齒結構。此允許快速地且以高精確度判定工件之參考旋轉角度位置。視情況，可量測參考齒輪裝置之若干參考齒結構以便特別精確地判定參考旋轉角度位置。現在可基於以此方式判定的參考齒輪裝置之參考旋轉角度位置而加工第二齒輪裝置。此確保第二齒輪裝置以高精確度收納由於加工製程而引起之旋轉角度位置，該旋轉角度位置與經判定參考旋轉角度位置成所要關係。舉例而言，可確保：在加工之後，第二齒輪裝置之至少一個齒結構與第一齒輪裝置之至少一個預定參考齒結構確切地對準或具有相對於此參考齒結構之旋轉角度之預定差異。與慣例對比，不是第二齒輪裝置之齒結構之位置判定如何加工此齒輪裝置，而是第一齒輪裝置之齒結構之位置。

【0012】 第二齒輪裝置之加工可例如藉由創成加工製程（generating machining process）來進行，尤其係藉由創成齒輪研磨製程、齒輪削磨製程或滾刀搪磨製程來進行。在此情況下，用於創成加工製程之滾動耦接角度係較佳地使用工件之先前判定之參考旋轉角度位置進行判定。此意謂：並非判定待加工齒輪裝置之旋轉角度位置以用於界定滾動耦接角度，如通常情況一樣，而是基於參考齒輪裝置之先前量測之參考齒結構之位置來判定滾動耦接角度。然而，亦可設想除了創成加工方法以外之其他加工方法，例如諸如輪廓研磨之不連續方法。

【0013】 在有利具體實例中，工件具有至少一個標記，且參考識別裝置包含無接觸式標記偵測裝置。第一齒輪裝置之至少一個參考齒結構之識別接著可包括：

用標記偵測裝置偵測工件上之至少一個標記；及

基於經偵測標記來識別第一齒輪裝置之至少一個參考齒結構。

【0014】 標記可為可在無接觸之情況下偵測到的任何類型之標記。舉例而言，標記可由工件之部分中之前部鑽孔形成，其中鑽孔可形成盲孔或通孔。鑽孔可敞開或被填充有填充材料。標記亦可由雕刻物、斜面、突出部或壓印等形成。可設想許多其他類型之標記。取決於標記類型，標記偵測裝置可包括例如電感性、電容性或光學感測器。

【0015】 標記可置放於工件上之任何位置處。舉例而言，在最簡單的情況下，其可在第一齒輪裝置內部徑向地設置於工件之面上且直接與參考齒結構對準。然而，標記亦可與不同於參考齒結構的第一齒輪裝置之齒結構對準。標記甚至可設置於相對遠離參考齒結構之工件部位處，例如設置於軸件上或設置於第二齒結構附近。知道標記之位置可如何用於得出關於參考齒結構之位置的明確結論係足夠的。在判定位置時不需要高程度之精確度，此係因為參考齒結構僅需要基於標記進行識別，而接著在單獨量測中判定其確切位置。

【0016】 在有利具體實例中，標記偵測裝置包含第一標記感測器及第二標記感測器，其中第一標記感測器及第二標記感測器可例如相對於工件之圓周方向前後地或並排地配置。工件之標記之偵測接著可有利地包含形成第一標記感測器及第二標記感測器之信號之差異以便以較大確定性偵測標記。

【0017】 作為標記感測器之替代方案或除了標記感測器以外，參考識別裝置亦可包含非接觸式（亦即無接觸地操作）第一嚙合感測器及非接觸式第二嚙合感測器。第一齒輪裝置之至少一個參考齒結構之識別接著可使用所謂的「最佳配合」方法來進行。此可包括以下步驟：

用第一嚙合感測器判定第一齒輪裝置之齒結構之旋轉角度位置；

用第二嚙合感測器判定第二齒輪裝置之齒結構之旋轉角度位置；

判定第一齒輪裝置之齒結構自經判定旋轉角度位置至第二齒輪裝置之齒結

構之旋轉角度距離；及

基於旋轉角度距離與指定標稱距離（距離設定點）之比較來識別第一齒輪裝置之至少一個參考齒結構。

【0018】 作為用於量測參考齒結構之參考量測裝置，尤其可使用觸覺或光學感測器。此類感測器使能夠以特別高的精確度量測參考齒結構。若參考量測裝置包括觸覺感測器，則其可包含感測器基座及探針尖端。在一些具體實例中，探針尖端可相對於感測器基座延伸，以便在不必使整個觸覺感測器移動之情況下沿著較佳徑向插入方向與第一齒輪裝置接合。此在觸覺感測器與其他感測器、尤其係與參考識別裝置一起配置於共同感測器載體上之情況下特別有利。在其他具體實例中，整個觸覺感測器可相對於感測器載體移動或轉動以便使其與第一齒輪裝置接合。

【0019】 用觸覺感測器之量測可尤其藉由在探針尖端被定位成緊鄰於參考齒結構之齒腹時少量地來回改變工件之旋轉角度位置來進行。接著分別判定參考齒結構之左側腹及右側腹與探針尖端接觸的工件之角度位置，且例如自此等角度位置計算平均值。此可視情況在側腹方向上及/或在剖面方向上之若干部位處進行。然而，為了量測參考齒結構，亦可使用其他觸覺或光學方法，此係因為其通常係自齒輪檢驗領域所知。

【0020】 另外，該方法可包含在工件圍繞工件軸線旋轉時用非接觸式第一嚙合感測器檢查第一齒輪裝置及/或用非接觸式第二嚙合感測器檢查第二齒輪裝置。此在參考齒結構係藉助於標記被識別之情況下特別有用。詳言之，此允許執行一致性檢查。

【0021】 詳言之，第一嚙合感測器可用於在用參考量測裝置量測參考齒結構之前檢查第一齒輪裝置，例如以偵測參考齒結構之識別中之誤差或第一齒輪裝置之預加工誤差。用嚙合感測器檢驗第一齒輪裝置可尤其用於檢查預期類型

之齒結構（例如齒隙）是否實際上存在於由參考識別裝置判定之位置處。若預期類型之齒結構不存在於經判定位置處，則存在誤差且可停止製程。相比於單獨地用標記進行之可能情況，第一嚙合感測器亦可用於更精確地判定參考齒結構之旋轉角度位置。接著可極特定地且對應地以高速由參考量測裝置進行參考齒結構之量測。

【0022】 第二嚙合感測器可用於檢查第二齒輪裝置以偵測第二齒輪裝置之預加工誤差。詳言之，有可能偵測無法被進行預期加工或因為預加工誤差過大而無法產生所要結果的工件。詳言之，可防止以下情形：在極端情況下，當在基於經判定參考旋轉角度判定之旋轉角度位置中將加工工具與工件嚙合時，加工工具會因為預加工誤差過大而受損。

【0023】 在有利具體實例中，參考量測裝置附接至感測器載體。其他感測器裝置可附接至感測器載體，尤其係參考識別裝置之至少部分，諸如標記感測器及/或一個或多個嚙合感測器。此產生可相對於工件整體上移動之緻密單元。

【0024】 感測器載體可在量測位置與停放位置之間移動，例如以實現工件之無碰撞裝載及卸載或以保護上文所提及之感測器裝置在工件加工期間免受晶片及冷卻劑之有害影響。感測器載體之此移動可尤其藉由圍繞可例如垂直於或平行於工件軸線延行之轉動軸線之轉動移動或藉由沿著可例如為徑向或平行於工件軸線之線性方向之平移移動而達成。

【0025】 為了即使所涉及組件歸因於熱影響而膨脹或翹曲亦確保在判定參考角度位置時之最高可能準確度，該方法可包括在量測位置中判定感測器載體相對於至少一個空間方向之位置。詳言之，可在量測位置中相對於以下空間方向中之一者或多者判定感測器載體相對於工件之位置：切向方向，其與工件成切向地延行；軸向方向，其平行於工件軸線延行；及徑向方向，其與工件軸線成徑向地延行。可出於此目的而提供對應位置參考裝置。下文更詳細地描述

可能的位置參考裝置。接著可藉助於感測器載體在空間中之經判定位置來校正經判定參考角度位置。

【0026】 工件之旋轉角度位置在參考齒結構之識別與其量測之間可不同，此係因為參考識別裝置及參考量測裝置未必彼此對準。旋轉角度之對應差異可憑藉主控工件——亦即用確切地對應於預期工件設計之工件——進行校準。在參考齒結構之量測及工件之加工期間的工件之相對旋轉角度位置，以及工具之相對旋轉角度位置，亦可以此方式進行校準。其他感測器之角度位置亦可用主控工件進行校準。

【0027】 可藉助於量規在感測器載體（參考識別裝置、參考量測裝置等）上進行各種感測器裝置之定位。量規可例如在幾何形狀上對應於工件坯料，其幾何形狀經選擇為與待加工工件類似，但不具有任何經預加工齒輪裝置，且其中在感測器裝置之方向上存在例如0.1 mm之某一容差。接著可藉由使感測器裝置與此量規接觸來定位感測器裝置。

【0028】 所提出之方法同樣適合於外部齒輪裝置及內部齒輪裝置。詳言之，以下組合係可能的：

第一齒輪裝置及第二齒輪裝置兩者為外部齒輪裝置；在此情況下，參考量測裝置在量測位置中——亦即在工件軸線之方向上——向內指向，且若存在嚙合感測器，則嚙合感測器亦在量測位置中向內指向。

第一齒輪裝置及第二齒輪裝置兩者為內部齒輪裝置；在此情況下，參考量測裝置在量測位置中——亦即遠離工件軸線——向外指向，且若存在嚙合感測器，則嚙合感測器亦在量測位置中向外指向。

第一齒輪裝置為外部齒輪裝置且第二齒輪裝置為內部齒輪裝置。在此情況下，參考量測裝置在量測位置中向外指向，且若存在嚙合感測器，則第一嚙合感測器在量測位置中向外指向且第二嚙合感測器在量測位置中向內指向。

第一齒輪裝置為外部齒輪裝置且第二齒輪裝置為內部齒輪裝置；在此情況下，參考量測裝置在量測位置中向內指向，且若存在嚙合感測器，則第一嚙合感測器在量測位置中向內指向且第二嚙合感測器在量測位置中向外指向。

【0029】 在第二態樣中，本發明提供一種用於判定工件之參考旋轉角度位置之定位裝置。同樣，工件具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置。定位裝置包含：

參考識別裝置，其經組態以在無接觸之情況下識別第一齒輪裝置之至少一個參考齒結構；及

參考量測裝置，其經組態以量測由參考識別裝置識別的第一齒輪裝置之參考齒結構以便判定工件之參考旋轉角度位置。

【0030】 定位裝置可經特定地設計以用於上文所描述之方法中。

【0031】 如已提及，參考識別裝置可包括標記偵測裝置，其經組態以在無接觸之情況下偵測工件上之標記。標記偵測裝置可包含第一標記感測器及第二標記感測器，其中第一標記感測器及第二標記感測器可相對於工件之圓周方向前後地或並排地配置。

【0032】 如已提及，參考識別裝置可替代地或另外包含：

非接觸式第一嚙合感測器，其用於判定第一齒輪裝置之齒結構之旋轉角度位置；及

非接觸式第二嚙合感測器，其用於判定第二齒輪裝置之齒結構之旋轉角度位置。

【0033】 如上文所提及，參考量測裝置可包含觸覺或光學感測器。觸覺感測器可包含可相對於感測器基座延伸以沿著較佳徑向插入方向與第一齒輪裝置接合之探針尖端。替代地或另外，觸覺感測器可相對於感測器基座線性地移動或樞轉以使觸覺感測器與第一齒輪裝置接合。

【0034】 若定位裝置包括第一嚙合感測器及/或第二嚙合感測器，則有利

的是，第一嚙合感測器及/或第二嚙合感測器沿著工件之圓周方向自參考量測裝置偏移。此避免必須使定位裝置在嚙合感測器之使用與參考量測裝置之使用之間移動。詳言之，有利的是，第一嚙合感測器及/或第二嚙合感測器界定與探針尖端之插入方向成一角度之徑向量測方向，較佳地，其中探針尖端之徑向插入方向及徑向量測方向兩者平行於與工件軸線垂直之平面。

【0035】 標記偵測裝置在存在時可界定不同於探針尖端之插入方向之偵測方向，例如垂直於探針尖端之插入方向。然而，其他組態亦係可能的，確切組態很大程度上取決於標記在工件上之位置。

【0036】 如已提及，定位裝置可包含感測器載體，參考量測裝置安裝於感測器載體上。較佳地，參考識別裝置之至少部分亦附接至感測器載體。感測器載體可移動地連接至基座元件以便使感測器載體在停放位置與量測位置之間移動，尤其係藉由使感測器載體圍繞例如垂直於或平行於工件軸線延伸之轉動軸線轉動或藉由使感測器載體沿著例如與工件軸線成徑向地或平行於工件軸線延伸之線性方向線性地移動。

【0037】 定位裝置可為用於加工第二齒輪裝置之機器工具之部分。機器工具可包含工件載體（workpiece carrier）及安裝於其上之至少一個工件心軸（workpiece spindle），工件心軸經組態以收納工件以用於圍繞工件軸線旋轉。機器工具亦可包含機器床（machine bed）。工件載體可為機器床之部分或剛性地連接至機器床，或工件載體可相對於機器床移動，尤其係圍繞工件載體軸線轉動。

【0038】 若工件載體可相對於機器床移動且感測器載體可移動地連接至基座元件，則可有利的是，基座元件位於機器床上，亦即定位裝置不與工件載體一起移動。

【0039】 若位置參考裝置係可用的，則其可包含至少一個位置參考目標及至少一個位置參考感測器。在此情況下，有利的是，至少一個位置參考目標與

工件載體連接且至少一個位置參考感測器與感測器載體連接，或至少一個位置參考目標與感測器載體連接且至少一個位置參考感測器與工件載體連接。

【0040】 亦可設想將定位裝置、尤其係感測器載體配置於工件載體上，使得其與工件載體一起移動。此具有以下優點：不僅可在工件載體靜止時進行參考齒結構之識別及量測，而且可在工件載體移動時進行參考齒結構之識別及量測。因此，非生產時間可最小化。若工件載體可相對於機器床圍繞工件載體軸線轉動，則可有利的是，感測器載體在徑向地位於工件載體軸線與工件軸線之間的部分中安置於工件載體上。

【0041】 機器工具亦可包含經組態以收納加工工具以用於圍繞工具軸線旋轉之工具心軸。機器工具亦可包含經組態以進行上文所描述之操作之控制裝置。詳言之，控制裝置可經組態以使感測器載體在停放位置與量測位置之間移動，尤其係使感測器載體轉動或線性地移動。控制裝置亦可經組態以藉助於位置參考裝置相對於至少一個空間方向、尤其係上文所提及之切向方向、軸向方向及/或徑向方向在量測位置中判定感測器載體相對於工件之位置。控制裝置亦可經組態以使觸覺感測器之探針尖端沿著插入方向相對於感測器載體移動，以便將探針尖端插入至第一齒輪中。另外，控制裝置可經組態以在觸覺感測器與第一齒輪嚙合之前用非接觸式第一嚙合感測器量測第一齒輪裝置，及/或用非接觸式第二嚙合感測器量測第二齒輪以偵測第二齒輪之預加工誤差。

【圖式簡單說明】

【0042】 在下文中參考圖式描述本發明之較佳具體實例，該等具體實例僅用於闡釋且不應被解譯為限制性的。在圖式中：

[圖1]展示在量測位置中具有根據第一具體實例之定位裝置之精整機器的示意性透視圖；

[圖2]展示在停放位置中根據第一具體實例之定位裝置的透視圖；

[圖3]展示在量測位置中根據第一具體實例之定位裝置的透視圖；

[圖4]展示圖3中之細節IV的放大視圖；

[圖5]展示在量測位置中根據第一具體實例之定位裝置的平面視圖，其中探針尖端回縮；

[圖6]展示在量測位置中根據第一具體實例之定位裝置的平面視圖，其中探針尖端延伸；

[圖7]展示加工工件之例示性方法的流程圖；

[圖8]展示在量測位置中根據第二具體實例之定位裝置的平面視圖，停放位置係由虛線指示；

[圖9]展示在量測位置中根據第三具體實例之定位裝置的側視圖；

[圖10]展示在量測位置中根據第四具體實例之定位裝置的側視圖；

[圖11]展示在量測位置中第四具體實例之定位裝置的平面視圖；

[圖12]展示在停放位置中第四具體實例之定位裝置的平面視圖；

[圖13]展示具有根據第五具體實例之定位裝置之精整機器的示意性透視圖；

[圖14]展示第五具體實例之定位裝置的放大視圖，其中探針尖端回縮；

[圖15]展示第五具體實例之視圖，其中探針尖端延伸；

[圖16]展示根據第六具體實例之定位裝置的透視圖；

[圖17]展示圖16中之細節XVII的放大視圖；

[圖18]展示根據第七具體實例之定位裝置的透視圖；

[圖19]展示圖18中之細節XIX的放大視圖；

[圖20]展示繪示根據第六具體實例之定位裝置之標記偵測裝置之感測器信號的時程的圖解；

[圖21]展示繪示來自圖20之感測器信號之差異之時程作為一實例的圖解；

[圖22]展示用於繪示「最佳配合」方法之雙重齒輪裝置的示意圖；

[圖23]展示在停放位置中根據第八具體實例之定位裝置的示意性透視圖；

[圖24]展示圖23中之細節A的放大視圖；

[圖25]展示在量測位置中圖23之定位裝置的示意性側視圖；

[圖26]展示在量測位置中之第八具體實例之定位裝置的示意性平面視圖；

[圖27]展示在停放位置中根據第八具體實例之定位裝置的示意性透視圖，其具有額外位置參考裝置；

[圖28]展示在停放位置中根據第九具體實例之定位裝置的示意性透視圖；

[圖29]展示在量測位置中根據第九具體實例之定位裝置的示意性透視圖；

[圖30]展示在量測位置中根據第九具體實例之定位裝置的示意性側視圖，其具有切口以展示轉出位置（swiveled-out position）中之參考量測裝置；

[圖31]展示在量測位置中根據第九具體實例之定位裝置的示意性側視圖，其具有切口以展示擺入位置（swung-in position）中之參考量測裝置；

[圖32]展示在停放位置中根據第十具體實例之定位裝置的示意性透視圖；

[圖33]展示在量測位置中根據第十具體實例之定位裝置的示意性透視圖；

[圖34]展示在量測位置中具有根據第十一具體實例之定位裝置之齒輪削磨機器的示意性透視圖；

[圖35]展示圖34之區XXXV中的放大細節視圖；且

[圖36]展示在停放位置中根據第十二具體實例之定位裝置的示意性透視圖。

【實施方式】

例示性精整機器之結構

【0043】 圖1展示用於藉由創成研磨（generating grinding）而對齒輪進行硬精整（hard finishing）之精整機器。機器包含機器床10，工具載體20配置於該

機器床上以便可沿著水平進給方向X移動。Z滑塊21配置於工具載體20上且可沿著豎直方向Z移動。Y滑塊22配置於Z滑塊21上，其一方面可相對於Z滑塊21圍繞平行於X軸線延行的圖1中未展示之水平轉動軸線轉動，且另一方面可沿著垂直於X軸線延行並與Z軸線成可調整角度之移位方向Y移動。Y滑塊22承載工具心軸30，呈研磨蝸桿31之形式之精整工具夾持於該工具心軸上。工具心軸30包含工具心軸驅動裝置32以驅動研磨蝸桿31圍繞工具心軸軸線旋轉。

【0044】 呈轉塔（turret）40之形式之轉動工件載體配置於機器床10上。轉塔40可圍繞豎直的轉塔之轉動軸線C3在複數個旋轉位置之間轉動。該轉塔承載兩個工件心軸50，在該兩個工件心軸中之每一者上可夾持有一工件60。對立柱（counter column）51針對每一工件心軸承載一可豎直移動尾座52。工件心軸50中之每一者可經驅動以圍繞工件軸線旋轉。在圖1中，可見工件心軸50之工件軸線被標記為C1。兩個工件心軸在直徑上相對位置中位於轉塔40上（亦即相對於轉塔之轉動軸線C3偏移180°）。以此方式，可裝載及卸載兩個工件心軸中之一者，而在另一工件心軸上，由研磨蝸桿31加工工件。此很大程度上避免非想要的非生產時間（non-productive times）。此類機器概念係自例如WO 00/035621 A1所知。

【0045】 工件60具有兩個外部齒輪裝置。下文更詳細地所描述之定位裝置100用於將工件60相對於其圍繞工件軸線C1之角度位置對準，使得兩個齒輪裝置中之較大者可與研磨蝸桿31進行無碰撞接合，且此齒輪裝置接著可被加工，使得在加工之後，該齒輪裝置以高精確度相對於另一齒輪裝置採取先前判定之角度位置。

【0046】 機器包含以符號形式顯示之機器控制器70，其包含若干控制模組71及一控制面板72。控制模組71中之每一者控制機器軸線及/或自感測器接收信號。

【0047】 在此實例中，控制模組71中之至少一者經組態以與下文更詳細地所描述之定位裝置100之感測器互動。

具有兩個外部齒輪裝置之工件：具有水平轉動軸線之定位裝置

【0048】 圖2至圖6展示根據第一具體實例之定位裝置100以及夾持於工件心軸50上之工件60。

【0049】 尤其係如圖2及圖3中所展示，在此處被展示為一實例之工件60具有軸件，兩個不同大小之正齒輪在該軸件上形成於軸向不同之位置處。正齒輪與軸件形成為單件。兩個正齒輪中之較小者具有第一齒輪裝置61。此齒輪裝置在下文中亦被稱作參考齒輪裝置。兩個正齒輪中之較大者具有第二齒輪裝置62。此齒輪裝置待用精整機器進行加工。在此實例中，齒輪裝置61、62不僅在其尖端圓直徑上不同，而且在齒之數目上不同。此實例展示正齒輪，但齒輪亦可為螺旋齒輪。在此實例中，兩個齒輪裝置完全圍繞工件軸線延伸；然而，一個或兩個齒輪裝置亦可僅被形成為片段。

【0050】 工件60亦具有標記。在此實例中，標記由孔63形成，該孔在徑向地位於第二齒輪裝置62內部之區中形成於兩個正齒輪中之較大者中且平行於工件軸線C1延行。亦可設想其他類型之標記，例如雕刻物、斜面、突出部、色彩標記等。標記亦可形成於工件上之不同部位處。舉例而言，孔可在直徑上通過軸件延行，或軸件可具有斜面。可設想許多其他變化。

【0051】 定位裝置100包含基座元件110，該基座元件連接至圖1中所展示之精整機器中之機器床10。呈轉動臂之形式之感測器載體112附接至基座元件110。感測器載體112可相對於基座元件110樞轉，且因此相對於機器床10在停放位置（圖2）與量測位置（圖3至圖6）之間圍繞水平軸線C5樞轉。

【0052】 感測器載體112承載兩個嚙合感測器121、122，第一嚙合感測器121沿著徑向量測方向R朝向參考齒輪裝置61被引導且第二嚙合感測器122沿著

徑向量測方向R朝向待加工齒輪裝置62對準。嚙合感測器121、122為例如電感性或電容性距離感測器，其藉由距離量測來偵測其是否對準至齒尖或齒隙。嚙合感測器121、122因此實現對齒輪裝置61、62之快速檢驗及在工件60旋轉時對所有齒隙之位置之判定。

【0053】 感測器載體112進一步承載標記偵測裝置130，其在本實例中由單一標記感測器131（參見圖4）組成。在本實例中，標記感測器131經組態為電感性或電容性距離感測器，其類似於嚙合感測器121、122。該標記感測器與形成有孔63的工件60之面對準。當工件60旋轉時，標記感測器131記錄孔穿過其時沿著標記偵測方向M之距離變化。在此基礎上，機器控制器70可判定孔63與標記感測器131對準時的工件60之旋轉角度。取決於標記之類型及部位，亦可使用其他標記感測器，例如光學感測器。標記感測器使得有可能基於標記之位置在參考齒輪裝置61中唯一地識別參考齒結構，尤其係參考齒或參考齒隙。

【0054】 感測器載體112進一步承載參考量測裝置140以量測參考齒結構且因此以高精確度判定工件60之參考角度位置。參考量測裝置140徑向地朝向工件軸線C1被引導。在本實例中，參考量測裝置140經組態為觸覺感測器。觸覺感測器具有連接至感測器載體112之基座及可相對於基座在回縮位置（參見圖5）與延伸位置（參見圖6）之間延伸及回縮之探針尖端141。此允許探針尖端141沿著插入方向E回縮至參考齒輪裝置61中而不必使感測器載體112移動。插入方向E在此處對應於相對於工件軸線C1之徑向方向。然而，參考量測裝置140亦可以另一方式被設計，例如作為光學感測器。

【0055】 最後，感測器載體112承載切向位置感測器152，其經由參考載體42與配置於轉塔40上之位置參考目標151對準。切向位置感測器152經組態為距離感測器，其類似於嚙合感測器121、122及標記感測器131。在量測位置中，其量測切向位置感測器152相對於工件60沿著切向方向T至位置參考目標151之距

離。基於經量測距離，可校正歸因於由熱效應造成之長度變化及失真而引起的參考角度位置之量測誤差，該等熱效應導致參考量測裝置140不再確切地徑向地朝向工件軸線C1被引導。此校正可改良經判定參考角度位置之準確度。替代地，切向位置感測器152及位置參考目標151可被互換。

工件之加工

【0056】 圖7繪示用於用圖1中所展示之精整機器加工工件60的例示性流程圖。

【0057】 在步驟301中，將工件60夾持於工件心軸50上。在步驟302中，將感測器載體112自圖2之停放位置移動至圖3至圖6之量測位置。在步驟303中，使用切向位置感測器152判定感測器載體112之切向位置，且自此導出待判定之參考旋轉角度位置之校正值。在步驟304中，使用標記偵測裝置130判定孔63之位置。在步驟305中，在此基礎上識別參考齒結構。

【0058】 在步驟306中，憑藉嚙合感測器121、122檢查兩個齒輪裝置61、62。一方面，執行一致性檢查以判定所要類型之齒結構是否實際上存在於參考齒結構應根據標記而定位之位置處。否則，停止製程並輸出誤差訊息。另一方面，執行檢查以查看如何使第二齒輪裝置相對於第一齒輪裝置對準。出於此目的，一方面，進行檢查以查看第二齒輪裝置之齒結構是否在可接受公差內與參考齒結構對準；另一方面，針對預加工誤差進行檢查。若此檢查展示第二齒輪裝置可被成功地加工，則繼續製程。否則，停止操作，且將工件作為「未按次序」(not in order；NIO) 部件捨棄。

【0059】 現在在步驟307中量測參考齒結構。為了進行此操作，使用工件心軸50將工件60帶入至探針尖端141可移動至參考齒結構中之旋轉角度位置中。現在藉由檢查探針尖端141觸碰參考齒結構之左側腹及右側腹的工件之角度位置而使用自齒輪檢驗所知之製程來量測參考齒結構。自此判定工件之參考角

度位置。

【0060】 在步驟308中，在此基礎上判定工件60與研磨蝸桿31之間的滾動耦接角度。感測器載體112移動回至停放位置中，且轉塔40圍繞轉塔之轉動軸線C3轉動180°以將工件心軸50帶入至加工位置中。現在，在步驟309中，用研磨蝸桿31加工工件60之待加工齒輪裝置62。轉塔40現在再次轉動180°，且在步驟310中移除經加工工件60。經加工齒輪裝置62現在參考參考齒輪裝置61以所要方式確切地對準。

【0061】 當然，可設想對此例示性流程圖之各種修改。

具有兩個外部齒輪裝置之工件：具有豎直轉動軸線之定位裝置

【0062】 圖8展示根據第二具體實例之定位裝置。具有相同或類似功能之組件係用與圖1至圖6中相同之參考標號進行標記。此定位裝置不同於圖1至圖6中之定位裝置之處在於，感測器載體112可不圍繞水平軸件而是相對於基座元件110圍繞豎直軸線C6轉動。此在工件60將以使兩個齒輪裝置61、62中之較大者位於較小齒輪裝置上方的方式被夾持之情況下特別有利。接著不再有可能使感測器載體112無碰撞地圍繞水平軸線轉動。

【0063】 此繪示於圖9中，該圖展示根據第三具體實例之定位裝置。具有相同或類似功能之組件係再次用與圖1至圖6中相同之參考標號進行標記。工件60現在相對於圖8中所展示之具體實例倒置。感測器載體112上之各種感測器裝置之配置被相應地調適。可看出，感測器載體112可在無碰撞之情況下圍繞豎直軸線C6轉入及轉出。

具有兩個外部齒輪裝置之工件：具有線性位移軸線之定位裝置

【0064】 替代地，亦有可能使感測器載體移動。此繪示於圖10至圖12中，該等圖展示根據第四具體實例之定位裝置。感測器載體112可在量測位置（圖11）與停放位置（圖12）之間線性地移動。線性位移方向V在此處與探針尖端141之

插入方向E重合。然而，探針尖端141之回縮及延伸移動仍獨立於感測器載體112之位移。

具有兩個外部齒輪裝置之工件：轉塔上之定位裝置

【0065】 亦有可能將定位裝置附接至轉塔40。此允許非生產時間進一步最小化。此繪示於圖13至圖15中，該等圖展示具有根據第五具體實例之定位裝置之精整機器。具有相同或類似功能之組件係再次用與圖1至圖6中相同之參考標號進行標記。此處，感測器載體112附接至轉塔40且可相對於其沿著豎直方向移動。探針尖端141亦可在此處與工件軸線C1成徑向地——亦即水平地——插入至參考齒輪裝置中。

藉由差異形成之標記偵測

【0066】 圖16及圖17繪示根據第六具體實例之定位裝置，其標記偵測裝置130包含兩個標記感測器131、132。標記感測器再次為電感性或電容性距離感測器，其判定自各別感測器之前側至工件之相對表面之距離。標記感測器各自輸出指示經量測距離之信號。兩個標記感測器131、132相對於工件之圓周方向並排地配置，亦即相對於徑向方向前後地配置。當工件旋轉時，孔63穿過外部標記感測器131，而內部標記感測器132保持不受孔影響。

【0067】 替代地，標記感測器131、132亦可相對於工件之圓周方向前後地配置，亦即相對於工件軸線在相同半徑上配置。對應第七具體實例繪示於圖18及圖19中。在此情況下，兩個標記感測器一個接一個地偵測孔。

【0068】 第六具體實例之所得輸出信號在圖20中被繪示為一實例。在此實例中，工件以相對大軸向跳動誤差被夾持。歸因於軸向跳動誤差，兩個標記感測器中之每一者記錄正弦信號210、220，其頻率對應於工件之旋轉頻率。第一標記感測器131之信號210亦具有由穿孔63引起之峰值211。峰值指示孔63與標記感測器131相對之旋轉角度位置。因為孔63具有小於感測器131之主動區之相對

小直徑，所以此信號相比於正弦分量之振幅相對小。因此並不總是易於用習知的信號處理方法明確地偵測到峰值。

【0069】 為了促進峰值之唯一識別，可形成兩個標記感測器131、132之信號210、220之差異。差異信號展示於圖21中。差異信號230現在具有明顯超過疊加殘餘正弦信號及雜訊之峰值231。峰值現在可例如藉由簡單的定限來偵測。

【0070】 在第七具體實例中，差異形成會產生具有相反正負號之兩個峰值，其在時間上彼此跟隨。亦可可靠地偵測到此兩個峰值。

使用「最佳配合」方法來識別參考齒結構

【0071】 代替使用標記，可使用「最佳配合」方法來識別參考齒結構。此繪示於圖22中。

【0072】 首先，用第一嚙合感測器判定第一齒輪裝置61之齒結構之旋轉角度位置，且用第二嚙合感測器判定第二齒輪裝置62之齒結構之旋轉角度位置。接著，判定第一齒輪裝置61之齒結構與第二齒輪裝置62之齒結構之間的旋轉角度距離。比較此類旋轉角度距離與指定距離設定點。系統搜尋至第二齒輪裝置62之任何齒結構之旋轉角度距離以最佳準確度（「最佳配合」）與指定距離設定點匹配的第一齒輪裝置61之齒結構。舉例而言，系統搜尋與第二齒輪裝置62之齒結構具有最小旋轉角度距離——亦即與第二齒輪裝置62之齒結構儘可能精確地對準——的第一齒輪裝置61之齒結構。在圖22中，此為齒隙301，其與第二齒輪裝置62之齒隙302幾乎完全對準，且自第一齒輪裝置61之所有其他齒隙至第二齒輪裝置62之下一齒隙之旋轉角度距離大於針對齒隙對301、302之旋轉角度距離。齒隙301因此經識別為參考齒隙。

【0073】 若可減小兩個齒結構之齒之數目之分率，則存在第一齒輪裝置之若干齒結構，其在理想條件下具有至第二齒輪裝置之齒結構之相同旋轉角度距離。換言之，舉例而言，若第一齒輪裝置具有 kN_1 個齒且第二齒輪裝置具有 kN_2

個齒，其中 k 、 N_1 及 N_2 為大於1之自然數，且其中 N_1 及 N_2 不具有除了1以外之共同質因數，則在第一齒輪裝置及第二齒輪裝置之齒結構具有相同旋轉角度距離之情況下理論上存在工件之 k 個旋轉角度。在此情況下，當判定「最佳配合」時，可在 $2\pi/k$ 之旋轉角度距離處遍及 k 個齒結構平均化旋轉角度距離與距離設定點之偏差。

具有兩個內部齒輪裝置之工件：具有水平轉動軸線之定位裝置

【0074】 圖23至圖27展示根據第八具體實例之定位裝置。具有相同或類似功能之組件係再次用與圖1至圖6中相同之參考標號進行標記。第八具體實例之定位裝置經組態以判定雙重齒輪裝置工件60之參考旋轉角度位置，該雙重齒輪裝置工件之參考齒輪裝置61及待加工齒輪裝置62兩者均經組態為內部齒輪裝置。

【0075】 工件60再次承載呈孔(參見圖24)之形式之標記63。在此實例中，此孔徑向地形成於參考齒輪裝置61外部並徑向地形成於待加工齒輪裝置62內部，且平行於工件軸線C1延行。

【0076】 第八具體實例之定位裝置與第一具體實例之定位裝置基本上類似。其同樣包含連接至精整機器之機器床或工件載體之基座元件110。呈轉動臂之形式之感測器載體112附接至此基座元件110。感測器載體112可再次在停放位置(圖22、圖27)與量測位置(圖25、圖26)之間圍繞水平轉動軸線C5相對於基座元件110轉動。

【0077】 感測器載體112同樣承載兩個嚙合感測器121、122，該等嚙合感測器徑向地向外朝向向內定向之齒輪裝置61、62被引導。

【0078】 感測器載體112進一步承載標記偵測裝置130，如在第一版本中，該標記偵測裝置在此處僅包含單一標記感測器(參見圖25至圖27)。

【0079】 此外，感測器載體112承載參考量測裝置140，該參考量測裝置在

此處再次經組態為具有探針尖端141之觸覺感測器。與第一具體實例之筆直探針尖端對比，探針尖端141在此處成角度。在探針尖端之自由端之方向上，探針尖端具有探針區段，探針區段在量測位置中水平地定向且意欲徑向地插入至參考齒輪裝置61之齒隙中。探針尖端亦具有連接區段，連接區段在量測位置中豎直地定向且將探針尖端連接至參考量測裝置140之基座。連接區段與探針區段係由彎曲區段連接。為了將探針尖端141與其探針區段插入至參考齒輪裝置之齒空間中，將參考量測裝置之基座配置於線性滑塊142上。線性滑塊142可在感測器載體112上沿著插入方向E線性地移動。插入方向在量測位置中為徑向。

【0080】 圖27亦展示可選的位置參考裝置。如同上文所論述之具體實例，感測器載體112上之切向位置感測器152在此處與參考載體42上之位置參考目標151互動以判定感測器載體112相對於與工件60成切向之切向方向之位置。再次，切向位置感測器152及位置參考目標151之角色亦可被互換，亦即切向位置感測器可位於參考載體上且位置參考目標可位於感測器載體上。

【0081】 藉由用參考量測裝置量測參考齒結構來識別參考齒輪裝置61之參考齒結構及判定工件60之參考旋轉角度位置係以類似於第一具體實例之方式進行。待加工齒輪裝置62接著可用適合於加工內部齒輪裝置之精整製程來精整，例如藉由齒輪削磨。出於此目的，可再次基於經判定參考旋轉角度位置設定滾動耦接角度。

【0082】 在圖23至圖27中，參考齒輪裝置61之內徑小於待加工齒輪裝置62之內徑，使得感測器載體112可藉由簡單的轉動移動被帶入至量測位置而無任何問題且無碰撞。

【0083】 另一方面，若參考齒輪裝置61相比於待加工齒輪裝置62應具有較大內徑，則應考量以下考慮因素：出於對加工工具之可接取性的原因，待加工齒輪裝置62通常必須仍位於頂部處。此意謂不再有可能藉由僅圍繞水平軸線之

簡單的轉動移動而在無碰撞之情況下將感測器載體112帶入至量測位置中。在此情況下，存在若干選項。第一選項係提供用於定位裝置之額外軸線，例如額外線性位移軸線。舉例而言，整個感測器載體112可安裝於線性滑塊上，該線性滑塊可相對於固持器上之工件軸線徑向地位移，由此此固持器又附接至靜止基座元件110，使得該固持器可圍繞軸線C5轉動，或基座元件110自身可相對於機器床線性地位移。第二選項係將感測器載體112附接至可不論如何由已經存在之機器軸線移動的機器元件，例如將感測器載體附接至工具載體。下文將參考圖34及圖35更詳細地闡釋此情形。當然，亦可設想其他選項。

具有兩個內部齒輪裝置之工件：具有線性位移軸線之定位裝置

【0084】 圖28至圖31展示根據第九具體實例之定位裝置。具有相同或類似功能之組件係再次用與圖1至圖6中相同之參考標號進行標記。類似於第八具體實例之定位裝置，第九具體實例之定位裝置經組態以判定雙重齒輪裝置工件60之參考旋轉角度位置，該雙重齒輪裝置工件之參考齒輪裝置61及待加工齒輪裝置62兩者均經組態為內部齒輪裝置。

【0085】 與第八具體實例對比，感測器載體112可相對於基座元件110沿著位移方向V線性地移動以將感測器載體112自停放位置（圖28）移動至量測位置（圖29）。兩個嚙合感測器121、122及標記偵測裝置130安裝於感測器載體112上。切向位置感測器152亦安裝於感測器載體112上或中，該感測器載體與未展示之位置參考目標互動。

【0086】 再次，感測器載體112亦承載呈觸覺感測器之形式之參考量測裝置140，該觸覺感測器具有彎曲探針尖端141。為了使探針尖端141與參考齒輪裝置61接合，將參考量測裝置140之基座樞轉地連接至感測器載體112。對應轉動軸線C7在此處水平地延行。參考量測裝置140可因此在轉出位置（圖30）與轉入位置（31）之間轉動，在該轉出位置中，探針尖端141與參考齒輪裝置61不接合，

且在該轉入位置中，探針尖端141與參考齒輪裝置61接合。代替水平延伸之轉動軸線C7，亦可設想豎直或傾斜軸線。

【0087】 亦可修改此具體實例，使得即使待加工上部齒輪裝置62之內徑小於在下方之參考齒輪裝置61，感測器載體112亦可在無碰撞之情況下被帶入至量測位置中。詳言之，可設想出於此目的而提供額外線性位移軸線，基座元件110可用該額外線性位移軸線相對於機器床沿著相對於工件軸線之徑向方向而位移。

具有一個外部齒輪裝置及一個內部齒輪裝置之工件

【0088】 圖32及圖33展示根據第十具體實例之定位裝置。具有相同或類似功能之組件係再次用與圖1至圖6中相同之參考標號進行標記。此定位裝置經組態以判定雙重齒輪裝置工件60之參考旋轉角度位置，該雙重齒輪裝置工件之參考齒輪裝置61為內部齒輪裝置且該雙重齒輪裝置工件之待加工齒輪裝置62為外部齒輪裝置。

【0089】 第十具體實例之定位裝置與第九具體實例之定位裝置非常類似。唯一顯著差異為，嚙合感測器122現在徑向地向內對準以量測待加工齒輪裝置62。

在齒輪削磨機器中之用途

【0090】 在一些具體實例中，定位裝置可附接至機器工具之組件，該組件可由以不論如何存在之機器軸線而相對於工件移動。詳言之，定位裝置可安裝於機器工具之可移動工具載體上，該工具載體承載工具心軸。

【0091】 此繪示於圖34及圖35中。此等圖展示根據2020年7月6日之國際專利申請案PCT/EP 2020/068945而建構且承載根據第十一具體實例之定位裝置的齒輪削磨(滾刀剝落)機器。2020年7月6日之國際專利申請案PCT/EP 2020/068945之內容以引用之方式併入至本揭示內容中。

【0092】 機器具有機器床310。機器床310在側視圖上為大致L形，其具有水平區段311及豎直區段312。

【0093】 呈Y滑塊340之形式之可移動工件載體配置於水平區段311上。Y滑塊340可相對於機器床310沿著Y方向移動。Y方向在空間中水平地延行。Y滑塊340承載工件心軸50，預有齒工件60夾持於該工件心軸上。工件60圍繞工件軸線（C軸線）在工件心軸50上旋轉。C軸線在空間中豎直地延行。在此實例中，工件60具有兩個內部齒輪裝置，即參考齒輪裝置61及配置於該參考齒輪裝置上方之待加工齒輪裝置62。

【0094】 Z滑塊320配置於機器床310之豎直區段312處。其可相對於機器床310沿著豎直Z方向移動。呈X滑塊322之形式之工具載體配置於Z滑塊320上。X滑塊承載工具心軸30。X滑塊322可相對於Z滑塊320沿著X方向移動。X方向在空間中水平地延行且垂直於Y方向及Z方向。Z滑塊320及X滑塊322一起形成交叉滑塊，其使安裝於其上之工具心軸30能夠沿著彼此垂直之Z方向及X方向移動。

【0095】 工具心軸30驅動夾持於其上之齒輪削磨工具以圍繞工具軸線旋轉。在圖34及圖35中，齒輪削磨工具由X滑塊322隱藏且因此不可見。工具心軸30可圍繞平行於X方向延行之水平轉動軸線相對於X滑塊322轉動，該水平轉動軸線可以被認知為A軸線。

【0096】 X滑塊322亦承載定位裝置100，其在圖35中被放大展示。定位裝置包含可沿著位移方向V移動之基座元件110及感測器載體112。位移方向V相對於Y方向及Z方向傾斜且垂直於X方向。使用機器軸線X、Y及Z以及位移軸線V，可將感測器載體112帶入至圖34及圖35中所展示之量測位置中。

【0097】 以此方式，即使待加工齒輪裝置62之內徑小於參考齒輪裝置61，仍尤其有可能在無碰撞之情況下將感測器載體112帶入至量測位置中。

【0098】 定位裝置100安裝於X滑塊322之足夠遠離齒輪削磨工具以使得

定位裝置100在工件60之加工期間不對其造成干擾的區中。

位置參考裝置

【0099】 在上文所闡釋之所有例示性具體實例中，位置參考裝置可用於判定定位裝置相對於工件載體之空間位置。雖然在上文所闡釋之一些例示性具體實例中展示僅包含切向位置感測器之位置參考裝置，但位置參考裝置亦可包含相對於其他空間方向之位置參考感測器。

【0100】 此繪示於圖36中，該圖展示根據第十二具體實例之定位裝置。圖36之定位裝置基本上對應於第八具體實例之定位裝置。其僅在位置參考裝置之設計上有所不同。

【0101】 在此具體實例中，位置參考裝置再次包含參考載體42上之位置參考目標151。位置參考目標151為立方形或立方體且形成彼此垂直之至少三個參考表面。參考載體42剛性地連接至承載工件心軸50之工件載體。三個位置參考感測器152、153及154現在配置於感測器載體112上。在量測位置中，此等位置參考感測器朝向位置參考目標151之不同參考表面被引導。第一位置參考感測器152形成切向位置感測器。此感測器沿著與工件成切向地延行之方向朝向位置參考目標151之對應參考表面被引導，該參考表面具有切向表面法線。第二位置參考感測器153形成軸向位置感測器。此感測器沿著平行於工件軸線之方向朝向位置參考目標151之對應參考表面被引導，該參考表面具有軸向延行之表面法線。第三位置參考感測器154形成徑向位置感測器。此感測器在與工件軸線成徑向地延行之方向上朝向位置參考目標151之對應參考表面被引導，該參考表面具有徑向延行之表面法線。代替具有若干參考表面之單一位置參考目標，亦可存在若干位置參考目標，此等位置參考目標中之每一者針對量測方向中之一者形成對應參考表面。

【0102】 位置參考感測器152、153、154及位置參考目標151之角色亦可被

互換，亦即位置參考感測器可位於參考載體上且位置參考目標可位於感測器載體上。

【0103】 位置參考感測器較佳地為雷射距離感測器，此係因為其本身係自先前技術所知。

修改

【0104】 雖然已藉助於若干例示性具體實例來闡釋本發明，但本發明不限於此等具體實例，且大量修改係可能的。上文已描述一些修改。本發明不限於在上文所提及之諸如齒輪研磨或齒輪削磨之例示性齒輪切割製程之範圍內的應用。實情為，亦有可能在雙重齒輪裝置及多重齒輪裝置之其他精細加工製程之範圍內使用本發明。此等製程可例如為諸如齒輪搪磨之其他齒輪加工製程，或諸如輪廓研磨之不連續製程。若感測器載體可樞轉地連接至基座元件，則轉動軸線可不僅為水平或豎直，而且在空間中傾斜。若感測器載體可相對於基座元件線性地位移，則位移方向可偏離探針尖端之插入方向，如在上文所闡釋之一些具體實例中。亦可設想沿著弧之彎曲位移方向。在所有具體實例中，可設想使用另一類型之標記來代替孔，並將其置放於不同於所展示之位置的位置處。因此，可使用另一類型之標記感測器，該標記感測器適於標記之類型，且標記偵測裝置可以不同方式連接至感測器載體。多種其他修改係可能的。

【符號說明】

【0105】

10:機器床

20:工具載體

21:Z滑塊

22:Y滑塊

- 30:工具心軸
- 31:研磨蝸桿
- 32:工具心軸驅動裝置
- 40:轉塔/工件載體
- 42:參考載體
- 50:工件心軸
- 51:對立柱
- 52:尾座
- 60:工件
- 61:第一齒輪裝置（參考齒輪裝置）
- 62:第二齒輪裝置（待加工齒輪裝置）
- 63:標記（鑽孔/孔）
- 70:機器控制器
- 71:控制模組
- 72:控制面板
- 100:定位裝置
- 110:基座元件
- 112:感測器載體
- 121:第一嚙合感測器
- 122:第二嚙合感測器
- 130:標記偵測裝置
- 131:（第一）標記感測器
- 132:第二標記感測器
- 140:參考量測裝置（觸覺感測器）

141:探針尖端
142:線性滑塊
151:位置參考目標
152:切向位置感測器
153:徑向位置感測器
154:軸向位置感測器
210:第一標記感測器之信號
211:峰值
220:第二標記感測器之信號
230:差異信號
231:峰值
301:參考齒隙
302:對應齒隙
310:機器床
311:水平區段
312:豎直區段
320:Z滑塊
322:X滑塊/工具載體
340:Y滑塊/工件載體
C:工件軸線
C1:工件軸線
C3:轉塔之轉動軸線
C5:水平轉動軸線
C6:豎直轉動軸線

C7:水平轉動軸線

E:插入方向

M:標記偵測方向

R:徑向量測方向

T:切向方向

V:位移方向

X:線性軸線

Y:線性軸線

Z:線性軸線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種加工具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置（61、62）之一工件（60）之方法，該工件（60）經安裝以用於圍繞一工件軸線（C1）旋轉，該方法包含：

用在無接觸之情況下操作之一參考識別裝置識別該第一齒輪裝置（61）之至少一個參考齒結構；

用一參考量測裝置（140）量測該至少一個參考齒結構以判定該工件（60）之一參考旋轉角度位置；及

用一加工工具（31）加工該第二齒輪裝置（62），使得該第二齒輪裝置（62）獲得與該經判定參考旋轉角度位置成一預定關係之一旋轉角度位置。

【請求項2】如請求項1之方法，其中該工件（60）包含一標記（63），其中該參考識別裝置包含在無接觸之情況下操作之一標記偵測裝置（130），且其中識別該第一齒輪裝置（61）之該至少一個參考齒結構包含：

用該標記偵測裝置（130）偵測該工件（60）之該標記（63）；及

藉助於該經偵測標記（63）識別該第一齒輪裝置（61）之該至少一個參考齒結構。

【請求項3】如請求項2之方法，其中該標記偵測裝置（130）包含第一標記感測器及第二標記感測器（131、132），其中偵測該標記（63）包含形成來自該第一標記感測器及該第二標記感測器（131、132）之信號之一差異。

【請求項4】如請求項1之方法，其中該參考識別裝置包含一非接觸式第一嚙合感測器（121）及一非接觸式第二嚙合感測器（122），且其中識別該第一齒輪裝置（61）之該至少一個參考齒結構包含：

用該第一嚙合感測器（121）判定該第一齒輪裝置（61）之齒結構之旋轉角度位置；

用該第二嚙合感測器（122）判定該第二齒輪裝置（62）之齒結構之旋轉角度位置；

判定該第一齒輪裝置（61）之齒結構自該等經判定旋轉角度位置至該第二齒輪裝置（62）之齒結構之旋轉角度距離；及

基於該等旋轉角度距離與一指定標稱距離之一比較來識別該第一齒輪裝置之該至少一個參考齒結構。

【請求項5】如請求項1至4中任一項之方法，其中該參考量測裝置（140）包含：

一觸覺感測器；或

一光學感測器。

【請求項6】如請求項5之方法，

其中該參考量測裝置（140）包含一觸覺感測器，

其中該觸覺感測器包含一感測器基座及一探針尖端（141）且該探針尖端（141）相對於該感測器基座延伸以沿著一插入方向（E）與該第一齒輪裝置（61）接合，或是其中該觸覺感測器相對於一感測器載體（112）位移或樞轉以使該觸覺感測器與該第一齒輪裝置（61）接合。

【請求項7】如請求項1至4中任一項之方法，其中該第二齒輪裝置（62）係藉由一創成加工製程進行加工，尤其係藉由一創成研磨製程進行加工，且其中用於該創成加工製程之一滾動耦接角度係使用該工件（60）之該先前判定之參考旋轉角度位置進行判定。

【請求項8】如請求項1至4中任一項之方法，其包含：

在該工件（60）圍繞該工件軸線（C1）旋轉時，用一非接觸式第一嚙合感測器（121）測試該第一齒輪裝置（61）及/或用一非接觸式第二嚙合感測器（122）測試該第二齒輪裝置（62）。

【請求項9】如請求項1至4中任一項之方法，其中該參考量測裝置（140）安裝於一感測器載體（112）上，且其中該方法包含：

使該感測器載體（112）在一停放位置與一量測位置之間移動，尤其係藉由圍繞較佳地垂直於或平行於該工件軸線（C1）延伸之一轉動軸線（C5、C6）而轉動，或是藉由沿著較佳地徑向地或平行於該工件軸線（C1）延伸之一位移方向（V）而位移。

【請求項10】如請求項9之方法，其中至少一個其他感測器裝置附接至該感測器載體（112），尤其係該參考識別裝置之至少部分。

【請求項11】如請求項9之方法，其包含：

藉助於一位置參考裝置（151、152、153、154）在該量測位置中判定該感測器載體（112）相對於至少一個空間方向之位置，尤其係相對於一切向方向、一軸向方向及/或一徑向方向之一位置；及

使用該感測器載體（112）之該經判定位置校正該經判定參考旋轉角度位置。

【請求項12】如請求項1至4中任一項之方法，

其中該第一齒輪裝置（61）及該第二齒輪裝置（62）為外部齒輪裝置；

其中該第一齒輪裝置（61）及該第二齒輪裝置（62）為內部齒輪裝置；

其中該第一齒輪裝置（61）為一內部齒輪裝置且該第二齒輪裝置（62）為一外部齒輪裝置；或

其中該第一齒輪裝置（61）為一外部齒輪裝置且該第二齒輪裝置（62）為一內部齒輪裝置。

【請求項13】一種用於判定具有第一齒輪裝置及第二齒輪裝置（61、62）之一工件（60）之一參考旋轉角度位置之定位裝置（100），該定位裝置（100）包含：

一參考識別裝置，其經組態以在無接觸之情況下識別該第一齒輪裝置（61）

之至少一個參考齒結構；及

一參考量測裝置（140），其經組態以量測由該參考識別裝置識別的該第一齒輪裝置（61）之該參考齒結構以判定該工件（60）之該參考旋轉角度位置。

【請求項14】如請求項13之定位裝置（100），其中該參考識別裝置包含經組態以在無接觸之情況下偵測該工件（60）之一標記（63）之一標記偵測裝置（130）。

【請求項15】如請求項14之定位裝置（100），其中該標記偵測裝置（130）包含第一標記感測器及第二標記感測器（131、132），該第一標記感測器及該第二標記感測器（131、132）相對於該工件（60）之一圓周方向依序地或並排地配置。

【請求項16】如請求項13之定位裝置（100），其中該參考識別裝置包含：

一非接觸式第一嚙合感測器（121），其用於判定該第一齒輪裝置（61）之齒結構之旋轉角度位置；及

一非接觸式第二嚙合感測器（122），其用於判定該第二齒輪裝置（62）之齒結構之旋轉角度位置。

【請求項17】如請求項16之定位裝置（100），其中該第一嚙合感測器（121）及/或該第二嚙合感測器（122）沿著該工件（60）之一圓周方向自該參考量測裝置（140）偏移地配置。

【請求項18】如請求項13至17中任一項之定位裝置（100），其中該參考量測裝置（140）包含：

一觸覺感測器；或

一光學感測器。

【請求項19】如請求項18之定位裝置（100），

其中該參考量測裝置（140）包含一觸覺感測器，

其中該觸覺感測器包含一感測器基座及一探針尖端（141），且

其中該探針尖端（141）可相對於該感測器基座延伸以沿著一插入方向（E）與該第一齒輪裝置（61）接合。

【請求項20】如請求項13至17中任一項之定位裝置（100），其包含一感測器載體（112），該參考量測裝置（140）附接至該感測器載體。

【請求項21】如請求項20之定位裝置（100），

其中該參考量測裝置（140）包含一觸覺感測器，

其中該觸覺感測器可位移地或可樞轉地配置於該感測器載體（112）上以使該觸覺感測器與該第一齒輪裝置（61）接合。

【請求項22】如請求項20之定位裝置，其中該參考識別裝置之至少部分附接至該感測器載體（112）。

【請求項23】如請求項20之定位裝置（100），其中該感測器載體（112）可移動地連接至一基座元件（110）以便使該感測器載體（112）在一停放位置與一量測位置之間移動，尤其係藉由圍繞較佳地垂直於或平行於該工件軸線（C1）延伸之一轉動軸線（C5、C6）而轉動，或是藉由沿著較佳地徑向地或平行於該工件軸線（C1）延伸之一位移方向（V）而位移。

【請求項24】如請求項23之定位裝置（100），其進一步包含一位置參考裝置（151、152、153、154），該位置參考裝置用於判定該感測器載體（112）在該量測位置中相對於至少一個空間方向之一位置，尤其係相對於一切向方向、一軸向方向及/或一徑向方向之一位置。

【請求項25】一種機器工具，其包含：

一如請求項13至24中任一項之定位裝置（100）；

一工件載體（40）；及

至少一個工件心軸（50），其配置於該工件載體（40）上且經組態以收納該

工件（60）以用於圍繞該工件軸線（C1）旋轉。

【請求項26】如請求項25之機器工具，

其中該定位裝置（100）係如請求項24而組態，

其中該位置參考裝置包含至少一個位置參考目標（151）及至少一個位置參考感測器（152、153、154），

其中該至少一個位置參考目標（151）連接至該工件載體（40）且該至少一個位置參考感測器（152、153、154）連接至該感測器載體（112），或是該至少一個位置參考目標（151）連接至該感測器載體（112）且該至少一個位置參考感測器（152、153、154）連接至該工件載體（40）。

【請求項27】如請求項25或26之機器工具，

其包含一機器床（10），其中該工件載體（40）可相對於該機器床（10）移動，尤其係可圍繞一工件載體軸線（C3）樞轉，

其中該定位裝置（100）係如請求項23或24而組態，且

其中該基座元件（110）配置於該機器床（10）上。

【請求項28】如請求項25或26之機器工具，

其中該工件載體（40）可圍繞一工件載體軸線（C3）相對於該機器床（10）樞轉，且

其中該感測器載體（112）在徑向地位於該工件載體軸線（C3）與該工件軸線（C1）之間的一區域中配置於該工件載體（40）上。

【請求項29】如請求項25或26之機器工具，其包含：

一工具心軸（30），其經組態以收納一加工工具（31）以用於圍繞一工具軸線旋轉；及

一控制裝置（70），其經組態以執行如請求項1至12中任一項之方法。

【發明圖式】

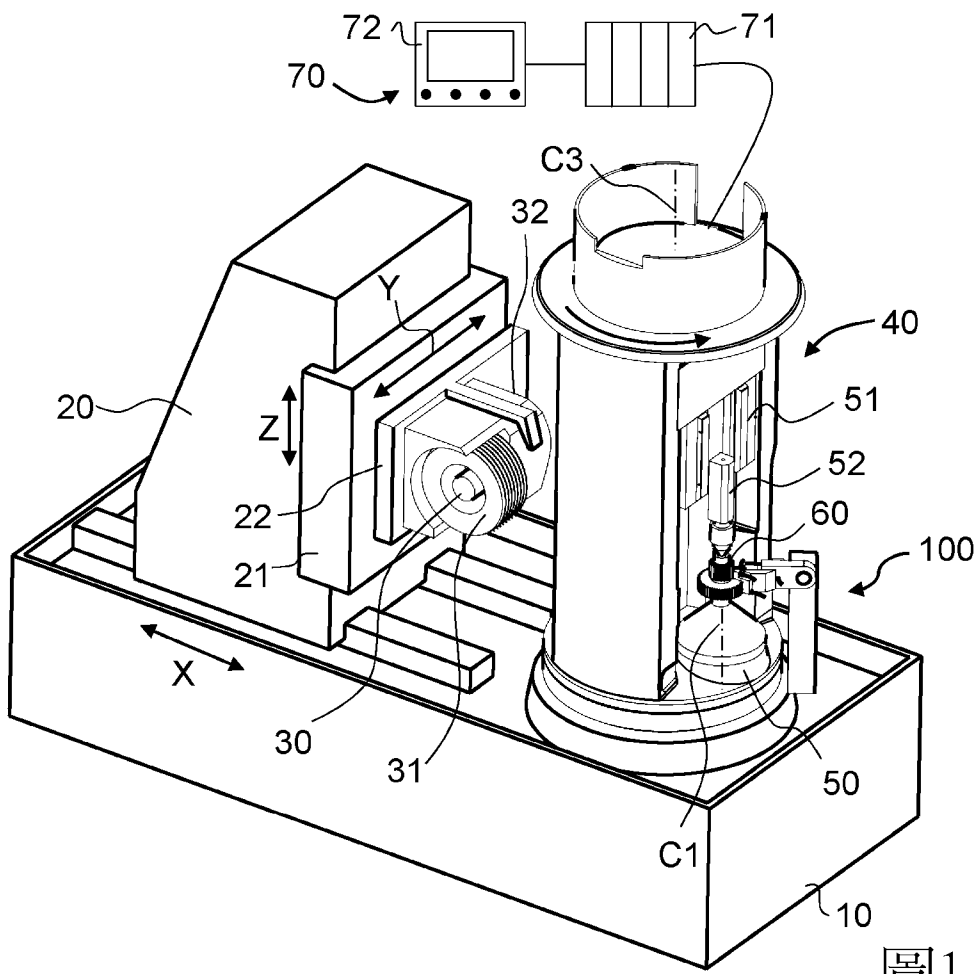


圖1

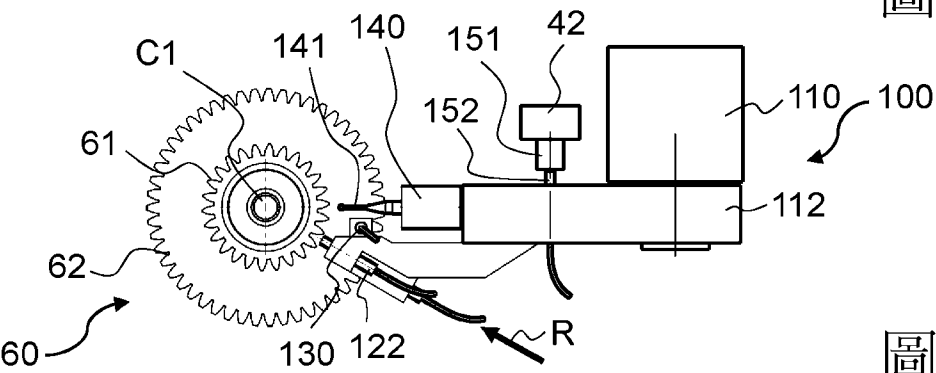


圖5

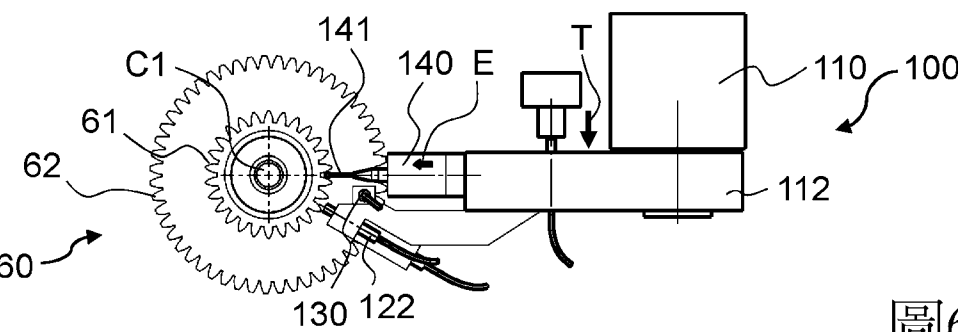


圖6

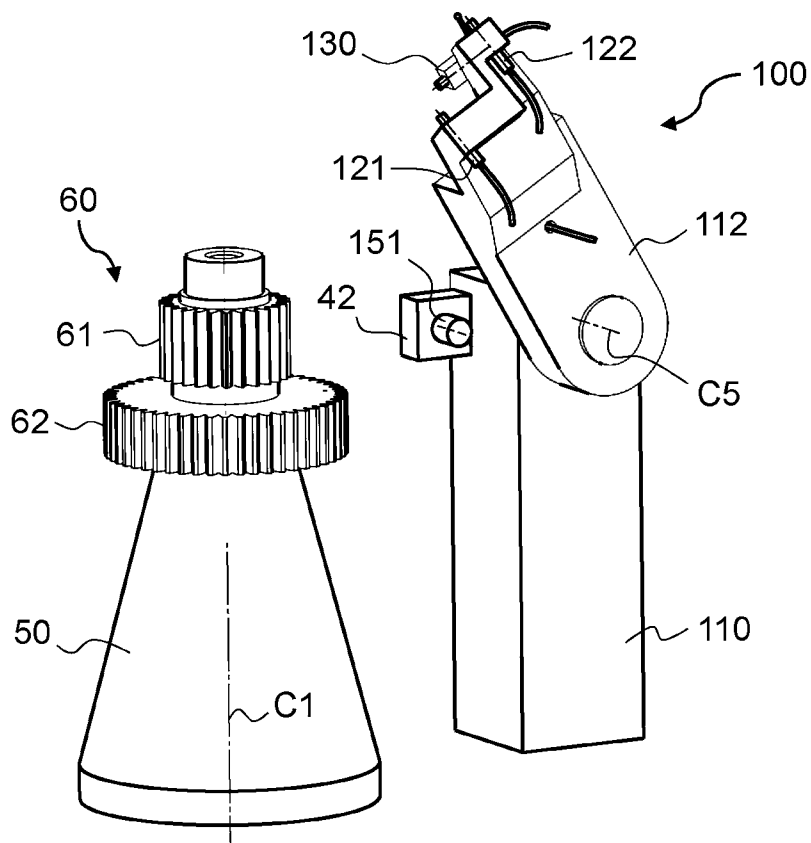


圖2

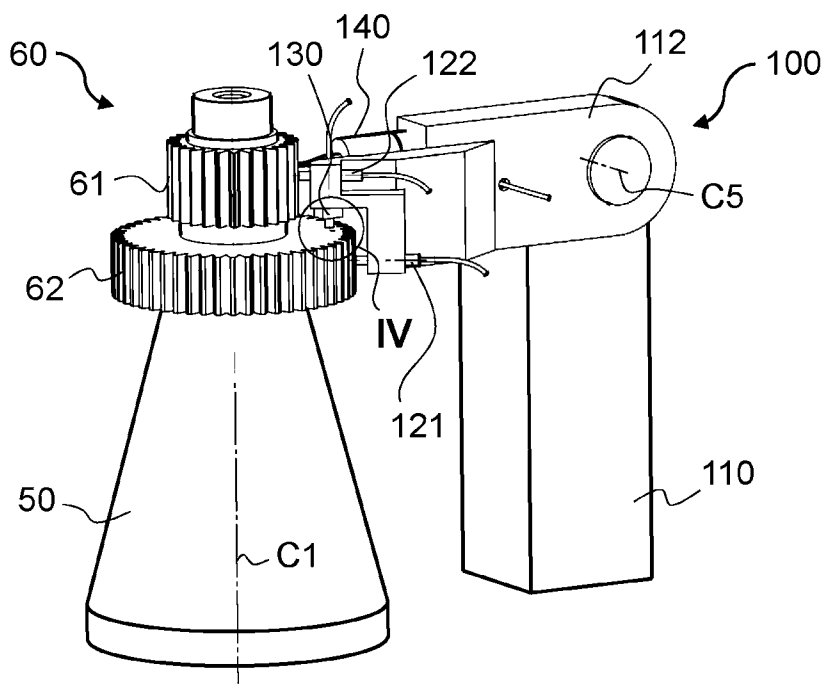


圖3

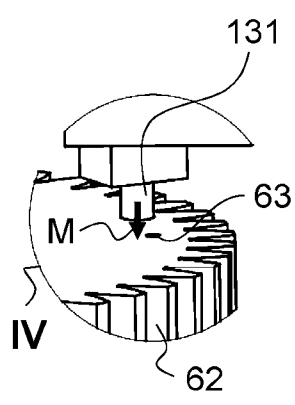


圖4

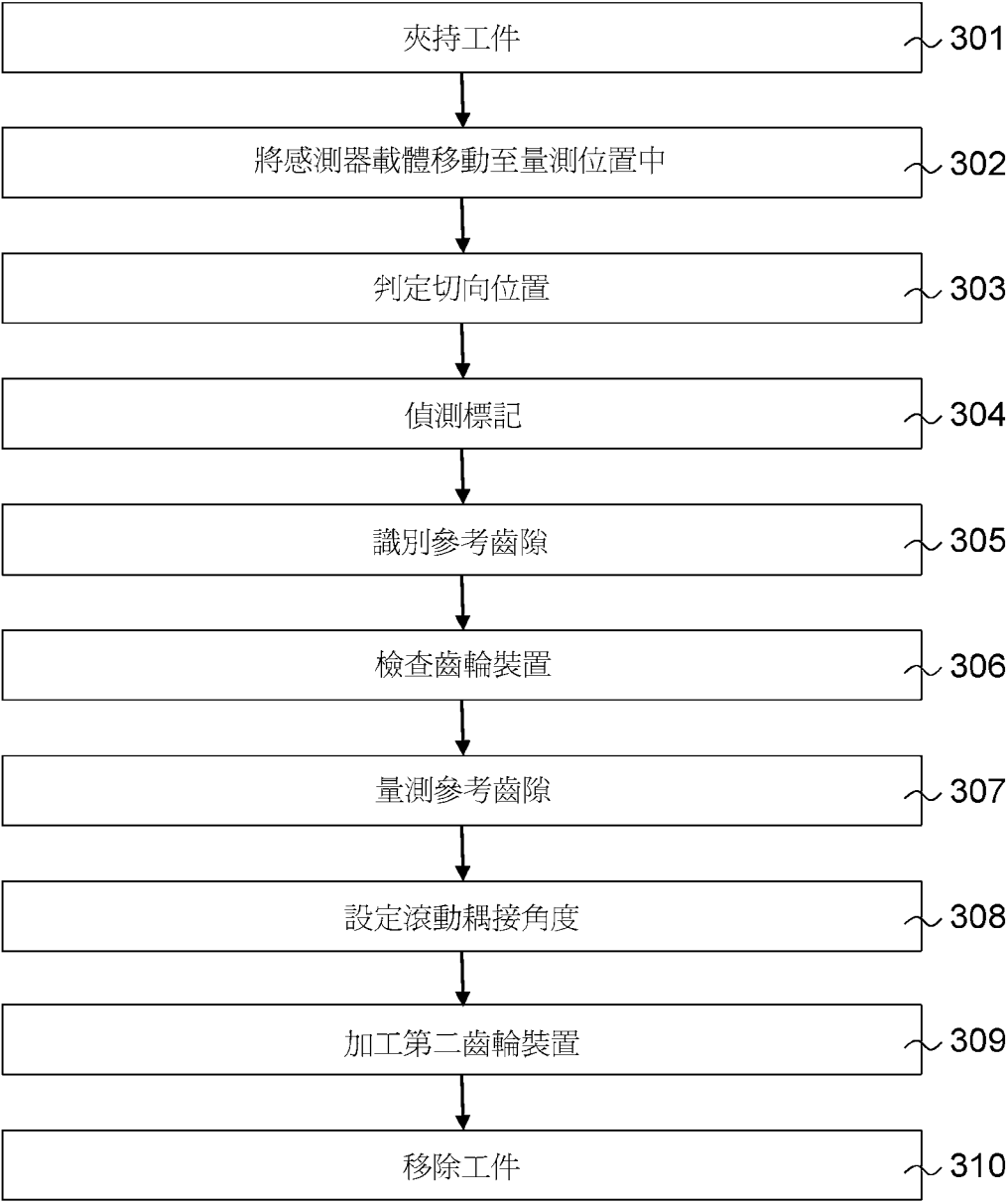


圖7

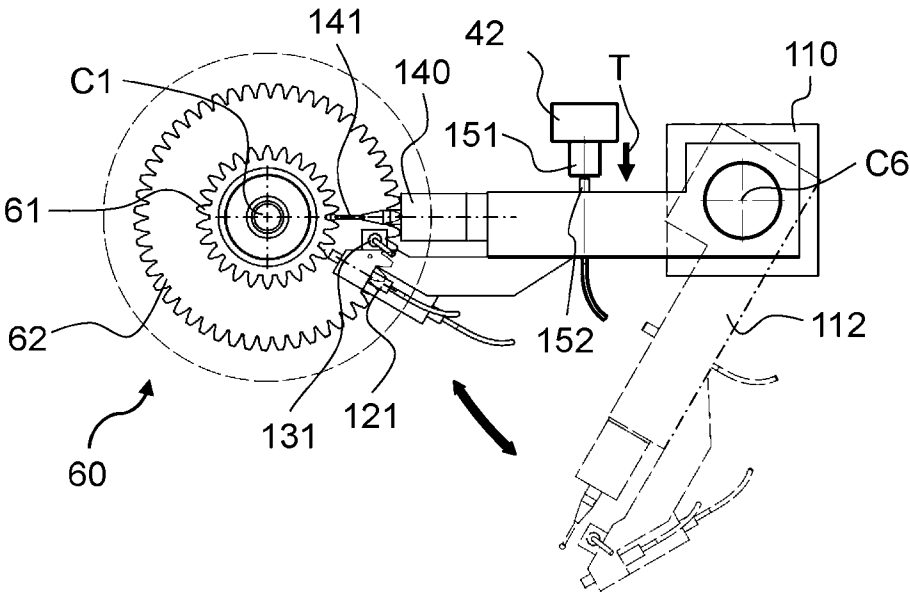


圖8

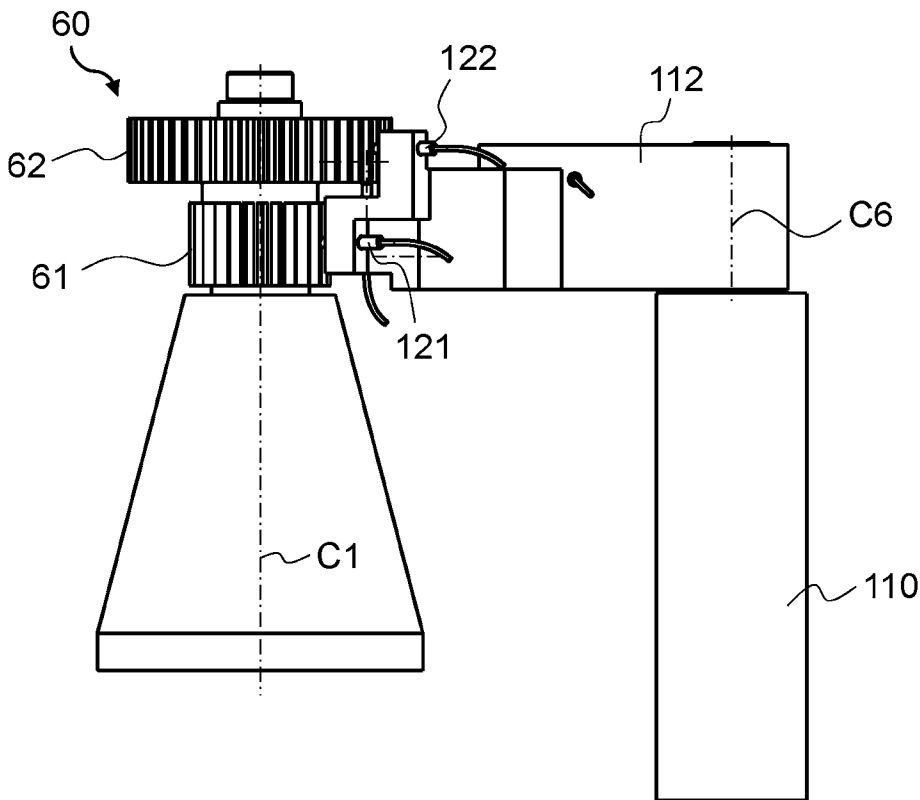
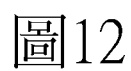


圖9



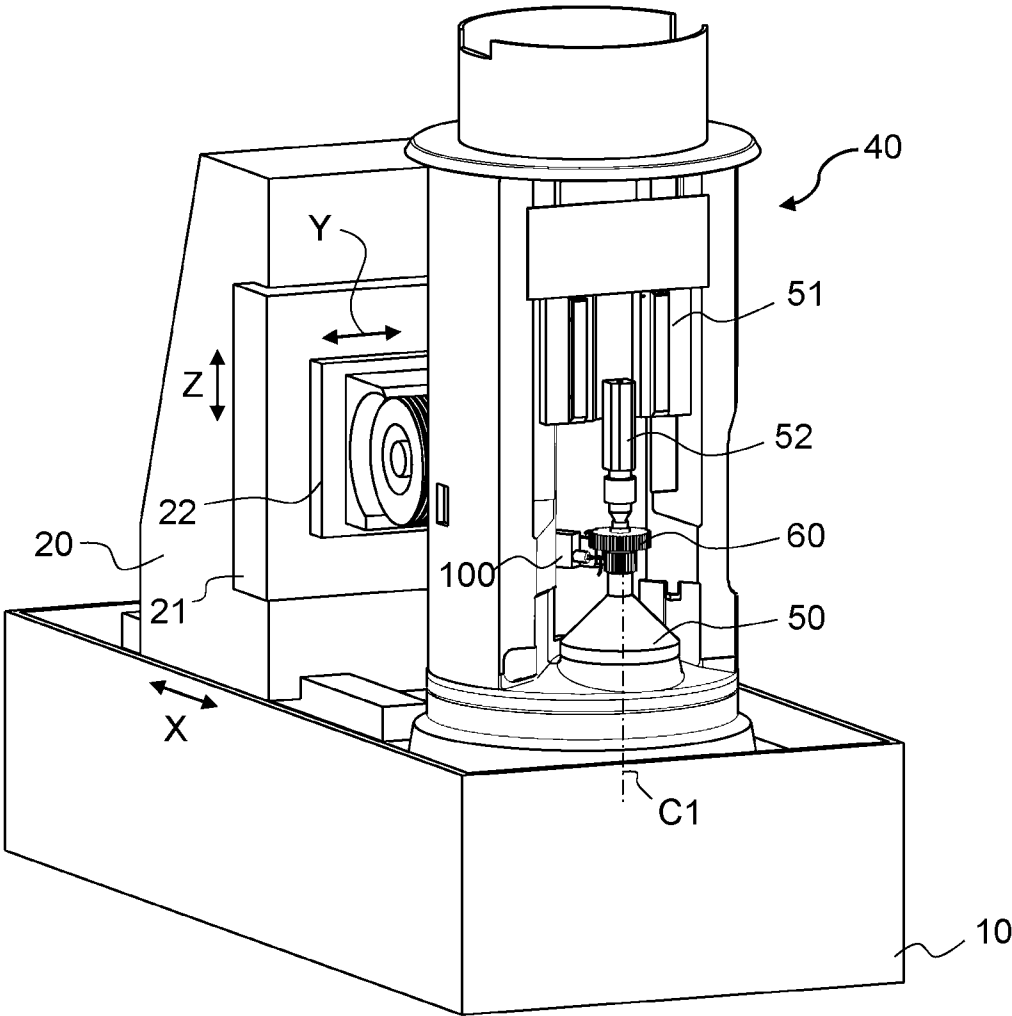


圖13

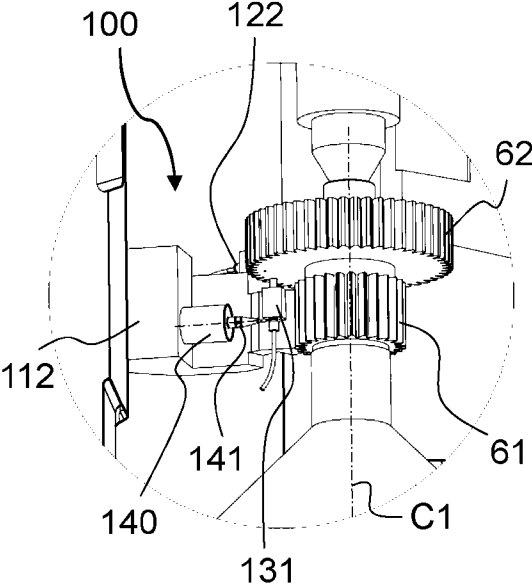


圖14

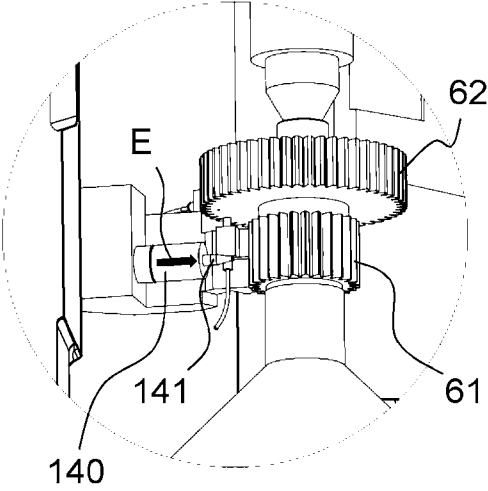


圖15

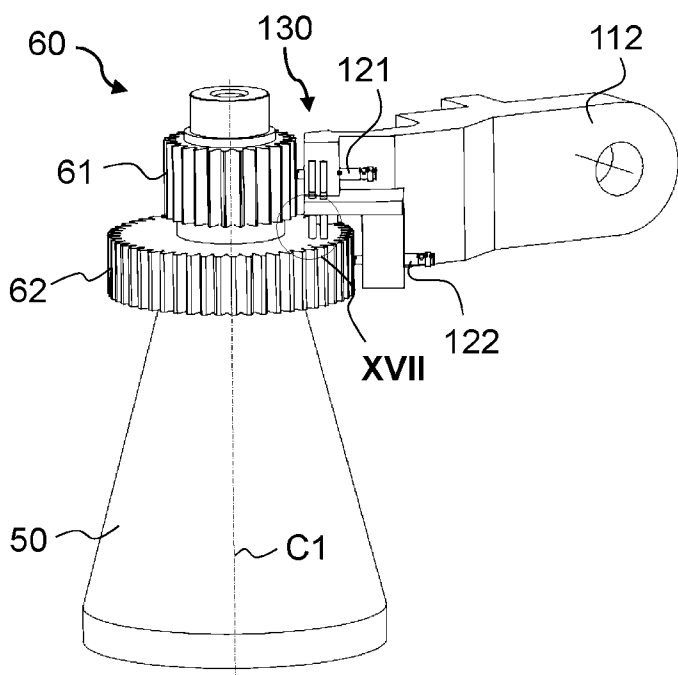


圖16

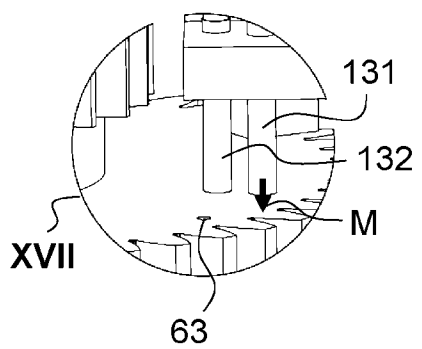


圖17

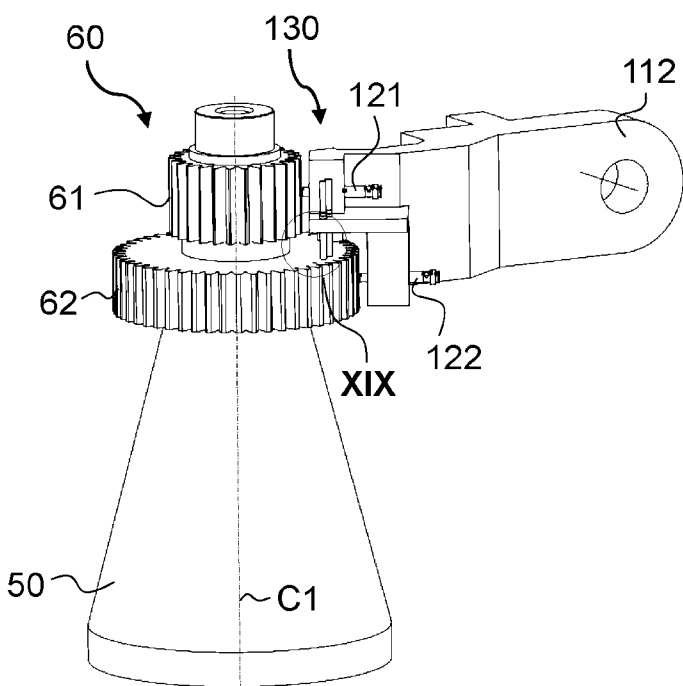


圖18

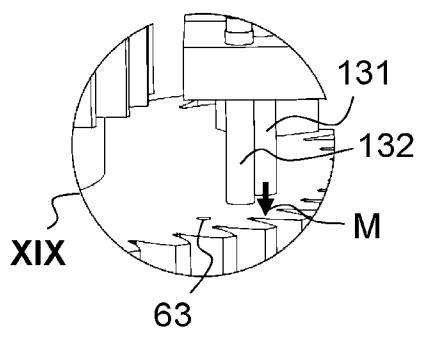


圖19

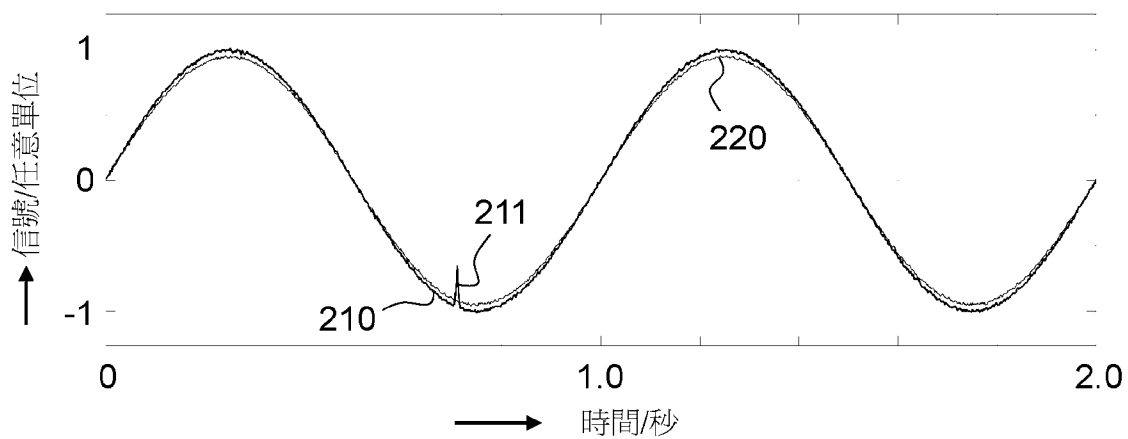


圖20

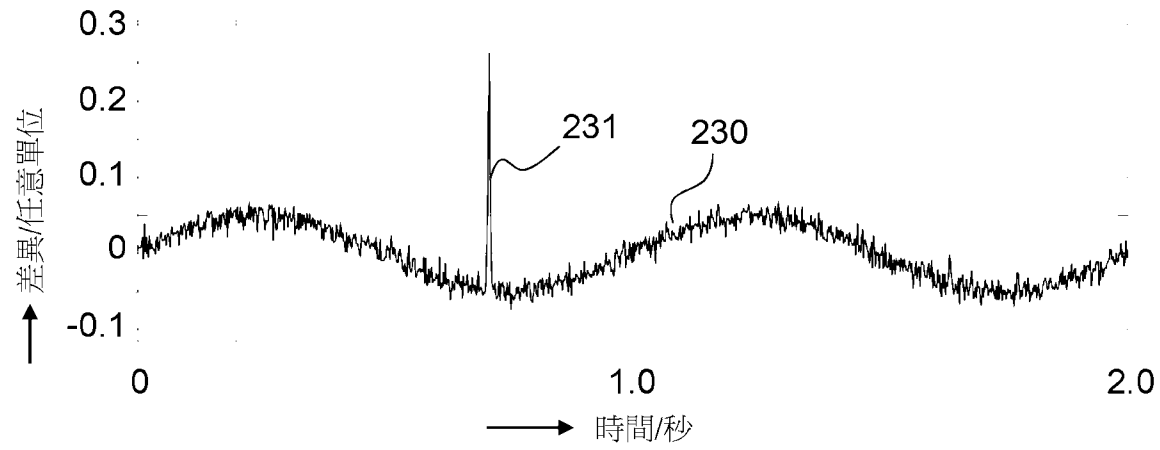


圖21

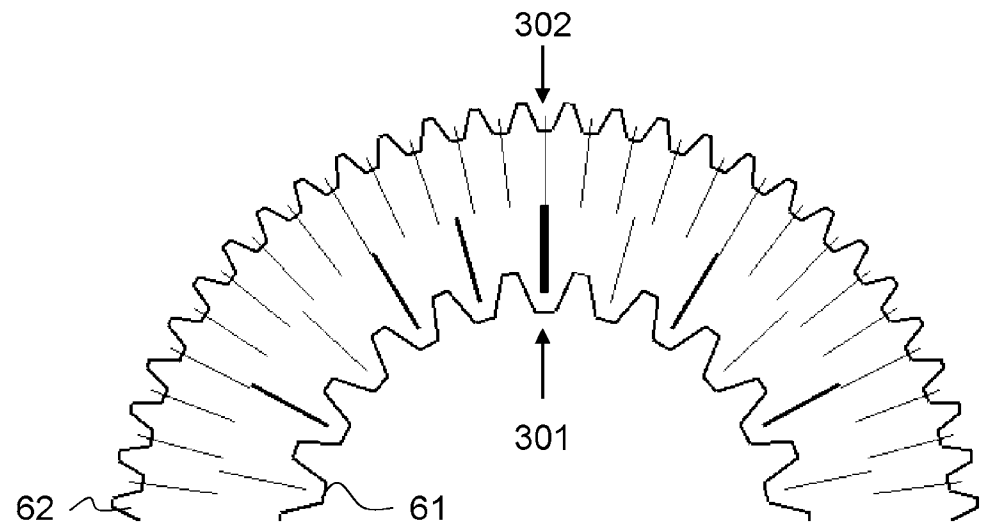


圖22

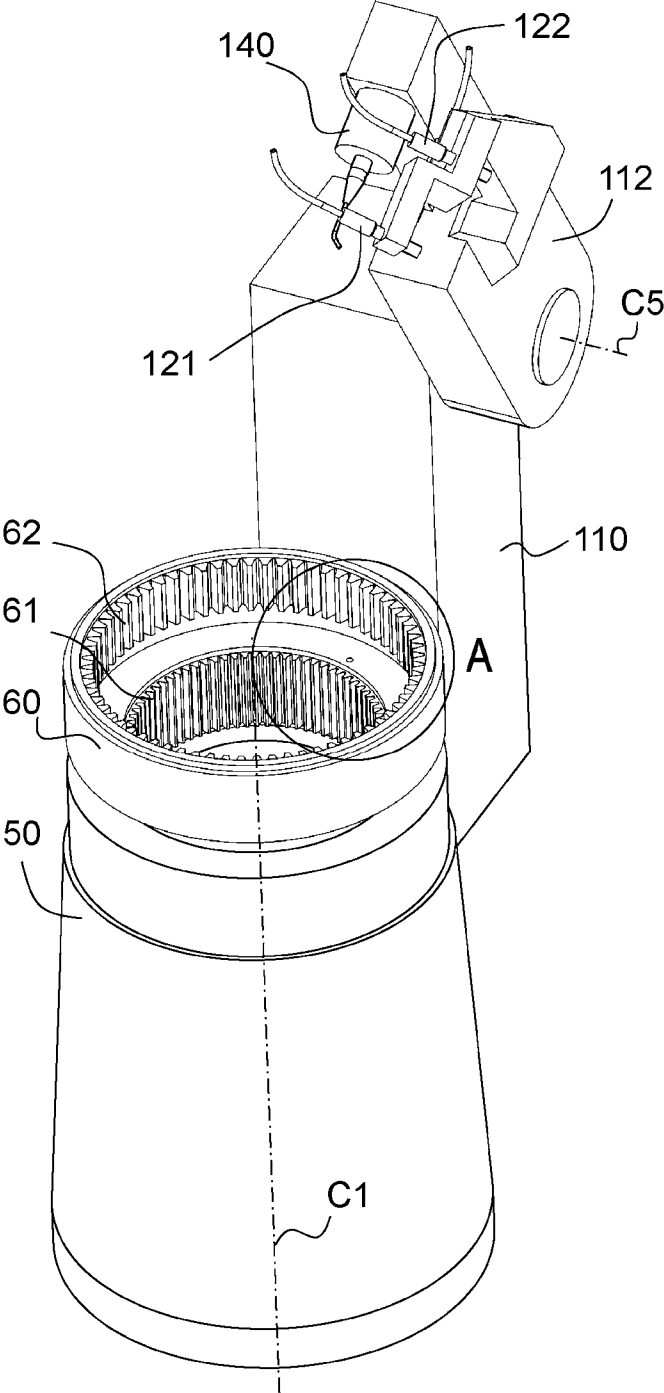


圖23

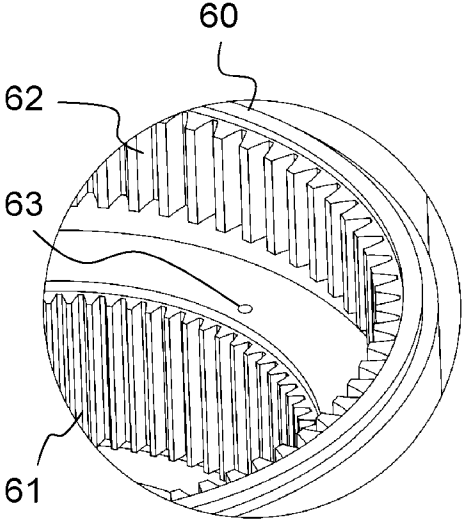


圖24

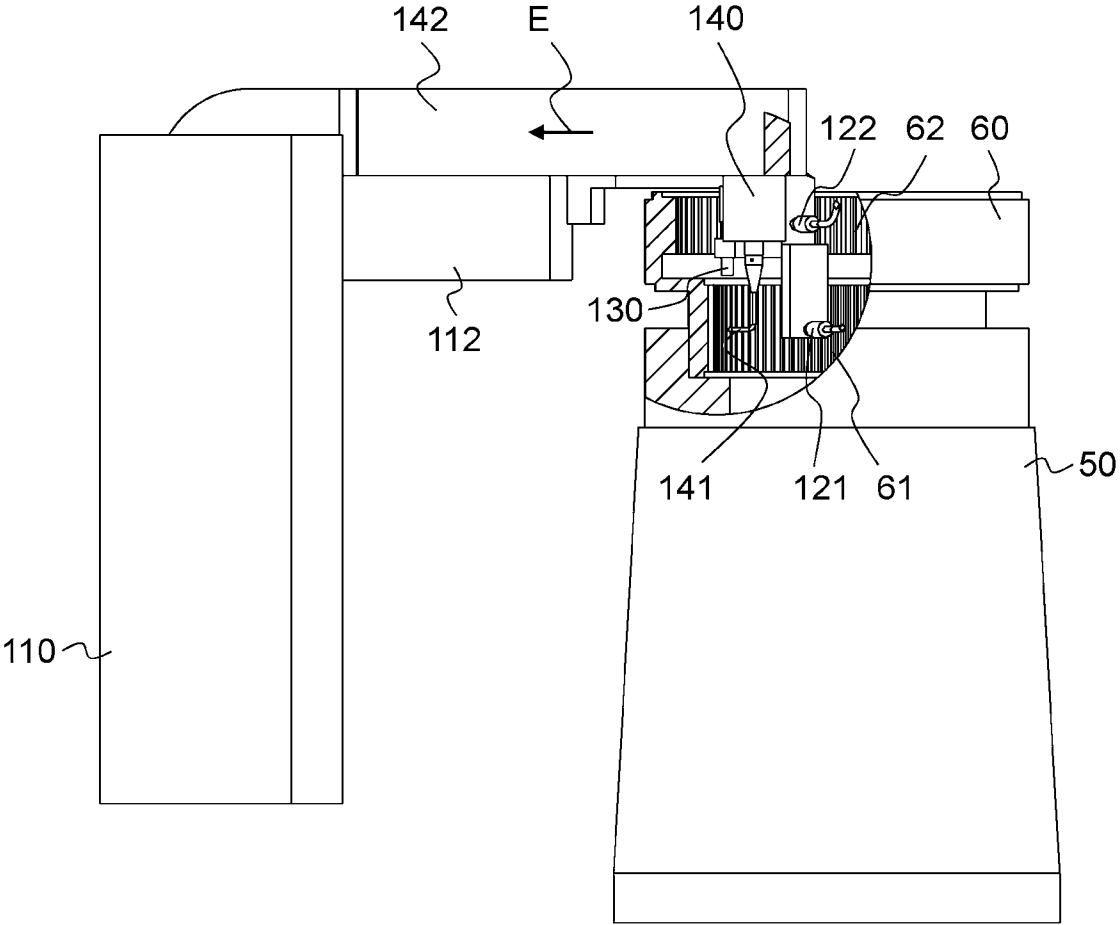


圖25

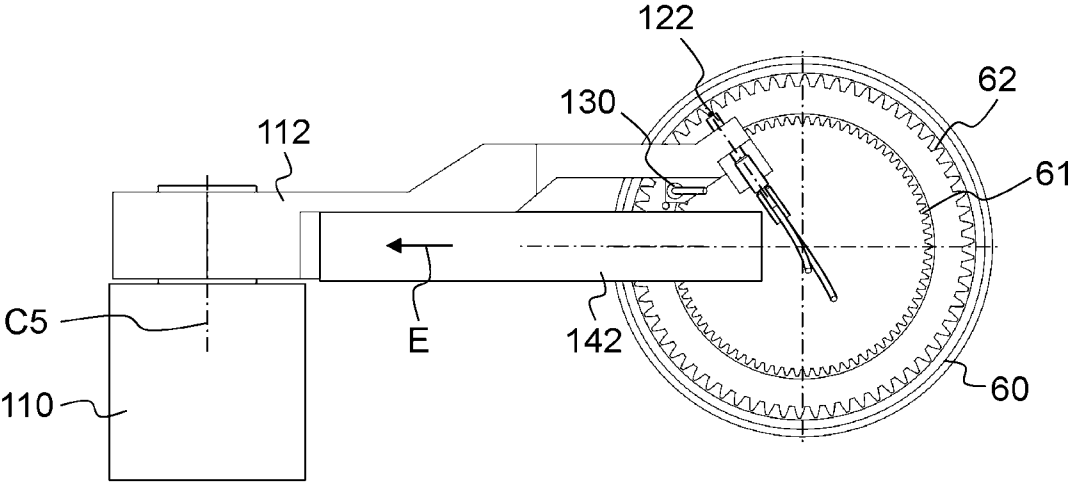


圖26

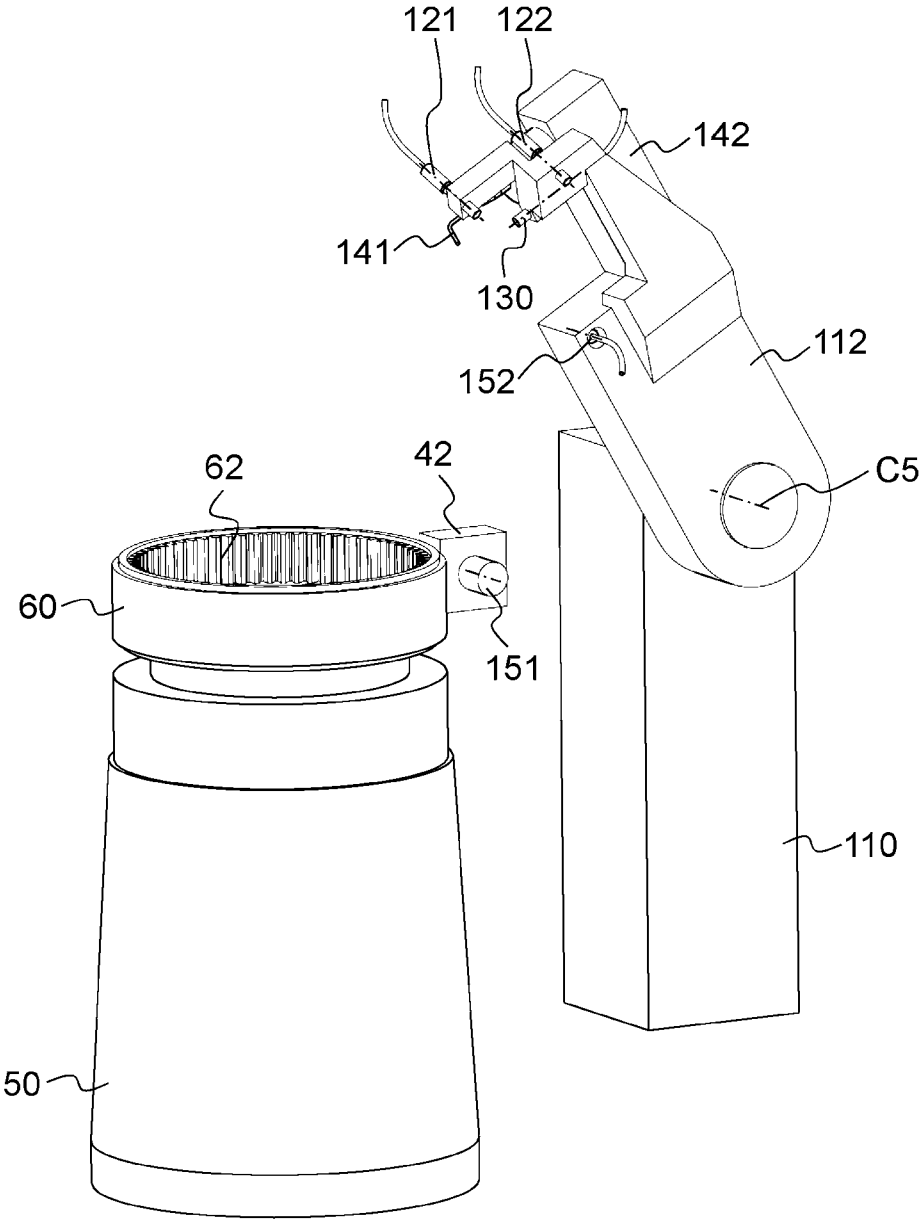


圖27

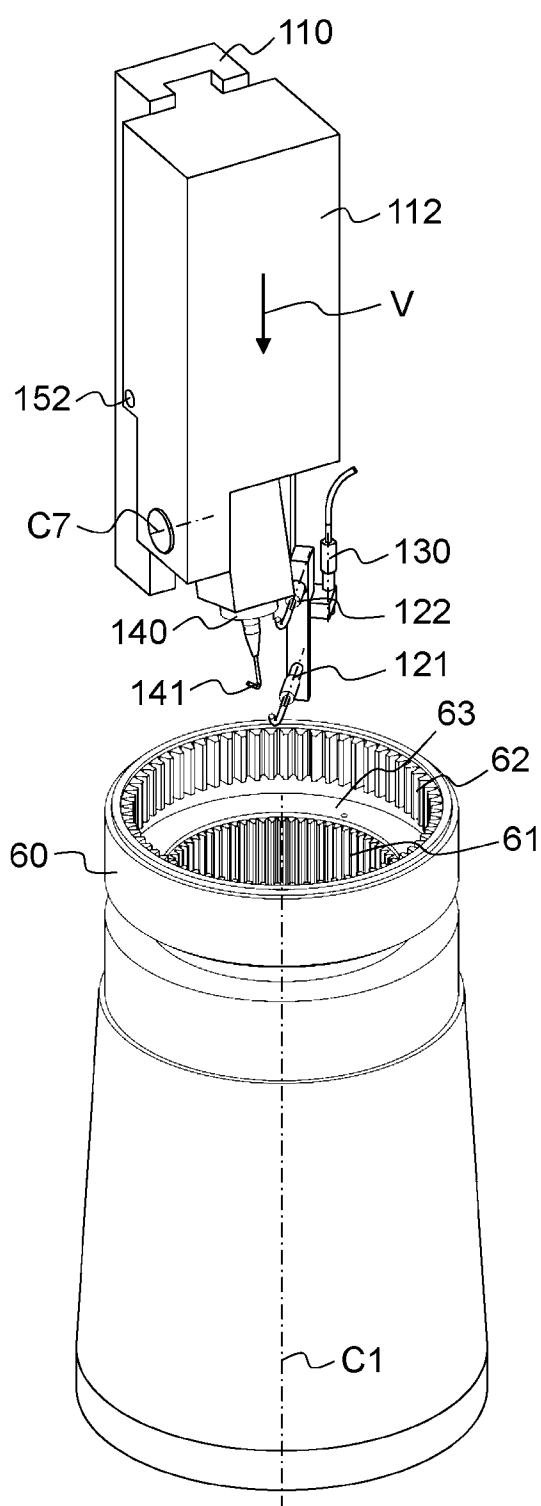


圖28

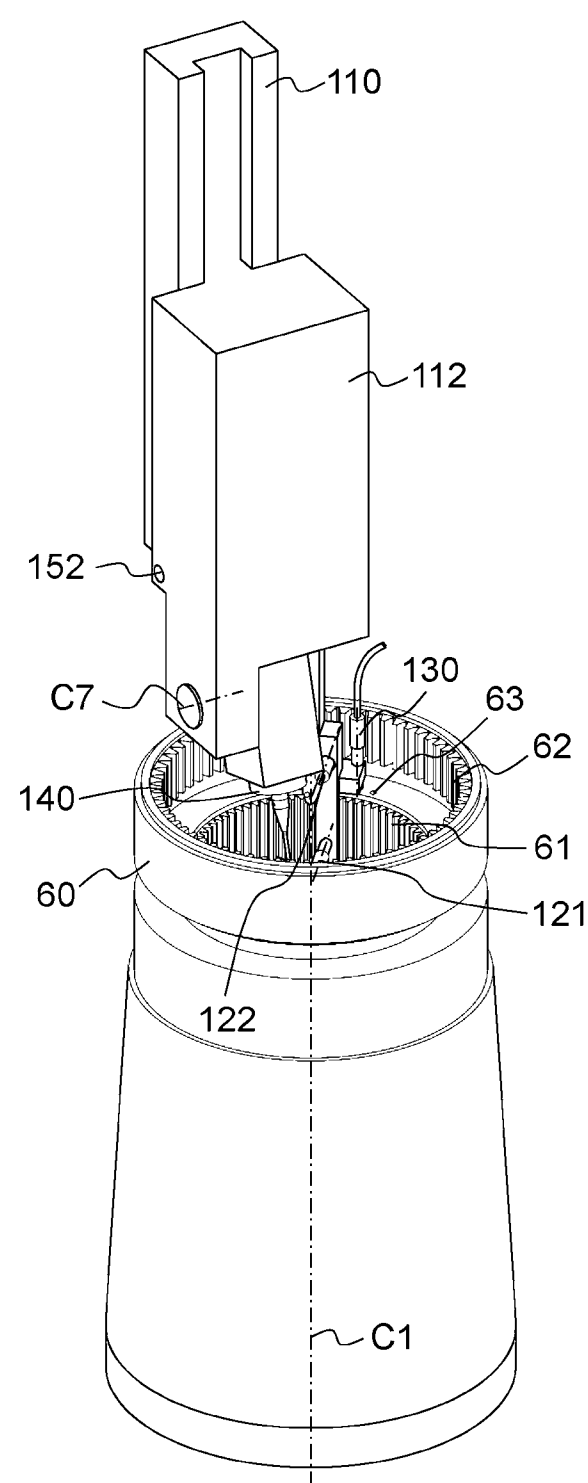


圖29

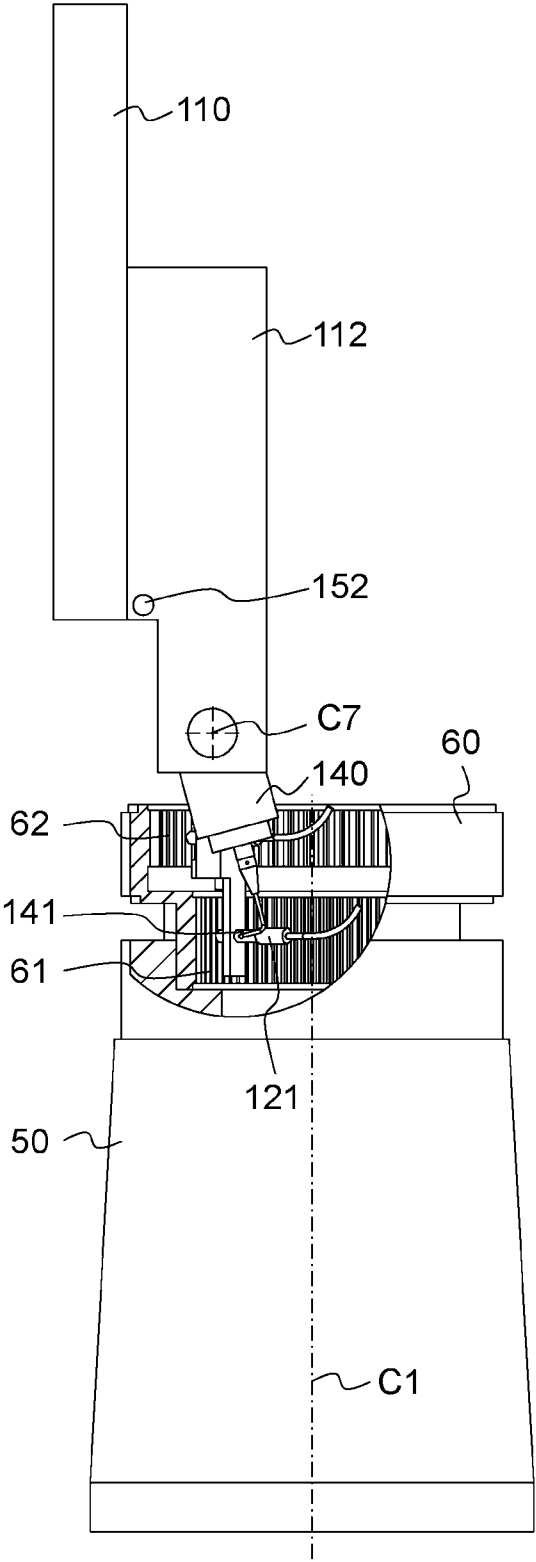


圖30

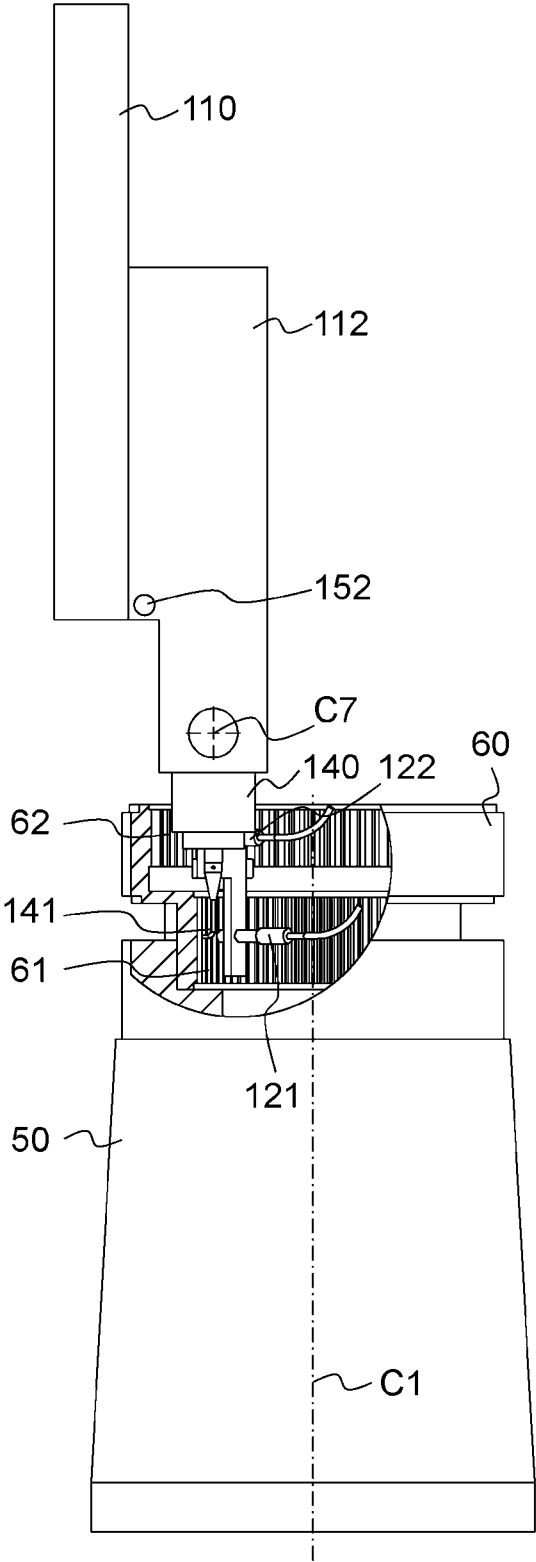


圖31

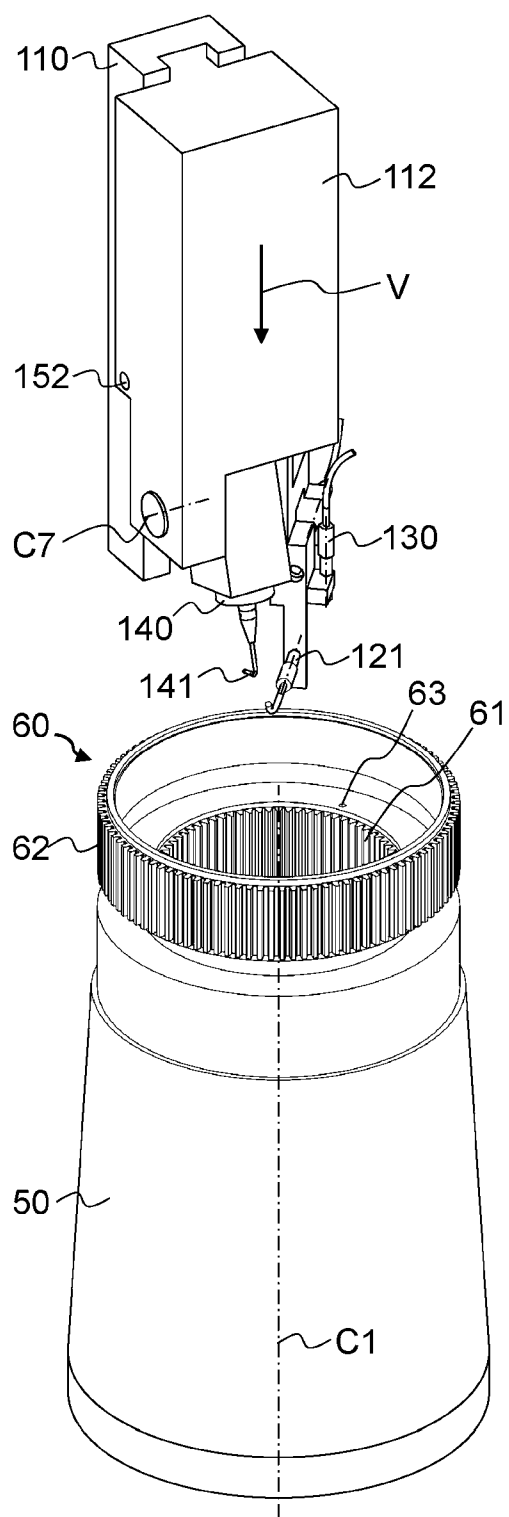


圖32

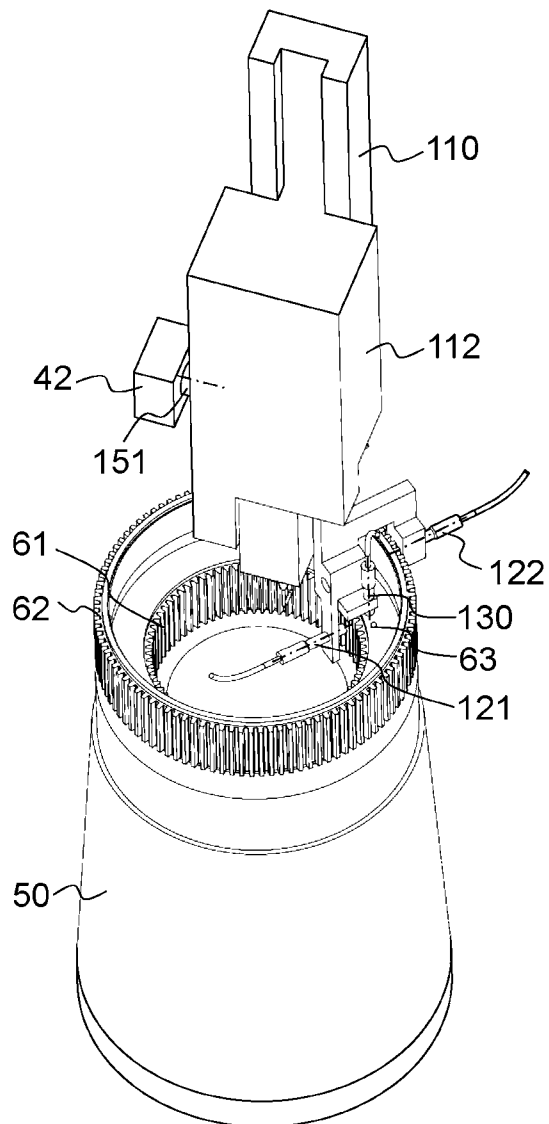


圖33

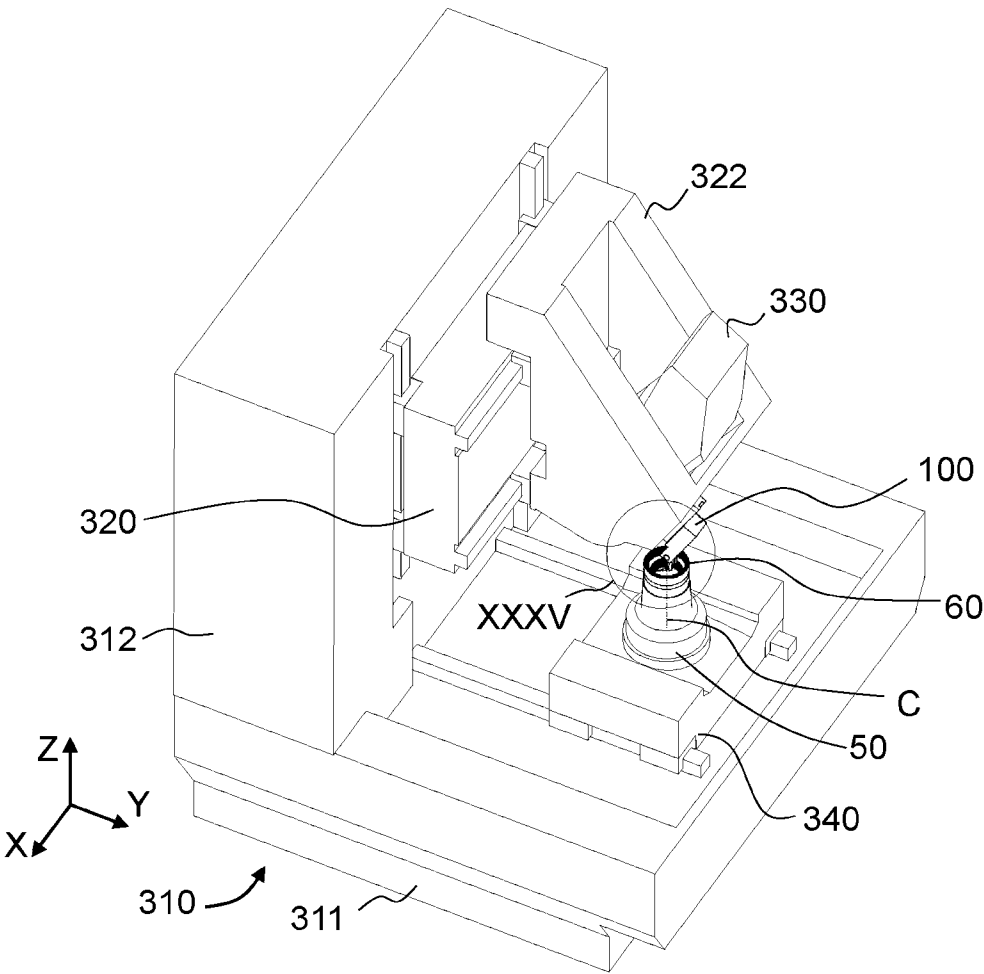


圖34

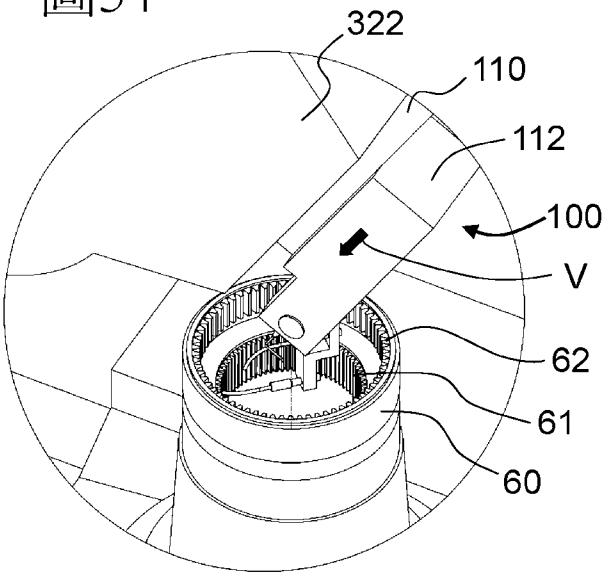


圖35

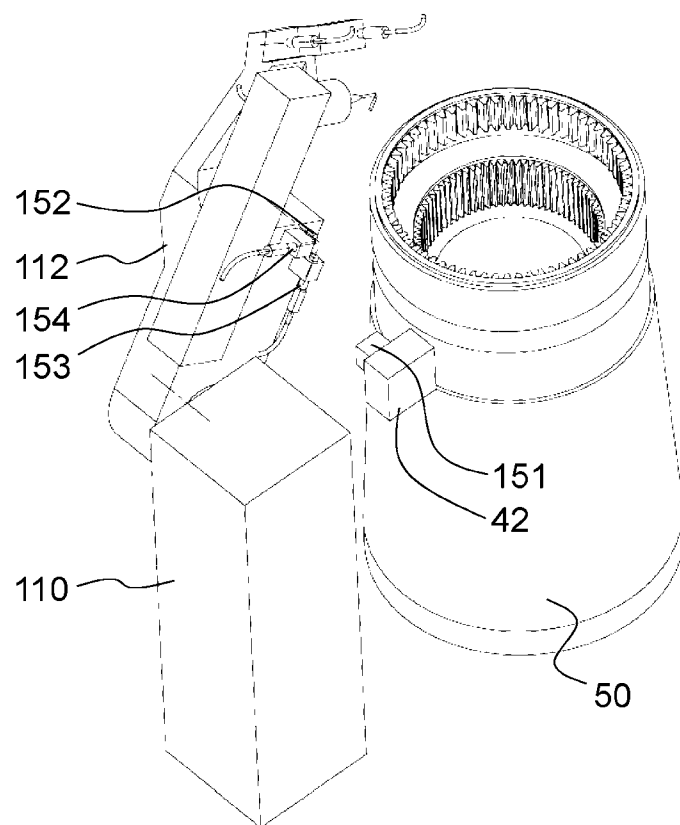


圖36