



(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 I451926 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 11 日

(21) 申請案號：098140109 (22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 25 日
 (51) Int. Cl. : **B23F5/02 (2006.01)** **B23F15/00 (2006.01)**
 (30) 優先權：2009/01/09 日本 2009-003146
 (71) 申請人：三菱重工業股份有限公司 (日本) MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (JP)
 日本
 (72) 發明人：柳瀨吉言 YANASE, YOSHIKOTO (JP)；越智政志 OCHI, MASASHI (JP)
 (74) 代理人：林志剛
 (56) 參考文獻：
 TW 320679 CN 201086106Y
 審查人員：李聖賢
 申請專利範圍項數：2 項 圖式數：5 共 0 頁

(54) 名稱

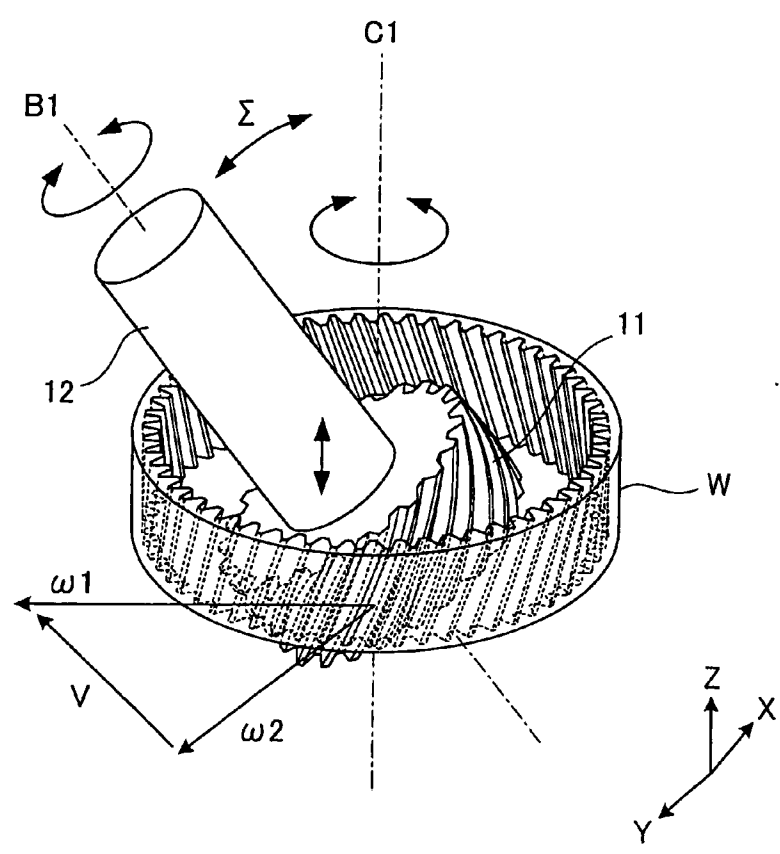
內齒輪加工方法

(57) 摘要

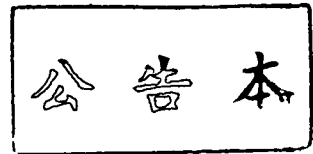
本發明之課題在於提供一種藉由增大滑動速度而能夠提高加工精度及延長工具壽命的內齒輪加工方法。

該內齒輪加工方法，係藉由使工件(W)及桶形螺紋狀磨石(11)相咬合並同步旋轉而對工件(W)進行內齒輪加工的內齒輪加工方法，該工件(W)係能繞著工件旋轉軸(C1)而旋轉，該螺紋狀磨石(11)係能繞著與工件旋轉軸(C1)具有預定軸角(Σ)的磨石旋轉軸(B1)而旋轉，且根據螺紋狀磨石(11)的磨石節圓半徑變化量來設定較大的軸角(Σ)。

第1圖



- 11 . . . 螺紋狀磨石
- 12 . . . 磨石心軸
- B1 . . . 磨石旋轉軸
- C1 . . . 工件旋轉軸
- V . . . 滑動速度
- W . . . 工件
- Σ . . . 軸角
- ω_1 . . . 工件角速度
- ω_2 . . . 磨石角速度



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98140109

※申請日：98年11月25日

※IPC分類：

B23F 5/02 (2006.01)
B23F 15/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

內齒輪加工方法

二、中文發明摘要：

本發明之課題在於提供一種藉由增大滑動速度而能夠提高加工精度及延長工具壽命的內齒輪加工方法。

該內齒輪加工方法，係藉由使工件(W)及桶形螺紋狀磨石(11)相咬合並同步旋轉而對工件(W)進行內齒輪加工的內齒輪加工方法，該工件(W)係能繞著工件旋轉軸(C1)而旋轉，該螺紋狀磨石(11)係能繞著與工件旋轉軸(C1)具有預定軸角(Σ)的磨石旋轉軸(B1)而旋轉，且根據螺紋狀磨石(11)的磨石節圓半徑變化量來設定較大的軸角(Σ)。

三、英文發明摘要：

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：

11：螺紋狀磨石

12：磨石心軸

B1：磨石旋轉軸

C1：工件旋轉軸

V：滑動速度

W：工件

Σ ：軸角

$\omega 1$ ：工件角速度

$\omega 2$ ：磨石角速度

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種使用桶形螺紋狀工具對內齒輪被加工物進行齒輪加工的內齒輪加工方法

【先前技術】

一般而言，齒輪加工法，係藉由對預定的齒輪素材進行切齒加工而形成齒輪，且在對該已被加工的齒輪進行熱處理之後，進行用以去除因該熱處理而造成的畸變等之精細加工（研磨加工）。以往為了有效地精細加工熱處理後的齒輪之齒面，提供一種依WA系磨石或超磨粒（鑽石、CBN等）磨石等之工具所完成的各種齒形研磨法。又，被使用於此等研磨法的工具之形狀中，也有與所要研磨的齒輪之形狀相應的外齒輪形、內齒輪形、螺紋（蝸桿）形等。

另一方面，齒輪中，內齒輪係多被使用於汽車用變速箱等中，近年來則以謀求該變速箱之低震動化及低噪音化為目的，而被要求提高其加工精度。

因此，以往提供一種使熱處理後的外齒輪與磨石齒輪，在施予軸交叉角的狀態下相咬合，並藉由使熱處理後的外齒輪與磨石齒輪同步旋轉，而進行齒面研磨的外齒輪研磨法。此方法中，藉由其相咬合旋轉與軸交叉角，使滑動速度產生於外齒輪與磨石齒輪之間，即可細微地研磨其齒面。如此的習知外齒輪研磨方法，例如已被揭示於專利文

獻 1。

[先前技術文獻]

(專利文獻 1) 日本特開 2004-136426 號

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

又，即使在齒輪中研磨內齒輪時，爲了在內齒輪的內側，使螺紋狀磨石與該內齒輪相咬合，而必須將螺紋狀磨石之外徑設定得比內齒輪之內徑還小。然而，當如此地將螺紋狀磨石形成小徑時，由於可研磨的有效磨石表面積會變小，所以工具壽命會變短。

因而，本發明係用以解決上述課題者，其目的在於提供一種藉由增大滑動速度可提高加工精度及延長工具壽命的內齒輪加工方法。

(解決問題之手段)

用以解決上述課題的第 1 發明之內齒輪加工方法，係藉由使內齒輪被加工物及桶形螺紋狀工具相咬合並同步旋轉而對內齒輪被加工物進行內齒輪加工的內齒輪加工方法，該內齒輪被加工物係能繞著工件旋轉軸而旋轉，該螺紋狀工具係能繞著與前述工件旋轉軸具有預定軸交叉角的工具旋轉軸而旋轉，其特徵在於：

根據前述螺紋狀工具的形狀來設定軸交叉角。

用以解決上述課題的第2發明之內齒輪加工方法，其特徵在於：

前述螺紋狀工具之形狀，係根據其軸向中間部之工具直徑及其軸向兩端部之工具直徑所求得之工具半徑變化量

，
在工具半徑變化量與軸交叉角之間，係成立軸交叉角隨著工具半徑變化量變大而變大的關係。

用以解決上述課題的第3發明之內齒輪加工方法，其特徵在於：

前述螺紋狀工具，係形成：其工具直徑隨著從其軸向中間部朝向軸向兩端部逐漸變小的桶形。

（發明效果）

依據本發明的內齒輪加工方法，由於根據螺紋狀工具之形狀，大幅地設定軸交叉角，藉此增大滑動速度，所以螺紋狀工具之銳利度變佳，可提高加工精度及延長工具壽命。

【實施方式】

以下，使用圖式針對本發明的內齒輪加工方法加以詳細說明。另外，在下述記載的本實施形態中，係將本發明的內齒輪加工方法，適用於使用齒輪磨床而得之內齒輪研磨方法中。

[實施例]

如第 1 圖所示，採用本發明的內齒輪加工方法之齒輪磨床（省略圖示），係使用螺紋狀磨石（螺紋狀工具）11，對工件（內齒輪被加工物）W 進行研磨加工者。另外，該齒輪磨床，也可對未圖示的被加工外齒輪進行研磨加工。

在上述內齒輪磨床安裝有工件 W，該工件 W 係以可繞著鉛垂（Z 軸向）的工件旋轉軸 C1 旋轉的方式安裝。在該工件 W，施有可獲得預定之齒形形狀的工件（內齒輪）諸元素。

又，在內齒輪磨床支撐有磨石心軸（grind stone arbor）12，該磨石心軸 12 係以可繞著磨石旋轉軸 B1 旋轉的方式支撐，並且以可朝能調整工件旋轉軸 C1 與磨石旋轉軸 B1 間之距離的方向（以下，稱為 X 軸向）、與磨石旋轉軸 B1 正交的方向（以下，稱為 Y 軸向）、Z 軸向移動的方式支撐。然後，在該磨石心軸 12 之前端，係安裝有用以研磨工件 W 的螺紋狀磨石 11。因而，藉由使磨石心軸 12 朝 X 軸、Y 軸、Z 軸向移動以及繞著磨石旋轉軸 B1 旋轉，螺紋狀磨石 11 即可與磨石心軸 12 一起移動以及旋轉。

更且，磨石心軸 12，係以可繞著朝 X 軸向延伸之未圖示的磨石迴旋軸迴旋的方式支撐。因而，藉由使磨石心軸 12 繞著其磨石迴旋軸迴旋，並變更其磨石旋轉軸 B1 之迴旋角度，就可調整該磨石旋轉軸 B1 與工件旋轉軸 C1 之間的軸交叉角（以下，稱為軸角 Σ ）。亦即，研磨時的螺紋狀磨

石 11，係相對於工件 W 之工件旋轉軸 C1，繞著以軸角 Σ 交叉的磨石旋轉軸 B1 旋轉。

另外，在研磨被加工外齒輪時，藉由將磨石齒輪安裝於磨石心軸 12 之前端，以取代螺紋狀磨石 11，即可利用上述的齒輪磨床進行被加工外齒輪的研磨。

然後，如第 2 圖所示，螺紋狀磨石 11，係形成：其直徑尺寸隨著從其軸向中間部朝軸向兩端部逐漸變小的桶形。如此，藉由將螺紋狀磨石 11 形成桶形，即便將該螺紋狀磨石 11 以軸角 Σ 傾斜配置，亦可與工件 W 相咬合。更且，在螺紋狀磨石 11，施有與工件諸元素進行適當相咬合的磨石諸元素。另外，軸角 Σ ，係根據工件扭轉角及軸向中間部之磨石扭轉角（以下，稱為磨石基準扭轉角）而求出，且成為 [（磨石基準扭轉角） - （工件扭轉角）]。

因而，如第 1 圖所示，在利用螺紋狀磨石 11 來研磨工件 W 時，係首先使磨石心軸 12 迴旋，以將螺紋狀磨石 11 配置於預定之軸角 Σ 。接著，使已被配置於軸角 Σ 的螺紋狀磨石 11，移動至工件 W 之內側後，使之更進一步移動而與工件 W 相咬合。然後，在如此相咬合的狀態下，使工件 W 繞著工件旋轉軸 C1 旋轉，並且使螺紋狀磨石 11 一邊繞著磨石旋轉軸 B1 旋轉，一邊朝上下方向（Z 軸向）擺動。藉此，可藉由螺紋狀磨石 11 之刃面，來研磨工件 W 之齒面。

又，在進行上述研磨作業時，由於螺紋狀磨石 11 繞著相對於工件旋轉軸 C1 以軸角 Σ 交叉的磨石旋轉軸 B1 旋轉，所以在螺紋狀磨石 11 與工件 W 之間，會發生滑動速度 V。

該滑動速度 V ，係螺紋狀磨石 11 之刃面與工件 W 之齒面的接觸點中，工件 W 之工件角速度 ω_1 對螺紋狀磨石 11 之磨石角速度 ω_2 的相對速度（亦可為螺紋狀磨石 11 之磨石角速度 ω_2 對工件 W 之工件角速度 ω_1 的相對速度）。如此，藉由其相咬合旋轉與軸角 Σ ，使其在螺紋狀磨石 11 與工件 W 之間產生滑動速度 V ，藉此可細微地研磨工件 W 之齒面。

在此，如上所述，由於滑動速度 V 係工件角速度 ω_1 對磨石角速度 ω_2 的相對速度，所以可根據軸角 Σ 而設定。亦即，藉由將螺紋狀磨石 11 之直徑尺寸，隨著從其軸向中間部朝軸向兩端部而設定得更小，即可加大軸角 Σ ，結果，可加大滑動速度 V 。然而，當將軸角 Σ 設定得過大時，磨石心軸 12 就有干擾到工件 W 之虞。

因此，本發明的內齒輪研磨方法中，當要增大滑動速度 V 時，並非只是將軸角 Σ 設定得較大，而是附加了螺紋狀磨石 11 的形狀。

其次，使用第 3 圖至第 5 圖針對以滑動速度 V 之增大為目的之根據螺紋狀磨石 11 之形狀而得的軸角 Σ 之設定方法加以說明。

在此，為了明確軸角 Σ 與螺紋狀磨石 11 之形狀的關係，進行了後述的模擬 (1) ~ (3) 之解析。另外，在此等的模擬 (1) ~ (3) 中，係使用磨石寬度為固定的螺紋狀磨石 11，並使工件諸元素及磨石諸元素一邊產生變化，一邊進行各自的解析。

首先，使用第 3 圖 (a)、(b) 針對模擬 (1) 加以說

明。

在該模擬（1）中，係將工件諸元素及磨石諸元素設定成如下之（W1）、（T1）所示。

（W1）工件諸元素

模數	: 2.0
齒數	: 60
壓力角	: 20°
扭轉角	: 20°
齒元素圓直徑	: 131.7 mm
齒尖圓直徑	: 123.7 mm
齒寬	: 30 mm

（T1）磨石諸元素

齒數	: 23
磨石寬度	: 30 mm
磨石基準扭轉角	: 30°~60°

如此，在螺紋狀磨石11中，當齒數、磨石寬度以及磨石基準扭轉角被設定時，軸角 Σ 、軸向中間部之磨石節圓直徑（以下，稱為磨石基準節圓直徑）、軸向兩端部之磨石節圓直徑等也隨之被設定。藉此，可求出磨石節圓半徑變化量。該磨石節圓半徑變化量，係軸向兩端部之磨石節圓半徑對軸向中間部之磨石節圓半徑（以下，稱為磨石基準節圓半徑）的變化量（減少量），並成爲[(磨石基準節圓半徑) - (軸向兩端部之磨石節圓半徑)]。

然後，使用具有如上述之磨石諸元素的各螺紋狀磨石

11 進行模擬，且經確認活動速度 V 之大小並無問題。其中，爲了針對複數個螺紋狀磨石 11 進行檢討，如第 3 圖 (a) 所示，將此等的磨石諸元素之一部分與當時的軸角 Σ 及磨石節圓半徑變化量整理於表，並且如第 3 圖 (b) 所示，可明確軸角 Σ 與磨石節圓半徑變化量的關係。

因而，如第 3 圖 (a) 所示，了解磨石基準節圓直徑及磨石節圓半徑變化量是隨著軸角 Σ 變大而變大。換句話說，由於隨著磨石節圓半徑變化量變大，磨石基準節圓直徑就會變大，另一方面軸向兩端部之磨石節圓直徑會變小，且螺紋狀磨石 11 的前端會變細，所以軸角 Σ 也會變大。又，如第 3 圖 (b) 所示，可了解在磨石節圓半徑變化量中，並非是隨著軸角 Σ 之增大，以固定量逐次增加，而是其增加量逐漸變大。

另外，軸角 Σ 的範圍，係被設定在 $10^\circ \sim 40^\circ$ 之間，此理由在於：當軸角 Σ 未滿 10° 時，滑動速度 V 就會過小，當軸角 Σ 超過 40° 時，就有磨石心軸 12 干擾到工件 W 之虞。

接著，使用第 4 圖 (a)、(b) 針對模擬 (2) 加以說明。

在該模擬 (2) 中，係將工件諸元素及磨石諸元素設定成如下之 (W2)、(T2) 所示。

(W2) 工件諸元素

模數	: 2.0
齒數	: 80
壓力角	: 20°

扭轉角	: 15°
齒元素圓直徑	: 169.6 mm
齒尖圓直徑	: 161.6 mm
齒寬	: 30 mm

(T2) 磨石諸元素

齒數	: 29
磨石寬度	: 30 mm
磨石基準扭轉角	: 25°~55°

因而，如第4圖（a）所示，了解磨石基準節圓直徑及磨石節圓半徑變化量是隨著軸角 Σ 變大而變大。換句話說，由於隨著磨石節圓半徑變化量變大，磨石基準節圓直徑就會變大，另一方面軸向兩端部之磨石節圓直徑會變小，且螺紋狀磨石11的前端會變細，所以軸角 Σ 也會變大。又，如第4圖（b）所示，可了解在磨石節圓半徑變化量中，並非是隨著軸角 Σ 之增大，以固定量逐次增加，而是其增加量逐漸變大。

接著，使用第5圖（a）、（b）針對模擬（3）加以說明。

在該模擬（3）中，係將工件諸元素及磨石諸元素設定成如下之（W3）、（T3）所示。

(W3) 工件諸元素

模數	: 1.2
齒數	: 90
壓力角	: 20°

扭轉角	: 20°
齒元素圓直徑	: 117.3 mm
齒尖圓直徑	: 112.5 mm
齒寬	: 30 mm

(T3) 磨石諸元素

齒數	: 31
磨石寬度	: 30 mm
磨石基準扭轉角	: 30°~60°

因而，如第5圖（a）所示，了解磨石基準節圓直徑及磨石節圓半徑變化量是隨著軸角 Σ 變大而變大。換句話說，由於隨著磨石節圓半徑變化量變大，磨石基準節圓直徑就會變大，另一方面軸向兩端部之磨石節圓直徑會變小，且螺紋狀磨石11的前端會變細，所以軸角 Σ 也會變大。又，如第5圖（b）所示，可了解在磨石節圓半徑變化量中，並非是隨著軸角 Σ 之增大，以固定量逐次增加，而是其增加量逐漸變大。

亦即，根據第3圖至第5圖可了解，藉由使用磨石節圓半徑變化量較大的螺紋狀磨石11，就可將軸角 Σ 設定得較大。藉此，可一邊防止磨石心軸12干擾到工件W，一邊獲得最大限的滑動速度V。

因而，依據本發明的內齒輪研磨方法，因根據螺紋狀磨石11之磨石節圓半徑變化量，將軸角 Σ 設定得較大，故可輕易地增大滑動速度。結果，因可改善螺紋狀磨石11之銳利度，故可提高加工精度及延長工具壽命。又，當滑動

速度 V 增大時，因可提高研磨能力及修正能力，故亦可輕易地修正間距誤差。

另外，本實施形態中，雖然已將本發明的內齒輪加工方法，適用於使用螺紋狀磨石 11 對熱處理後的工件 W 進行研磨加工之內齒輪研磨方法中，但是亦可適用於使用刮齒刀 (shaving cutter) 對熱處理前的工件 W 進行精細加工之內齒輪精細加工方法中。

[產業上之可利用性]

本發明係可適用於藉由桶形螺紋狀工具以高速加工內齒輪的內齒輪加工方法中。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明一實施例的內齒輪研磨方法之示意圖。

第 2 圖係螺紋狀磨石的縱剖視圖。

第 3 圖係為模擬 (1) 之解析結果；其中 (a) 係顯示相對於各磨石諸元素的軸角及磨石節圓半徑變化量之表，(b) 係顯示軸角與磨石節圓半徑變化量的關係之示意圖。

第 4 圖係為模擬 (2) 之解析結果；其中 (a) 係顯示相對於各磨石諸元素的軸角及磨石節圓半徑變化量之表，(b) 係顯示軸角與磨石節圓半徑變化量的關係之示意圖。

第 5 圖係為模擬 (3) 之解析結果；其中 (a) 係顯示相對於各磨石諸元素的軸角及磨石節圓半徑變化量之表，(b) 係顯示軸角與磨石節圓半徑變化量的關係之示意圖。

【 主要元件符號說明 】

11：螺紋狀磨石

12：磨石心軸

B1：磨石旋轉軸

C1：工件旋轉軸

V：滑動速度

W：工件

Σ ：軸角

$\omega 1$ ：工件角速度

$\omega 2$ ：磨石角速度

102年9月17日修(更)正替換頁

七、申請專利範圍：

1. 一種內齒輪加工方法，係藉由使內齒輪被加工物及桶形螺紋狀工具相咬合並同步旋轉而對內齒輪被加工物進行內齒輪加工的內齒輪加工方法，該內齒輪被加工物係能繞著工件旋轉軸而旋轉，該螺紋狀工具係能繞著與前述工件旋轉軸具有預定軸交叉角的工具旋轉軸而旋轉，其特徵在於：

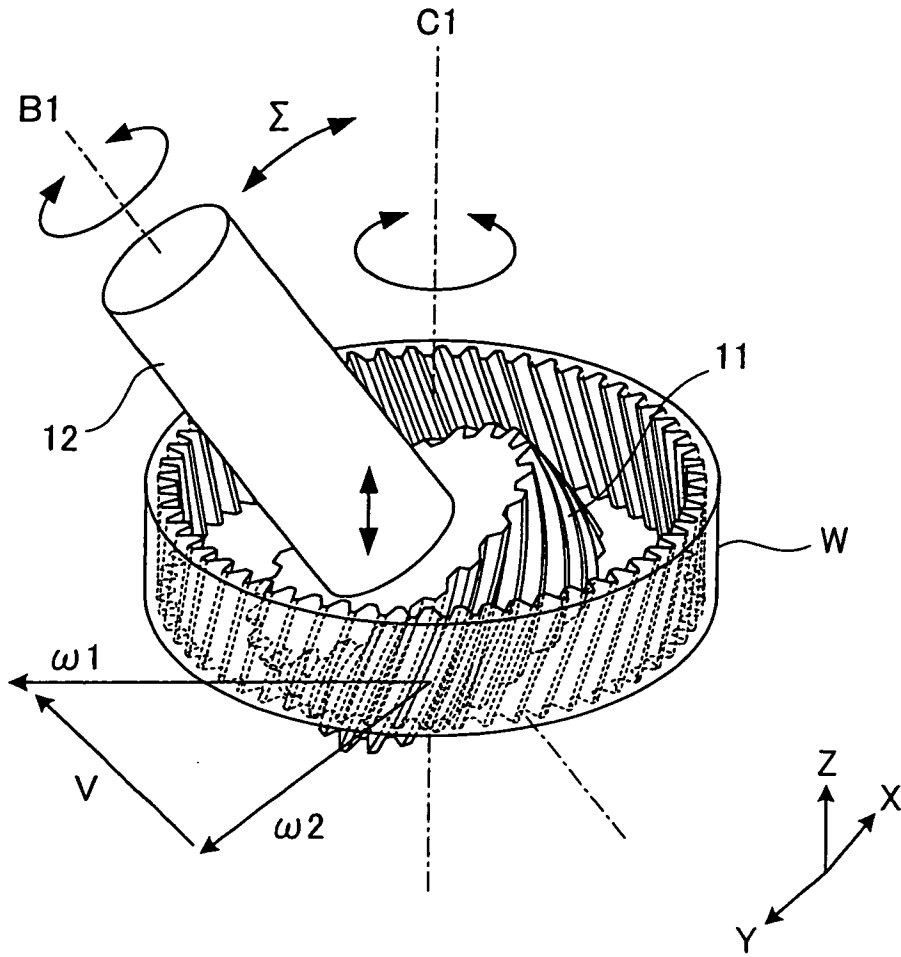
根據前述螺紋狀工具的形狀來設定軸交叉角；

前述螺紋狀工具之形狀，係根據其軸向中間部之工具直徑及其軸向兩端部之工具直徑所求得的工具半徑變化量，

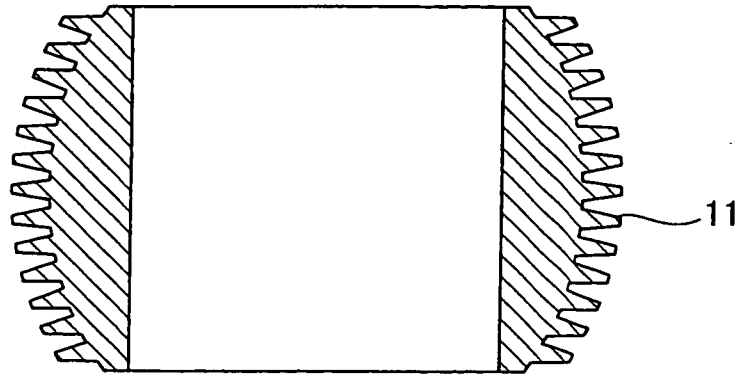
在工具半徑變化量與軸交叉角之間，係成立軸交叉角隨著工具半徑變化量變大而變大的關係。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載的內齒輪加工方法，其中，前述螺紋狀工具，係形成：其直徑隨著從其軸向中間部朝向軸向兩端部逐漸變小的桶形。

第1圖



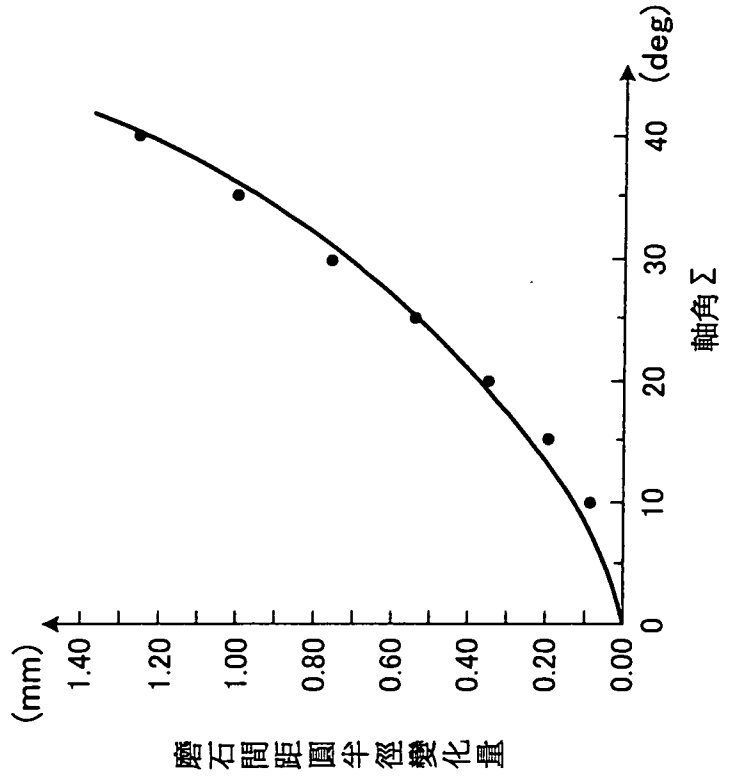
第2圖



第3圖

	1	2	3	4	5	6	7
磨石寬度(mm)	30	30	30	30	30	30	30
磨石基礎扭轉角(deg)	30	35	40	45	50	55	60
軸角(deg)	10	15	20	25	30	35	40
磨石基準間距直徑(mm)	53.1	56.2	60.0	65.1	71.6	80.2	92.0
磨石間距圓半徑變化量(mm)	0.09	0.20	0.35	0.54	0.76	1.00	1.26

(a)

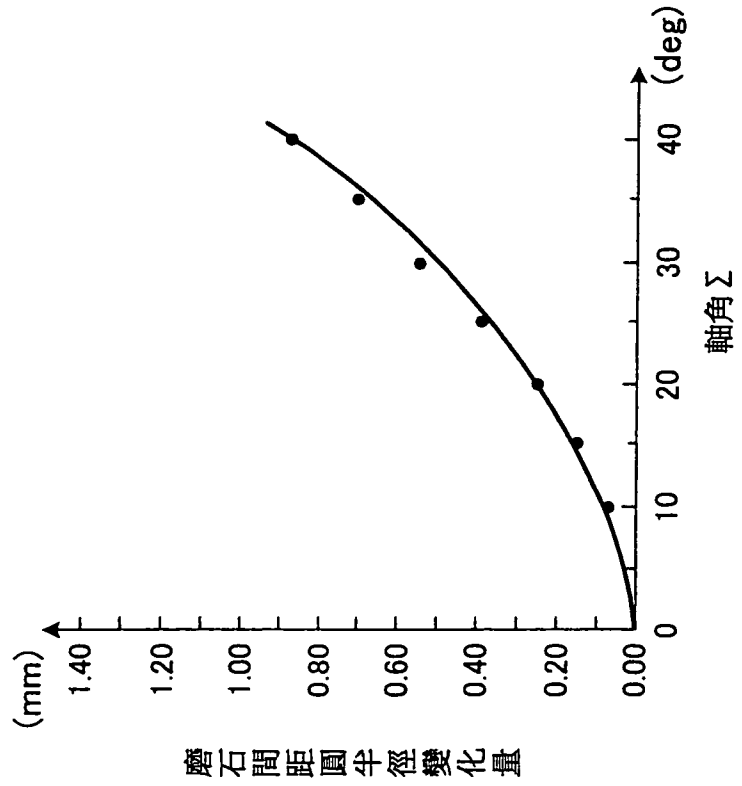


(b)

第4圖

	1	2	3	4	5	6	7
磨石寬度(mm)	30	30	30	30	30	30	30
磨石基礎扭轉角(deg)	25	30	35	40	45	50	55
軸角(deg)	10	15	20	25	30	35	40
磨石基準間距圓直徑(mm)	64.0	67.0	70.8	75.7	82.0	90.2	101.1
磨石間距圓半徑變化量(mm)	0.07	0.15	0.25	0.39	0.54	0.70	0.87

(a)



(b)

第5圖

	1	2	3	4	5	6	7
磨石寬度(mm)	30	30	30	30	30	30	30
磨石基礎扭轉角(deg)	30	35	40	45	50	55	60
軸角(deg)	10	15	20	25	30	35	40
磨石基準間距直徑(mm)	43.0	45.4	48.6	52.6	57.9	64.9	74.4
磨石間距圓半徑變化量(mm)	0.09	0.21	0.36	0.56	0.78	1.03	1.31

(a)

