I877231

(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 I877231 B**

(45)公告日： 中華民國 114 (2025) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：109133478 (22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 09 月 26 日

(51)Int. Cl.： ***B22F3/10 (2006.01)*** ***B22F5/10 (2006.01)***

H01F41/02 (2006.01)

(30)優先權：2019/10/03 日本 2019-182666

(71)申請人：日商住友電工燒結合金股份有限公司 (日本) SUMITOMO ELECTRIC SINTERED ALLOY, LTD. (JP)

日本

(72)發明人：原純平 HARA, JUNPEI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201910666A JP H7-158417A

JP 2002-178092A

審查人員：莊文源

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：12 共 54 頁

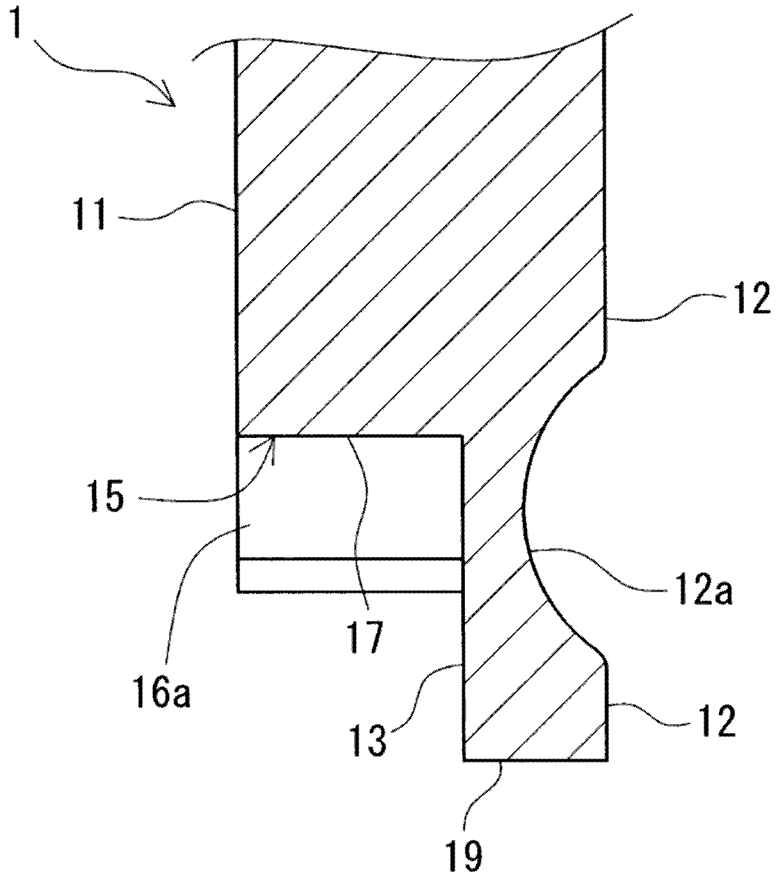
(54)名稱

燒結構件及電磁耦合器

(57)摘要

本發明係一種燒結構件，其係環狀燒結構件，具有：朝向軸向一側之第一面、朝向軸向另一側之第二面、與上述第一面之內周緣相連之內周面、及沿著上述內周面之周向交互設置之複數個齒群及複數個無齒部，上述第二面具有於周向上並排之複數個滾珠槽，上述各齒群具有於上述周面之周向上連續之複數個花鍵齒，上述複數個無齒部之數量與上述複數個滾珠槽之數量相同，上述複數個無齒部於徑向上之形成位置處於上述複數個滾珠槽於徑向上之形成範圍內，上述複數個無齒部於周向上之形成範圍與上述複數個滾珠槽於周向上之形成範圍重疊。

指定代表圖：



【圖5】

符號簡單說明：

1:燒結構件

11:第一面

12:第二面

12a:滾珠槽

13:第三面

15:周面

16a:花鍵齒

17:無齒部

19:孔部

I877231

【發明摘要】

【中文發明名稱】

燒結構件及電磁耦合器

【中文】

本發明係一種燒結構件，其係環狀燒結構件，具有：朝向軸向一側之第一面、朝向軸向另一側之第二面、與上述第一面之內周緣相連之內周面、及沿著上述內周面之周向交互設置之複數個齒群及複數個無齒部，上述第二面具有於周向上並排之複數個滾珠槽，上述各齒群具有於上述周面之周向上連續之複數個花鍵齒，上述複數個無齒部之數量與上述複數個滾珠槽之數量相同，上述複數個無齒部於徑向上之形成位置處於上述複數個滾珠槽於徑向上之形成範圍內，上述複數個無齒部於周向上之形成範圍與上述複數個滾珠槽於周向上之形成範圍重疊。

【指定代表圖】

圖5

【代表圖之符號簡單說明】

1:燒結構件

11:第一面

12:第二面

12a:滾珠槽

13:第三面

15:周面

16a:花鍵齒

17:無齒部

19:孔部

【發明說明書】

【中文發明名稱】

燒結構件及電磁耦合器

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種燒結構件及電磁耦合器。

本申請案主張2019年10月3日提出申請之日本專利申請案第2019-182666號之優先權，並將上述日本申請案中所記載之全部記載內容引用於此。

【先前技術】

【0002】

專利文獻1中揭示有一種驅動力傳輸裝置(電磁耦合器)，其使四輪驅動車之螺旋槳軸與後差動裝置連接或將二者斷開。驅動力傳輸裝置具備第一凸輪機構。第一凸輪機構具備：主凸輪(第一凸輪)、引導凸輪(第二凸輪)、及介存於主凸輪與引導凸輪之間之凸輪滾珠。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利特開2012-167783號公報

【發明內容】

【0004】

本發明之燒結構件係一種環狀燒結構件，其具有：

朝向軸向一側之第一面、

朝向軸向另一側之第二面、

與上述第一面之內周緣相連之內周面、及

沿著上述內周面之周向交互設置之複數個齒群及複數個無齒部，

上述第二面具有於周向上並排之複數個滾珠槽，

上述各齒群具有於上述周面之周向上連續之複數個花鍵齒，

上述複數個無齒部之數量與上述複數個滾珠槽之數量相同，

上述複數個無齒部於徑向上之形成位置處於上述複數個滾珠槽於徑向上之形成範圍內，

上述複數個無齒部於周向上之形成範圍與上述複數個滾珠槽於周向上之形成範圍重疊。

【0005】

本發明之電磁耦合器係具備第一凸輪、第二凸輪、及介存於上述第一凸輪與上述第二凸輪之間的滾珠者，

上述第一凸輪由本發明之燒結構件構成。

【圖式簡單說明】

【0006】

圖1係表示實施方式1、2之燒結構件之第一面側的立體圖。

圖2係表示實施方式1、2之燒結構件之第二面側的立體圖。

圖3係表示實施方式1、2之燒結構件之第一面側之一部分的俯視圖。

圖4係表示實施方式1、2之燒結構件之第二面側之一部分的俯視圖。

圖5係表示沿圖1之V-V剖線切斷所得之燒結構件之一部分的剖視圖。

圖6係表示實施方式1之電磁耦合器之剖視圖。

圖7係表示實施方式2之燒結構件及試樣No.2之燒結構件之維氏硬

度、試樣No.101之燒結構件之維氏硬度、及試樣No.110之燒結構件之維氏硬度的圖。

圖8A係表示實施方式2之燒結構件及試樣No.1之燒結構件之剖面的顯微鏡照片。

圖8B係表示實施方式2之燒結構件及試樣No.1之燒結構件之剖面的顯微鏡照片。

圖9A係表示實施方式2之燒結構件及試樣No.2之燒結構件之剖面的顯微鏡照片。

圖9B係表示實施方式2之燒結構件及試樣No.2之燒結構件之剖面的顯微鏡照片。

圖10係說明解析例中作用於燒結構件之花鍵齒之最大應力之測定方法的說明圖。

圖11係表示試樣No.101之燒結構件之剖面的顯微鏡照片。

圖12係表示試樣No.102之燒結構件之剖面的顯微鏡照片。

【實施方式】

【0007】

[本發明所欲解決之問題]

電磁耦合器之凸輪機構所具備之第一凸輪有時由燒結構件構成。第一凸輪經由滾珠與第二凸輪機械地關聯，故期望其疲勞強度優異。其原因在於，疲勞強度優異之第一凸輪使用壽命較長，因此電磁耦合器便可長期使用。

【0008】

對此，本發明之目的之一在於提供一種燒結構件，其可構築能夠長

期使用之電磁耦合器。

【0009】

又，本發明之另一目的之一在於提供一種能夠長期使用之電磁耦合器。

【0010】

[本發明之效果]

本發明之燒結構件可構築能夠長期使用之電磁耦合器。

【0011】

本發明之電磁耦合器能夠長期使用。

【0012】

[本發明之實施方式之說明]

先前之電磁耦合器所具備之第一凸輪未於周面設置無齒部，而在周面中與各滾珠槽之形成範圍重疊之周向之部位亦設置有花鍵齒。本發明者發現，該第一凸輪中，當由電磁耦合器之第二凸輪所引起之對燒結構件軸向的負載等經由電磁耦合器之滾珠而作用於燒結構件時，存在應力集中於花鍵齒之齒根之情況。本發明係基於上述見解而完成者。首先列記本發明之實施方式進行說明。

【0013】

(1)本發明之一態樣之燒結構件係一種環狀燒結構件，其具有：

朝向軸向一側之第一面、

朝向軸向另一側之第二面、

與上述第一面之內周緣相連之內周面、及

沿著上述內周面之周向交互設置之複數個齒群及複數個無齒部，

上述第二面具有於周向上並排之複數個滾珠槽，

上述各齒群具有於上述周面之周向上連續之複數個花鍵齒，

上述複數個無齒部之數量與上述複數個滾珠槽之數量相同，

上述複數個無齒部於徑向上之形成位置處於上述複數個滾珠槽於徑向上之形成範圍內，

上述複數個無齒部於周向上之形成範圍與上述複數個滾珠槽於周向上之形成範圍重疊。

【0014】

上述燒結構件可構築能夠長期使用之電磁耦合器。其原因如下：上述燒結構件中，複數個無齒部於周向上之形成範圍與複數個滾珠槽於周向上之形成範圍重疊，故於內周面上之與各滾珠槽之形成範圍重疊之周向之部位並無花鍵齒。即，內周面中與各滾珠槽之形成範圍重疊之周向之部位具有大於花鍵齒之齒根之彎曲直徑的弧度。因此，即便以上述燒結構件構成電磁耦合器之第一凸輪，由電磁耦合器之第二凸輪所引起之對燒結構件軸向的負載等經由電磁耦合器之滾珠而作用於燒結構件，亦可使上述帶弧度之無齒部處的應力集中得到緩和，抑制對花鍵齒之齒根之應力集中。因此，上述燒結構件可抑制疲勞強度之降低，使用壽命較長。

【0015】

(2)作為上述燒結構件之一形態，可例舉：

維氏硬度於沿著與上述燒結構件之表面正交之方向5.0 mm深度為止的變動幅度為100 HV以下。

【0016】

上述燒結構件從燒結構件之表面至特定深度，即，至沿著與上述表

面正交之方向深度5.0 mm具有均勻的硬度。由於硬度不均之燒結構件其硬度較小之部位有可能會成為機械弱點而易損傷。與此相對，由於硬度均勻之上述燒結構件其有可能會成為機械弱點之部位較少而不易損傷。

【0017】

(3)作為上述燒結構件之一形態，可例舉：

具有含有Ni、Cr、Mo、及C，且其餘部分由Fe以及不可避免的雜質構成之組成，

將上述燒結構件中所包含之元素之合計含量設為100質量%時，上述燒結構件中上述Ni之含量為超過2質量%且6質量%以下。

【0018】

上述燒結構件兼具高硬度與高韌性。其原因在於，Ni之含量雖然較多但不至於過多。

【0019】

(4)作為上述燒結構件之一形態，可例舉：

Cr之含量為2質量%以上4質量%以下，

Mo之含量為0.2質量%以上0.9質量%以下，

C之含量為0.2質量%以上1.0質量%以下。

【0020】

上述燒結構件為高硬度。其原因在於上述各元素之含量滿足上述範圍，詳細情況將於下文敍述。

【0021】

(5)作為上述燒結構件之一形態，可例舉：

具備麻田散鐵相與殘留奧氏體相之混相組織，

上述燒結構件之任意剖面中上述殘留奧氏體相之面積比率為5%以上。

【0022】

上述燒結構件兼具高硬度與高韌性。其原因在於具有高硬度之麻田散鐵相與高韌性之殘留奧氏體相。尤其是上述燒結構件之韌性優異。其原因在於高韌性之殘留奧氏體相之面積比率較高。

【0023】

(6)本發明之一態樣之電磁耦合器係具備第一凸輪、第二凸輪、及介存於上述第一凸輪與上述第二凸輪之間的滾珠者，

上述第一凸輪由上述(1)至上述(5)中任一項記載之燒結構件構成。

【0024】

上述電磁耦合器能夠長期使用。其原因在於，第一凸輪由如上所述可抑制對花鍵齒之齒根之應力集中且使用壽命較長之燒結構件構成。

【0025】

《本發明之實施方式之詳細情況》

以下對本發明之實施方式之詳細情況進行說明。圖中之相同符號表示同一名稱物。

【0026】

《實施方式1》

[燒結構件]

參照圖1至圖5對實施方式1之燒結構件1進行說明。燒結構件1形成為環狀(圖1)。燒結構件1具有第一面11(圖1)、第二面12(圖2)、及周面15(圖1)。第一面11與第二面12於燒結構件1之軸向上彼此相對。周面15為與第

一面11之內周緣相連之環狀之面。本形態之燒結構件1之特徵之一在於，滿足以下要件(a)及要件(b)。

(a)具有沿著周面15之周向交互設置之齒群16及無齒部17(圖1)、及於第二面12之周向上並排之複數個滾珠槽12a(圖2)。

(b)無齒部17與滾珠槽12a滿足特定數量關係及特定位置關係。

以下，對各構成進行詳細地說明。

【0027】

[外觀]

燒結構件1之形狀為圓盤狀(圖1)。於燒結構件1之中心設置有孔部19。孔部19沿著燒結構件1之軸向貫通。此外，雖然省略了圖示，但於燒結構件1亦可設置有貫通第一面11與第二面12之複數個貫通孔。該貫通孔可使燒結構件實現輕量化。

【0028】

[第一面及第二面]

第一面11設置於燒結構件1之軸向之一側(圖1)。第二面12設置於燒結構件1之軸向之另一側(圖2)。即，第一面11與第二面12設置於燒結構件1之軸向上彼此相對之側。第一面11及第二面12之形狀為圓環狀。第一面11與第二面12實質上由平面構成。第一面11與第二面12實質上與燒結構件1之軸向正交且相互平行。

【0029】

[周面]

周面15與燒結構件1之軸向平行(圖1)。周面15於本形態中為內周面。即，周面15中燒結構件1之軸向之一側的周緣與第一面11之內周緣相

連。周面15中燒結構件1之軸向之另一側的周緣於本形態中不與第二面12之內周緣相連，而與下述第三面13之外周緣相連。如本形態般周面15為內周面之情形時，周面15之上述另一側之周緣亦可與第二面12之內周緣相連。再者，周面15亦可為外周面。於周面15為外周面之情形時，周面15之上述一側之周緣與第一面11之外周緣相連。周面15之上述另一側之周緣亦可與第二面12之外周緣相連。

【0030】

[其他]

(第三面)

第三面13為燒結構件1之軸向之一側之面。於第三面13與第一面11之間，形成相當於周面15之軸向上之長度的階差。第三面13之形狀為圓環狀。與第一面11同樣地，第三面13實質上由平面構成。第三面13與第一面11及第二面12實質上平行。

【0031】

[齒群]

各齒群16係與配對齒輪之齒嚙合之部分，係沿著周面15之周向並排之複數個花鍵齒16a之集合(圖1)。省略配對齒輪之圖示。本形態之周面15如上所述為內周面，故齒群16為內齒群。再者，若周面15為外周面，則齒群16變為外齒群。齒群16逐個設置於周向上彼此相鄰之無齒部17之間。齒群16之數量與無齒部17之數量相同。齒群16之數量於本形態中設為3個。

【0032】

各齒群16中花鍵齒16a之數量並無特別限定，只要是2個以上即可，

可適當選擇。若各齒群16中花鍵齒16a之數量較多，則與配對齒輪嚙合之花鍵齒16a之數量易變多。因此，隨著與配對齒輪之嚙合，作用於各花鍵齒16a之負載易變小。若各齒群16中花鍵齒16a之數量較少，則下述無齒部17之長度Lb易變長。因此，詳細情況如下文所述，即便以燒結構件1構成電磁耦合器10之第一凸輪110(圖6)，亦容易抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。各齒群16中花鍵齒16a之數量於本形態中為8個。

【0033】

各齒群16之長度La可根據下述無齒部17之長度Lb適當選擇(圖3)。齒群16之長度La為於花鍵齒16a之節圓Cp之圓周上，從齒群16之一端側之花鍵齒16a至另一端側之花鍵齒16a之長度。圖3以虛線表示節圓Cp。各齒群16之長度La可與無齒部17之長度Lb不同，亦可與下述無齒部17之長度Lb相同。於各齒群16之長度La大於無齒部17之長度Lb之情形時，易增多各齒群16中花鍵齒16a之數量。因此，作用於各花鍵齒16a之應力易變小。於各齒群16之長度La小於無齒部17之長度Lb之情形時，由於無齒部17之長度Lb較長，故易抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。於齒群16之長度a與無齒部17之長度Lb相等之情形時，可平衡地兼具作用於各花鍵齒16a之應力易變小的效果、及容易抑制花鍵齒16a之齒根上之應力集中的效果。

【0034】

各齒群16中各花鍵齒16a之齒厚Ta及齒槽之寬度Wa可根據配對齒輪之齒槽之寬度及齒厚適當選擇。花鍵齒16a之齒厚Ta於節圓Cp之圓周上為花鍵齒16a之長度。齒槽之寬度Wa於節圓Cp之圓周上為相鄰花鍵齒16a彼此之間之長度。各齒群16中，各花鍵齒16a之齒厚Ta均等。各齒群16中齒

槽之寬度Wa小於無齒部17之長度Lb。各齒群16中齒槽之寬度Wa均等。

【0035】

[無齒部]

各無齒部17為未設置齒而不與配對齒輪之齒嚙合之部分(圖1)。無齒部17由周面15之一部分構成。無齒部17逐個配置於周向上相鄰齒群16彼此之間。即，無齒部17之數量與下述滾珠槽12a之數量相同。無齒部17之數量於本形態中為3個。

【0036】

各無齒部17中，欠缺之花鍵齒16a之數量根據花鍵齒16a之齒厚Ta、齒槽之寬度Wa、及下述無齒部17之長度Lb而變化(圖3)。欠缺之花鍵齒16a之數量可藉由以下方式掌握，即，如圖3之二點鏈線所示，可不設置無齒部17而使齒群16之花鍵齒16a於周向上並排。此時，使各花鍵齒16a之齒厚Ta均等，並使各齒槽之寬度Wa均等。各無齒部17中，欠缺之花鍵齒16a之數量可例舉至少2個以上。如此，無齒部17之長度Lb易變長，因此易抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。但是，一旦欠缺之花鍵齒16a之數量過多，則花鍵齒16a之數量會變少，作用於各花鍵齒16a之應力易變大。欠缺之花鍵齒16a之數量亦取決於花鍵齒16a之齒厚Ta、齒槽之寬度Wa、及無齒部17之長度Lb，例如較佳為3個以下。各無齒部17中，欠缺之花鍵齒16a之數量於本形態中為2個。即，因欠缺2個花鍵齒16a而形成一個無齒部17，將2個花鍵齒計為1個無齒部17。

【0037】

各無齒部17之形成部位為周面15上與下述各滾珠槽12a對向之部位(圖5)。即，各無齒部17於徑向上之形成位置處於各滾珠槽12a於徑向上之

形成範圍內，各無齒部17於周向上之形成範圍與各滾珠槽12a於周向上之形成範圍在周向上重疊。

以與本形態之燒結構件1不同之燒結構件構成電磁耦合器10之第一凸輪110，該燒結構件中，於周面15未設置無齒部17且於周面15中與各滾珠槽12a之形成範圍重疊之周向之部位亦設置有花鍵齒16a，此時之情形如下所述。由電磁耦合器10之第二凸輪120所引起之對燒結構件1軸向的負載等經由電磁耦合器10之滾珠130而作用於燒結構件1，藉此，在與滾珠槽12a之形成範圍重疊之周向之部位的花鍵齒之齒根產生應力集中。與此相對，本形態之燒結構件1中，各無齒部17於周向上之形成範圍與各滾珠槽12a於周向上之形成範圍重疊，因此於周面15上之與各滾珠槽12a之形成範圍重疊之周向之部位並無產生應力集中的花鍵齒16a之齒根。即，周面15中與各滾珠槽12a之形成範圍重疊之周向之部位具有大於花鍵齒16a之齒根之彎曲直徑的弧度。因此，使上述帶弧度之無齒部17處因上述負載等作用所帶來之應力集中得到緩和，抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。

【0038】

各無齒部17之長度Lb可根據下述各滾珠槽12a之長度Lc適當選擇(圖3)。各無齒部17之長度Lb係指齒底圓Cr之圓周上相鄰齒群16彼此之間之長度。圖3中以單點鏈線表示齒底圓Cr。各無齒部17之長度Lb較佳為具有下述各滾珠槽12a之長度Lc之30%以上70%以下之長度。藉由使各無齒部17之長度Lb具有各滾珠槽12a之長度Lc之30%以上之長度，各無齒部17具有充足之長度。因此，易抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。藉由使各無齒部17之長度Lb具有各滾珠槽12a之長度Lc之70%以下之長度，各無齒部17之長度不會過長。即，齒群16之長度La不會變得過短。各無齒部17

之長度Lb於本形態中較各滾珠槽12a之長度Lc(圖4)短。各無齒部17之長度Lb均等。各無齒部17設置於長度Lb之總長度上與各滾珠槽12a之形成範圍重疊之範圍內(圖4)。即，齒群16之各端側之花鍵齒16a設置於與滾珠槽12a之形成範圍之端部重疊之位置。

圖4中以虛線表示與滾珠槽12a對向之無齒部17及齒群16之各端側之花鍵齒16a。

【0039】

無齒部17之長度Lb表示無齒部17於周向上之形成範圍，滾珠槽12a之長度Lc表示滾珠槽12a於周向上之形成範圍(圖4)。

即，如圖4所示，無齒部17於周向上之形成範圍(長度Lb)與滾珠槽12a於周向上之形成範圍(長度Lc)重疊。

雖然圖4中無齒部17之長度Lb之範圍的中央與滾珠槽12a之長度Lc之範圍的中央幾乎一致，但是無齒部17之長度Lb之範圍的中央與滾珠槽12a之長度Lc之範圍的中央可不一致。

又，雖然圖4中例示出整個各無齒部17之長度Lb的範圍包含於各滾珠槽12a之長度Lc的範圍內，整個各無齒部17之長度Lb的範圍與各滾珠槽12a之長度Lc的範圍重疊之情形，但是各無齒部17之長度Lb之範圍的一部分可與各滾珠槽12a之長度Lc的範圍重疊。

又，若各無齒部17之長度Lb與各滾珠槽12a之長度Lc各者之一部分或全部相互重疊，則各無齒部17之長度Lb可大於各滾珠槽12a之長度Lc。

【0040】

又，於本形態中，當俯視各無齒部17時，各無齒部17之外周緣之徑向之位置偏於各滾珠槽12a之外周緣側。再者，各無齒部17之外周緣之上

述位置亦可偏於各滾珠槽12a之內周緣側。各無齒部17之外周緣亦可位於各滾珠槽12a之外周緣與內周緣之正中間。認為各無齒部17之外周緣之上述位置偏於各滾珠槽12a之內周緣側時，上述負載等作用所帶來之無齒部17之應力集中易得到緩和，易抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。

如上所述，各無齒部17於徑向上之形成位置處於各滾珠槽12a於徑向上之形成範圍內。

【0041】

[滾珠槽]

各滾珠槽12a(圖2)供配置電磁耦合器10所具備之滾珠130(圖6)。滾珠槽12a沿著第二面12之周向並排。於周向上相鄰之滾珠槽12a彼此雖然取決於滾珠槽12a之數量與滾珠槽12a之長度Lc，但是可如本形態般於周向上隔開設置，亦可以於周向上實質上不隔開而連續之方式設置。所謂於周向上實質上不隔開而連續，係指例如可例舉於周向上相鄰之滾珠槽12a彼此經由相互之滾珠槽12a之端部彼此而連續。本形態中，於在周向上相鄰之滾珠槽12a彼此之間介存有第二面12。沿著於周向上相鄰之滾珠槽12a彼此之周向的間隔相等。

【0042】

滾珠槽12a之數量只要是2個以上則並無特別限定，可適當選擇。滾珠槽12a之數量例如可例舉3個至9個等。滾珠槽12a之數量於本形態中為3個。

【0043】

各滾珠槽12a之長度Lc可根據滾珠槽12a之數量、及於周向上相鄰之滾珠槽12a彼此之間隔等來適當選擇。各滾珠槽12a之長度Lc如圖5所示，

係指沿著周向之最大長度。於本形態中，各滾珠槽12a之長度Lc大於上述各無齒部17之長度Lb。

【0044】

各滾珠槽12a之形狀並無特別限定，可適當選擇。各滾珠槽12a之深度並不一致，即，深度不同。因深度不同，故於以燒結構件1構成電磁耦合器10之第一凸輪110(圖6)之情形時，可經由滾珠130縮窄或擴寬互相面對面之第一凸輪110與第二凸輪120之間隔，詳細情況如下文所述。各滾珠槽12a之開口寬度可一致，亦可不同(圖2)。各滾珠槽12a之深度與各滾珠槽12a之開口寬度之關係可例舉滿足以下關係。各滾珠槽12a之最深部位之開口寬度最寬。各滾珠槽12a之最窄部位之開口寬度可與最深部位之開口寬度相同，亦可最窄。

【0045】

各滾珠槽12a之形狀於本形態中為弓形狀(圖2、圖4)。於本形態中，各滾珠槽12a之深度係以隨著從周向之中央往向兩端而變淺之方式傾斜。即，各滾珠槽12a之周向之中央的深度最深，兩端之深度最淺。各滾珠槽12a之開口寬度隨著從周向之中央往向兩端而變窄。即，各滾珠槽12a之周向之中央之開口寬度最寬，周向之兩端之開口寬度最窄。

【0046】

再者，根據各滾珠槽12a之形狀，各滾珠槽12a之深度亦可以從周向之一個端部往向另一端部而變淺之方式傾斜。於此情形時，各滾珠槽12a之開口寬度可隨著從周向之一個端部側往向另一端部側而變窄。又，各滾珠槽12a之開口寬度可為於周向上一致。

【0047】

[組成]

燒結構件1由複數個鐵系粒子彼此結合而成。所謂鐵系，係指純鐵或鐵基合金。鐵基合金例如可例舉含有選自由Cu(銅)、C(碳)、Ni(鎳)、Mo(鉬)、Mn(錳)、及Cr(鉻)所組成之群中之1種以上之添加元素，並且其餘的部分由Fe(鐵)及雜質構成者。作為具體的鐵基合金，可例舉：不鏽鋼、Fe-C系合金、Fe-Cu-Ni-Mo系合金、Fe-Ni-Mo-Mn系合金、Fe-Cu系合金、Fe-Cu-C系合金、Fe-Cu-Mo系合金、Fe-Ni-Mo-Cu-C系合金、Fe-Ni-Cu系合金、Fe-Ni-Mo-C系合金、Fe-Ni-Cr系合金、Fe-Ni-Mo-Cr系合金、Fe-Ni-Cr-Mo-C系合金、Fe-Cr系合金、Fe-Mo-Cr系合金、Fe-Cr-C系合金、Fe-Ni-C系合金、Fe-Mo-Mn-Cr-C系合金等。該等鐵基合金中，較佳為特定之Fe-Ni-Cr-Mo-C系合金。關於由特定之Fe-Ni-Cr-Mo-C系合金所形成之燒結構件1，將於下述實施方式2進行說明。

【0048】

燒結構件1之組成可藉由利用感應耦合電漿發射光譜分析法(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry：ICP-OES)等進行成分分析來確認。

【0049】

[製造方法]

本形態之燒結構件1可藉由具備準備壓粉成形體之步驟、及燒結壓粉成形體之步驟的燒結構件之製造方法進行製造。以下，依序對各步驟進行說明。

【0050】

[準備步驟]

該步驟中，準備具備複數個齒群及複數個無齒部、及複數個滾珠槽之壓粉成形體。所謂壓粉成形體所具備之複數個齒群及複數個無齒部、及複數個滾珠槽係指如上述之燒結構件1所具備之複數個齒群16及複數個無齒部17、及複數個滾珠槽12a。上述燒結構件1藉由燒結於該步驟所準備之壓粉成形體而得以製作。即，該壓粉成形體相當於上述燒結構件1中未燒結者。壓粉成形體係將已準備好之原料粉末進行加壓成形而成者。原料粉末可以成為上述燒結構件1之組成之方式適當選擇。原料粉末之加壓成形例如可例舉使用能夠精加工為接近成品之形狀之近淨成形的模具。藉由該加壓成形，可獲得具有複數個齒群及複數個無齒部、及複數個滾珠槽之壓粉成形體。再者，準備壓粉成形體亦可藉由以下方式進行：製作圓盤狀壓粉成形體，利用切削加工形成複數個齒群及複數個無齒部、及複數個滾珠槽。

【0051】

[燒結步驟]

該步驟中，燒結壓粉成形體。藉由燒結壓粉成形體，可獲得結合原料粉末之粒子彼此而成之上述燒結構件1。燒結壓粉成形體時可利用適當之燒結爐。於燒結步驟之冷卻過程中進行急冷之情形時，壓粉成形體之燒結適宜連續燒結爐。連續燒結爐具有燒結爐、及連續於燒結爐之下游之急冷室。

【0052】

燒結條件可根據原料粉末之組成適當選擇。燒結溫度例如可例舉1050℃以上1400℃以下，進而可例舉1100℃以上1300℃以下。燒結時間例如可例舉10分鐘以上150分鐘以下，進而可例舉15分鐘以上60分鐘以

下。燒結條件可適用公知之條件。

【0053】

燒結步驟之冷卻過程之冷卻速度可適當選擇。可加快冷卻速度將燒結構件1急冷，亦可不加快冷卻速度而不進行急冷。若進行急冷，則可省略進行下述熱處理之步驟。於不進行急冷之情形時，亦可經過進行下述熱處理之步驟。

【0054】

於進行急冷之情形時，冷卻速度可例舉1℃/秒以上。藉由使冷卻速度為1℃/秒以上，燒結構件1得以急冷。因此，由於易形成麻田散鐵相，而可製造硬度較高之燒結構件1。又，因燒結構件1得以急冷，故易製造從表面至特定深度之維氏硬度之變動幅度較小之燒結構件1。具體而言，可製造上述維氏硬度之變動幅度為50 HV以下之燒結構件1。冷卻速度進而較佳為2℃/秒以上，特佳為5℃/秒以上。冷卻速度之上限例如可例舉1000℃/秒，進而可例舉500℃/秒，尤其是可例舉200℃/秒。冷卻方法可例舉將冷卻氣體吹送至燒結構件1。冷卻氣體之種類可例舉氮氣或氬氣等惰性氣體。

[其他步驟]

燒結構件之製造方法此外還可具備：進行熱處理之步驟、及進行精加工之步驟中之至少一個步驟。

【0055】

(熱處理)

作為熱處理，可例舉淬火處理、回火處理等。藉由進行淬火、回火，燒結構件1之機械特性提高，尤其是硬度及強度。淬火處理亦可為滲

碳淬火處理。淬火處理(滲碳淬火處理)、回火處理可適用公知之條件。

【0056】

(進行精加工之步驟)

該步驟中，使燒結構件1之尺寸符合設計尺寸。作為精加工，例如可例舉進行上膠或對燒結構件1之表面進行研磨加工等。尤其是，研磨加工易降低燒結構件1之表面粗糙度。

【0057】

[用途]

實施方式之燒結構件1例如適宜用於構成電磁耦合器之凸輪機構之凸輪零件。參照圖6，對本形態之電磁耦合器之一例進行說明。電磁耦合器10例如使汽車之螺旋槳軸與後差動齒輪連接及使二者斷開。

【0058】

電磁耦合器10具備凸輪機構，該凸輪機構具有第一凸輪110、第二凸輪120、及滾珠130。圖6中為方便說明而僅示出凸輪機構。除該等構件以外，省略了電磁耦合器10所具備之電磁線圈、銜鐵、第一離合器、第二離合器等之圖示。圖6係表示在與圖5所示之剖視圖同樣之位置切斷凸輪機構之狀態的剖視圖。

【0059】

第一凸輪110由上述燒結構件1構成。即，第一凸輪110具有複數個齒群16及複數個無齒部17。第二面12具備複數個滾珠槽12a。第一凸輪110之第一面11位於與第二凸輪120側相反之側，第一凸輪110之第二面12位於第二凸輪120側。第二凸輪120具有配置有滾珠130之滾珠槽121。滾珠130介存於第一凸輪110之滾珠槽12a與第二凸輪120之滾珠槽121之間。

【0060】

雖省略了圖示，第一凸輪110與第二凸輪120之間之間隔會根據電磁線圈之通電之有無而擴寬，或如圖6所示般縮窄。

【0061】

伴隨著對電磁線圈通電，第二凸輪120會經由銜鐵、第二離合器等旋轉。滾珠130被第二凸輪120之滾珠槽121拖著，從第一凸輪110之滾珠槽12a之最深部移動至最淺部。因滾珠130之移動，經由滾珠130第一凸輪110按壓第一面11側。第一凸輪110遠離第二凸輪120，第一凸輪110與第二凸輪120之間隔變寬。一旦上述間隔變寬，螺旋槳軸與後差動齒輪便會經由第一離合器等連接。

【0062】

另一方面，隨著阻斷電磁線圈之通電，而解除通電時之第二凸輪120之旋轉。第二凸輪120朝向與通電時相反之側旋轉。滾珠130被第二凸輪120之滾珠槽121拖著，從第一凸輪110之滾珠槽12a之最淺部移動至最深部。因滾珠130之移動，使經由滾珠130朝向第一凸輪110之第一面11側之推壓力得以解除。第一凸輪110接近第二凸輪120側，第一凸輪110與第二凸輪120之間隔變窄。一旦上述間隔變窄，經由第一離合器等實現之螺旋槳軸與後差動齒輪之連接便會被斷開。

【0063】

[作用效果]

本形態之燒結構件1可構築能夠長期使用之電磁耦合器10。本形態之燒結構件1中，由於各無齒部17於周向上之形成範圍與各滾珠槽12a於周向上之形成範圍重疊，故於周面15上之與各滾珠槽12a之形成範圍重疊之

周向之部位並無產生應力集中之花鍵齒16a之齒根。即，周面15中與各滾珠槽12a之形成範圍重疊之周向之部位具有大於花鍵齒16a之齒根之彎曲直徑的弧度。因此，以本形態之燒結構件1構成電磁耦合器10之第一凸輪110，由電磁耦合器10之第二凸輪120所引起之燒結構件1之軸向之負載等經由電磁耦合器10之滾珠130而作用於燒結構件1，可緩和應力集中於上述帶弧度之無齒部17，抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中。因此，本形態之燒結構件1可抑制疲勞強度之降低，而使用壽命較長。又，本形態之電磁耦合器10由燒結構件1構成第一凸輪110，因此能夠長期使用，上述燒結構件1因可抑制對花鍵齒16a之齒根之應力集中故而使用壽命較長。

【0064】

《實施方式2》

[燒結構件]

參照圖1至圖5、圖7、圖8A、圖8B、圖9A、圖9B，對實施方式2之燒結構件1進行說明。實施方式2之燒結構件1主要在具有特定組成、組織、及特性之方面與實施方式1之燒結構件1不同。實施方式2之燒結構件1之外觀與實施方式1之燒結構件1相同。以下，以與實施方式1之不同點為中心進行說明。省略與實施方式1相同之構成之說明。

【0065】

[組成]

燒結構件1之組成含有Ni、Cr、Mo、及C，其餘的部分具有由Fe及不可避免的雜質構成之組成。

【0066】

(Ni)

Ni提高燒結構件1之韌性。Ni於燒結構件1之製造過程中可提高淬火性，因此亦有助於提高燒結構件1之硬度。以下，有時將燒結構件1之製造過程僅稱為製造過程。Ni之含量較佳為超過2質量%且6質量%以下。若Ni之含量超過2質量%，則燒結構件1韌性優異。其原因在於，Ni之含量較多。因Ni之含量較多，故Ni之一部分與Fe合金化，而Ni之其餘的部分不發生合金化而作為純Ni存在。作為該純Ni存在之部分有助於提高韌性。若Ni之含量為6質量%以下，則燒結構件1硬度優異。其原因在於，Ni不至於過多，故可抑制硬度之降低。因此，藉由使Ni之含量滿足上述範圍，燒結構件1可兼具高硬度與高韌性。Ni之含量進而較佳為2.5質量%以上5.5質量%以下，特佳為3質量%以上5質量%以下。Ni之含量係指將燒結構件1所包含之元素之合計含量設為100質量%時，Ni於燒結構件1中所占之含量。關於這一點下述Cr、Mo、C亦相同。

【0067】

(Cr)

Cr提高燒結構件1之硬度。其原因在於Cr可於製造過程中提高淬火性。Cr之含量例如較佳為2質量%以上4質量%以下。若Cr之含量為2質量%以上，則燒結構件1硬度優異。若Cr之含量為4質量%以下，則可抑制燒結構件1之韌性之降低。Cr之含量進而較佳為2.2質量%以上3.8質量%以下，特佳為2.5質量%以上3.5質量%以下。

【0068】

(Mo)

Mo提高燒結構件1之硬度。其原因在於Mo可於製造過程中提高淬火性。Mo之含量例如較佳為0.2質量%以上0.9質量%以下。若Mo之含量為

0.2質量%以上，則燒結構件1硬度優異。若Mo之含量為0.9質量%以下，則可抑制燒結構件1之韌性之降低。Mo之含量進而較佳為0.3質量%以上0.8質量%以下，特佳為0.4質量%以上0.7質量%以下。

【0069】

(C)

C提高燒結構件1之硬度。C易於製造過程中引起Fe-C之液相出現。該Fe-C之液相易使孔隙之角變圓。因此，燒結構件1中導致硬度之降低之孔隙的銳角部較少。故，燒結構件1之硬度易變大。C之含量例如較佳為0.2質量%以上1.0質量%以下。若C之含量為0.2質量%以上，則燒結構件1硬度較高。其原因在於，於製造過程中，Fe-C之液相充分地出現，易有效地使孔隙之角部變圓。若C之含量為1.0質量%以下，則燒結構件1尺寸精度優異。於製造過程中，易抑制Fe-C之液相過度生成。C之含量進而較佳為0.3質量%以上0.95質量%以下，特佳為0.4質量%以上0.9質量%以下。

【0070】

[組織]

燒結構件1之組織較佳為具有麻田散鐵相與殘留奧氏體相之混相組織(圖8A、圖8B、圖9A、圖9B)。圖8A、圖8B、圖9A、圖9B為燒結構件1之剖面之顯微鏡照片，詳細情況如下文所述。各圖之箭頭之尖部之白色部分為殘留奧氏體相，該殘留奧氏體相周圍之部分為麻田散鐵相。燒結構件1因具有麻田散鐵相故而硬度較高。燒結構件1藉由具有殘留奧氏體相而韌性較高。

【0071】

殘留奧氏體相之面積比率例如較佳為5%以上。如此，由於高韌性之殘留奧氏體相之面積比率較高，而燒結構件1韌性優異。殘留奧氏體相之面積比率例如較佳為50%以下。如此，殘留奧氏體相之面積比率不會變得過大。即，麻田散鐵相之面積比率易變大。因此，燒結構件1硬度較高且韌性較高。殘留奧氏體相之面積比率進而較佳為10%以上45%以下，特佳為15%以上40%以下。詳細情況如下文所述，殘留奧氏體相之面積比率係指殘留奧氏體相之合計面積相對於燒結構件1之剖面之顯微鏡照片之總面積的比率。

【0072】

[特性]

(硬度)

燒結構件1較佳為高硬度。燒結構件1較佳為維氏硬度較大，維氏硬度之變動幅度較小(圖7之圖中所示之圓圈標記)。關於圖7之圖之詳細情況將於下文敘述。燒結構件1之維氏硬度較佳為615 HV以上。燒結構件1之維氏硬度之變動幅度較佳為100 HV以下。該燒結構件1從表面至上述特定深度的硬度較高，且具有均勻的硬度。即，燒結構件1相較於硬度不均勻之燒結構件，有可能成為機械弱點之部位較少，因此不易損傷。該燒結構件1由於維氏硬度之變動幅度較小，故係經過於燒結過程之冷卻過程進行急冷之燒結硬化處理者。該燒結構件1已經過燒結硬化處理，故並未進行燒結後之淬火回火。不進行燒結硬化處理而於燒結後進行了淬火回火之燒結構件1的維氏硬度之變動幅度例如超過100 HV。

【0073】

燒結構件1之維氏硬度進而較佳為620 HV以上，特佳為625 HV以

上。上述維氏硬度之變動幅度進而較佳為75 HV以下，特佳為50 HV以下。燒結構件1之維氏硬度之詳細情況如下文所述，即，係於燒結構件1之剖面，在從燒結構件1之表面至特定深度之間測得之複數個部位之維氏硬度之平均。燒結構件1之維氏硬度之變動幅度之詳細情況如下文所述，即，係於燒結構件1之剖面，在從表面至特定深度之間測得之維氏硬度中最大值與最小值之差。

【0074】

(韌性)

燒結構件1較佳為高韌性。具體而言，較佳為詳情如下所述之小野式旋轉彎曲疲勞試驗中，能承受10^7次反覆彎曲試驗之應力振幅較大，彎曲疲勞強度優異。能承受10^7次反覆彎曲試驗之應力振幅較佳為420 MPa以上。能承受10^7次反覆彎曲試驗之應力振幅進而較佳為423 MPa以上，特佳為425 MPa以上。

【0075】

[燒結構件之製造方法]

本形態之燒結構件1與上述燒結構件之製造方法同樣地，可藉由具備以下步驟之燒結構件之製造方法製造，即，準備壓粉成形體之步驟、及燒結壓粉成形體之步驟。準備步驟中，在準備具備複數個齒群及複數個無齒部、及複數個滾珠槽之壓粉成形體之方面，與上述準備步驟相同。準備步驟中，於使用包含鐵基合金粉末、Ni粉末、及C粉末作為壓粉成形體之原料粉末之方面，與上述準備步驟不同。燒結步驟中，於冷卻過程進行急冷。

【0076】

[準備步驟]

(鐵基合金粉末)

鐵基合金粉末含有Cr及Mo，具有其餘的部分由Fe及不可避免的雜質構成之組成。鐵基合金中Cr及Mo之含量維持至下述燒結步驟之後。即，上述燒結構件1中維持鐵基合金中Cr及Mo之含量。鐵基合金中Cr之含量如上所述，例如較佳為2質量%以上4質量%以下，進而較佳為2.2質量%以上3.8質量%以下，特佳為2.5質量%以上3.5質量%以下。又，鐵基合金中Mo之含量如上所述，例如較佳為0.2質量%以上0.9質量%以下，進而較佳為0.3質量%以上0.8質量%以下，特佳為0.4質量%以上0.7質量%以下。將Cr及Mo之含量設為上述範圍之原因如上所述。Cr及Mo之含量係指將鐵基合金中所包含之元素之合計含量設為100質量%時，Cr及Mo於鐵基合金中所占之含量。

【0077】

鐵基合金粉末之平均粒徑例如可例舉50 μm以上150 μm以下。平均粒徑處於上述範圍內之鐵基合金粉末易操作且易加壓成形。平均粒徑為50 μm以上之鐵基合金粉末易確保流動性。平均粒徑為150 μm以下之鐵基合金粉末易獲得組織緻密之燒結構件1。鐵基合金粉末之平均粒徑進而可例舉55 μm以上100 μm以下。「平均粒徑」係指藉由雷射繞射式粒度分佈測定裝置測得之體積粒度分佈中累積體積為50%之粒徑(D50)者。關於這一點，下述Ni粉末及C粉末之平均粒徑亦相同。

【0078】

(Ni粉末)

Ni粉末可例舉純Ni粉末。Ni粉末之含量維持至下述燒結步驟之後。

即，上述燒結構件1中維持Ni粉末之含量。Ni粉末之含量如上所述，可例舉超過2質量%且6質量%以下，進而較佳為2.5質量%以上5.5質量%以下，特佳為3質量%以上5質量%以下。因Ni粉末之含量較多，故藉由燒結步驟可使Ni之一部分與Fe合金化，而Ni之其餘的部分並不合金化而是作為純Ni存在。此外，形成麻田散鐵相與殘留奧氏體相之混相組織。因此，易製造韌性優異之燒結構件1。又，因Ni粉末之含量不至於過多，故易抑制硬度之降低。因此，藉由使Ni粉末之含量滿足上述範圍，可製造兼具高強度及高韌性之燒結構件1。Ni粉末之含量係指將原料粉末整體設為100質量%時，Ni粉末於原料粉末中所占之含量。

【0079】

Ni粉末之平均粒徑影響殘留奧氏體相之分佈狀態。Ni粉末之平均粒徑例如可例舉1 μm以上40 μm以下。平均粒徑為40 μm以下之Ni粉末易使殘留奧氏體相均等地分佈。平均粒徑為1 μm以上之Ni粉末由於易操作，故可提高製造作業性。Ni粉末之平均粒徑進而可例舉1 μm以上30 μm以下，尤其可例舉1 μm以上20 μm以下。

【0080】

(C粉末)

C粉末於燒結步驟之升溫過程中成為Fe-C之液相，使燒結構件1中之孔隙之角變圓而提高燒結構件1之硬度。C粉末之含量與Ni粉末等同樣地，亦維持至下述燒結步驟之後。即，上述燒結構件1中維持原料粉末中C粉末之含量。C粉末之含量如上所述，例如較佳為0.2質量%以上1.0質量%以下，進而較佳為0.3質量%以上0.95質量%以下，特佳為0.4質量%以上0.9質量%以下。

【0081】

C粉末之平均粒徑較佳為設為小於鐵基合金粉末之平均粒徑。小於鐵基合金粉末之C粉末易均勻地分散於鐵基合金粉末中，因此易進行合金化。C粉末之平均粒徑例如可例舉1 μm以上30 μm以下，進而可例舉10 μm以上25 μm以下。就生成Fe-C之液相之觀點而言，C粉末之平均粒徑較大者為佳，但若過大則因液相之出現時間變長導致孔隙變得過大而成為缺陷。

【0082】

(其他)

原料粉末可含有潤滑劑。潤滑劑可提高原料粉末之成形時之潤滑性，而提高成形性。潤滑劑之種類例如可例舉：高級脂肪酸、金屬皂、脂肪酸醯胺、高級脂肪酸醯胺等。作為該等潤滑劑，可利用公知之潤滑劑。潤滑劑之存在形態可為固體狀或粉末狀、液體狀等形態。潤滑劑可單獨使用該等中之至少1種或將該等組合使用。將原料粉末設為100質量%時，例如，原料粉末中潤滑劑之含量可例舉0.1質量%以上2.0質量%以下，進而可例舉0.3質量%以上1.5質量%以下，尤其是可例舉0.5質量%以上1.0質量%以下。

【0083】

原料粉末可含有有機黏合劑。有機黏合劑可利用公知之黏合劑。將原料粉末設為100質量%時，有機黏合劑之含量可例舉0.1質量%以下。若有機黏合劑之含量為0.1質量%以下，則由於可使成形體中所包含之金屬粉末之比率較大，而易獲得緻密之壓粉成形體。於不含有機黏合劑之情形時，無需於後步驟將壓粉成形體脫脂。

【0084】

[燒結步驟]

燒結條件如上所述。燒結步驟之冷卻過程之冷卻速度如上所述，可例舉1℃/秒以上。藉由使冷卻速度為1℃/秒以上，燒結構件1會急冷。因此，易形成麻田散鐵相與殘留奧氏體相之混相組織。因此，可製造硬度及韌性優異之燒結構件1。尤其是C含量越多越容易形成麻田散鐵相，故可製造高硬度之燒結構件1。又，Ni粉末越多越容易形成殘留奧氏體相，故容易製造高韌性之燒結構件1。又，藉由使燒結構件1急冷，從表面至特定深度之維氏硬度之變動幅度較小，故易製造燒結構件1。具體而言，可製造上述維氏硬度之變動幅度為50 HV以下之燒結構件1。較佳之冷卻速度如上所述。

【0085】

[作用效果]

本形態之燒結構件1除實施方式1之效果外，還可兼具高硬度及高韌性。其原因在於，燒結構件1之Ni之含量較多故而韌性優異，並且因Ni之含量不至於過多故而可抑制硬度之降低。此外，由於燒結構件1具有高硬度之麻田散鐵相與高韌性之殘留奧氏體相之混相組織。又，燒結構件1從表面至特定深度具有均勻的硬度。其原因在於，燒結構件1之上述維氏硬度之變動幅度較小。因此，本形態之燒結構件1適宜用於上述電磁耦合器10所具備之第一凸輪110(圖6)。

【0086】

《解析例》

解析例中，利用FEM(Finite Element Method，有限元法)解析研究

了因無齒部之有無所帶來之作用於花鍵齒的最大應力之大小的區別。

【0087】

[解析模型No.1]

解析模型No.1之第一構件由參照圖1至圖5所說明之燒結構件1構成。即，本模型之第一構件中，於與第一面相連之內周面具有複數個齒群及複數個無齒部，於第二面具有複數個滾珠槽。第一構件之複數個齒群及複數個無齒部、及複數個滾珠槽可參照適當圖1至圖5之複數個齒群16及複數個無齒部17、及複數個滾珠槽12a。齒群之數量設為3個，各齒群中花鍵齒之數量設為8個。無齒部之數量設為與齒群之數量相同，都為3個。各無齒部中，欠缺之花鍵齒之數量設為2個。滾珠槽之數量設為3個。

【0088】

[解析模型No.101]

解析模型No.101之第一構件中，於與第一面相連之內周面並無無齒部，具有於內周面之周向上並排之複數個花鍵齒點，除此以外，與解析模型No.1之第一構件相同。花鍵齒之數量設為30個。滾珠槽之數量設為3個。

【0089】

[應力解析]

以如下方式調查了各解析模型之第一構件中，作用於花鍵齒之最大應力。準備圖10所示之第二構件220、滾珠230、第一治具310、及第二治具320。圖10係表示於與圖5所示之剖視圖相同之位置切斷各構件之狀態的剖視圖。第二構件220由參照圖6所說明之第二凸輪120構成。即，第二構件220具有供滾珠230配置之滾珠槽121。如圖10所示，於各解析模型之

第一構件210之滾珠槽12a與第二構件220之滾珠槽121之間介存有滾珠230。將滾珠230配置於相對於第一構件210之滾珠槽12a之最深部稍有偏離的位置，並使其無法從該位置移動。於第一構件210之第一面11之外周緣側配置有第一治具310。與第二構件220之滾珠槽121相反側之面之中，於與滾珠230對向之外周緣側配置第二治具320。利用第一治具310及第二治具320沿著第一構件210之軸向對第一構件210及第二構件220進行加壓。此時，利用FEM解析研究第一構件210之作用於花鍵齒之最大應力。FEM解析係使用ANSYS公司製造之Workbench Mechanical作為軟體。

【0090】

解析模型No.1之第一構件中，最大應力作用於花鍵齒之齒根。該最大應力值為281 MPa。另一方面，解析模型No.101之第一構件中，與解析模型No.1同樣地，最大應力作用於與滾珠槽之形成範圍重疊之周向之部位的花鍵齒之齒根。該最大應力值為366 MPa。如上，可知解析模型No.1之第一構件相較於解析模型No.101之第一構件，作用於花鍵齒之齒根之最大應力值大約降低了16%。因此，可知因於與各滾珠槽之形成範圍重疊之周向之部位具有無齒部，可抑制對花鍵齒之齒根之應力集中。

【0091】

《試驗例》

試驗例對燒結構件之硬度及韌性進行了評估。

【0092】

[試樣No.1、試樣No.2]

試樣No.1、試樣No.2之燒結構件係經過以下步驟製作：準備原料粉末之步驟、製作壓粉成形體之步驟、及燒結壓粉成形體之步驟。

【0093】

[準備步驟]

準備包含鐵基合金粉末、Ni粉末、及C粉末之混合粉末作為原料粉末。

【0094】

鐵基合金粉末含有Cr及Mo，並且其餘的部分具有由Fe及不可避免的雜質構成之複數個鐵合金粒子。將鐵基合金中之Cr之含量及Mo之含量示於表1。即，鐵基合金中Cr之含量為3.0質量%，鐵基合金中Mo之含量為0.5質量%。表1中所示之「-」表示不含相當之元素。

【0095】

將原料粉末中之Ni粉末及C粉末之含量示於表1。試樣No.1中，Ni粉末之含量為3質量%，C粉末之含量為0.65質量%，Fe粉末之含量為其餘的部分。試樣No.2中，Ni粉末之含量為4質量%，C粉末之含量為0.75質量%，Fe粉末之含量為其餘的部分。

【0096】

[製作壓粉成形體之步驟]

將原料粉末加壓成形製作壓粉成形體。成形壓力設為700 MPa。

【0097】

[燒結步驟]

燒結壓粉成形體而製作燒結構件。燒結壓粉成形體時使用具有燒結爐、及連續於燒結爐之下游之急冷室之連續燒結爐。作為燒結條件，將燒結溫度設為1300℃，燒結時間設為15分鐘。

【0098】

(冷卻過程)

於燒結步驟之冷卻過程中，進行將燒結構件急冷之燒結硬化處理。具體而言，將氣體氛圍溫度從冷卻開始時調至300℃，冷卻速度設為3℃/秒。該冷卻藉由將作為冷卻氣體之氮氣吹送至燒結構件進行。

【0099】

[試樣No.101、試樣No.102]

試樣No.101、試樣No.102之燒結構件除了已準備好之原料粉末中的Ni粉末之含量及C粉末之含量不同以外，係與試樣No.1之燒結構件同樣地製作而成。具體而言，試樣No.101中，將原料粉末中Ni粉末之含量設為1質量%，將原料粉末中C粉末之含量設為0.7質量%。試樣No.102中，將原料粉末中Ni粉末之含量設為2質量%，原料粉末中C粉末之含量設為0.7質量%。

【0100】

[試樣No.110]

除以下(a)至(e)點以外，與試樣No.2同樣地製作試樣No.110之燒結構件。

(a)已準備好之鐵基合金粉末之組成不含Cr，包含Ni及Cu。

(b)原料粉末中不含Ni粉末。

(c)原料粉末中C粉末之含量不同。

(d)燒結步驟之冷卻過程不進行急冷而進行徐冷。

(e)燒結步驟之後，進行淬火回火。

【0101】

鐵基合金粉末含有Cu、Mo、及Ni，其餘的部分具有由Fe及不可避免

的雜質構成之複數個鐵合金粒子。鐵基合金中Cu之含量為1.5質量%。鐵基合金中Mo之含量為0.5質量%。鐵基合金中Ni之含量為4質量%。試樣No.110中，原料粉末中C粉末之含量為0.5質量%，Fe粉末之含量為其餘的部分。

【0102】

燒結步驟之冷卻過程中，不將燒結構件急冷而進行徐冷。冷卻速度為0.5℃/秒左右。

【0103】

[表觀密度之測定]

利用阿基米德法測定各試樣之燒結構件之表觀密度(g/cm^3)。表觀密度藉由「(燒結構件之乾燥重量)/{(燒結構件之乾燥重量)－(燒結構件之油浸材之水中重量)}×水之密度」求出。燒結構件之油漬材之水中重量係使浸漬於油中而含油之燒結構件浸漬水中後之構件之重量。N數設為3個。將3個燒結構件之測定結果之平均設為各試樣之燒結構件之表觀密度。將其結果示於表1。

【0104】

[硬度之評估]

燒結構件之硬度之評估藉由求出燒結構件之維氏硬度、及從燒結構件之表面至特定深度之維氏硬度之變動幅度進行。

【0105】

維氏硬度之測定係依據JIS Z 2244(2009)進行。從燒結構件切下試驗片。試驗片之形狀設為矩形狀。試驗片之尺寸設為55 mm×10 mm×厚度10 mm。以試驗片之厚度方向之一面由燒結構件之表面構成之方式切下試

驗片。

【0106】

從試驗片之表面至特定深度之間，測定試驗片之剖面之11個部位的維氏硬度。試驗片之表面係指上述試驗片之厚度方向之一面。特定深度設為沿著與試驗片之表面正交之方向的5.0 mm。測定部位具體包括：距表面0.1 mm之地點、及自表面以0.5 mm之間距隔開之10個部位之地點。N數設為3個。

【0107】

將3個試驗片之全部測定地點之維氏硬度的平均設為燒結構件之維氏硬度。將3個試驗片之各測定地點之維氏硬度的平均中最大值與最小值之差設為燒結構件之維氏硬度的變動幅度。將該等結果示於表1。

【0108】

作為代表，試樣No.2、試樣No.101、試樣No.110之燒結構件中，於圖7中以圓圈標記、叉形標記、及黑色實心之菱形標記表示3個試驗片之各測定地點之維氏硬度的平均。圖7之圖之橫軸表示距表面之深度(mm)，縱軸表示維氏硬度(HV)。

【0109】

[韌性之評估]

藉由利用小野式旋轉彎曲疲勞試驗來測定應力振幅從而對燒結構件之韌性進行評估。

【0110】

使用東京試驗機公司製造之FTO-100作為試驗機，依據JIS Z 2274(1978)進行小野式旋轉彎曲疲勞試驗。試驗片係從燒結構件切下。使

試驗片為符合JIS Z 2274(1978)之1號試驗片之試驗片。具體而言，試驗片之形狀為啞鈴狀。該試驗片具有一對粗徑部及細徑部。各粗徑部設置於試驗片之軸向之兩端。各粗徑部之形狀為圓柱狀。各粗徑部之直徑與粗徑部之軸向一致。細徑部設置於兩粗徑部彼此之間。兩粗徑部與細徑部連續。細徑部之形狀為圓柱狀。細徑部具有平行部及一對彎曲部。平行部係位於細徑部之軸向之中央且其軸向上之直徑一致的部分。各彎曲部係將平行部與粗徑部相連，且直徑隨著從平行部側往向粗徑部側而變大的部分。試驗片之軸向之長度設為90.18 mm。各粗徑部之軸向之長度設為27.5 mm，細徑部之軸向之長度設為35.18 mm。粗徑部之直徑設為12 mm。平行部之直徑設為8 mm。平行部之長度為16 mm。

【0111】

作為測定條件，將轉速設為3400 rpm。測定進行10^7次反覆彎曲時試驗片不發生斷裂之最大應力振幅。N數設為3個。將3個試驗片之應力振幅之平均設為燒結構件之應力振幅。將其結果示於表1。

【0112】

[剖面觀察]

觀察試樣No.1、試樣No.2、試樣No.101、試樣No.102之燒結構件之剖面。

【0113】

燒結構件之剖面設為任意剖面。如下操作，使剖面露出。將切斷燒結構件之一部分後所得之試樣片埋設於環氧樹脂，而製作樹脂成形體。對樹脂成形體實施研磨加工。研磨加工分兩階段進行。作為第一階段之加工，對樹脂成形體之樹脂進行研磨直至燒結構件之剖面露出。作為第二階

段之加工，對露出之剖面進行研磨。研磨為鏡面研磨。即，所觀察之剖面為鏡面研磨面。

【0114】

觀察剖面時使用奧林巴斯公司製造之GX51光學顯微鏡。圖8A及圖8B、圖9A及圖9B、圖11、圖12示出試樣No.1、試樣No.2、試樣No.101、試樣No.102之燒結構件之剖面之顯微鏡照片。圖8A、圖9A、圖11、圖12之顯微鏡照片之尺寸為2.82 mm×2.09 mm左右。圖8B、圖9B之顯微鏡照片之尺寸為1.38 mm×1.02 mm左右。

【0115】

根據各顯微鏡照片，確認上述4個試樣中有無殘留奧氏體相。為方便說明，各顯微鏡照片中用箭頭示出殘留奧氏體相。該箭頭之尖部之白色部分為殘留奧氏體相。白色部分周圍之部分為麻田散鐵相。再者，圖11中由於未發現殘留奧氏體相故而未標註箭頭。

【0116】

求出上述5個試樣中之殘留奧氏體相之面積比率。此處，使用派爾(Pulstec)工業公司製造之便攜型X射線殘留應力測定裝置μ-X360，求出殘留奧氏體相之合計面積相對於測定視角之總面積的比率。測定視角之數量設為2個。測定視角之尺寸設為直徑2 mm。將各測定視角中殘留奧氏體相之合計面積之比率的平均設為殘留奧氏體相之面積比率。將其結果示於表1。

【0117】

[表1]

試樣No.	原料粉末						燒結構件				
	鐵基合金粉末				Ni粉末	C粉末	密度	維氏硬度		應力振幅	殘留奧氏體相
	Cr	Cu	Mo	Ni				平均值	變動幅度		面積比率
	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	g/cm^3	HV	HV	MPa	%
1	3.0	-	0.5	-	3	0.65	7.20	643	42	422	21
2	3.0	-	0.5	-	4	0.75	7.23	636	36	428	25
101	3.0	-	0.5	-	1	0.7	7.15	604	63	378	14
102	3.0	-	0.5	-	2	0.7	7.10	650	48	415	16
110	-	1.5	0.5	4	-	0.5	7.21	608	106	398	43

【0118】

如表1所示，試樣No.1、試樣No.2之燒結構件相較於試樣No.101、試樣No.102、試樣No.110之燒結構件，維氏硬度較高且維氏硬度之變動幅度較小，此外，應力振幅較大。

【0119】

如圖8A、圖8B、圖9A、圖9B所示，可知試樣No.1、試樣No.2之燒結構件具有麻田散鐵相與殘留奧氏體相之混相組織。另一方面，如圖11、圖12所示，可知試樣No.101、試樣No.102之燒結構件幾乎未發現殘留奧氏體相，或完全未發現，實質上由麻田散鐵相構成。試樣No.1、試樣No.2之燒結構件中殘留奧氏體相之面積比率高於試樣No.101、試樣No.102之燒結構件中殘留奧氏體相之面積比率。

【0120】

本發明並不受該等例示限定，其係由申請專利範圍表示，且包括與申請專利範圍同等之涵義及範圍內之所有變更。

【符號說明】

【0121】

1:燒結構件

10:電磁耦合器

11:第一面

12:第二面

12a:滾珠槽

13:第三面

15:周面

16:齒群

16a:花鍵齒

17:無齒部

19:孔部

110:第一凸輪

120:第二凸輪

121:滾珠槽

130:滾珠

210:第一構件

220:第二構件

230:滾珠

310:第一治具

320:第二治具

Cp:節圓

Cr:齒底圓

La:齒群之長度

Lb:無齒部之長度

Lc:滾珠槽之長度

Ta:齒厚

Wa:齒槽之寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種燒結構件，其係環狀燒結構件，具有：

朝向軸向一側之第一面、

朝向軸向另一側之第二面、

與上述第一面之內周緣相連之內周面、及

沿著上述內周面之周向交互設置之複數個齒群及複數個無齒部，

上述第二面具有於周向上並排之複數個滾珠槽，

上述各齒群具有於上述周面之周向上連續之複數個花鍵齒，

上述複數個無齒部之數量與上述複數個滾珠槽之數量相同，

上述複數個無齒部於徑向上之形成位置處於上述複數個滾珠槽於徑向上之形成範圍內，

上述複數個無齒部於周向上之形成範圍與上述複數個滾珠槽於周向上之形成範圍重疊。

【請求項2】

如請求項1之燒結構件，其中沿著與上述燒結構件之表面正交之方向5.0 mm深度為止的維氏硬度之變動幅度為100 HV以下。

【請求項3】

如請求項2之燒結構件，其具有含有Ni、Cr、Mo、及C，且其餘部分由Fe及不可避免的雜質構成之組成，

將上述燒結構件中所包含之元素之合計含量設為100質量%時，上述燒結構件中上述Ni之含量為超過2質量%且6質量%以下。

【請求項4】

如請求項3之燒結構件，其中

Cr之含量為2質量%以上4質量%以下，

Mo之含量為0.2質量%以上0.9質量%以下，

C之含量為0.2質量%以上1.0質量%以下。

【請求項5】

如請求項3或請求項4之燒結構件，其具備麻田散鐵相與殘留奧氏體相之混相組織，

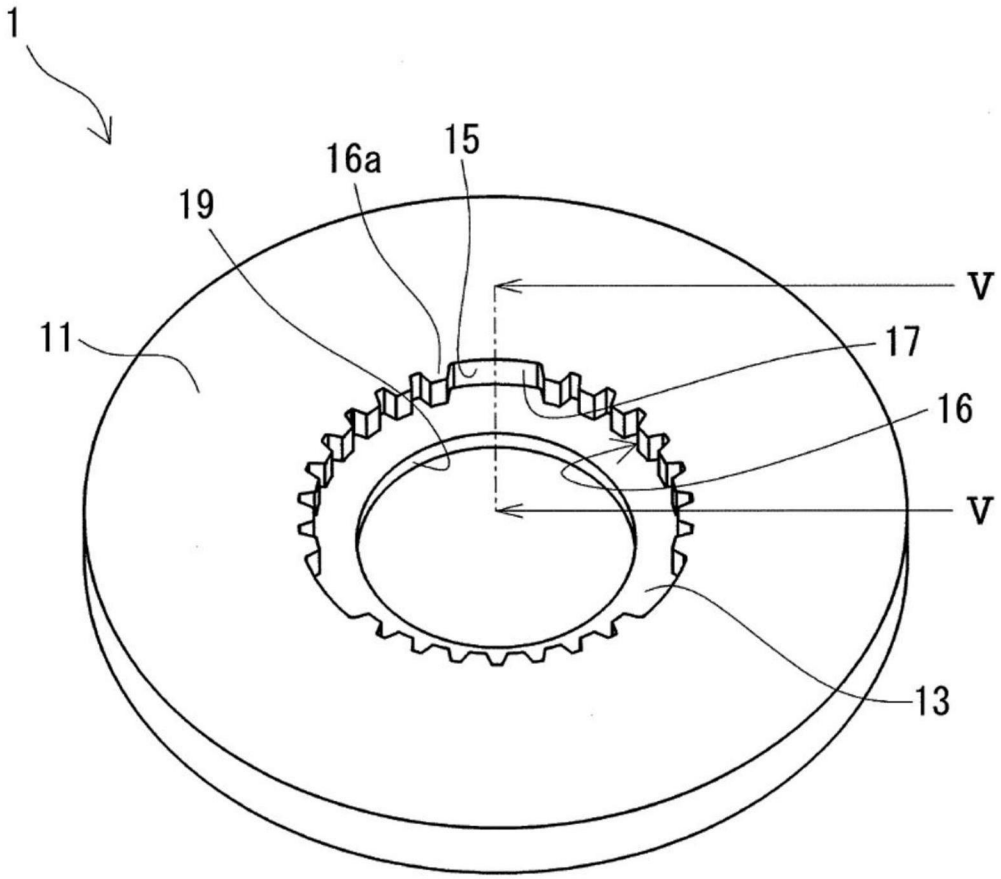
上述燒結構件之任意剖面中上述殘留奧氏體相之面積比率為5%以上。

【請求項6】

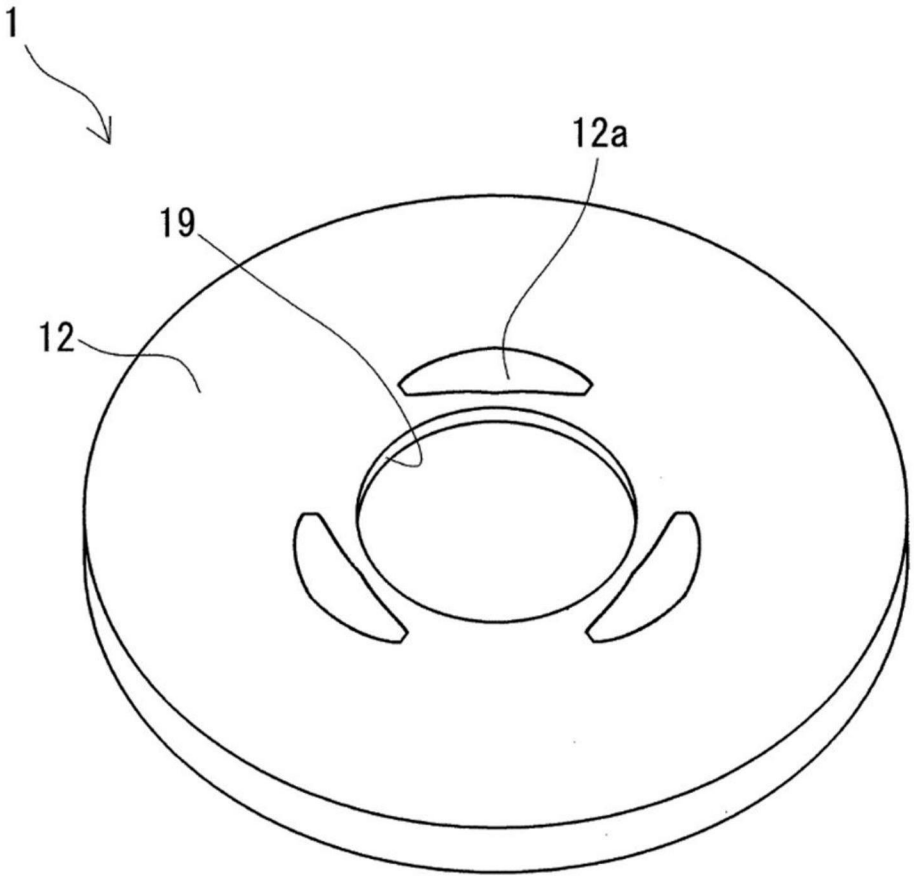
一種電磁耦合器，其係具備第一凸輪、第二凸輪、及介存於上述第一凸輪與上述第二凸輪之間的滾珠者，

上述第一凸輪由如請求項1之燒結構件構成。

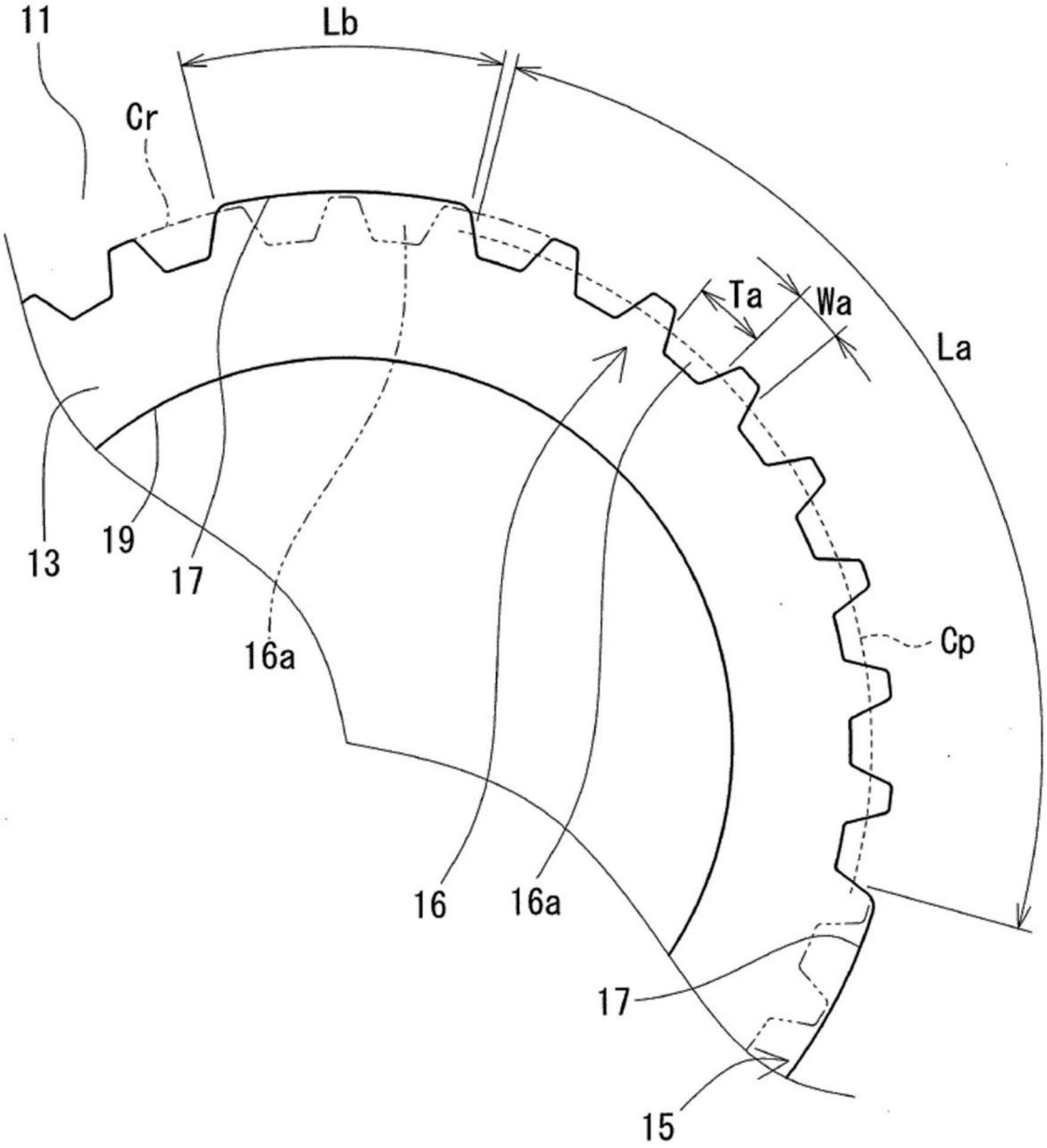
【發明圖式】



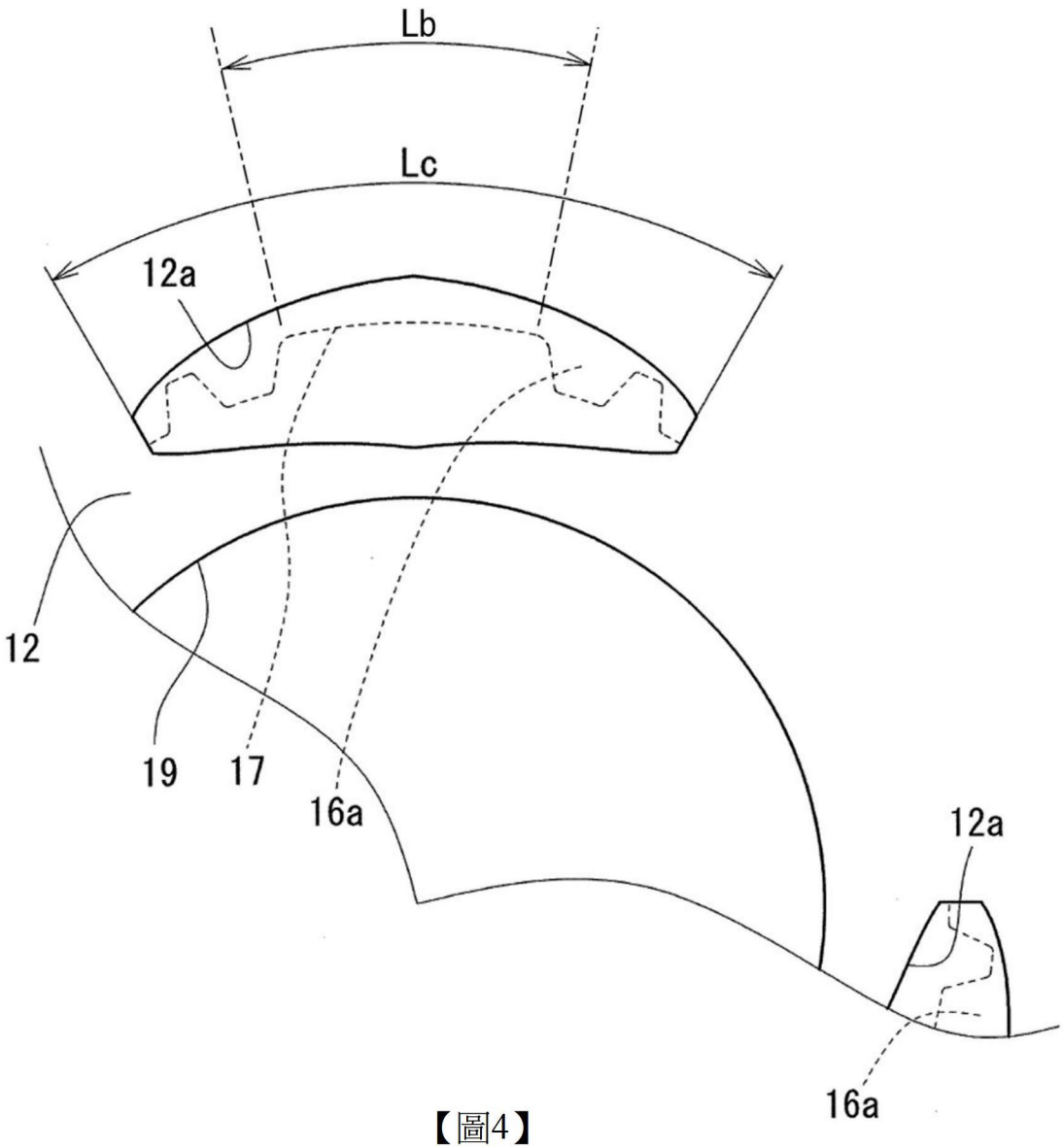
【圖1】



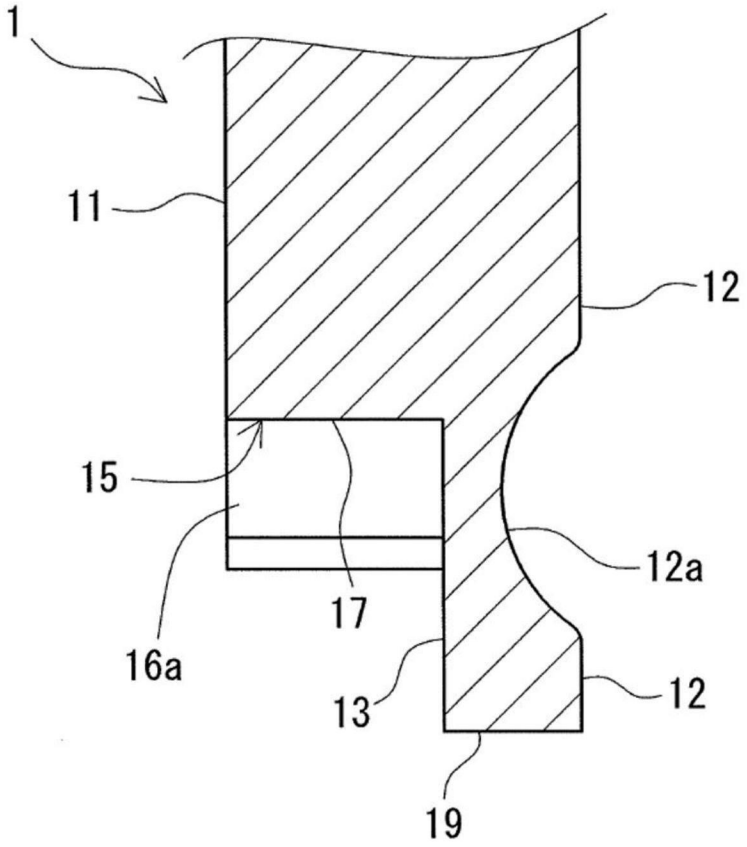
【圖2】



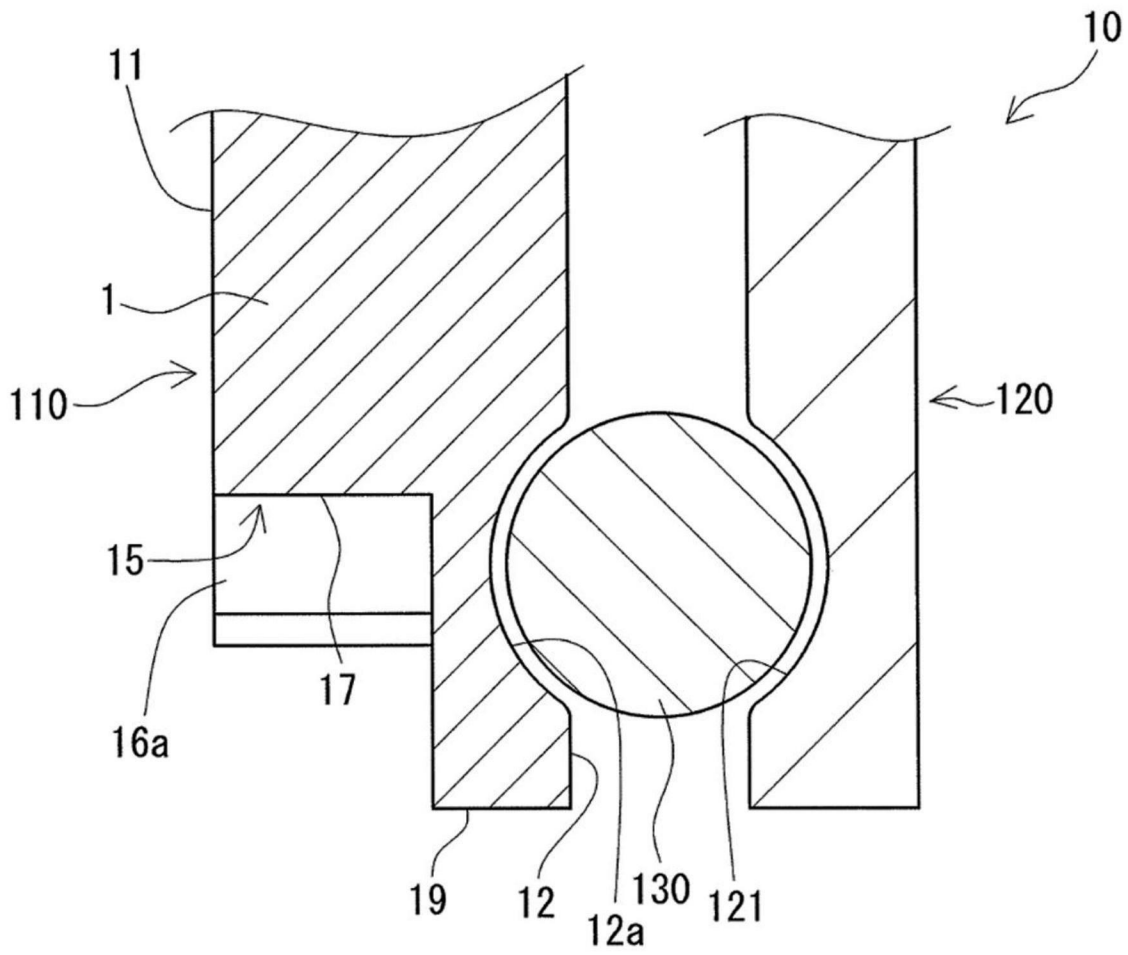
【圖3】



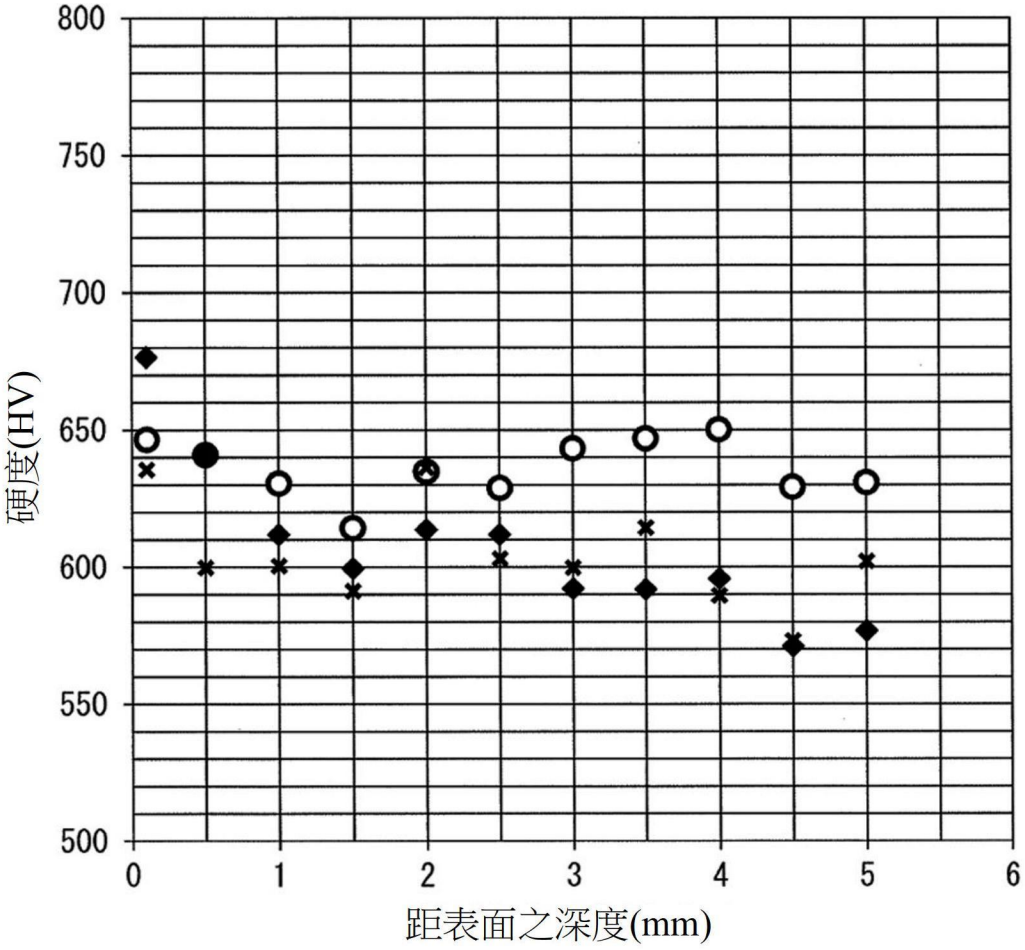
【圖4】



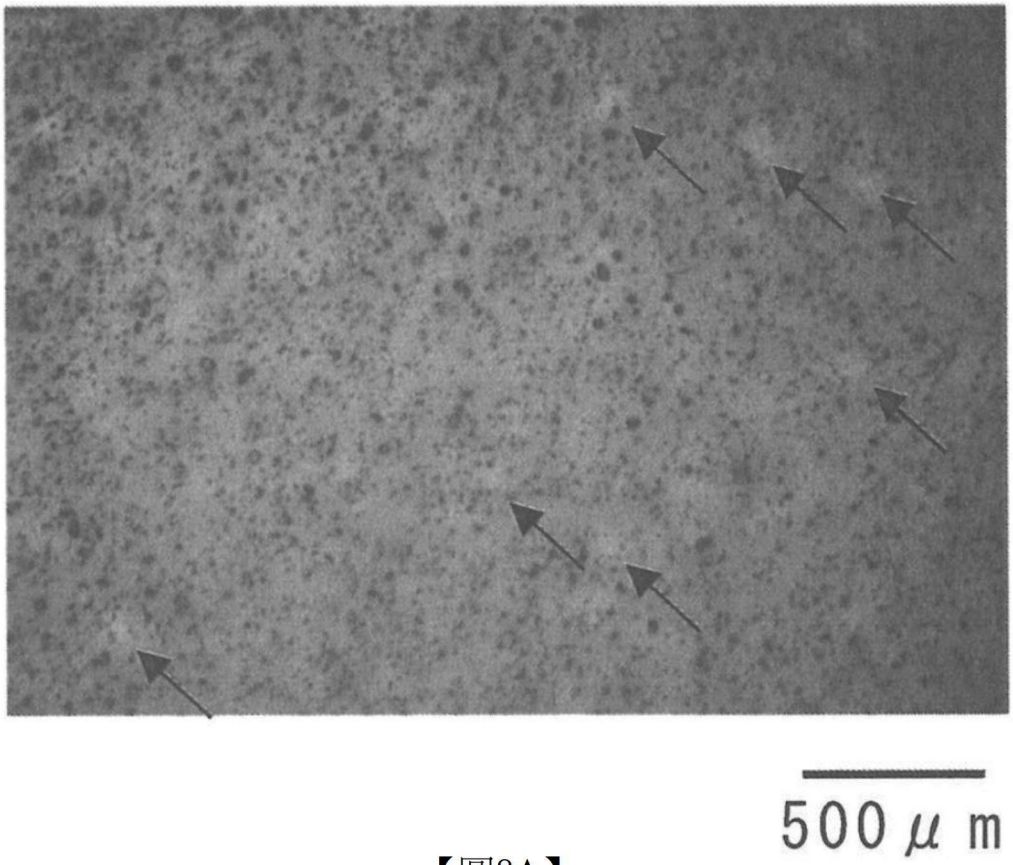
【圖5】



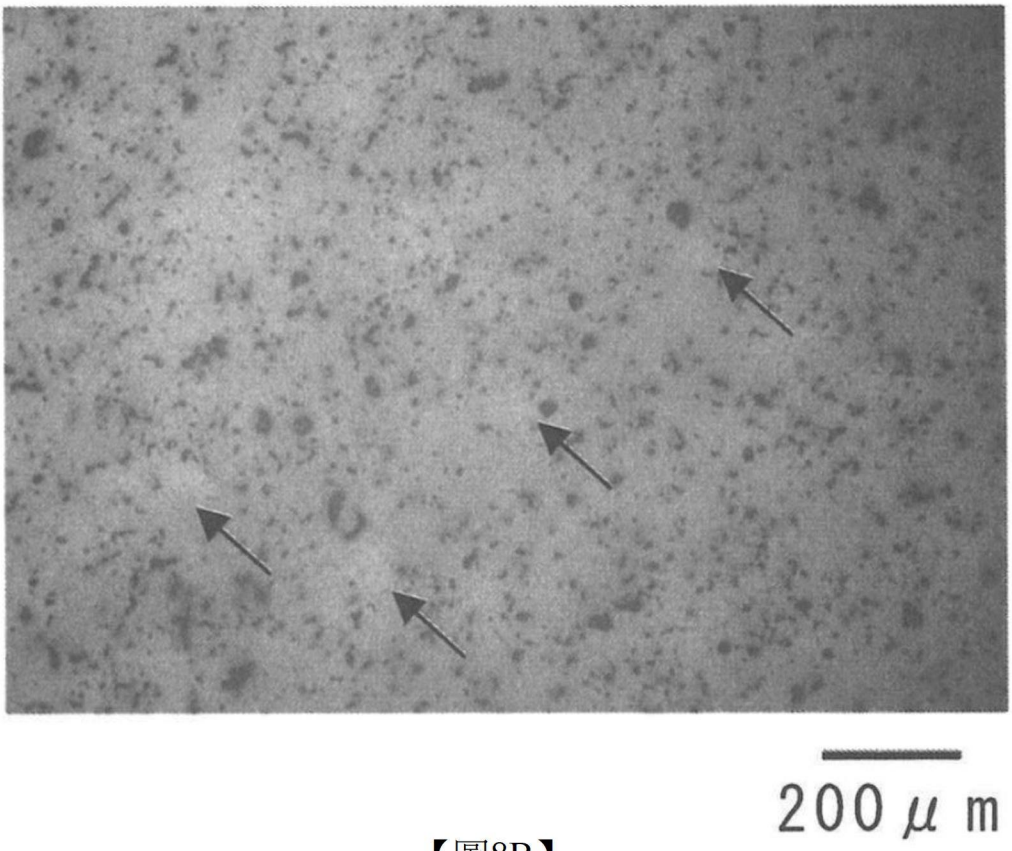
【圖6】


800
750
700
650
600
550
500
硬度(HV)
0
1
2
3
4
5
6
距表面之深度(mm)
○No. 2 ×No. 101 ◆No. 110

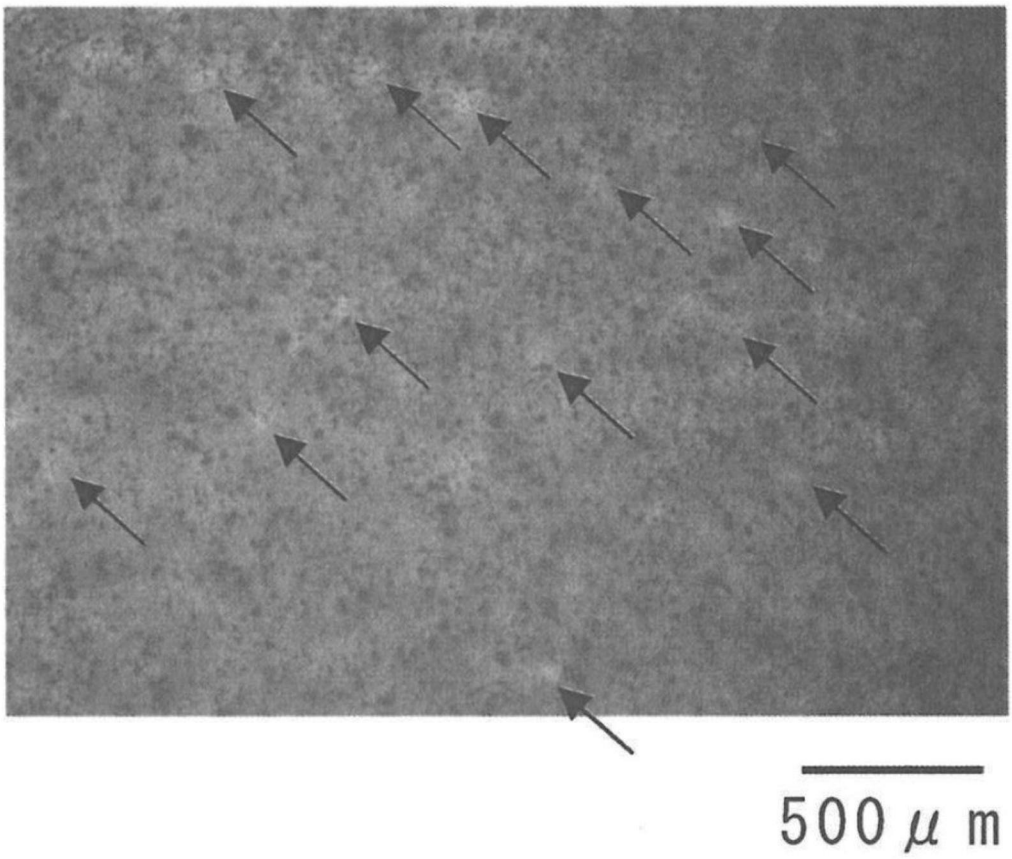
【圖7】



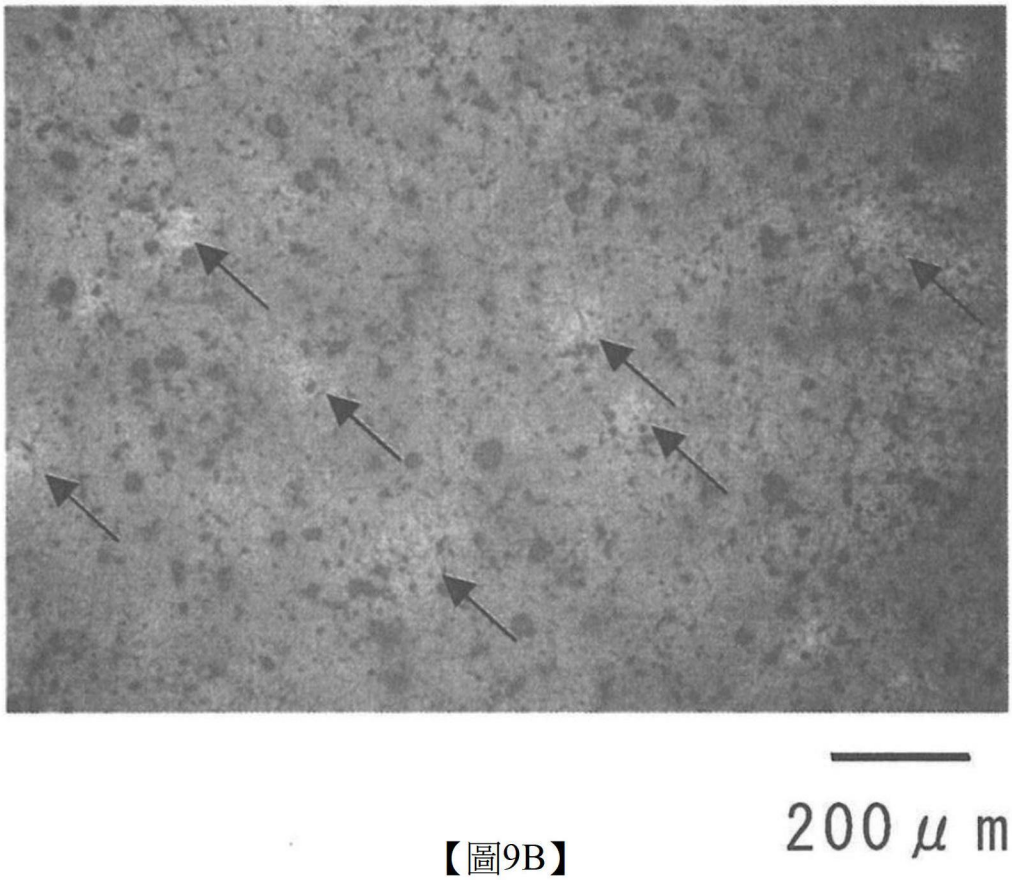
【圖8A】



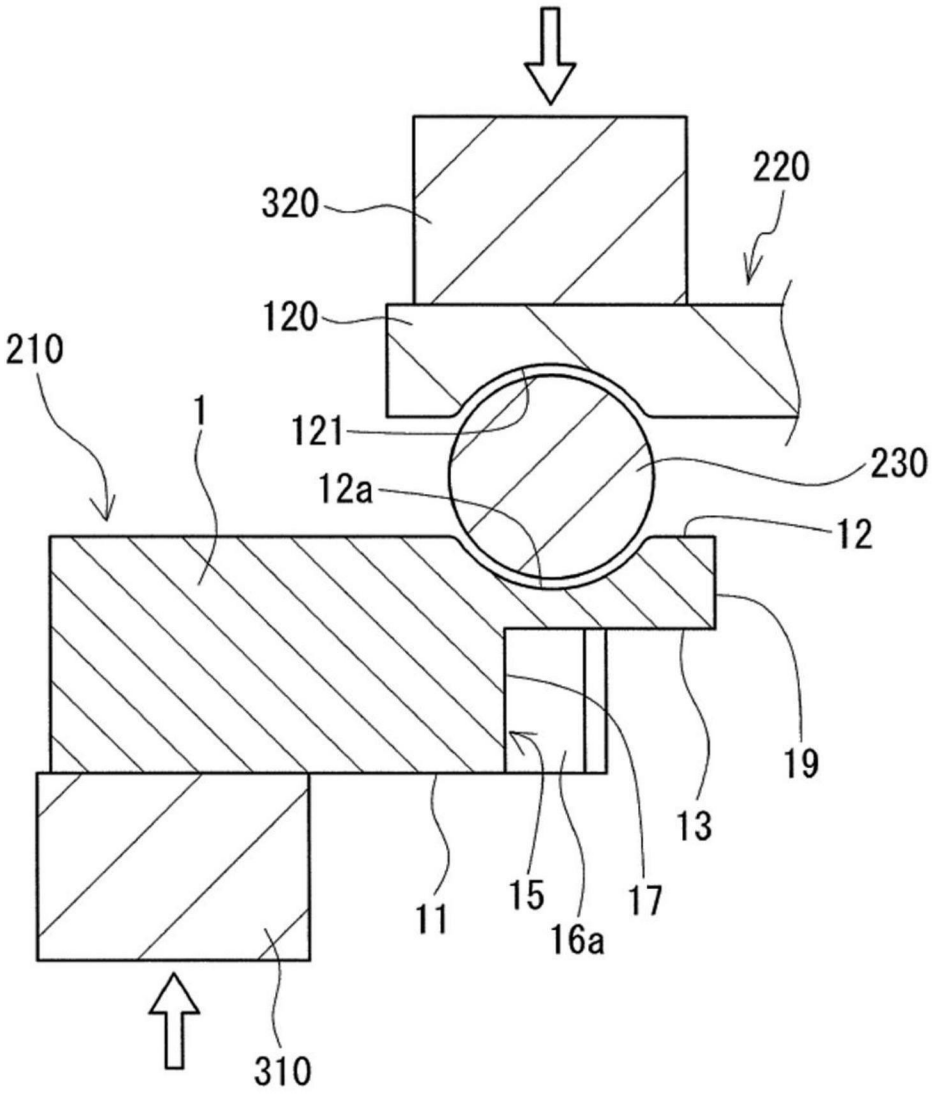
【圖8B】



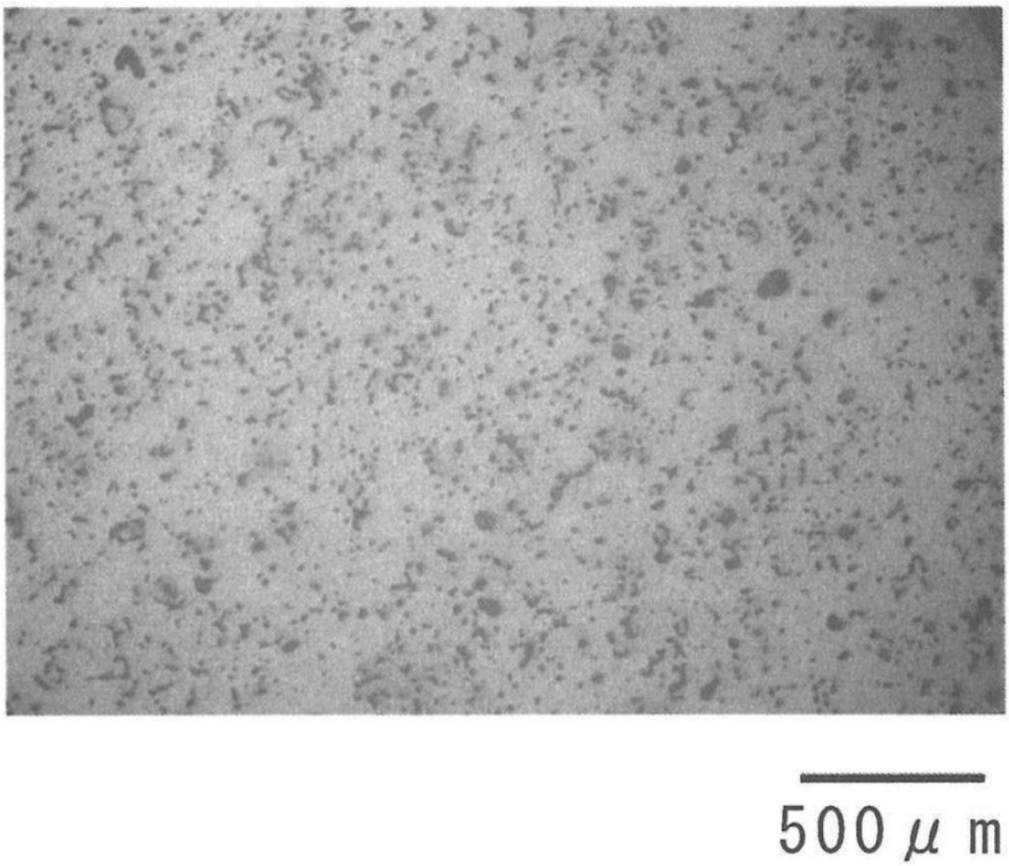
【圖9A】



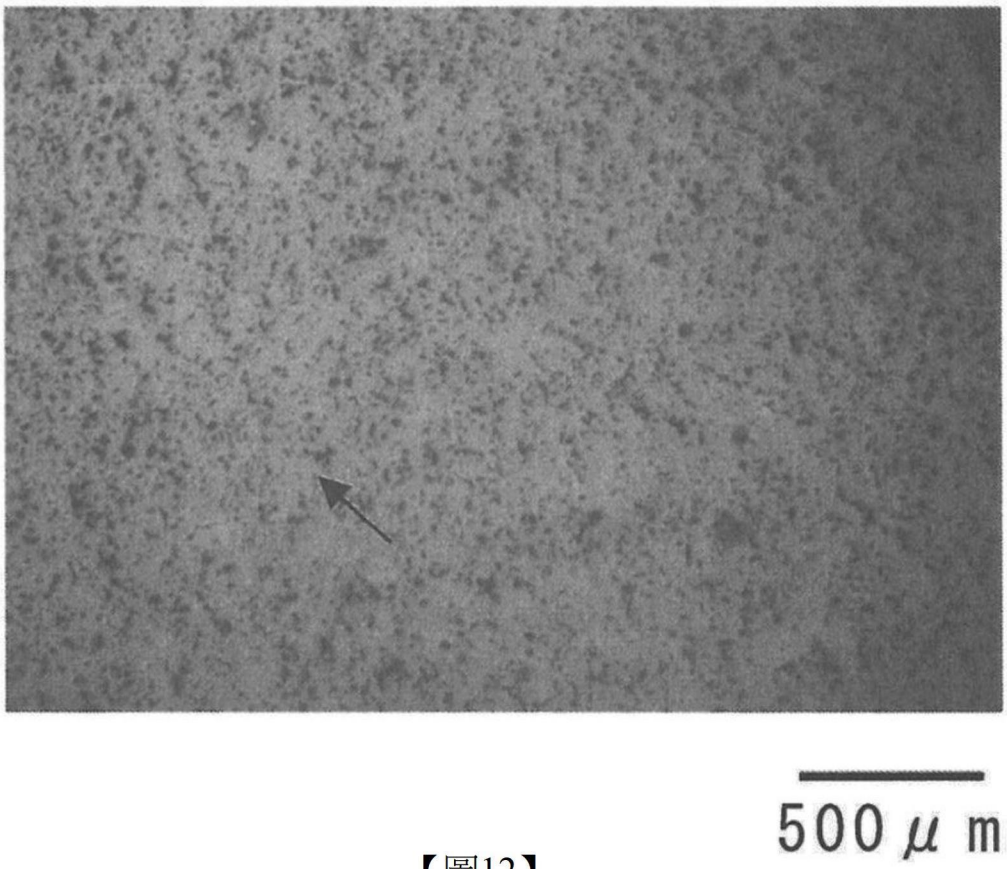
【圖9B】



【圖10】



【圖11】



【圖12】