



(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 I780724 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：110118661

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 24 日

(51)Int. Cl. : H02K1/27 (2006.01)

H02K17/12 (2006.01)

H02K17/26 (2006.01)

(30)優先權：2020/06/18 日本

2020-105248

(71)申請人：日商東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

日本

日商東芝基礎設施系統股份有限公司 (日本) TOSHIBA INFRASTRUCTURE
SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：三須大輔 MISU, DAISUKE (JP)；竹內活德 TAKEUCHI, KATSUTOKU (JP)；松下
真琴 MATSUSHITA, MAKOTO (JP)；長谷部寿郎 HASEBE, TOSHIO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

CN 100377477C

CN 102111051B

CN 103177144A

JP 6647464B1

WO 2012/119303A1

WO 2012/119307A1

WO 2019/244238A1

WO 2019/244240A1

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：7 共 30 頁

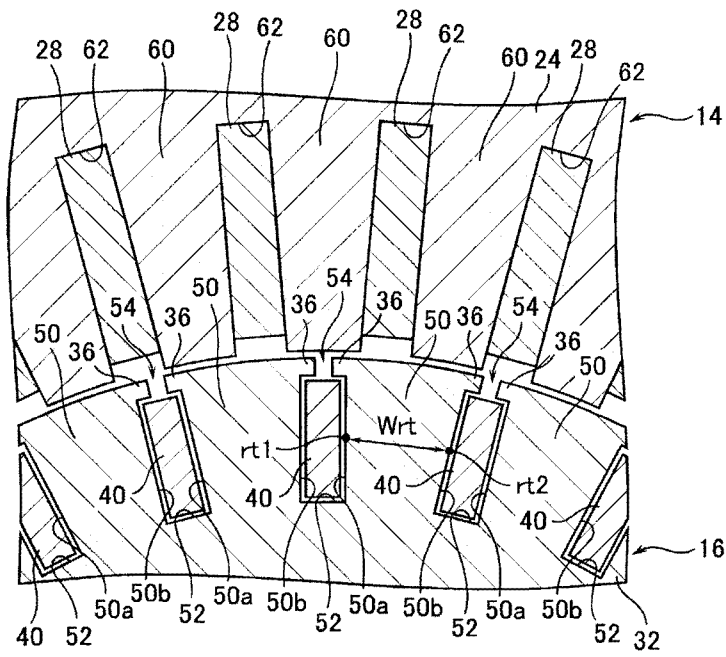
(54)名稱

旋轉電機

(57)摘要

定子具有定子槽以及定子齒。轉子具有：轉子槽、轉子齒、以及從轉子齒的圓周方向的端部涵蓋徑方向的特定長度並往圓周方向突出之轉子槽尖端。在定子槽的數為 N_{ss} ，轉子槽的數為 N_{rs} 的情況下，滿足 $N_{ss} \geq N_{rs}$ 的關係。在定子齒的圓周方向的最小寬度為 W_{st} 、被轉子條形部包夾的轉子齒的圓周方向的平均寬度為 W_{rt} 、轉子槽的圓周方向的平均寬度為 W_{rs} 、全定子齒的最小寬度 W_{st} 的總計為 T_{st} 、全轉子齒的平均寬度 W_{rt} 的總計為 T_{rt} 、轉子槽尖端的徑方向的長度為 D_{tip} 的情況下，滿足 $T_{st} \leq T_{rt}$ ，且 $(W_{st} - W_{rs}) + 2 \times D_{tip} \geq W_{st}$ 之關係。

指定代表圖：



【圖 2】

符號簡單說明：

14:定子(stator)

16:轉子(rotor)

24:定子鐵心

28:定子線圈

32:轉子鐵心

36:尖端部

40:導體條形部(轉子條形部)

50:轉子齒

50a,50b:邊部

52:轉子槽

54:開口部

60:定子齒

62:定子槽

rt1,rt2:轉子齒的基準點

Wrt:轉子齒的平均寬度



I780724

【發明摘要】

【中文發明名稱】

旋轉電機

【中文】

定子具有定子槽以及定子齒。轉子具有：轉子槽、轉子齒、以及從轉子齒的圓周方向的端部涵蓋徑方向的特定長度並往圓周方向突出之轉子槽尖端。在定子槽的數為 N_{ss} ，轉子槽的數為 N_{rs} 的情況下，滿足 $N_{ss} \geq N_{rs}$ 的關係。在定子齒的圓周方向的最小寬度為 W_{st} 、被轉子條形部包夾的轉子齒的圓周方向的平均寬度為 W_{rt} 、轉子槽的圓周方向的平均寬度為 W_{rs} 、全定子齒的最小寬度 W_{st} 的總計為 T_{st} 、全轉子齒的平均寬度 W_{rt} 的總計為 T_{rt} 、轉子槽尖端的徑方向的長度為 D_{tip} 的情況下，滿足 $T_{st} \leq T_{rt}$ ，且 $(W_{st} - W_{rs}) + 2 \times D_{tip} \geq W_{st}$ 之關係。

【指定代表圖】圖2

【代表圖之符號簡單說明】

14:定子(stator)

16:轉子(rotor)

24:定子鐵心

28:定子線圈

32:轉子鐵心

36:尖端部

40:導體條形部(轉子條形部)

50:轉子齒

50a,50b:邊部

52:轉子槽

54:開口部

60:定子齒

62:定子槽

rt1,rt2:轉子齒的基準點

Wrt:轉子齒的平均寬度

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

旋轉電機

【技術領域】

【0001】本申請案是基於2020年6月18日提交的日本專利申請第2020-105248號案的優先權，並引用其全部內容併入到本申請案中。

本發明的實施方式有關旋轉電機。

【先前技術】

【0002】作為感應電動機，使用了所謂的籠型轉子之籠型旋轉電機是廣為人知。該籠型旋轉電機係利用以下所構成：定子，其係在具有複數個定子槽之略圓桶狀的定子鐵心，配置有定子線圈；以及轉子，其係設置在定子的徑方向內側，設置成相對於定子可以自由旋轉。

【0003】轉子具有：設置成繞旋轉軸線自由旋轉之旋轉軸；以及被外嵌固定到該旋轉軸之轉子鐵心。在轉子鐵心，放射狀配置有沿徑方向延伸之複數個轉子齒，在鄰接在圓周方向的轉子齒之間，形成有轉子槽。該轉子槽被導體條形部插通。導體條形部被短路環連接到轉子鐵心的軸方向端部且被短路。

【0004】根據這樣的構成，旋轉電機係供給電流到定子線圈的話，藉由在一次側(定子側)產生的磁通，在導體

條形部(二次導體)產生感應電流。經此，賦予旋轉力矩到轉子。

【0005】 一般，因為定子槽及轉子槽的存在，在轉子與定子之間有著磁氣性的凹凸。為此，經由所述之凹凸，在導體條形部除了一次側的磁通的基本波以外交鏈有空間上的高次諧波的磁通。因為該高次諧波磁通，在導體條形部被感應出的電流不對力矩有貢獻，成為損失(高次諧波二次銅損)造成了問題。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0006】

[專利文獻1]日本專利第2704666號專利公報

[專利文獻2]國際公開第2017/090159號專利公報

[專利文獻3]日本特開2016-174507號專利公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0007】 本發明欲解決之課題是提供一種旋轉電機，其係可以抑制高次諧波二次銅損，使在導體條形部產生的感應電流有效率地貢獻到力矩。

[解決課題之手段]

【0008】 實施方式的旋轉電機具備定子與轉子。前述定子具有：在內周圍面開口之複數個定子槽、以及分別被

形成在相鄰的前述定子槽間且捲繞有線圈之複數個定子齒。前述轉子具有：被具有導電性的轉子條形部插通之複數個轉子槽、在沿前述定子的內周圍面之圓周方向相鄰之前述轉子槽間所形成之複數個轉子齒、以及從前述轉子齒的前述圓周方向的端部涵蓋到徑方向的特定長度並突出在前述圓周方向之轉子槽尖端；以中心軸線為中心被設置成自由旋轉。在前述定子槽的數目為 N_{ss} 、前述轉子槽的數目為 N_{rs} 的情況下，滿足 $N_{ss} \geq N_{rs}$ 的關係。而且，在前述定子齒的前述圓周方向的最小寬度為 W_{st} 、被前述轉子條形部包夾之前述轉子齒的前述圓周方向的平均寬度為 W_{rt} 、前述轉子槽的前述圓周方向的平均寬度為 W_{rs} 、全部的前述定子齒的最小寬度 W_{st} 的總計為 T_{st} 、全部的前述轉子齒的平均寬度 W_{rt} 的總計為 T_{rt} 、前述轉子槽尖端的前述徑方向的長度為 D_{tip} 的情況下，滿足 $T_{st} \leq T_{rt}$ ，且 $(W_{st} - W_{rs}) + 2 \times D_{tip} \geq W_{st}$ 之關係。

【圖式簡單說明】

【0009】

[圖1]為有關第1實施方式之旋轉電機的一部分的概略構成之縱剖視圖。

[圖2]為概略表示沿圖1的線A-A之旋轉電機的定子及轉子的一部分之剖視圖。

[圖3]為表示放大了圖2的一部分之剖視圖。

[圖4]為概略表示有關第2實施方式之定子及轉子的一

部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。

[圖5]為概略表示有關第3實施方式之定子及轉子的一部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。

[圖6]為概略表示有關第4實施方式之放大了定子及轉子的一部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。

[圖7]為概略表示有關第4實施方式的變形例之放大了定子及轉子的一部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。

【實施方式】

【0010】以下，一方面參閱圖面，一方面說明有關該發明的實施方式。尚且，縱貫實施方式，對共通的構成賦予相同的元件符號，並省略重複的說明。而且，各圖乃是用於實施方式與促進其理解的示意圖，是有其形狀或尺寸、比例等與實際的裝置相異之處，但是，這些係可以參酌以下的說明與公知的技術做適宜設計變更。

【0011】

(第1實施方式)

圖1為概略表示有關實施方式之沿旋轉電機的中心軸線分割成一半的部分之縱剖視圖。在本實施方式中，假定把旋轉電機適用作為軌道車輛的驅動用之情況作為其中一例。但是，旋轉電機的用途不限定於此，也可以適用其他的用途。

【0012】如圖1表示，旋轉電機10例如構成作為內轉

子型的旋轉電機。旋轉電機10具備：內部被密閉之殼12、配置在殼12內之定子(stator)14、以及籠型的轉子(rotor)16。在以下的說明中，於旋轉電機10，以沿轉子16旋轉的中心軸線C1的方向為軸方向，以繞中心軸線C1轉子16旋轉的方向為圓周方向(旋轉方向)。而且，以與軸方向及圓周方向正交的方向為徑方向，以徑方向上靠近中心軸線C1的側為內、離開的側為外。

【0013】殼12具有：大致圓桶狀的機架18、被安裝在機架18的軸方向的其中一端且閉塞該其中一端之圓盤狀的第1支架19、以及被安裝在機架18的軸方向的另一端且閉塞該另一端之圓盤狀的第2支架20。在第1支架19的中心部，螺固有內裝了軸承B1之第1軸承罩殼22a。在第2支架20的中心部，螺固有內裝了軸承B2之第2軸承罩殼22b。軸承B1及軸承B2係沿旋轉電機10的中心軸線C1整齊排列配置。

【0014】定子14具有：圓桶狀的定子鐵心24、以及捲繞在定子鐵心24之定子線圈28。定子鐵心24係在其外周圍面卡合到機架18的內周圍面之狀態下被機架18支撐，配置成與中心軸線C1同軸。定子鐵心24係層疊多數片磁性材例如利用矽鋼板所製成之環狀的金屬板而構成。在定子鐵心24的軸方向兩端面，固定有環狀之一對鐵心夾持器26a、26b。鐵心夾持器26a、26b係利用鐵等的金屬形成為環狀，為了不讓定子鐵心24分離而從軸方向兩端側夾入並做保持。鐵心夾持器26a、26b的內徑設定成內周圍部不與後

述的定子線圈28接觸的程度。定子鐵心24與鐵心夾持器26a、26b係例如利用熔接等而一體化。

【0015】在定子鐵心24的內周圍部，形成朝向中心軸線C1突出之複數個定子齒60。各定子齒60係沿圓周方向等間隔配置。在圓周方向相鄰的定子齒60之間的空隙係分別構成定子槽62。換言之，各定子齒60係形成在圓周方向相鄰的定子槽62之間。這些複數個定子槽62開口在定子14明確說來是定子鐵心24的內周圍面。定子齒60及定子槽62分別延伸在軸方向。介隔著各定子槽62在各定子齒60捲繞有定子線圈28。定子線圈28係在插通到這些定子槽62的狀態下被安裝到定子鐵心24。定子線圈28的線圈端部28e係從定子鐵心24的兩端面往軸方向突出。例如從架空線透過縮放器(皆省略圖示)而供給的直流電流，被變換成交流電流且被供給到定子線圈28。

【0016】轉子16具備：旋轉軸30、轉子鐵心32、埋入到轉子鐵心32之複數根導體條形部(轉子條形部)40、以及連接到導體條形部40的兩端之一對端環42a、42b。旋轉軸30係與中心軸線C1同軸地配置在殼12內，軸方向的其中一端部及另一端部分別利用軸承B1、B2被支撐成自由旋轉。旋轉軸30的驅動側端部30a伸出到機外。在驅動側端部30a，安裝有用於連接驅動齒輪裝置等的接頭。

【0017】轉子鐵心32係層疊多數片磁性材例如利用矽鋼板所製成之環狀的金屬板而構成，形成大致圓桶形狀。轉子鐵心32被安裝在旋轉軸30的軸方向的大致中央部，在

定子鐵心24的內側，配置成與中心軸線C1同軸。轉子鐵心32的外周圍面係隔著間隙G與定子鐵心24的內周圍面對置。轉子鐵心32的軸方向長度係與定子鐵心24的軸方向長度大致相等。而且，轉子鐵心32具有：位置在軸方向的其中一端之第1端面32a及位置在軸方向的另一端之第2端面32b。第1端面32a及第2端面32b係與中心軸線C1大致正交並延伸。在轉子鐵心32的徑方向中央部，形成可以插通旋轉軸30的貫通孔32c涵蓋軸方向整體。轉子鐵心32與旋轉軸30，係經由對貫通孔32c之旋轉軸30的壓入或接著等而被一體化。

【0018】轉子鐵心32係經由被安裝在旋轉軸30之一對鐵心夾持器34a、34b，被支撐成從軸方向兩端側被夾住。鐵心夾持器34a、34b形成為環狀，其外徑比轉子鐵心32的外徑還小。

【0019】在轉子鐵心32的外周圍部，形成複數個轉子齒50。各轉子齒50係在定子14明確說來是沿定子鐵心24的內周圍面之圓周方向上以大致等間隔做配置。在圓周方向相鄰的轉子齒50之間的空隙係分別構成作為轉子槽52。換言之，各轉子齒50形成在圓周方向相鄰的轉子槽52之間。這些複數個轉子槽52係在圓周方向以大致等間隔做配置。而且，各轉子齒50延伸在軸方向。各轉子槽52係貫通轉子鐵心32並延伸在軸方向，且第1端面32a及第2端面32b開口。

【0020】導體條形部40乃是以例如銅或鋁等之具有導

電性之構件(導電體)且為非磁性體所形成之棒狀構件。導體條形部40被插通到各轉子槽52，且延伸在轉子鐵心32的軸方向。導體條形部40的剖面形狀係例如與轉子槽52的剖面形狀對應，且比該剖面形狀還若干程度小的略相似形狀。因此，在插通到了轉子槽52的狀態下，在導體條形部40與轉子槽52之間，存在有些微的間隙。插通在轉子槽52的導體條形部40，係經由例如填縫或接著等，被固定在轉子槽52。導體條形部40的縱長方向的其中一端部(第1條形部末端)40a，係從轉子鐵心32的第1端面32a往遠方伸出。導體條形部40的縱長方向的另一端部(第2條形部末端)40b，係從轉子鐵心32的第2端面32b往遠方伸出。第1條形部末端40a的伸出長度與第2條形部末端40b的伸出長度設定成大致相等。

【0021】 在第1條形部末端40a的伸出端固定有圓環狀的端環42a。端環42a被配置成與中心軸線C1同軸，且相互連結複數個條形部末端40a。在第2條形部末端40b的伸出端固定有圓環狀的端環42b。端環42b被配置成與中心軸線C1同軸，且相互連結複數個條形部末端40b。導體條形部40及端環42a、42b係利用例如具有鋁、銅等導電性之金屬材料所形成。

【0022】 複數根導體條形部40及一對端環42a、42b，係構成旋轉電機10的籠型轉子。經由通電到定子線圈28，轉子鐵心32被感應而旋轉，旋轉軸30係與轉子鐵心32一起旋轉。

【0023】接著，說明有關本實施方式中的定子齒60及定子槽62、以及轉子齒50及轉子槽52之關係。

圖2為概略表示沿圖1的線A-A的定子14及轉子16的一部分之剖視圖，圖3為表示放大圖2的一部分之剖視圖。

【0024】如圖2及圖3表示，轉子槽52係透過開口部54開口在轉子鐵心32的外周圍。開口部54係延伸涵蓋轉子鐵心32的軸方向的全長。轉子槽52的圓周方向的寬度設定成比開口部54的圓周方向的寬度還大。

【0025】在轉子槽52的外周圍，設置有用於防止導體條形部40的脫落的尖端部(轉子槽尖端)36。尖端部36乃是從轉子鐵心32，明確說來是轉子齒50的圓周方向的端部涵蓋徑方向的特定長度，並往圓周方向突出的部分，也是把轉子槽52的外周圍窄化在圓周方向的部分。作為另一個實施方式，尖端部36乃是沿轉子鐵心32(轉子齒50)的外周圍往圓周方向突出，且與插通到轉子槽52的導體條形部40包裹在徑方向之部分。轉子槽52的外周圍係藉由在圓周方向的反方向分別突出的一對尖端部36而從圓周方向的兩側被窄化，被這些尖端部36窄化的轉子槽52的外周圍部分(臨向遠方的部分)形成作為開口部54。經由這些尖端部36，可以圖求來自轉子槽52的導體條形部40的脫落防止。

【0026】本實施方式中，轉子槽52的數目(N_{rs})為定子槽62的數目(N_{ss})以下($N_{ss} \geq N_{rs}$)。於圖2，把在轉子槽52的數目 N_{rs} 比定子槽62的數目 N_{ss} 還少的情況($N_{ss} > N_{rs}$)的型態表示作為其中一例。該情況下，例如定子槽62的數目

N_{ss} 為36，轉子槽52的數目 N_{rs} 為26。但是，只要是可以滿足 $N_{ss} \geq N_{rs}$ 的關係(以下，把該關係式稱為式子1)，定子槽62的數目 N_{ss} 與轉子槽52的數目 N_{rs} 的組合可以是任意。

【0027】而且，本實施方式中，定子齒60、轉子齒50及轉子槽52係就有關對於各自的圓周方向之寬度尺寸，具有規定的關係。這些寬度尺寸之每一個，被規定如下。

【0028】作為定子齒60的寬度尺寸，適用最小寬度(W_{st})。最小寬度 W_{st} 乃是連結了規定定子齒60的圓周方向的側面之二個邊部60a、60b換言之規定與徑方向正交之方向的側面之二個邊部60a、60b上各任意一點的距離的最短距離。在圖2表示的例子中，連結了圖3表示的二點(以下，稱為基準點)st1、st2之距離符合最小寬度 W_{st} 。基準點st1、st2乃是位置在定子齒60的徑方向中最靠內的點。換言之，基準點st1、st2乃是朝向中心軸線C1突出的定子齒60的突出端部中，位置在圓周方向的兩端的點。

【0029】作為轉子齒50的寬度尺寸，適用平均寬度(W_{rt})。平均寬度 W_{rt} 乃是連結了規定轉子齒50的圓周方向的側面之二個邊部50a、50b換言之規定與徑方向正交的方向的側面之二個邊部50a、50b的同圓周上(同徑位置)的各任意的一點的距離的平均距離。以二個邊部50a、50b規定出的圓周方向的側面，係藉由插通到轉子槽52的導體條形部40而被包夾。在圖2表示的例子中，連結了圖示的二點(以下，稱為基準點)rt1、rt2之距離符合平均寬度 W_{rt} 。基準點rt1、rt2乃是位置在轉子齒50的徑方向中大致中間的

點。該情況下，轉子齒50的剖面形狀，係成為徑方向的靠內的寬度尺寸窄，靠外的寬度尺寸寬之略梯形狀。

【0030】作為轉子槽52的寬度尺寸，適用平均寬度(W_{rs})。平均寬度 W_{rs} 乃是連結了規定轉子槽52的圓周方向的側面之二個邊部52a、52b換言之規定與徑方向正交的方向的側面之二個邊部52a、52b的同圓周上(同徑位置)的各任意的一點的距離的平均距離。在圖2表示的例子中，連結了圖3表示的二點(以下，稱為基準點) $rs1$ 、 $rs2$ 之距離符合平均寬度 W_{rs} 。基準點 $rs1$ 、 $rs2$ 乃是位置在轉子槽52的徑方向中大致中間的點。尚且，在圖2表示的例子中，連結了二個邊部52a、52b的同圓周上(同徑位置)的各一點之距離，係在二個邊部52a、52b的全部的位置(點)中大致為恆定。亦即，該情況下，轉子槽52的剖面形狀成為略長方形狀。

【0031】如此，就有關規定出的定子齒60的最小寬度 W_{st} ，把全部的定子齒60的最小寬度 W_{st} 的總計(總計寬度)決定為 T_{st} 。而且，就有關轉子齒50的平均寬度 W_{rt} ，把全部的轉子齒50的平均寬度 W_{rt} 的總計(總計寬度)決定為 T_{rt} 。該情況下，定子齒60與轉子齒50，係構成滿足 $T_{st} \leq T_{rt}$ 之關係(以下，把該關係式稱為式子2)。亦即，全定子齒60的最小寬度 W_{st} 的總計寬度 T_{st} ，為全轉子齒50的平均寬度 W_{rt} 的總計寬度 T_{rt} 以下。於圖2，把在總計寬度 T_{st} 比總計寬度 T_{rt} 還小的情況($T_{st} < T_{rt}$)下的定子齒60與轉子齒50的型態表示作為其中一例。

【0032】而且，定子齒60的最小寬度 W_{st} 及轉子齒50的平均寬度 W_{rt} 係與尖端部36的徑方向的長度(以下，稱為深度 D_{tip})有規定的關係。尖端部36的深度 D_{tip} ，乃是從轉子槽52的中心線(圖3表示的單點鏈線 L_{52})與轉子槽52的外周圍的圓弧(圖3表示的雙點鏈線 R_{52})之假想的交點 X 開始，一直到導體條形部40的端面40c為止的最短距離。轉子槽52的中心線 L_{52} ，乃是通過與中心軸線 C_1 正交且把轉子槽52的圓周方向的寬度(例如平均寬度 W_{rs})一分為二的點亦即連結基準點 rs_1 、 rs_2 的直線的中間點之直線。導體條形部40的端面40c乃是導體條形部40的徑方向的外側面。

【0033】在如此規定了尖端部36的深度 D_{tip} 的情況下，尖端部36、定子齒60及轉子齒50係構成滿足 $(W_{st}-W_{rs})+2 \times D_{tip} \geq W_{st}$ 之關係(以下，把該關係式稱為式子3)。亦即，在定子齒60的最小寬度 W_{st} 與轉子齒50的平均寬度 W_{rt} 的差再加上了尖端部36的深度 D_{tip} 的二倍的尺寸之值，係成為定子齒60的最小寬度 W_{st} 以上的值。

【0034】如此，根據本實施方式，構成定子齒60、轉子齒50、轉子槽52、及尖端部36滿足上述的式子1、2、3。經此，可以抑制從定子14流動到轉子16之空間上的磁通的高次諧波成分與導體條形部40交鏈。因此，可以抑制因為高次諧波磁通而習知產生出在導體條形部被感應到的電流的損失(高次諧波二次銅損)，可以在導體條形部40更有效率產生感應電流且對力矩有貢獻。為此，可以圖求旋

轉電機10的力矩損失的抑制。

【0035】尚且，只要是構成定子齒60、轉子齒50、轉子槽52、及尖端部36滿足上述的式子1、2、3的關係的話，這些型態並不限定在圖1至圖3表示的型態。以下，說明有關與圖1至圖3表示的型態相異的實施方式。尚且，這些實施方式中，旋轉電機10之基本的構成係與圖1表示的本實施方式同樣。因此，以下，說明有關與本實施方式的相異點，就有關與本實施方式的旋轉電機10同等的構成要件，係在圖面上賦予相同元件符號並省略或者是簡略化說明。

【0036】

(第2實施方式)

圖4為概略表示有關第2實施方式之定子14及轉子16的一部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。與第1實施方式($N_{ss} > N_{rs}$)相異的是，於圖4，把在轉子槽522的數目 N_{rs} 與定子槽62的數目 N_{ss} 一致的情況($N_{ss} = N_{rs}$)的型態表示作為其中一例。定子齒60及定子槽62的型態係與第1實施方式同樣。該情況下，例如定子槽62的數目 N_{ss} 為36，轉子槽522的數目 N_{rs} 為36。

【0037】轉子槽522的剖面形狀，係成為徑方向的靠內的圓周方向的寬度尺寸為窄，靠外的圓周方向的寬度尺寸為寬之略梯形狀。插通到轉子槽522的導體條形部402的剖面形狀係成為與轉子槽522的剖面形狀對應，且比該剖面形狀還若干程度小的略相似形狀的梯形狀。轉子槽522

的平均寬度 W_{rs} ，係符合連結位置在轉子槽 522 的徑方向中大致中間之二點 $rs1$ 、 $rs2$ 間之距離。

相對於此，轉子齒 502 的剖面形狀成為略長方形狀。因此，轉子齒 502 的圓周方向的寬度尺寸在徑方向上為恆定。全定子齒 60 的最小寬度 W_{st} 的總計寬度 T_{st} 係與全轉子齒 502 的平均寬度 W_{rt} 的總計寬度 T_{rt} 一致。

【0038】如此，本實施方式中，轉子齒 502 的圓周方向的寬度尺寸在徑方向上為恆定的緣故，所以不需要讓在轉子齒 502 的磁阻在徑方向有靠內與靠外的差異就可以解決。其結果，可以使在轉子齒 502 的磁阻下降，並且，可以使磁通密度均一化。經此，可以在導體條形部 402 有效率產生感應電流，可以使產生出的感應電流有效率地貢獻到旋轉軸 30 的力矩。為此，可以圖求旋轉電機 10 的力矩損失的抑制。

尚且，使轉子槽的數目 N_{rs} 與定子槽的數目 N_{ss} 一致，例如，可以分別把轉子槽及導體條形部的剖面形狀做成略長方形狀，把轉子齒的剖面形狀做成略梯形狀。

【0039】

(第3實施方式)

圖 5 為概略表示有關第 3 實施方式之定子 14 及轉子 16 的一部分之與圖 1 的線 A-A 相當的位置下的剖視圖。與第 1 實施方式 ($N_{ss} > N_{rs}$) 同樣，於圖 5，把在轉子槽 523 的數目 N_{rs} 比定子槽 62 的數目 N_{ss} 還少的情況 ($N_{ss} > N_{rs}$) 的型態表示作為其中一例。定子齒 60 及定子槽 62 的型態係與第 1 實施方

式同樣。該情況下，例如定子槽 62 的數目 N_{ss} 為 36，轉子槽 523 的數目 N_{rs} 為 26。

【0040】可是，轉子齒 503、轉子槽 523、及導體條形部 403 的型態，係與第 1 實施方式的轉子齒 50、轉子槽 52、及導體條形部 40 相異。

【0041】轉子齒 503 的剖面形狀成為略長方形狀。因此，轉子齒 503 的圓周方向的寬度尺寸在徑方向上為恆定。但是，全定子齒 60 的最小寬度 W_{st} 的總計寬度 T_{st} 係比全轉子齒 50 的平均寬度 W_{rt} 的總計寬度 T_{rt} 還小 ($T_{st} < T_{rt}$)。

【0042】相對於此，轉子槽 523 的剖面形狀，係成為徑方向的靠內的圓周方向的寬度尺寸為窄，靠外的圓周方向的寬度尺寸為寬之略梯形狀。插通到轉子槽 523 的導體條形部 403 的剖面形狀係成為與轉子槽 523 的剖面形狀對應，且比該剖面形狀還若干程度小的略相似形狀的梯形狀。轉子槽 523 的平均寬度 W_{rs} ，係符合連結位置在轉子槽 523 的徑方向中大致中間之二點 $rs1$ 、 $rs2$ 間之距離。

【0043】如此，本實施方式係相當於第 2 實施方式中，轉子槽 523 的數目 N_{rs} 比定子槽 62 的數目 N_{ss} 還少的 ($N_{ss} > N_{rs}$) 型態。

根據本實施方式，與第 2 實施方式同樣，轉子齒 503 的圓周方向的寬度尺寸在徑方向上為恆定的緣故，所以不需要讓在轉子齒 503 的磁阻在徑方向有靠內與靠外的差異就可以解決。其結果，可以使在轉子齒 503 的磁阻下降，並且，可以使磁通密度均一化。與第 2 實施方式的轉子齒 502

相比，轉子齒503的平均寬度 W_{rt} 為較寬的緣故，在轉子齒503的磁通密度變小，可以更提高磁阻的下降效果。

【0044】

(第4實施方式)

上述第1實施方式至第3實施方式中，把轉子槽52、522、523及導體條形部40、402、403的剖面形狀作成四邊形(四角形)，但是，這些也可以構成具有這些以上的多角形的剖面形狀。

【0045】圖6為概略表示放大有關第4實施方式的定子14及轉子16的一部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。如圖6表示，轉子槽524的剖面形狀為六角形狀。在圖6表示的例子中，成為徑方向的靠內的圓周方向的寬度尺寸窄，靠外的圓周方向的寬度尺寸寬的略梯形的靠內的角被倒角(例如倒斜角)之略六角形狀的剖面形狀那般，構成轉子槽524。若作為另一個實施方式，如這樣的六角形狀的剖面形狀的轉子槽524排列在圓周方向那般，構成轉子齒504。轉子齒504係在如此轉子槽524被倒角的型態下與尖端部36連續。插通到轉子槽524的導體條形部404的剖面形狀係成為與轉子槽524的剖面形狀對應，且比該剖面形狀還若干程度小的略相似形狀的六角形狀。

【0046】而且，圖7為概略表示放大有關第4實施方式的變形例的定子14及轉子16的一部分之與圖1的線A-A相當的位置下的剖視圖。如圖7表示，轉子槽524a的剖面形狀為八角形狀。在圖7表示的例子中，成為略長方形的靠

內的角被倒角(例如倒斜角)，並且，對置在圓周方向的二面相互地接近而在途中彎曲成略八角形狀的剖面形狀，藉此，來構成轉子槽 524a。若作為另一個實施方式，如這樣的八角形狀的剖面形狀的轉子槽 524a 排列在圓周方向那般，構成轉子齒 504a。轉子齒 504a 係在如此轉子槽 524a 被倒角的型態下與尖端部 36 連續。插通到轉子槽 524a 的導體條形部 404a 的剖面形狀係成為與轉子槽 524a 的剖面形狀對應，且比該剖面形狀還若干程度小的略相似形狀的八角形狀。

【0047】如此，在本實施方式中，在轉子槽 524、524a 被倒角的型態下轉子齒 504、504a 與尖端部 36 連續。換言之，轉子齒 504、504a 與尖端部 36 之連續部 56，係於轉子槽 524、524a 被倒角。為此，與第 1 實施方式至第 3 實施方式(圖 3、圖 4、圖 5)相比，轉子齒 504、504a 中與尖端部 36 的連續部 56 變寬。為此，尖端部 36 的附近中的轉子齒 504、504a 下的磁通密度變小，可以使磁阻下降。經此，可以抑制從定子 14 流動到轉子 16 之空間上的磁通的高次諧波成分與導體條形部 404、404a 交鏈。因此，可以在導體條形部 402 使感應電流有效率產生並對力矩有貢獻，可以圖求旋轉電機 10 的力矩損失的抑制。

【0048】以上，說明了本發明的若干程度的實施方式(包含變形例)，但是，上述的各實施方式乃是提示作為例子，並非意圖限定發明的範圍。這些新穎的實施方式，係可以以其他各式各樣的型態來實施，在不逸脫發明的要旨

的範圍內，可以進行種種的省略，置換，變更。這些實施方式或其變形，是被包含在發明的範圍或要旨，同時也被包含在申請專利範圍所記載的發明以及其均等的範圍。

【0049】例如，第1實施方式至第4實施方式中，可以使轉子齒50、502、503、504、504a、轉子槽52、522、523、524、524a、及導體條形部40、402、403、404、404a的型態各自相異。取而代之或者是再加上，也可以使定子齒60及定子槽62的型態，在滿足式子1、2、3的關係般型態下各自相異。

【符號說明】

【0050】

10:旋轉電機

12:殼

14:定子(stator)

16:轉子(rotor)

18:框架

24:定子鐵心

26a,26b:鐵心夾持器

28:定子線圈

30:旋轉軸

32:轉子鐵心

34a,34b:鐵心夾持器

36:尖端部

40,402,403,404,404a:導體條形部(轉子條形部)

40c:端面(外側面)

50,502,503,504,504a:轉子齒

50a,50b:邊部

52,522,523,524,524a:轉子槽

52a,52b:邊部

54:開口部

56:連續部

60:定子齒

60a,60b:邊部

62:定子槽

C1:中心軸線

Dtip:尖端部的深度

L52:轉子槽的中心線

R52:轉子槽的外周圍圓弧

X:交點

rs1,rs2:轉子槽的基準點

rt1,rt2:轉子齒的基準點

st1,st2:定子齒的基準點

Trt:全轉子齒的平均寬度的總計寬度

Tst:全定子齒的最小寬度的總計寬度

Wrs:轉子槽的平均寬度

Wrt:轉子齒的平均寬度

Wst:定子齒的最小寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種旋轉電機，具備：

定子，其係具有在內周圍面開口之複數個定子槽、以及分別形成在相鄰的前述定子槽間且捲繞有線圈之複數個定子齒；以及

轉子，其係具有被具有導電性的轉子條形部插通之複數個轉子槽、在沿前述定子的內周圍面之圓周方向相鄰之前述轉子槽間所形成之複數個轉子齒、以及從前述轉子齒的前述圓周方向的端部並涵蓋徑方向的特定長度且往前述圓周方向突出之轉子槽尖端，以中心軸線為中心被設置成自由旋轉；

其中，

在前述定子槽的數目為 N_{ss} ，前述轉子槽的數目為 N_{rs} 之情況下，

滿足 $N_{ss} \geq N_{rs}$ 之關係；

在前述定子齒的前述圓周方向的最小寬度為 W_{st} 、被前述轉子條形部包夾的前述轉子齒的前述圓周方向的平均寬度為 W_{rt} 、前述轉子槽的前述圓周方向的平均寬度為 W_{rs} 、全部的前述定子齒的最小寬度 W_{st} 的總計為 T_{st} 、全部的前述轉子齒的平均寬度 W_{rt} 的總計為 T_{rt} 、前述轉子槽尖端的前述徑方向的長度為 D_{tip} 的情況下，

滿足 $T_{st} \leq T_{rt}$ ，且 $(W_{st}-W_{rs})+2 \times D_{tip} \geq W_{st}$ 之關係。

【請求項2】如請求項1的旋轉電機，其中，

前述轉子係在外周圍具有把前述轉子槽開口在前述徑

方向之開口部；

前述轉子槽尖端係把前述轉子槽的外周圍包夾在前述圓周方向上，並形成前述開口部。

【請求項3】如請求項2的旋轉電機，其中，
前述轉子槽尖端係與插通到前述轉子槽的前述轉子條形部包裹在前述徑方向。

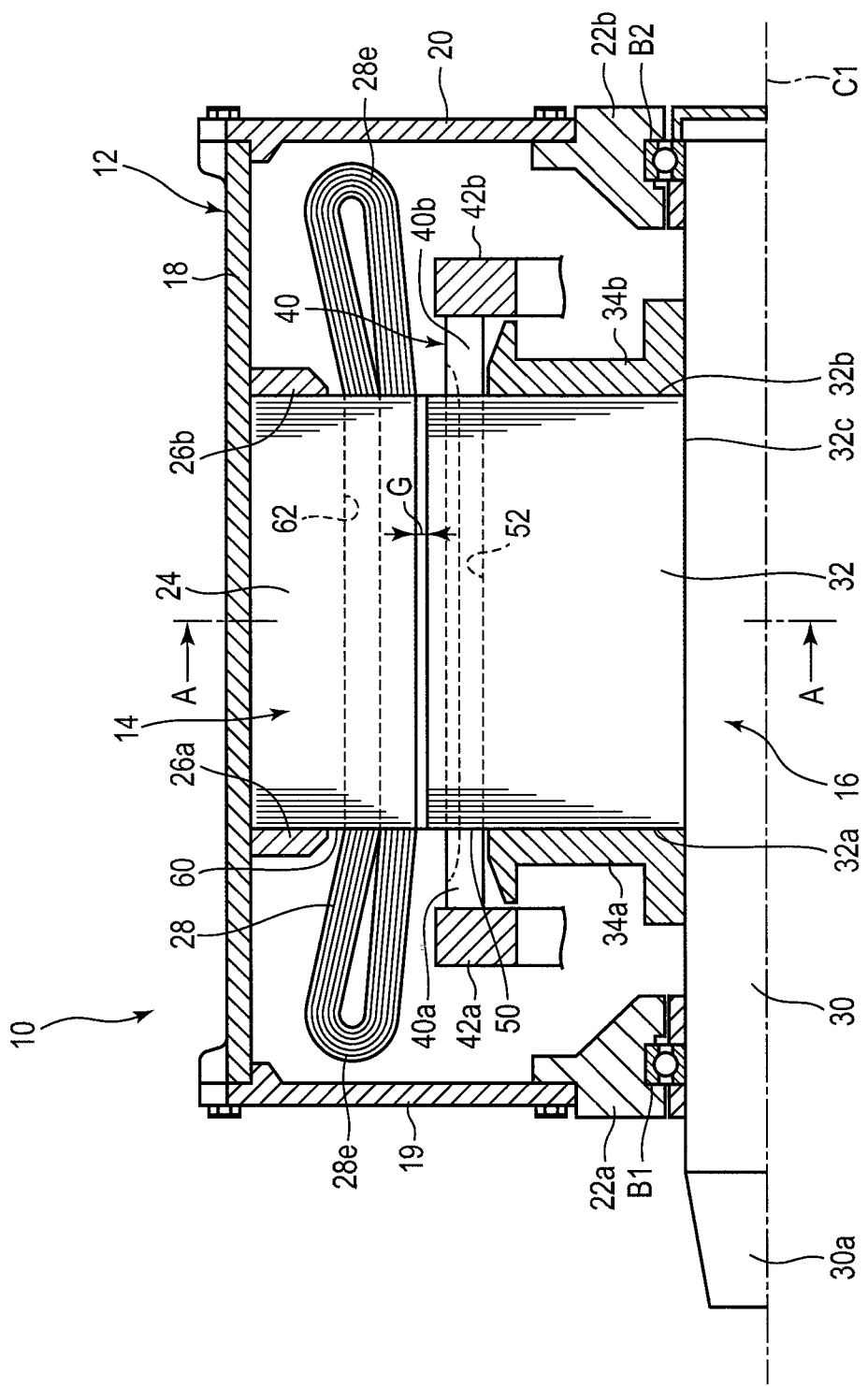
【請求項4】如請求項2的旋轉電機，其中，
前述轉子齒與前述轉子槽尖端，係在被倒角的型態下連續。

【請求項5】如請求項1至4中任一項的旋轉電機，其中，

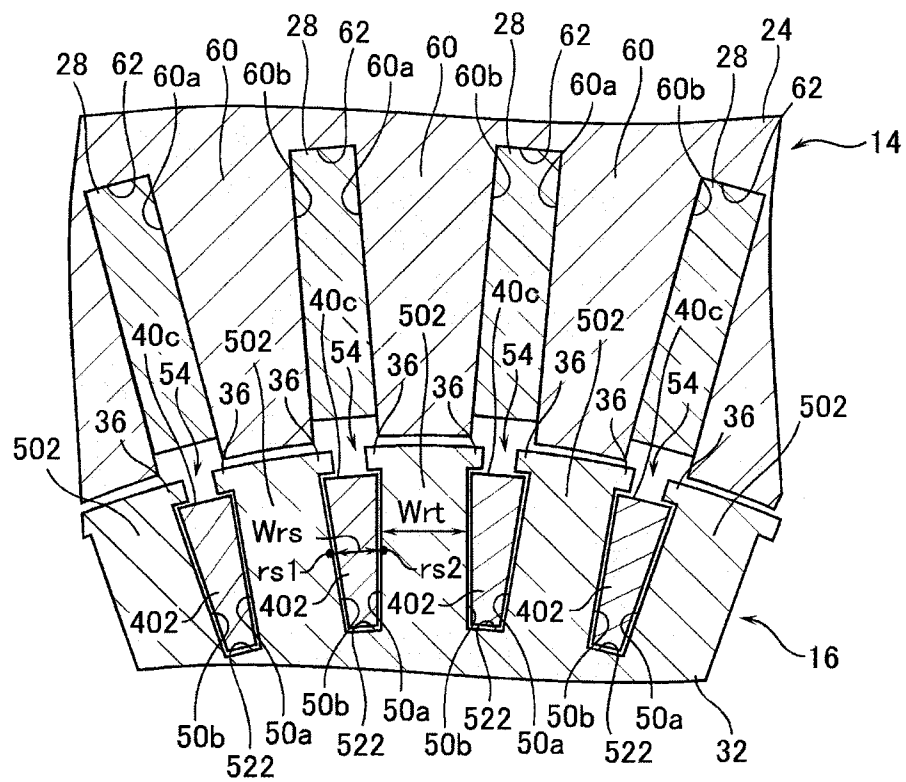
前述轉子槽尖端的前述徑方向的長度 D_{tip} ，乃是從通過把前述轉子槽的前述圓周方向的寬度一分為二的點且與前述中心軸線正交的直線以及前述轉子槽的外周圍的圓弧之假想的交點起算，一直到插通到該轉子槽之前述轉子條形部的前述徑方向的外側面為止之最短距離。

【請求項6】如請求項5的旋轉電機，其中，
前述定子槽的數目 N_{ss} 為36。

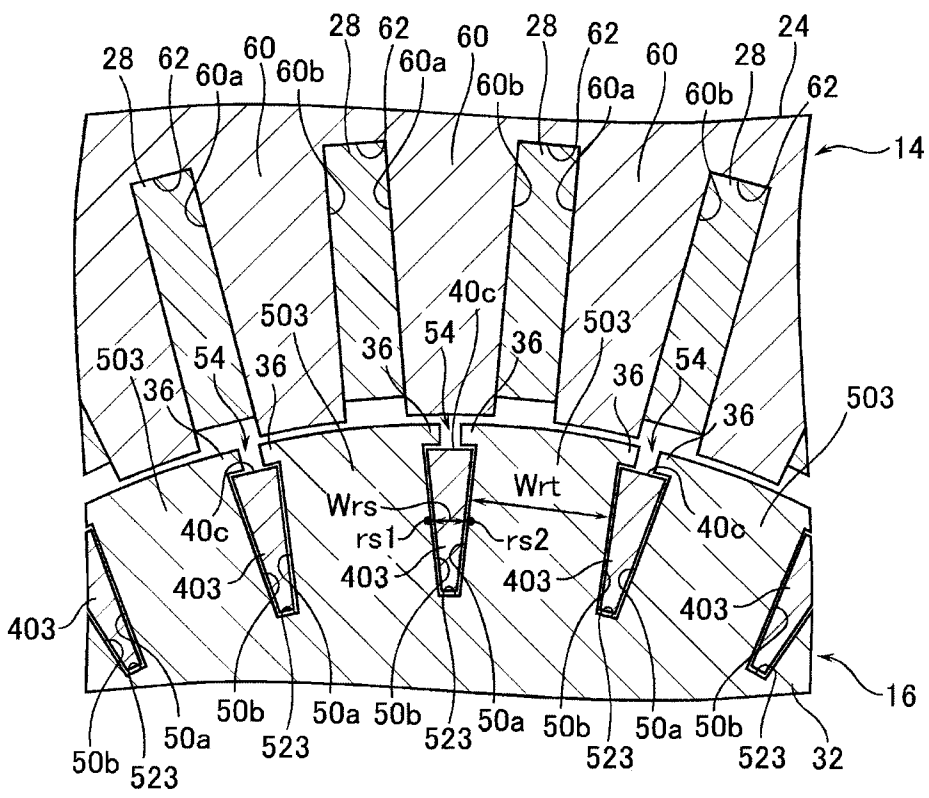
【發明圖式】



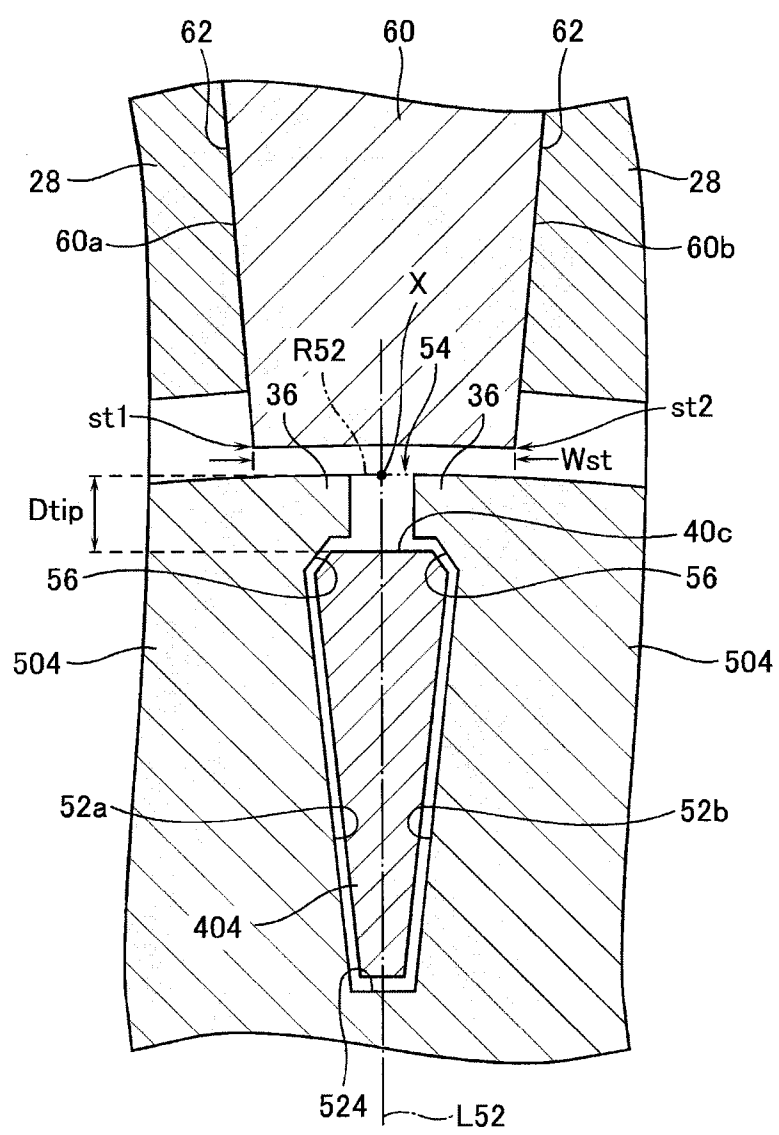
【圖 1】



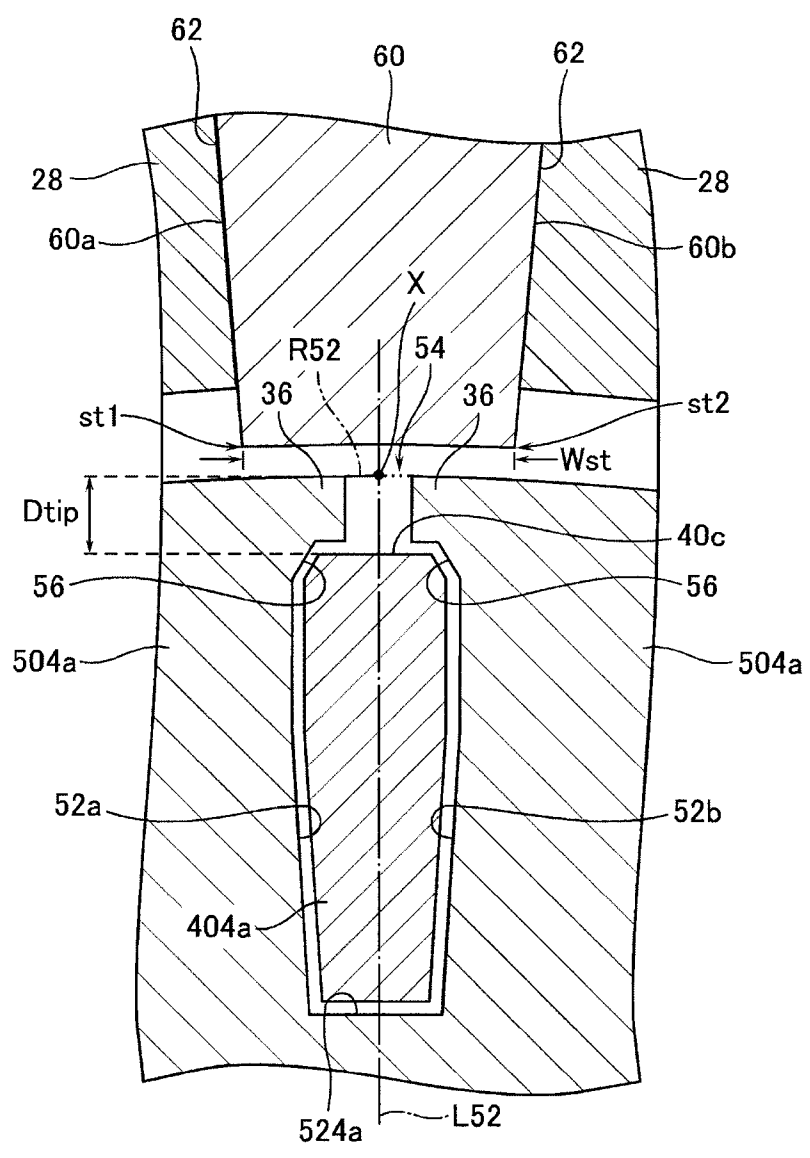
【圖 4】



【圖 5】



【圖 6】



【圖 7】