



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 104968461 B

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201480006729.8

(22)申请日 2014.03.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104968461 A

(43)申请公布日 2015.10.07

(30)优先权数据

2013-059648 2013.03.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/056921 2014.03.14

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/148390 JA 2014.09.25

(73)专利权人 三菱重工工作机械株式会社

地址 日本滋贺县

(72)发明人 吉村仁 有泽秀彰

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 方应星 高培培

(51)Int.Cl.

B23F 5/04(2006.01)

B23F 23/00(2006.01)

B24B 53/075(2006.01)

审查员 周海亮

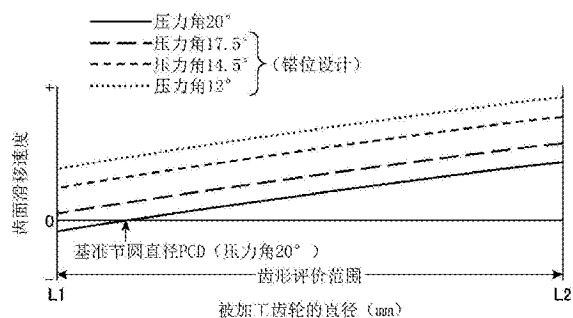
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

齿轮加工装置

(57)摘要

本发明提供一种能够提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度的齿轮加工装置、以及齿轮加工方法。本发明的齿轮加工装置(1)通过砂轮加工工件(4)来形成齿轮(4),其具有加工工件(4)来形成齿轮(4)的螺纹砂轮(32)、以及在该螺纹砂轮(32)啮合的状态下相互旋转并形成螺纹砂轮(32)的圆板状修整器(36),修整器(36)的压力角(α)实施错位设计,以使通过螺纹砂轮(32)形成的齿轮(4)的基准节圆直径(PCD)在齿面(5)的齿形评价范围外。



1. 一种齿轮加工装置,其通过砂轮加工工件来形成齿轮,其特征在于,
具有加工工件来形成齿轮的螺纹砂轮、以及
在与所述螺纹砂轮啮合的状态下相互旋转并形成螺纹砂轮的圆板状修整器,
所述修整器的压力角实施错位设计,以使形成的螺纹砂轮在形成齿轮时,螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮的齿形方向的相对移动的位置在齿形评价范围外,
所述齿形评价范围是设为被加工齿轮的齿面中,在使用时作为齿轮齿面发挥功能的部分。
2. 如权利要求1所述的齿轮加工装置,其中,对所述修整器实施错位设计以减小其压力角,并将不发生所述相对移动的位置移动到所述齿形评价范围内侧。
3. 如权利要求1所述的齿轮加工装置,其中,对所述修整器实施错位设计以增大其压力角,并将不发生所述相对移动的位置移动到所述齿形评价范围外侧。
4. 一种齿轮加工方法,其通过砂轮加工工件来形成齿轮,其特征在于,
具有将加工工件来形成齿轮的螺纹砂轮、以及在与螺纹砂轮啮合的状态下相互旋转并形成螺纹砂轮的圆板状修整器准备好的步骤,
所述修整器的压力角实施错位设计,以使形成的螺纹砂轮在形成齿轮时,螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮的齿形方向的相对移动的位置在齿形评价范围外,
进而,具有通过修整器形成螺纹砂轮的步骤、以及
通过螺纹砂轮加工工件来形成齿轮的步骤,
所述齿形评价范围是设为被加工齿轮的齿面中,在使用时作为齿轮齿面发挥功能的部分。

齿轮加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过砂轮加工工件来形成齿轮的齿轮加工装置、以及齿轮加工方法。

背景技术

[0002] 一直以来,如专利文献1中记载,人们知道高速转动滚刀的滚刀主体,通过滚刀主体的刀片对工件进行切齿加工,从而制成齿轮。

[0003] 进而,作为通过砂轮对工件进行磨削加工来形成齿轮的齿轮加工装置,人们知道通过形状与待加工齿轮形状相对应的修整器来修整形成螺纹砂轮,该螺纹砂轮将工件磨削加工为与修整器形状相对应的形状,从而形成齿轮。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利特开2010-125571号公报

发明内容

[0007] 要解决的技术问题

[0008] 然而,上述现有的齿轮加工装置在螺纹砂轮与工件啮合状态下相互旋转并磨削工件时,螺纹砂轮会往齿轮齿面的齿线方向磨削工件。因此,齿轮齿面的齿线方向的表面粗糙度被良好磨削加工。

[0009] 关于这种齿轮加工装置,为提高齿轮齿面加工的磨削精度,本发明人等进行了潜心研究,却发现存在以下问题:通过螺纹砂轮加工工件来形成齿轮时,磨削时的基准节圆直径处,螺纹砂轮相对于工件往齿形方向移动的齿面滑移速度为零,因此,在齿轮齿面的齿形评价范围内,表面粗糙度降低。

[0010] 因此,本发明目的在于提供一种能够提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度的齿轮加工装置、以及齿轮加工方法。

发明内容

[0011] 为达成上述目的,本发明提供一种齿轮加工装置,其通过砂轮加工工件来形成齿轮,其特征在于,具有加工工件来形成齿轮的螺纹砂轮、以及在与该螺纹砂轮啮合的状态下相互旋转并形成螺纹砂轮的圆板状修整器,修整器的压力角实施错位设计,以使形成的螺纹砂轮在形成齿轮时,螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置在齿形评价范围外,齿形评价范围是设为被加工齿轮的齿面中,在使用时作为齿轮齿面发挥功能的部分。

[0012] 如此构成的本发明中,通过修整器形成螺纹砂轮,再通过该螺纹砂轮加工工件并形成齿轮,由形成的螺纹砂轮形成齿轮时,为使螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置在齿形评价范围外,对修整器的压力角实施错位设计。最终,被

加工齿轮的齿面的齿形评价范围内,不存在螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置,因此螺纹砂轮相对于工件往该工件齿形方向移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0013] 本发明中,优选进而对修整器实施错位设计以减小其压力角,并将上述不发生相对移动的位置移动到齿面的齿形评价范围内侧。

[0014] 如此构成的本发明中,由于对修整器实施错位设计以减小其压力角,并将螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置移动到齿面的齿形评价范围内侧,因此,齿轮齿面的齿形评价范围内,不存在上述不发生相对移动的位置。最终,螺纹砂轮相对于工件往该工件齿形方向移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0015] 本发明中,优选进而对修整器实施错位设计以增大其压力角,并将上述不发生相对移动的位置移动到齿面的齿形评价范围外侧。

[0016] 如此构成的本发明中,由于对修整器实施错位设计以增大其压力角,并将螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置移动到齿面的齿形评价范围外侧,因此,齿轮齿面的齿形评价范围内,不存在上述不发生相对移动的位置。最终,螺纹砂轮相对于工件往该工件齿形方向移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0017] 本发明中,优选进而提供一种齿轮加工方法,其通过砂轮加工工件来形成齿轮,其特征在于,具有将加工工件来形成齿轮的螺纹砂轮、以及在与螺纹砂轮啮合的状态下相互旋转并形成螺纹砂轮的圆板状修整器准备好的步骤,修整器的压力角实施错位设计,以使形成的螺纹砂轮在形成齿轮时,螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置在齿形评价范围外,进而,具有通过修整器形成螺纹砂轮的步骤、以及通过螺纹砂轮加工工件来形成齿轮的步骤,齿形评价范围是设为被加工齿轮的齿面中,在使用时作为齿轮齿面发挥功能的部分。

[0018] 如此构成的本发明中,通过修整器形成螺纹砂轮,再通过该螺纹砂轮加工工件并形成齿轮,由形成的螺纹砂轮形成齿轮时,为使螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置在齿形评价范围外,对修整器的压力角实施错位设计。最终,被加工齿轮的齿面的齿形评价范围内,不存在螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿轮齿形方向相对移动的位置,因此螺纹砂轮相对于工件往该工件齿形方向移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0019] 发明的效果

[0020] 根据本发明的齿轮加工装置以及齿轮加工方法,可提高齿轮齿面的齿形评价范围内的表面粗糙度。

附图说明

[0021] 图1(a)是在概略说明现有螺纹砂轮相对于工件往齿轮齿形方向移动时的齿面滑移的平面图中,表示磨削时关系中工件齿轮的基准节圆直径部与螺纹砂轮的基准节圆直径对应部相接前状态的图。

[0022] 图1(b)是在概略说明现有螺纹砂轮相对于工件往齿轮齿形方向移动时的齿面滑

移的平面图中,表示两者相接时状态的图。

[0023] 图1(c)是在概略说明现有螺纹砂轮相对于工件往齿轮齿形方向移动时的齿面滑移的平面图中,表示两者相接后状态的图。

[0024] 图2是说明齿轮齿面中齿形方向、齿线方向、以及齿形评价范围的图。

[0025] 图3是表示本发明实施方式所述齿轮加工装置的立体图。

[0026] 图4是表示本发明实施方式所述齿轮加工装置的正视图。

[0027] 图5是表示本发明实施方式所述齿轮加工装置的平面图。

[0028] 图6是表示本发明实施方式所述齿轮加工装置的螺纹砂轮与修整装置位置关系的概略平面图。

[0029] 图7是表示本发明实施方式所述齿轮加工装置的螺纹砂轮磨削工件时状态的概略立体图。

[0030] 图8是对比表示通过本发明第一实施方式形成的齿轮、以及通过现有装置形成的齿轮中,各齿面的齿形评价范围内的齿面滑移速度的线形图。

[0031] 图9是表示通过本发明第一实施方式所述齿轮加工装置形成的齿轮在齿面齿形评价范围内的表面粗糙度的线形图。

[0032] 图10是表示通过现有装置形成的齿轮在齿面齿形评价范围内的表面粗糙度的线形图。

[0033] 图11是对比表示通过本发明第二实施方式形成的齿轮、以及通过现有装置形成的齿轮中,各齿面的齿形评价范围内的齿面滑移速度的线形图。

具体实施方式

[0034] 如上所述,本发明人等发现,通过螺纹砂轮加工工件来形成齿轮时,螺纹砂轮相对于工件往齿形方向移动的齿面滑移速度为零,因此,在齿轮齿面的齿形评价范围内,表面粗糙度降低,现通过图1(a)、(b)、(c)说明这一问题。

[0035] 如图1(a)、(b)、(c)及图2所示,螺纹砂轮100磨削工件102时,将发生齿面滑移现象(齿面滑移),螺纹砂轮100相对于工件102往其齿面102f的齿形方向A滑动并移动。

[0036] 图1(a)表示现有磨削加工中,工件齿轮的基准节圆直径部与螺纹砂轮的基准节圆直径对应部相接前的状态,图1(b)表示两者相接的状态,图1(c)表示两者相接后的状态,图2是说明齿轮齿面中齿形方向、齿线方向、以及齿形评价范围的图。

[0037] 此处,如图2所示,工件(齿轮)的齿形方向A表示从工件(齿轮)轮齿的齿顶往齿根的方向(或者从齿根往齿顶的方向),齿线方向B表示工件(齿轮)轮齿的齿线延伸方向。此外,图1中,基准节圆直径PCD用虚拟线表示。另外,图2是表示齿轮齿面中的齿形方向A、齿线方向B、以及齿形评价范围,下述本发明的说明中,也将按照相同含义来参照图2所示齿轮齿面中的齿形方向A、齿线方向B、以及齿形评价范围。

[0038] 如图1(a)所示,外周面螺旋状形成螺纹的螺纹砂轮100以中心旋转轴为中心,往箭头D方向旋转,螺纹砂轮100外周面上的螺纹100a往箭头E方向移动。

[0039] 螺纹砂轮100与工件102啮合状态下,当螺纹砂轮100的螺纹100a往箭头E方向移动时,工件102以旋转轴为中心,往箭头F方向旋转。此时,螺纹砂轮100的螺纹100a与工件102的外齿102a以相互局部相接的方式相对移动,并通过螺纹砂轮100的螺纹100a,往工件102

外齿102a的齿形方向A进行磨削。

[0040] 图1(a)中, 齿轮102的基准节圆直径PCD用基准节圆直径102b表示, 工件102外齿102a表面上的基准节圆直径PCD上的点用基准节圆直径部102c表示。进而, 螺纹砂轮100中, 螺纹砂轮100的螺纹100a表面上, 对应齿轮102基准节圆直径PCD的部分用基准节圆直径对应部100b表示。

[0041] 如图1(a)所示, 基准节圆直径部102c位于与基准节圆直径对应部100b相分离的位置, 外齿表面齿顶部102d与螺纹表面齿根部100c处于相接状态。之后, 随着螺纹100a往箭头E方向移动且工件102往箭头F方向旋转, 从螺纹表面齿根部100c到较基准节圆直径对应部100b更靠近齿根一侧为止的部分, 将针对从外齿表面齿顶部102d到较基准节圆直径部102c更靠近齿顶一侧为止的部分, 以齿面滑移的方式(往齿形方向A滑动并移动的方式)与之依次相接并进行磨削。

[0042] 因此, 相对于从工件102外齿表面齿顶部102d到较基准节圆直径部102c更靠近齿顶一侧为止的部分, 从螺纹砂轮100螺纹表面齿根部100c到基准节圆直径对应部100b为止的部分对该工件102进行齿面滑移的速度(往齿形方向A移动的速度)大小, 将成为大于零的数值。如此, 由于齿面滑移速度为大于零的数值, 螺纹砂轮将以往工件102齿形方向A滑动的方式进行磨削, 因此, 被加工齿轮102的齿面102f的表面粗糙度良好。

[0043] 接着, 如图1(b)所示, 螺纹100a往箭头E方向移动, 且工件102往箭头F方向旋转。随之, 工件102外齿102a的外齿表面齿顶部102d往形成于螺纹砂轮100的螺纹100a之间的齿底100d方向相对移动, 基准节圆直径对应部100b与基准节圆直径部102c以吻合方式相接触。即, 基准节圆直径对应部100b与基准节圆直径部102c一致, 不对工件102进行齿面滑移(往齿形方向A移动)。因此, 螺纹砂轮100相对于工件102进行齿面滑移的速度(往齿形方向A移动的速度)为零。

[0044] 该状态下, 磨削加工时螺纹砂轮100与齿轮102关系中的基准节圆直径部102c处, 相对于工件102, 螺纹砂轮100不往该工件102的齿形方向A移动。因此, 被加工齿轮在其基准节圆直径部102c处, 仅齿线方向B被磨削, 齿形方向A未被磨削。最终, 基准节圆直径部102c处的表面粗糙度不均匀。现有齿轮磨削加工中, 磨削加工时螺纹砂轮100与齿轮102关系中的基准节圆直径部102c, 与实际使用被加工齿轮时的基准节圆直径部一致。因此, 实际使用齿轮时, 表面粗糙度不均匀的基准节圆直径部102c将用作啮合面, 从而齿轮性能降低。

[0045] 如图1(c)所示, 之后, 螺纹砂轮100的螺纹100a往箭头E方向移动, 且工件102往箭头F方向旋转。随之, 外齿表面齿顶部102d以更加远离齿底100d的方式相对移动, 基准节圆直径部102c被移动到离开基准节圆直径对应部100b的位置。

[0046] 此时, 随着螺纹100a往箭头E方向移动且工件102往箭头F方向旋转, 从基准节圆直径对应部100b到螺纹表面齿顶部100e为止的部分, 将针对从基准节圆直径部102c到外齿表面齿根部102e为止的部分, 以齿面滑移的方式(往齿形方向A滑动并移动的方式)与之依次相接并进行磨削。因此, 相对于从齿轮102基准节圆直径部102c到外齿表面齿根部102e为止的部分, 从螺纹砂轮100基准节圆直径对应部100b到螺纹表面齿顶部100e为止的部分对该工件102进行齿面滑移的速度(往齿形方向A移动的速度)大小, 将成为大于零的数值。如此, 螺纹砂轮100相对于工件102进行齿面滑移的速度大小, 是大于零的数值。因此, 在工件102的齿形方向A上, 螺纹砂轮100能够以滑动方式进行磨削, 因而齿轮102齿面102f的表面粗糙

度良好。

[0047] 如上所述,现有齿轮加工中,磨削时工件与螺纹砂轮关系中的基准节圆直径部102c处,螺纹砂轮与工件之间不发生往齿形方向A的滑动(图1(b))。因此,本发明人发现以下问题:基准节圆直径部102c处齿面的表面粗糙度变差,该部分在实际使用齿轮时将用作啮合面,因而齿轮性能降低。本发明中,为使磨削时工件与螺纹砂轮关系中的基准节圆直径、与被加工齿轮在实际使用时的基准节圆直径(使用被加工齿轮时,与其他齿轮啮合时的基准节圆直径)不同,对螺纹砂轮实施错位设计。最终,可将表面粗糙度会变差的磨削时的基准节圆直径部移动到实际使用时齿轮啮合的齿形评价范围外,从而避免齿轮性能降低。

[0048] 以下,参考附图,对解决上述现有装置所致问题点的本发明实施方式的齿轮加工装置进行说明。

[0049] 首先,根据图3至图6,说明本实施方式的齿轮加工装置的基本结构。

[0050] 符号1表示齿轮加工装置,该齿轮加工装置1具有设置于齿轮加工装置1基部的床身2。以下说明中,床身2上表面的长度方向称为x轴方向,宽度方向称为y轴方向,与床身2上表面正交的方向称为z轴方向。床身2上表面设有工件保持部6,用于保持待磨削加工的对象加工齿轮即工件(齿轮)4。

[0051] 工件保持部6具有安装于床身2上表面的圆柱形工作台8。工作台8以其圆柱形中心轴线沿z轴方向延伸的方式配置。

[0052] 此外,工件保持部6具有贯穿工作台8内周的圆柱形工件加工用旋转轴10。该工件加工用旋转轴10由设置于工作台8内周的轴承支撑,能够以往z轴方向延伸的轴线C1为中心进行旋转。

[0053] 进而,工件保持部6具有工件回转装置12,其作用是,在用于将加工完毕的齿轮4与未加工工件4进行交换并将工件4安装到工件保持部6上的工件交换位置、以及用于通过螺纹砂轮对工件4进行磨削加工的工件加工位置之间,移动工件(齿轮)4。

[0054] 工件回转装置12具备固定于床身2上表面的棱柱形固定部14、以及通过该固定部14被可旋转地支撑的棱柱形旋转部16。

[0055] 旋转部16能够以往z轴方向延伸的轴线C2为中心进行旋转。旋转部16侧面设有一对尾座18。这一对尾座18配置在相对于轴线C2相互线对称的位置。此外,尾座18在旋转部16侧面以能够往z轴方向滑动的方式被支撑。

[0056] 各尾座18上安装有用于支撑并转动工件(齿轮4)的工件心轴20。工件心轴20为圆棒形,从尾座18下端沿z轴方向往下方延长。该工件心轴20通过设置于尾座18内部的轴承,以能够以工件心轴20长度方向旋转轴线C3为中心进行旋转的方式被支撑。

[0057] 工件(齿轮4)保持在工件心轴20的前端部分。在工件加工位置,某一尾座18的工件心轴20的旋转轴线C7与工件加工用旋转轴10的轴线C1吻合,通过工件心轴20的前端部分与工件加工用旋转轴10的前端部分,夹紧工件(齿轮)4。如此,当一个尾座18的工件心轴20位于工件加工位置时,另一个尾座18的工件心轴20位于工件交换位置;当一个尾座18的工件心轴20从工件加工位置移动到工件交换位置时,另一个尾座18的工件心轴20从工件交换位置移动到工件加工位置。

[0058] 此外,用于保持砂轮的砂轮保持部22设置在床身2上表面、与工件保持部6对向的位置。

[0059] 砂轮保持部22具备设置在床身2上表面、与工件保持部6对向位置处的棱柱形支柱24。该支柱24以能够沿x轴方向在床身2上表面移动的方式设置。

[0060] 支柱24各侧面中,与工件保持部6对向的侧面上设有滑鞍26。该滑鞍26以能够往z轴方向滑动且能够以往x轴方向延伸的轴线C4为中心进行旋转的方式,安装在支柱24侧面。

[0061] 滑鞍26上,设有用于支撑并转动砂轮的砂轮座28。

[0062] 该砂轮座28在滑鞍26侧面,以能够沿与x轴正交的轴线C5滑动的方式被支撑。此外,砂轮座28具备沿轴线C5延伸的砂轮旋转轴30。砂轮旋转轴30通过设置于砂轮座28上的马达动力,以轴线C5为中心进行旋转。该砂轮旋转轴30的前端,以可拆装的方式,安装外周面形成有螺旋状螺纹的圆柱形螺纹砂轮32。螺纹砂轮32安装到砂轮座28的砂轮旋转轴30上的状态下,螺纹砂轮32的旋转轴线与轴线C5一致。

[0063] 螺纹砂轮32外周面上螺旋状形成螺纹,该螺纹的形状与对象工件即齿轮(工件)的目标齿轮规格(齿轮加工结束,成品时目标齿轮的规格,例如模数、压力角、齿数、以及螺旋角等)相对应,如下所述,这是通过形成螺纹砂轮32的修整器36所形成的形状。

[0064] 进而,如图6所示,齿轮加工装置1具备设置在床身2上且用于形成螺纹砂轮32的修整装置34(图3至图5中省略修整装置34。图6表示修整装置34与螺纹砂轮32及工件回转装置12旋转部16轴线C2等的位置关系)。修整装置34是形成螺纹砂轮32的旋转式修整装置,具备为了能够形成螺纹砂轮32而安装有金刚石且形成为圆板状的修整器36、以及能够旋转驱动并保持该修整器36的修整器保持部38。此处,形成动作包括修整器36修整螺纹砂轮32的动作、以及整形动作。

[0065] 修整器保持部38设置在床身2上,且能够绕工件回转装置12旋转部16轴线C2回转,可将修整器36移动到与螺纹砂轮32对向的位置并配置在形成螺纹砂轮32的位置。修整器保持部38能够以旋转轴线C6为中心,转动并支撑修整器36。

[0066] 修整器36对应自身形状,形成螺纹砂轮32,工件4的形状则对应该螺纹砂轮32的形状而被磨削,因此,修整器36的形状对应齿轮4的形状。例如,修整器36存在以下关系:一旦自身的压力角 α 确定,则通过修整器36形成的螺纹砂轮32也将确定压力角。如此,一旦修整器36自身的压力角 α 等齿轮规格确定,则通过螺纹砂轮32的压力角等齿轮规格,可间接确定齿轮4的压力角等齿轮规格。即,可根据目标齿轮4的齿形,设计修整器36的规格。

[0067] 如此,若对修整器36的规格实施错位设计,则通过螺纹砂轮32,可使螺纹砂轮32与待加工齿轮4关系中的基准节圆直径PCD发生移动。即,通过修整器36的错位设计,螺纹砂轮32表面与待加工齿轮4之间不发生齿形方向相对移动的位置将发生移动。对修整器36的规格实施错位设计是指,将修整器36的规格(压力角 α 等)设计成与实际使用待加工齿轮时的压力角等不同的数值。对修整器36的规格实施错位设计后,虽然螺纹砂轮32表面与待加工齿轮4之间不发生齿轮4齿形方向相对移动的位置将不同于常规设计,但齿轮4的齿形(例如,齿轮4的刀尖圆直径及基圆直径大小等)并未因错位设计而改变。

[0068] 另外,本发明中使用的齿轮“错位设计”理论例如是指,为了改变齿轮的切齿节圆直径(螺纹砂轮与待加工齿轮关系中的基准节圆直径)而对螺纹砂轮的规格进行设计,具体而言,是指为使螺纹砂轮的的压力角等规格不同于根据目标齿轮的齿形而采取的基准设计,所进行的设计。此时,通过基准设计加工的齿轮与采用错位设计加工的齿轮能够准确啮合。

[0069] 进而,齿轮加工装置1具有控制工件保持部6、砂轮保持部22、以及修整装置34的控

制部(未图示)。该控制部(未图示)电气连接到工件加工用旋转轴10、工件回转装置12、尾座18、支柱24、滑鞍26、砂轮座28、以及修整器保持部38等,对通过修整器36形成螺纹砂轮32的动作、以及螺纹砂轮32磨削工件4的动作进行控制。

[0070] 接下来,参照图6及图7,对本发明第一实施方式中,磨削加工工件的齿轮加工装置的动作(作用)进行说明。

[0071] 图7是表示本发明第一实施方式所述齿轮加工装置的螺纹砂轮磨削工件时状态的概略立体图。

[0072] 首先,对通过修整器36形成螺纹砂轮32的动作进行说明。如图6所示,通过修整器保持部38,将修整器36移动到与螺纹砂轮32对向的位置,并将修整器36备放到用于形成螺纹砂轮32的位置。

[0073] 接着,以修整器的旋转轴线C6为中心,转动修整器36后,使待形成的螺纹砂轮32与旋转的修整器36啮合。

[0074] 修整器36与待形成的螺纹砂轮32啮合的状态下,待形成的螺纹砂轮32以砂轮旋转轴的轴线C5为中心进行旋转,并往砂轮旋转轴C5的轴向移动。如此,螺纹砂轮32一边移动,一边形成可对应修整器36规格设计来磨削齿轮4的形状。

[0075] 修整器36的压力角 α ,将反映到螺纹砂轮32的压力角上。因此,错位设计的修整器36的压力角 α 反映到螺纹砂轮32的压力角上,可如下形成螺纹砂轮32:螺纹砂轮32表面与待加工齿轮4之间不发生齿形方向相对移动的位置,位于齿面5(图2)的齿形评价范围外。

[0076] 此处,齿轮4的齿形评价范围是指用于评价齿轮4齿形的范围,更具体而言,是指为了判断齿轮4是否满足作为齿轮发挥功能时所需具备的设计要求基准,而评价其齿形的范围(图2中例示了齿轮4齿面5上的齿形评价范围)。这种齿轮齿面中用来评价齿形的范围,是作为齿轮齿面发挥功能的部分,即实际使用时啮合并传递力的部分。齿形评价范围设为,从齿轮4外径部L2(参照图8)到根据齿轮4要求规格而在固定距离内侧的齿形评价范围下限直径L1(参照图8)为止的范围。现有齿轮加工中,螺纹砂轮表面与待加工齿轮之间不发生齿形方向相对移动的位置,与实际使用被加工齿轮时的节圆直径位置相同,该位置在齿轮的齿形评价范围内。

[0077] 接下来,对螺纹砂轮32磨削工件4的动作进行说明。

[0078] 图2及图7中,用参照符号A表示齿轮4的齿形方向,用参照符号B表示齿轮4的齿线方向。

[0079] 如图4所示,将工件4配置在工件加工位置。

[0080] 然后,以砂轮旋转轴C5为中心,转动螺纹砂轮32,并以工件旋转轴线C7为中心,转动工件4,此状态下,如图7所示,使螺纹砂轮32与工件4啮合。通过螺纹砂轮32与工件4啮合并旋转,螺纹砂轮32进行磨削,以形成工件4的各齿轮。

[0081] 此处,通过错位设计的修整器36形成的螺纹砂轮32,可根据自身形状磨削工件4,使上述不发生齿形方向相对移动的位置形成在评价该齿轮4齿形的齿形评价范围外。

[0082] 螺纹砂轮32磨削工件4时,如上所述,螺纹砂轮32与工件4发生往工件4齿形方向滑动(偏移)进行相对移动的齿面滑移,该齿面滑移发生于螺纹砂轮32与工件4关系中的节圆直径部以外的部分。即,齿面滑移速度大小在上述节圆直径部处为零,在上述节圆直径部以外的位置为大于零的数值。因此,本发明第一实施方式中,螺纹砂轮32与工件4关系中的节

圆直径部,即不发生齿形方向相对移动的位置配置在齿面5的齿形评价范围外,因此,螺纹砂轮32在齿轮4的齿形评价范围内,对工件4实施齿面滑移速度大小为大于零数值的磨削,并在磨削时,使上述不发生齿形方向相对移动的位置在齿形评价范围外。

[0083] 因此,螺纹砂轮32在齿轮4的齿形评价范围内,发生齿面滑移,螺纹砂轮32与工件4以滑动方式进行磨削,因而齿形方向的表面粗糙度能够处于基本固定的良好状态。进而,上述不发生齿形方向相对移动的位置,则不发生齿面滑移,因此螺纹砂轮32(修整器36)的形状被直接转印,齿形方向的表面粗糙度无法保持为基本固定,表面粗糙度大幅变粗、变差,但该位置在齿轮4的齿形评价范围外,因此并不影响齿轮性能。

[0084] 接下来,对以下内容进行说明:本发明第一实施方式中,为获得目标齿轮4而设计修整器,为减小该修整器的压力角 α ,实施错位设计,形成修整器36,由此可在齿轮4的齿形评价范围内,使齿面滑移速度大小成为大于零的数值。

[0085] 图8是对比表示通过本发明第一实施方式形成的齿轮、以及通过现有装置形成的齿轮中,各齿面的齿形评价范围内的齿面滑移速度的线形图。

[0086] 图8中,横轴表示齿轮4中被加工齿轮的直径[mm],纵轴通过以0为基准的正负来表示齿面滑移速度大小。齿形评价范围是指,被加工齿轮的直径中,从齿形评价范围下限直径L1到外径部L2为止的范围。

[0087] 如图8所示,现有装置中,为获得初期目标的被加工齿轮而设计修整器后,当修整器压力角 α 设为20度时,通过该修整器形成的螺纹砂轮相对于工件4进行齿面滑移的速度大小,在被加工齿轮直径中齿形评价范围内磨削时,基准节圆直径PCD位置处成为零。

[0088] 通过错位设计,使该修整器的20度压力角减小为17.5度、14.5度或12度等压力角 α ,使用由此形成的修整器36时,通过该修整器36形成的螺纹砂轮32相对于工件4进行齿面滑移的速度大小,在齿形评价范围的齿形评价范围下限直径L1处,成为大于零的数值。即,通过错位设计将修整器36的压力角改变为减小的压力角 α 后,螺纹砂轮32表面与待加工齿轮4之间不发生齿轮4齿形方向相对移动的位置被移动,配置到直径较齿形评价范围的齿形评价范围下限直径L1更小的位置,从而在齿形评价范围内,齿面滑移速度大小成为大于零。因此,螺纹砂轮32能够相对于工件4,往该被加工齿轮4的齿形方向移动并磨削,从而可提高齿轮4的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0089] 使用本发明第一实施方式的齿轮加工装置1中实施错位设计的修整器36,获得齿轮4,对其齿形评价范围内的表面粗糙度进行测定;并作为比较例,使用本发明第一实施方式的齿轮加工装置1中修整器36实施错位设计前的修整器,获得齿轮,对其齿形评价范围内的表面粗糙度进行测定,显示这两个测定结果的比较。

[0090] 图9是表示通过本发明第一实施方式所述齿轮加工装置形成的齿轮在齿面齿形评价范围内的表面粗糙度的线形图,图10是表示通过现有装置形成的齿轮在齿面齿形评价范围内的表面粗糙度的线形图。

[0091] 图9及图10中,横轴表示齿轮4的被加工齿轮直径处的齿形评价范围,纵轴表示表面粗糙度。表面粗糙度用算术平均粗糙度(Ra)、以及最大高度(Rz)等表示。

[0092] 图9中的状态为:使用错位设计的修整器36形成螺纹砂轮32,该螺纹砂轮32磨削工件4时,上述不发生齿轮4齿形方向相对移动的位置,被移动到半径方向内侧的齿形评价范围外。因此,该状态在齿轮4的齿形评价范围内,不存在上述不发生齿轮4齿形方向相对移动

的位置。由此可知,可在齿轮4的齿轮直径的齿形评价范围内,消除齿面滑移速度大小为零的部位,使齿面滑移速度大小大于零,因此,螺纹砂轮32可相对于工件4,往该工件4的齿形方向移动并磨削,从而可确保齿形评价范围内的表面粗糙度、与齿轮4外径部L2附近的表面粗糙度为同一程度基本固定的数值(可调整为相对均匀),提高表面粗糙度。

[0093] 与此相对,图10中,使用现有装置,即具备本发明第一实施方式的齿轮加工装置1中修整器36实施错位设计前的修整器者,进行一系列加工,因此在齿轮的齿形评价范围内,存在不发生齿轮4齿形方向相对移动的位置,该位置附近,表面粗糙度不固定,且急剧变化,存在表面粗糙度变差的部分。

[0094] 根据上述本发明第一实施方式的齿轮加工装置1,通过修整器36形成螺纹砂轮32,再通过该螺纹砂轮32加工工件4并形成齿轮4,由形成的螺纹砂轮32形成工件4时,为使螺纹砂轮32表面与待加工工件4之间不发生工件4齿形方向A相对移动的位置在齿形评价范围外,对修整器36的压力角 α 实施错位设计。最终,被加工齿轮4的齿面5的齿形评价范围内,不存在螺纹砂轮32表面与待加工工件4之间不发生工件4齿形方向A相对移动的位置,因此螺纹砂轮32相对于工件4往该工件4齿形方向A移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮4齿面5的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0095] 此外,根据本发明第一实施方式的齿轮加工装置1,由于对修整器36实施错位设计以减小其压力角 α ,并将螺纹砂轮32表面与待加工工件4之间不发生工件4齿形方向A相对移动的位置移动到齿面5的齿形评价范围内侧,因此,齿轮4齿面5的齿形评价范围内,不存在上述不发生相对移动的位置。最终,螺纹砂轮32相对于工件4往该工件4齿形方向A移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮4齿面5的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0096] 此外,根据本发明第一实施方式的齿轮加工方法,通过修整器36形成螺纹砂轮32,再通过该螺纹砂轮32加工工件4并形成齿轮4,由形成的螺纹砂轮32形成工件4时,为使螺纹砂轮32表面与待加工工件4之间不发生工件4齿形方向A相对移动的位置在齿面5的齿形评价范围外,对修整器36的压力角 α 实施错位设计。最终,被加工齿轮4的齿面5的齿形评价范围内,不存在螺纹砂轮32表面与待加工工件4之间不发生工件4齿形方向A相对移动的位置,因此螺纹砂轮32相对于工件4往该工件4齿形方向A移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮4齿面5的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0097] 接下来,通过图11,说明本发明第二实施方式的齿轮加工装置。本实施方式的齿轮加工装置中,对修整器实施错位设计以增大自身的压力角,螺纹砂轮32表面与待加工齿轮40之间不发生齿轮40齿形方向相对移动的位置,以大于齿形评价范围的方式被移动,这一点与上述第一实施方式的齿轮加工装置不同。

[0098] 此处,仅对本发明第二实施方式与第一实施方式不同之处进行说明,对于相同部分,将在附图上标记相同的参照符号,并省略说明。

[0099] 本发明的第二实施方式中,为获得目标齿轮40而设计修整器,为增大其自身的压力角,实施错位设计,形成修整器42,由此可在齿轮40的齿形评价范围内,使齿面滑移速度大小成为小于零的数值,以下将对此进行说明。

[0100] 图11是对比表示通过本发明第二实施方式形成的齿轮、以及通过现有装置形成的齿轮中,各齿面的齿形评价范围内的齿面滑移速度的线形图。

[0101] 图11中,横轴表示齿轮4中被加工齿轮的直径[mm],纵轴通过以0为基准的正负来

表示齿面滑移速度大小。齿形评价范围是指,被加工齿轮直径中,从齿面的齿形评价范围下限直径L3到外径L4为止的范围。

[0102] 如图11所示,现有装置中,为获得初期目标的齿轮40而设计修整器后,当修整器压力角设为15度时,通过该修整器形成的螺纹砂轮相对于工件进行齿面滑移的速度大小,在被加工齿轮直径中齿形评价范围内磨削时,基准节圆直径PCD位置处成为零。

[0103] 通过错位设计,将该修整器的15度压力角增大为25度压力角 α ,形成修整器42,如此改变时,通过错位设计后的修整器42形成的螺纹砂轮44相对于工件40进行齿面滑移的速度大小,在齿面45齿形评价范围的外径L4处,成为小于零的数值。即,当使用错位设计的修整器42形成螺纹砂轮44,且该螺纹砂轮44磨削工件40时,螺纹砂轮32表面与待加工齿轮40之间不发生齿轮40齿形方向相对移动的位置被移动,配置到直径较齿面45的齿形评价范围上限外径L4更大的位置,从而在齿形评价范围内,齿面滑移速度大小大于零(齿面滑移速度为负值),因此,螺纹砂轮44能够相对于工件40,往该工件40的齿形方向移动并磨削,从而可提高齿轮4齿面45的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0104] 关于修整器42,即使最初设计的修整器压力角不同,也同样可通过错位设计,将修整器42由最初设计的修整器压力角改变为增大后的压力角 α ,由此,可使上述不发生齿轮40齿形方向相对移动的位置发生移动,配置到直径较齿形评价范围外径L4更大的位置,从而可在齿形评价范围内,使齿面滑移速度大小大于零。因此,螺纹砂轮44能够相对于工件40,往该工件40的齿形方向移动并磨削,从而可提高齿轮4的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0105] 根据本发明第二实施方式的齿轮加工装置,由于对修整器42实施错位设计以增大其压力角 α ,并将螺纹砂轮32表面与待加工齿轮40之间不发生齿轮40齿形方向相对移动的位置移动到齿面45的齿形评价范围外侧,因此,齿轮40齿面45的齿形评价范围内,不存在上述不发生相对移动的位置。最终,螺纹砂轮44相对于工件40往该工件40齿形方向A移动的齿面滑移速度不为零,从而可提高齿轮40齿面45的齿形评价范围内的表面粗糙度。

[0106] 附图标记说明

[0107] 1 齿轮加工装置

[0108] 4 工件(齿轮)

[0109] 32 螺纹砂轮

[0110] 36 修整器

[0111] 40 被加工齿轮

[0112] 42 修整器

[0113] 44 螺纹砂轮

[0114] A 齿形方向

[0115] B 齿线方向

[0116] L1 齿形评价范围下限直径

[0117] L2 外径部

[0118] L3 齿形评价范围下限直径

[0119] L4 外径

[0120] PCD 基准节圆直径

现有技术

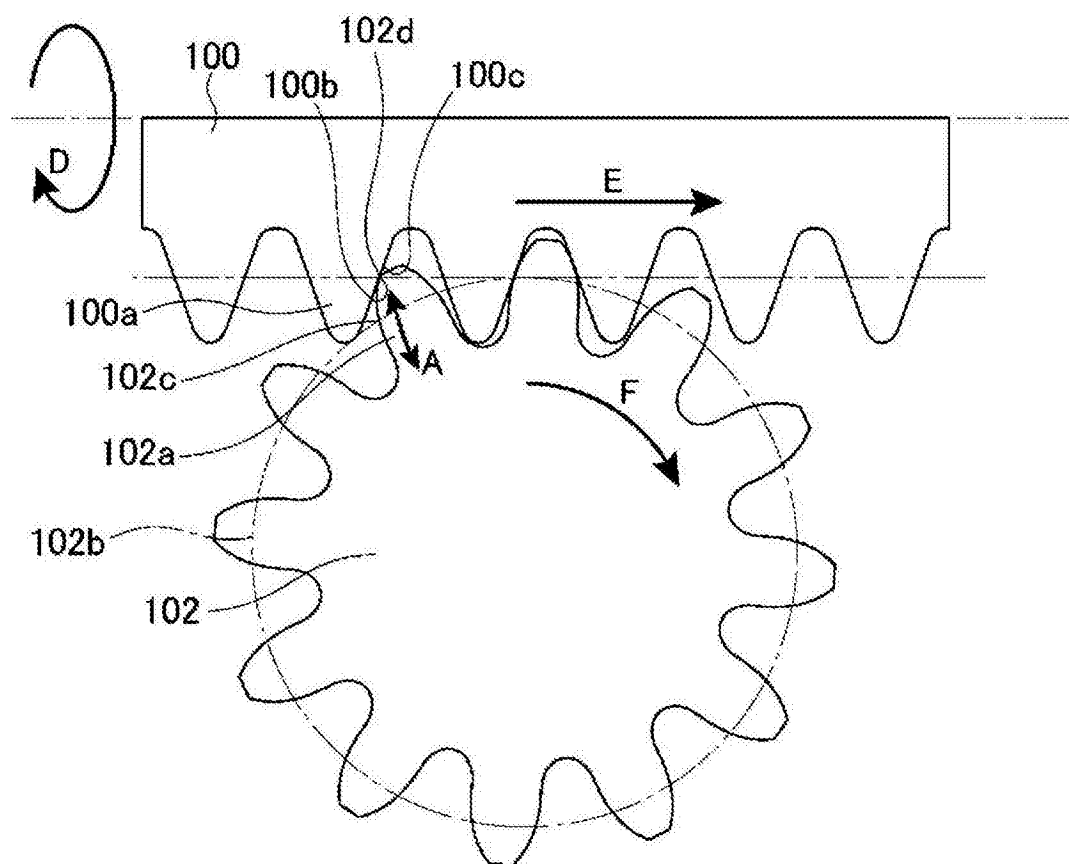


图1(a)

现有技术

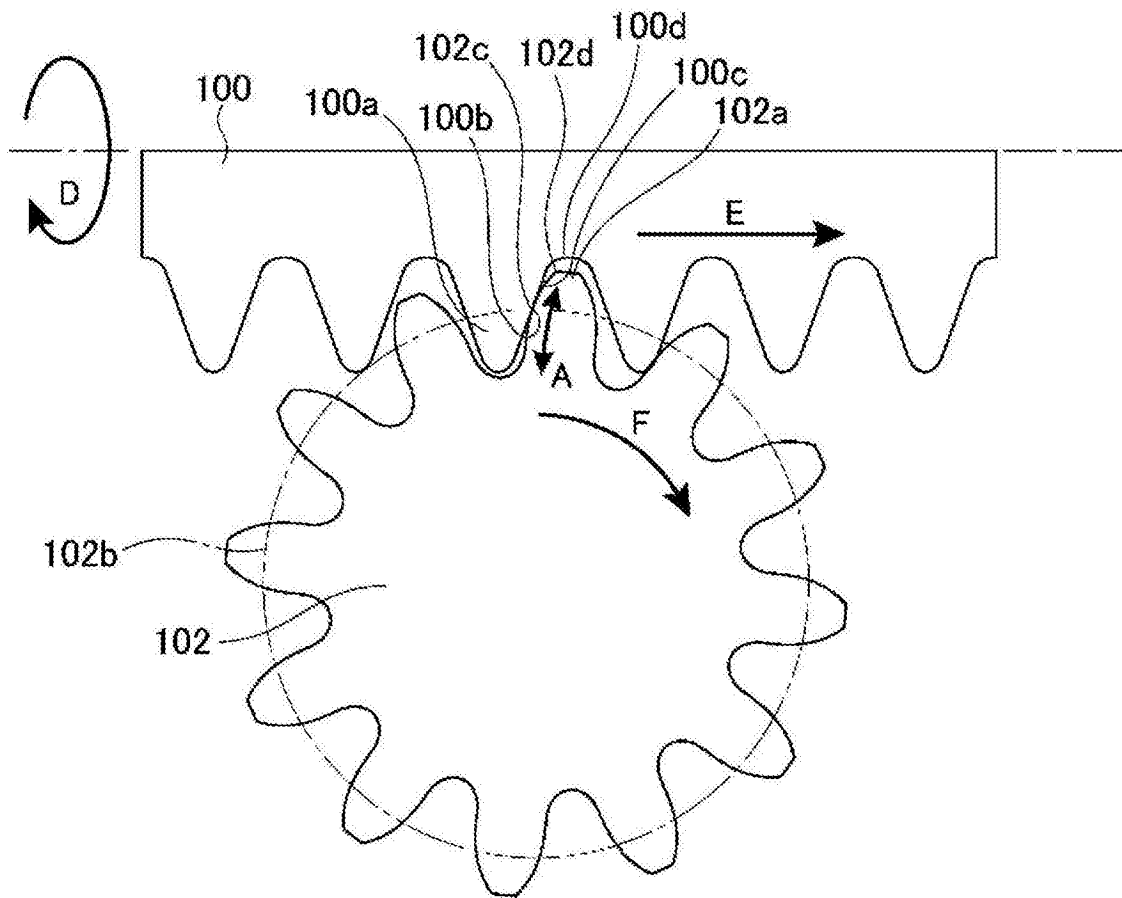


图1(b)

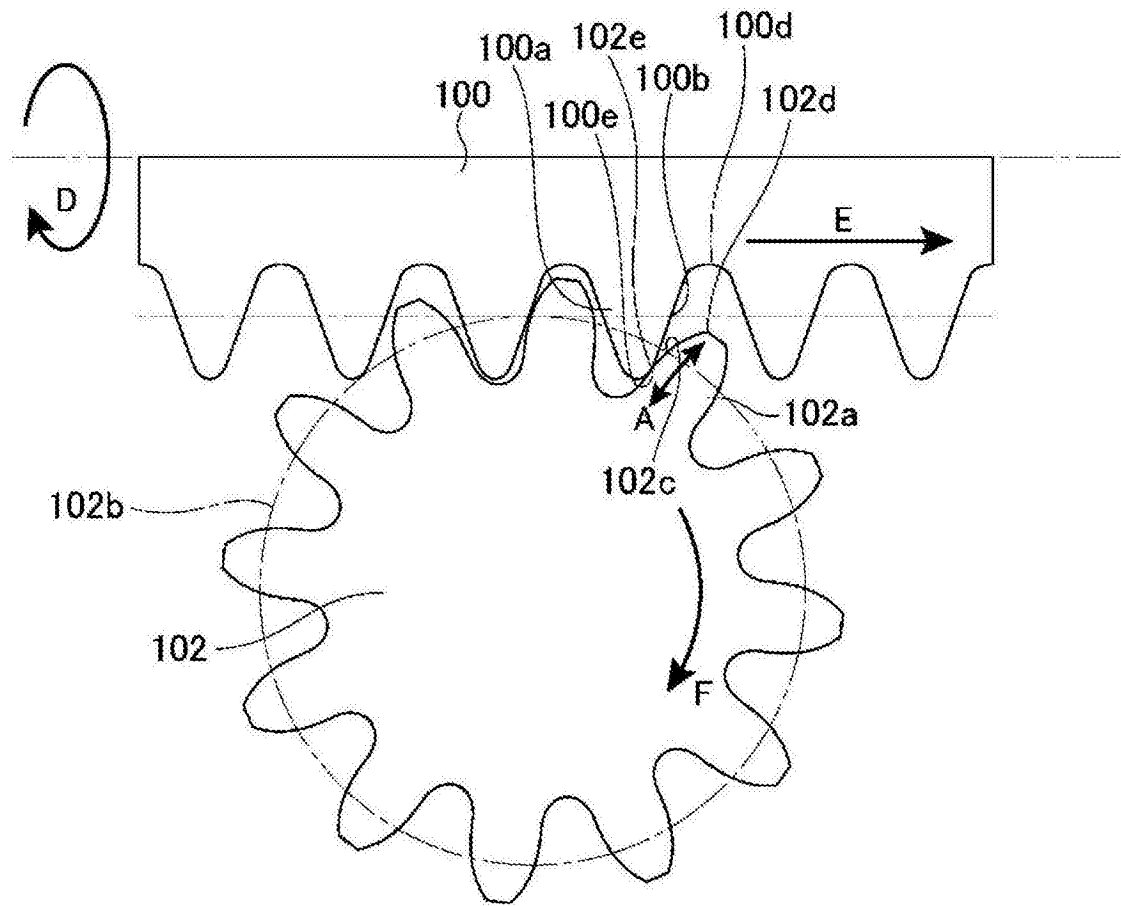


图1(c)

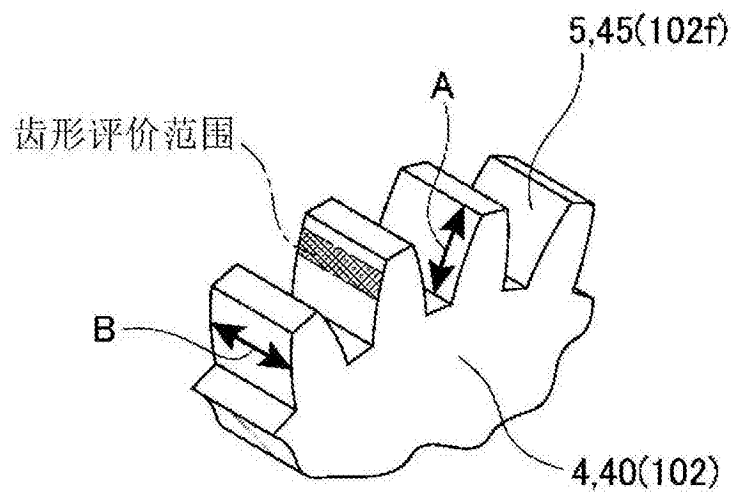


图2

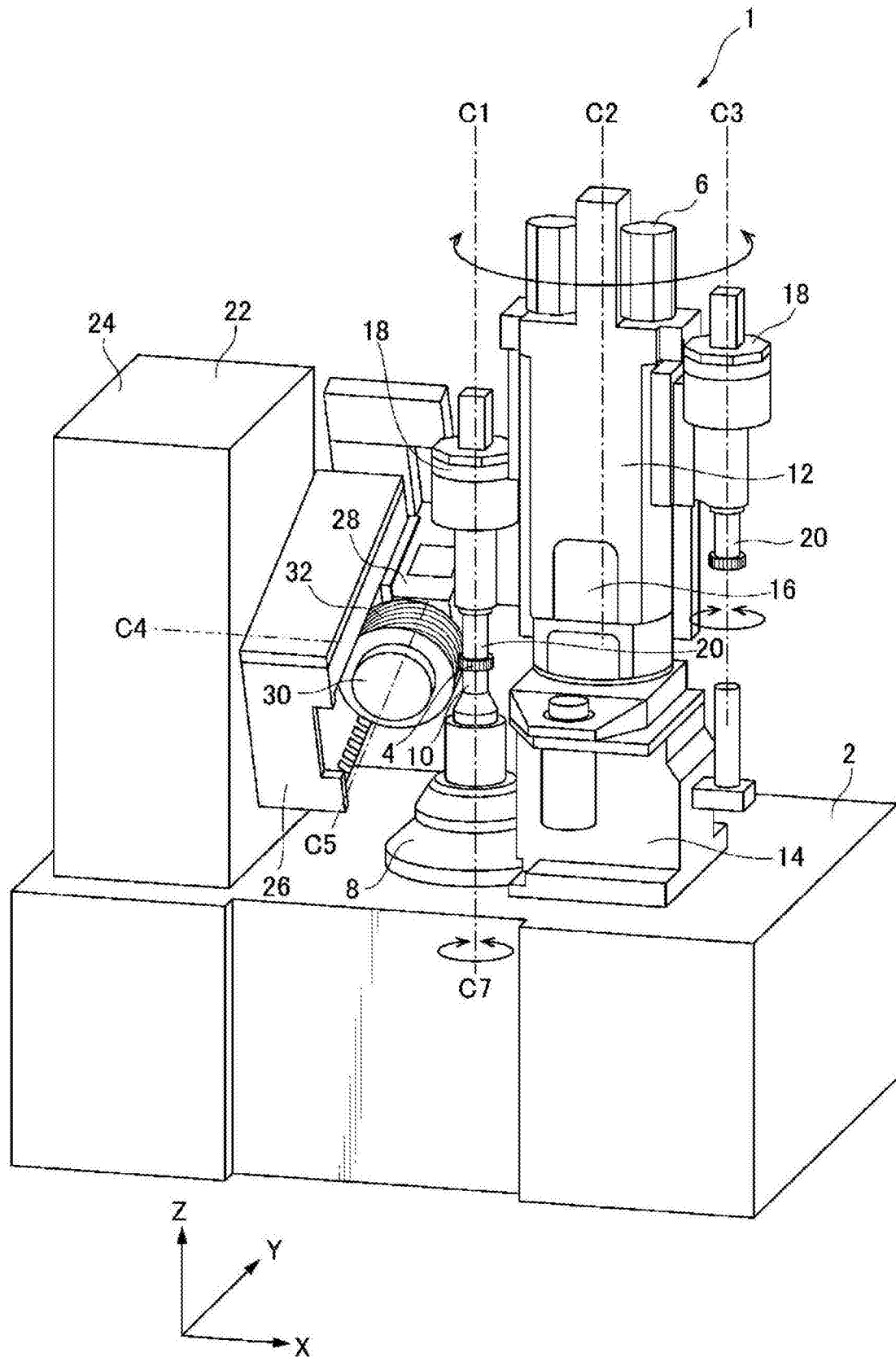


图3

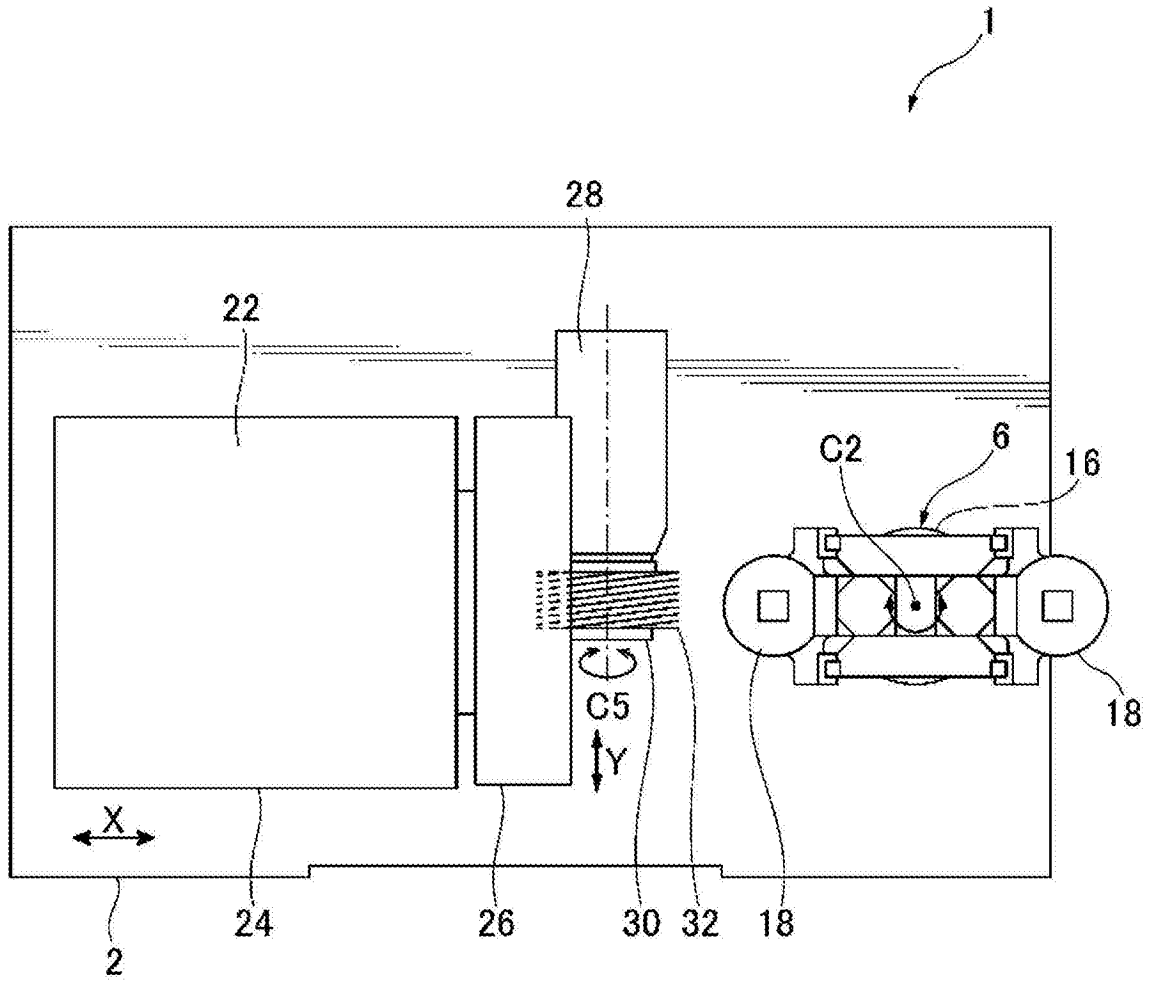


图5

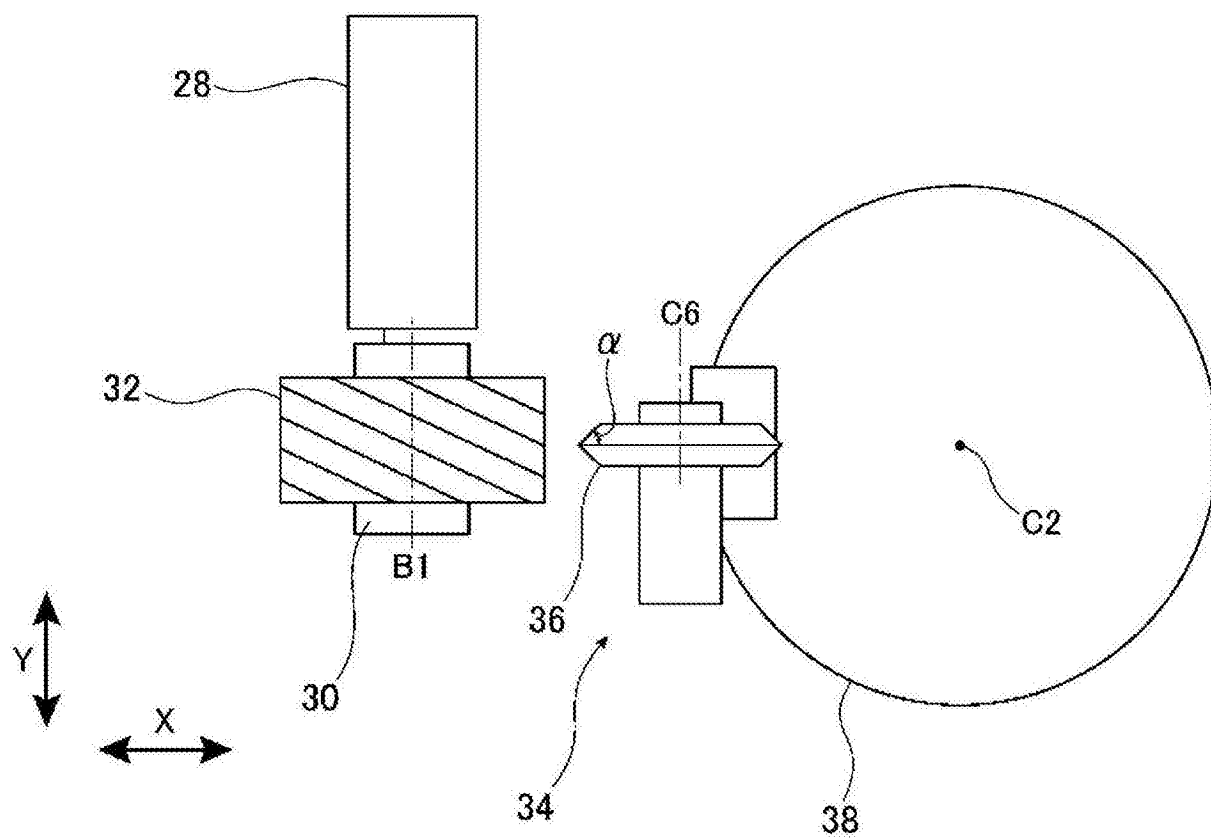


图6

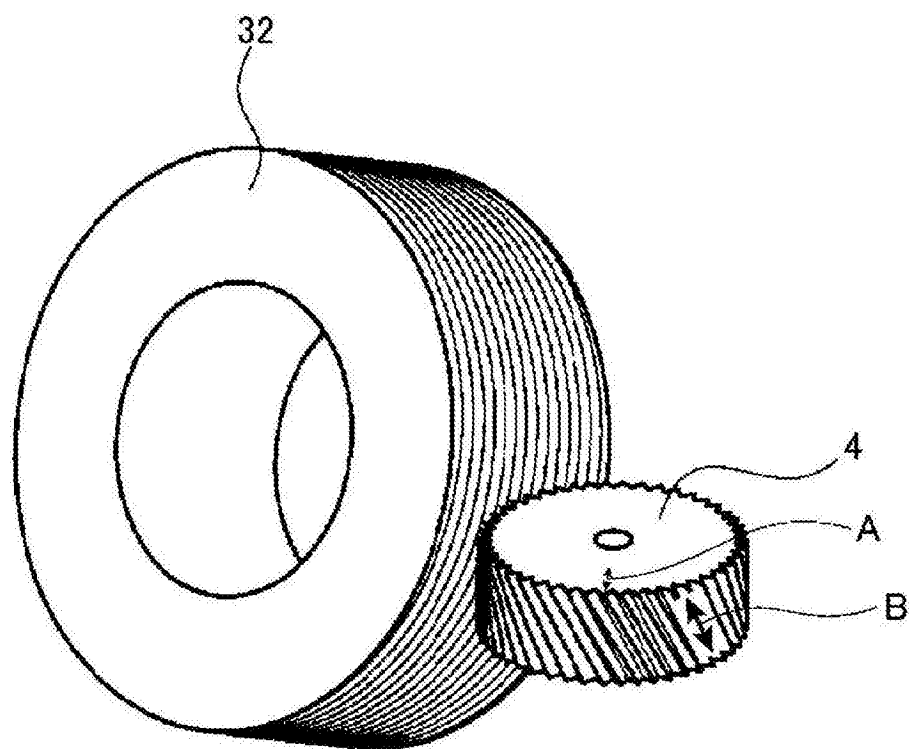


图7

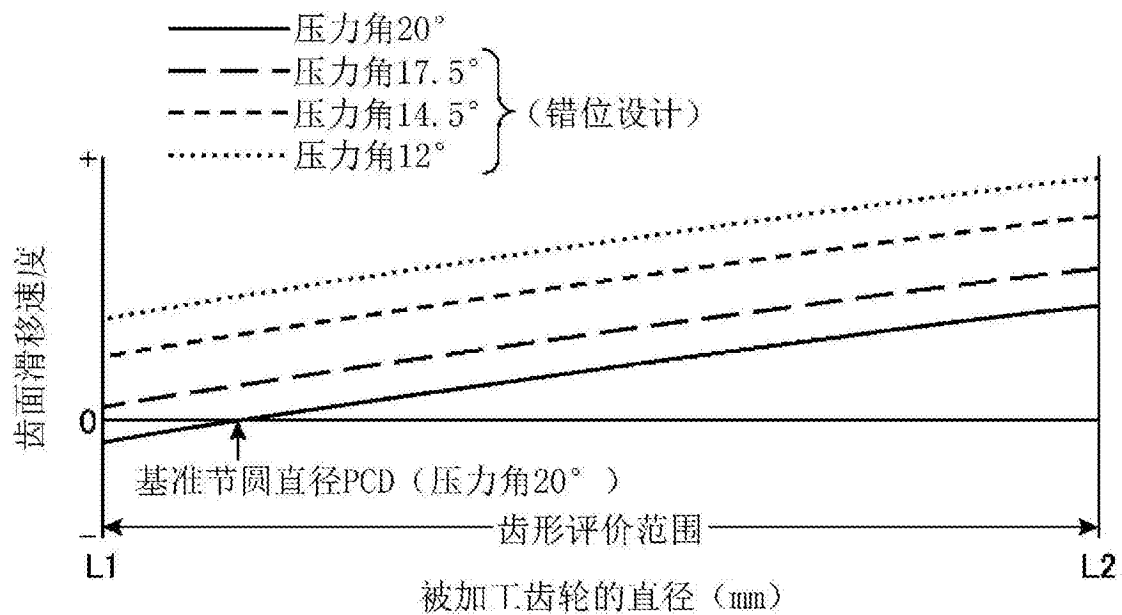


图8

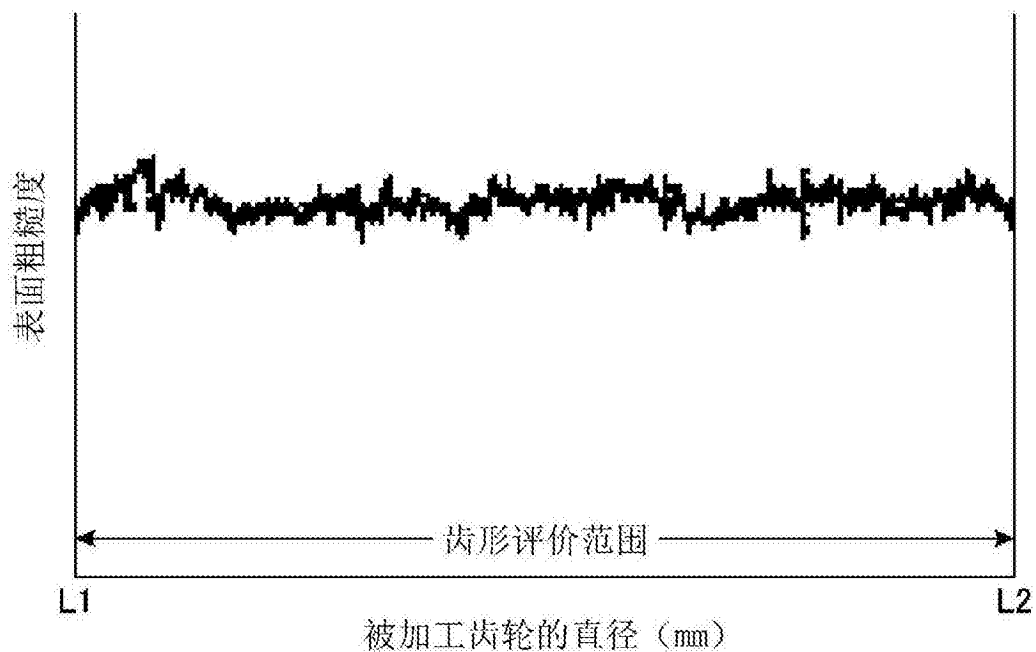


图9

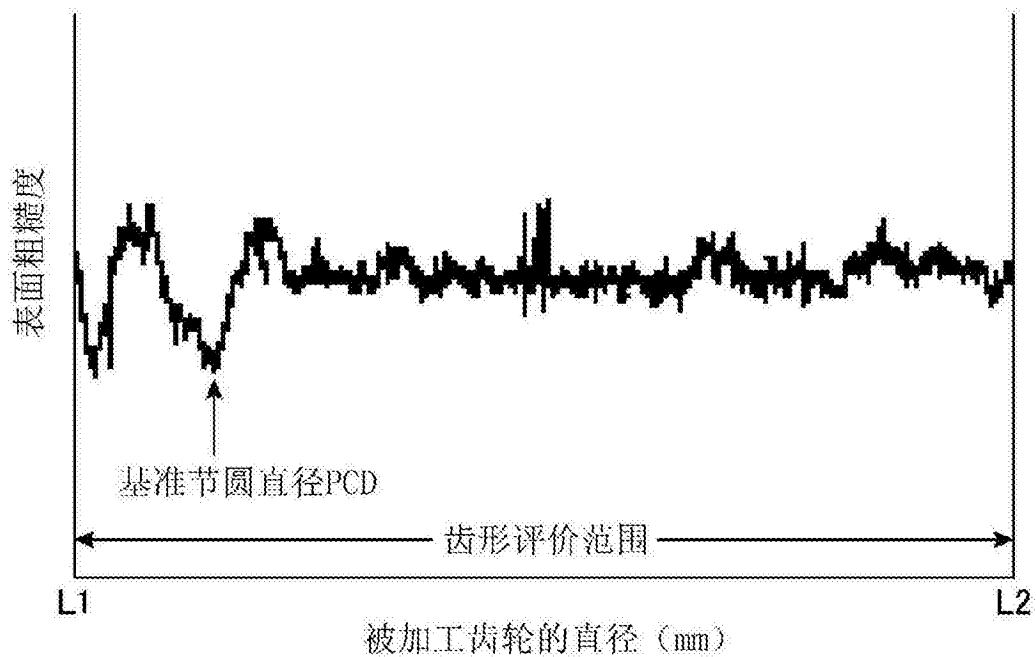


图10

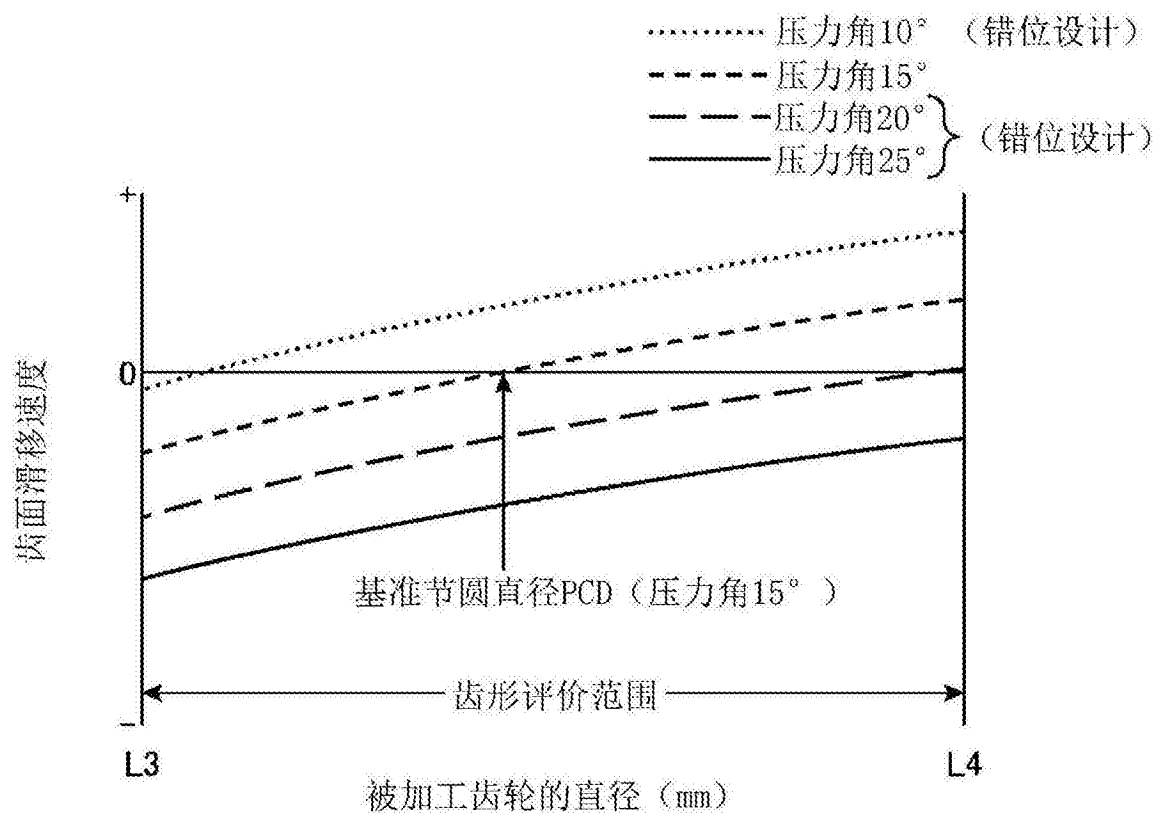


图11