



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103988007 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201280060574. 7

(22) 申请日 2012. 11. 21

(30) 优先权数据

13/315, 354 2011. 12. 09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/056597 2012. 11. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/084099 EN 2013. 06. 13

(73) 专利权人 特纳瑞斯连接有限责任公司

地址 圣文森特和格林纳丁斯金斯敦

(72) 发明人 G·M·马扎费罗 T·科波拉

S·阿马托

R·A·阿吉拉尔阿门达里兹

P·P·达西

(74) 专利代理机构 北京市路盛律师事务所

11326

代理人 刘世杰

(51) Int. Cl.

F16L 15/06(2006. 01)

E21B 17/042(2006. 01)

F16B 33/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4549754 A, 1985. 10. 29,

CN 1036622 A, 1989. 10. 25,

US 5163523 A, 1992. 11. 17,

US 5060740 A, 1991. 10. 29,

CN 1416515 A, 2003. 05. 07,

WO 2006/092649 A1, 2006. 09. 08,

CN 1890499 A, 2007. 01. 03,

审查员 方照蕊

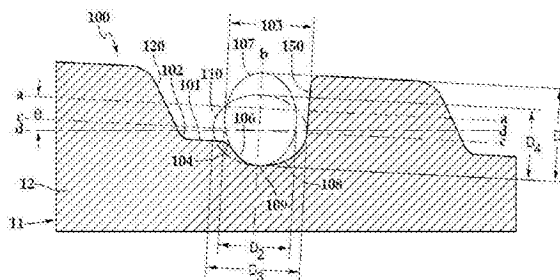
权利要求书3页 说明书10页 附图10页

(54) 发明名称

具有改进的齿根螺纹轮廓的螺纹连接件

(57) 摘要

在本公开中示出了用于降低应力疲劳的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计。齿根槽包括第一部分,所述第一部分包括为第一椭圆形一部分的第一椭圆形表面。齿根槽还包括第二部分,所述第二部分包括为第二椭圆形一部分的第二椭圆形表面,并且所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点处结合到第一椭圆形表面。所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面。



1. 一种管元件,所述管元件具有设置于所述管元件端部上的阳螺纹,所述阳螺纹包括:

锥形齿根表面,其具有在锥形齿根表面和螺纹的纵向轴线(aa)之间所测得的第一锥形角度(β),所述锥形齿根表面在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面以相切的方式结合到入扣齿侧面,所述锥形齿根表面在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面结合到齿根槽;

所述齿根槽从锥形齿根表面延伸到承载齿侧面,所述齿根槽包括:

第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面,所述第一椭圆形表面是第一椭圆形的一部分;以及

所述齿根槽还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面,所述第二椭圆形表面是第二椭圆形的一部分,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式结合到第一椭圆形表面;以及所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面。

2. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一锥形角度(β)为0度,以使得锥形齿根表面平行于螺纹的轴线(aa)。

3. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一锥形角度(β)小于在阳螺纹的入扣齿侧面和螺纹的轴线(aa)之间所测得的角度测量值。

4. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,在螺纹的轴线(aa)和管元件侧壁的纵向轴线(dd)之间所测得的角度 θ 在1.5度至12度之间。

5. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第二椭圆形的长轴(cc)设置成垂直于承载齿侧面。

6. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一椭圆形的长轴(bb)垂直于所述第二椭圆形的长轴(cc)。

7. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一椭圆形的长轴(bb)与第二椭圆形的短轴对准。

8. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),该第二椭圆形的沿着长轴(cc)的预定直径(D3)等于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形具有沿着短轴的第二直径(D4),该第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)等于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

9. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),该第二椭圆形的沿着长轴(cc)的预定直径(D3)等于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形具有沿着短轴的第二直径(D4),该第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)大于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

10. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3)并具有沿着短轴的第二直径(D4),该第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)小于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

11. 根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的

第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3)并具有沿着短轴的第二直径(D4);以及其中第二椭圆形的沿着长轴(cc)的直径(D3)小于第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1)。

12.根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3)并具有沿着短轴的第二直径(D4);以及其中第二椭圆形的沿着长轴(cc)的直径(D3)大于第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1)。

13.根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述承载齿侧面以与在承载齿侧面和垂直于螺纹轴线(aa)的线之间所测得的角度相关的方式设置,其中所述所测得的角度在从-9至5度的范围内。

14.根据权利要求1所述的管元件,其特征在于,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点处结合到第一椭圆形表面。

15.根据权利要求14所述的管元件,其特征在于,齿根槽的底部在锥形齿根表面水平的下方设置于管元件的侧壁内。

16.螺纹管连接件,其包括:

阳螺纹管元件,所述阳螺纹管元件包括具有锥形轴线(aa)的锥形阳螺纹;以及

阴螺纹管元件,所述阴螺纹管元件包括具有锥形轴线(aa)的锥形阴螺纹,当螺纹连接件上扣时,所述阴螺纹和阳螺纹配合;

其中在锥形阳螺纹和锥形阴螺纹的至少一个中的齿根表面包括:锥形齿根表面,所述锥形齿根表面具有在锥形齿根表面和螺纹的纵向轴线(aa)之间所测得的第一锥形角度(β),所述锥形齿根表面在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面以相切的方式结合到入扣齿侧面,所述锥形齿根表面在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面结合到齿根槽;

所述齿根槽从锥形齿根表面延伸到承载齿侧面,所述齿根槽包括:

第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面,所述第一椭圆形表面是第一椭圆形的一部分;以及

所述齿根槽还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面,所述第二椭圆形表面是第二椭圆形的一部分,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式结合到第一椭圆形表面;以及所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面。

17.根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一锥形角度(β)为0度,以使得锥形齿根表面平行于螺纹的轴线(aa)。

18.根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一锥形角度(β)小于在阳螺纹的入扣齿侧面和螺纹的轴线(aa)之间所测得的角度测量值。

19.根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,在螺纹的轴线(aa)和管元件侧壁的纵向轴线(dd)之间所测得的角度 θ 在1.5度至12度之间。

20.根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第二椭圆形的长轴(cc)设置成垂直于承载齿侧面。

21.根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一椭圆形的长轴(bb)垂直于所述第二椭圆形的长轴(cc)。

22. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一椭圆形的长轴(bb)与第二椭圆形的短轴对准。

23. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),该第二椭圆形的沿着长轴(cc)的预定直径(D3)等于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形具有沿着短轴的第二直径(D4),该第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)等于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

24. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),该第二椭圆形的沿着长轴(cc)的预定直径(D3)等于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形具有沿着短轴的第二直径(D4),该第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)大于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

25. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3)并具有沿着短轴的第二直径(D4),该第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)小于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

26. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3)并具有沿着短轴的第二直径(D4);以及其中第二椭圆形的沿着长轴(cc)的直径(D3)小于第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1)。

27. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3)并具有沿着短轴的第二直径(D4);以及其中第二椭圆形的沿着长轴(cc)的直径(D3)大于第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1)。

28. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述承载齿侧面以与在承载齿侧面和垂直于螺纹轴线(aa)的线之间所测得的角度相关的方式设置,其中所述所测得的角度在从-9至5度的范围内。

29. 根据权利要求16所述的螺纹管连接件,其特征在于,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点处结合到第一椭圆形表面。

具有改进的齿根螺纹轮廓的螺纹连接件

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及管连接件,尤其涉及具有提高抗疲劳性能的改进的齿根螺纹轮廓(或牙型)设计的螺纹连接件。

背景技术

[0002] 近年来勘探石油或更一般地勘探油气在硬件和设备方面要求越来越高,这是因为油气田(储集层)在地里位于更深或难以到达的位置。

[0003] 大量的陆上钻井和生产活动需要具有高水平抗疲劳性能的管连接件;例如,钻井应用及热应用。

[0004] 此外,在深水环境(离岸应用)中勘探和生产油气田日益增加,且必需更抗环境挑战诸如疲劳和腐蚀的管连接件。

[0005] 离岸平台具有位于海面上的生产设施。这些设施经常被用于开采位于海床下的油气田。这些平台锚固到海底,且管柱用于从钻入到海床之下的储集层内的钻井传送油气。在本领域中,管柱有时被称为“立管”。

[0006] 这些立管浸入海中,并经受海流和表面波浪运动导致的运动。由于海的连续和周期运动,管柱不能保持稳定不动,而是经受会在管连接件的某些部分产生变形的小幅度的侧向移动。这些立管必须承受在管上和在管连接件上导致疲劳应力的负荷,对于螺纹连接件区域尤其如此。这些应力趋于在螺纹附近的管和/或连接件上导致破裂,因此需要提高螺纹连接件的抗疲劳性能。

[0007] 一些现有技术专利,例如US 7,780,202和US 6,609,735公开了经受疲劳的齿侧面到齿侧面(“FtF”, flank-to-flank)接合类型的连接件,包括立管连接器。

[0008] 其它现有技术的传统过盈配合螺纹连接件(包括API偏梯形螺纹形式)具有下述轮廓,其中螺纹在上扣时沿着仅仅一个螺纹齿侧面接合。这种类型的连接件必须完全卸载施加到接触齿侧面上的负荷,经受销和耦合件之间的相对移动直到接触相对的齿侧面,然后将负荷转移到新接触的齿侧面上。反复的周期性侧向负荷以及负荷转移使得这些类型的连接件特别容易疲劳失效。

[0009] 在齿侧面到齿侧面(FtF)螺纹中,在上扣时,在入扣齿侧面和承载齿侧面两者之间进行接触。在齿顶和齿根之间存在间隙。该螺纹设计成使得一个构件的螺纹齿比另一个构件的配合齿更宽(例如,齿侧面到齿侧面过盈)。由于齿侧面的倾斜,(垂直于齿侧面的表面的)接触力具有位于轴向方向上的主要分量,对形成螺纹齿的材料施压。为了实现齿侧面到齿侧面的过盈,接触力主要作用于齿的弹性上。齿的弹性非常低,因此在上扣过程中达到高的接触压力。这就解释了为何齿侧面到齿侧面的螺纹在上扣过程中具有高的锁死倾向。

[0010] 与垂直于管轴线的表面相比进行测量,对于螺纹的导入齿侧面具有非常倾斜的角度的情况,齿侧面到齿侧面的螺纹具有附加的缺陷。连接件的压缩作用也不能令人满意,其原因在于这种类型的方案在压缩力超过一定限度时造成称为“跳动”现象的发生。当阳螺纹管段滑入阴螺纹管段、超过由两个部件的螺纹所提供的阻力时,发生跳动现象。螺纹导入的

角度越倾斜,这种现象的发生就更频繁。

[0011] FtF类型的螺纹的其它缺陷是其经受接头卡住的高风险,随之而来的风险就是不能确保管内流体的气密密封。由于受到卡住的影响,扭矩随着接头的旋拧操作(上扣)的继续而显著改变。这种类型的接头通常具有更多的转数。这给制造接头带来困难,并在应用正确上扣扭矩时可能产生不精确性。

[0012] 在齿顶到齿根(CtR,Crest-to-Root)螺纹(其用在本发明的螺纹连接件中)中,在上扣时,在一对配合的齿侧面(适于张紧的承载齿侧面或适于压缩的入扣齿侧面)之间进行接触,以及还在齿顶和齿根之间进行接触。CtR螺纹设计成在齿顶和齿根之间过盈。在这种情况下,接触力的主要分量(垂直于齿顶/齿根的表面)位于径向方向上,并因此利用通过使得管几何变形所获得的管体弹性而实现过盈。过盈的仅仅一小部分是通过螺纹齿的弹性所获得的,因此在齿上获得的接触压力低于在FtF螺纹情况下的接触压力,因此降低了在上扣过程中的锁死倾向。

[0013] 本公开的CtR设计具有最优的疲劳性能,因此具有在上扣过程中的非常低的锁死倾向。因此,将(由于这种锁死造成的)微裂纹的出现最小化。

[0014] 本发明可用于整体连接件、螺纹连接件和耦合连接件以及大外径(“OD”,outside diameter)的螺纹连接器中,适于离岸和陆上应用。存在用于生产立管的两大类大外径螺纹连接器。第一种类型在本领域内被称为“焊接”类型;阳螺纹和阴螺纹由厚壁材料单独加工,然后焊接到管上。在本领域内被称为“螺纹和耦合”类型的第二种类型中,阳螺纹被直接加工到管端上。阴螺纹被加工到用于将管端结合到一起的耦合件的每一端部内。

[0015] 此外,本公开的设计可与内部和/或外部和/或中间金属到金属的密封结构、内部和外部的弹性密封件、中间金属到金属的密封件和两段式螺纹相结合。对于大直径的连接器而言,入扣导引件和抗旋转装置也可与本公开的螺纹轮廓一起使用。

发明内容

[0016] 本文公开了用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计。在本发明的设计中,应力集中点(位于齿根和承载齿侧面之间的接合处内)的半径利用双椭圆形构造(曲面具有变化半径,而不是具有恒定半径的圆弧)增大。这种构造允许将应力集中点的半径最大化而且此外将在承载齿侧面之间的接触损失最小化,此外还将连接部段最小化,在连接部段中减少“临界部段”。该轮廓的另一益处是使得应力集中点远离阳螺纹和阴螺纹之间的接触点,这样在应力集中点上的张紧状态更有益于接合处的疲劳性能。在本文公开的新颖设计中,确保承载齿侧面之间以及齿顶和齿根部之间的接触最大化,因此将连接部件之间的相对移动最小化。在通常情况下,在本公开中的齿根表面的轮廓由线性部分和具有双椭圆形轮廓的曲线部分构成。

[0017] 具体地,公开了适于设置于管元件端部上的阳螺纹或阴螺纹的设计。该阳螺纹或阴螺纹包括:锥形齿根表面,其具有从螺纹的纵向轴线(aa)测得的第一锥形角度(β),所述锥形齿根表面在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面以相切的方式结合到入扣齿侧面,所述锥形齿根表面在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面结合到齿根槽。齿根槽从锥形齿根表面延伸到承载齿侧面。

[0018] 齿根槽包括:第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表

面,所述第一椭圆形表面是椭圆形的一部分;并且所述齿根槽还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面,所述第二椭圆形表面是第二椭圆形的一部分,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点处结合到第一椭圆形表面;以及所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面。齿根槽的底部在锥形齿根表面水平的下方设置于管元件的侧壁内。

[0019] 锥形齿根表面(101)包括在锥形齿根表面101和螺纹的纵向轴线(aa)之间所测得的第一锥形角度(β)。在一些实施方式中,第一锥形角度(β)为0度,这样锥形齿根表面(101, 301)平行于螺纹的轴线(aa)。在其它实施方式中,第一锥形角度(β)大于0度,但小于在阳螺纹的入扣齿侧面220和螺纹的轴线(aa)之间所测得的角度测量值。

[0020] 在一些实施方式中,在螺纹的轴线(aa)和管元件(11)侧壁的纵向轴线(dd)之间所测得的角度 θ 在1.5度至12度之间。

[0021] 在本公开中,所述第二椭圆形的长轴(cc)设置成垂直于承载齿侧面;以及所述第一椭圆形的长轴(bb)垂直于所述第二椭圆形的长轴(cc)。所述第一椭圆形的长轴(bb)与第二椭圆形的短轴重合。

[0022] 在一些实施方式中,第一椭圆形和第二椭圆形具有相同的尺寸。例如,第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),其等于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形具有沿着短轴的第二直径(D4),其等于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。

[0023] 在其它实施方式中,椭圆形可具有不同的形状。例如,第一椭圆形具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),其等于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形具有沿着短轴的第二直径(D4),其大于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。在其它实施方式中,第二椭圆形的沿着短轴的第二直径(D4)大于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2),但直径D1不一定等于直径D3。在其它实施方式中,沿着短轴的第二直径(D4)小于第一椭圆形的沿着短轴的直径(D2)。在其它实施方式中,第二椭圆形的沿着长轴(cc)的直径(D3)小于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径D1。在其它实施方式中,第二椭圆形的沿着长轴(cc)的直径(D3)可大于所述第一椭圆形的沿着长轴(bb)的直径(D1)。应该理解并明确地公开上述椭圆直径配置的一个或多个的任何组合可结合在本发明的实施方式内。

[0024] 在一些实施方式中,承载齿侧面远离齿根槽倾斜,并且在承载齿侧面和垂直于螺纹轴线(aa)的线之间所测得的角度在0至5度的范围内。这在本领域内称为梯形螺纹。在其它实施方式中,承载齿侧面朝向齿根槽倾斜,并且在承载齿侧面和垂直于螺纹轴线(aa)的线之间所测得的角度在0至-9度的范围内。这在本领域内称为钩式螺纹。

[0025] 本发明的双椭圆形齿根轮廓的各个实施方式可在螺纹连接件中使用,所述螺纹连接件具有阳螺纹管元件和阴螺纹管元件,所述阳螺纹管元件包括具有锥形轴线(aa)的锥形阳螺纹,而所述阴螺纹管元件包括具有锥形轴线(aa)的锥形阴螺纹,当螺纹连接件上扣时,所述阴螺纹和阳螺纹配合。在阳螺纹和阴螺纹的至少一个中的齿根表面包括锥形齿根表面,所述锥形齿根表面具有在锥形齿根表面101和螺纹的纵向轴线(aa)之间所测得的第一

锥形角度(β),所述锥形齿根表面在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面以相切的方式结合到入扣齿侧面,所述锥形齿根表面在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面结合到齿根槽。齿根槽从锥形齿根表面延伸到承载齿侧面。齿根槽包括:第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面,所述第一椭圆形表面是椭圆形的一部分;并且所述齿根槽还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面,所述第二椭圆形表面是第二椭圆形的一部分,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点处结合到第一椭圆形表面;以及所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面。齿根槽的底部在锥形齿根表面水平的下方设置于管元件的侧壁内。

[0026] 公开了一种用于切割本发明的双椭圆形齿根轮廓的锥形阳螺纹或阴螺纹的方法。所述方法包括:提供管元件;在所述管元件的端部上切割锥形的阳螺纹或阴螺纹,其中所述锥形的阳螺纹或阴螺纹包括锥形齿根表面,所述锥形齿根表面具有在锥形齿根表面101和螺纹的纵向轴线(aa)之间所测得的第一锥形角度(β),所述锥形齿根表面在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面以相切的方式结合到入扣齿侧面,所述锥形齿根表面在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面结合到齿根槽。齿根槽从锥形齿根表面延伸到承载齿侧面。齿根槽包括:第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面,所述第一椭圆形表面是椭圆形的一部分;并且所述齿根槽还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面,所述第二椭圆形表面是第二椭圆形的一部分,所述第二椭圆形表面在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点处结合到第一椭圆形表面;以及所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面。齿根槽的底部在锥形齿根表面水平的下方设置于管元件的侧壁内。

[0027] 本发明的一个或多个实施方式的细节在附图和以下的说明中进行阐述。本发明的其它特征、目的,以及优点可从说明书和附图以及从权利要求中清楚得出。

附图说明

[0028] 图1是用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计的第一实施方式的局部横截面视图;

[0029] 图1A是图1所示横截面的放大部分,其中为了说明目的将螺纹的锥形角度进一步放大;

[0030] 图2是用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计的第二实施方式的局部横截面视图;

[0031] 图2A是图2所示横截面的放大部分,其中为了说明目的将螺纹的锥形角度进一步放大;

[0032] 图3是用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计的第三实施方式的局部横截面视图;

[0033] 图3A是图3所示横截面的放大部分,其中为了说明目的将螺纹的锥形角度进一步放大;

[0034] 图4A至图4D是示出齿顶到齿根(“CtR”)螺纹的不同齿根轮廓的局部横截面视图;

[0035] 图5是具有图1所示螺纹轮廓的管连接件的局部横截面视图;

- [0036] 图6是具有图2所示螺纹轮廓的管连接件的局部横截面视图；
- [0037] 图7是具有图3所示螺纹轮廓的管连接件的局部横截面视图；
- [0038] 图8A是示出对于标准的现有技术CtR螺纹而言的估计的疲劳失效周期的有限元分析所生成数据的图形图示；
- [0039] 图8B是示出对于本公开的双椭圆形螺纹而言的估计的疲劳失效周期的有限元分析所生成数据的图形图示；
- [0040] 图9A是示出对于标准的现有技术CtR螺纹而言的应力分布的有限元分析所生成数据的图形图示；以及
- [0041] 图9B是示出对于本公开的双椭圆形螺纹而言的应力分布的有限元分析所生成数据的图形图示。
- [0042] 相同的附图标记在各幅附图中指示相同的元件。

具体实施方式

[0043] 参见图1,在图1中示出用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计的第一实施方式。管元件具有设置于管元件11的阳螺纹端部12上的阳螺纹100。阳螺纹100包括锥形齿根表面101。在图1中所示的第一实施方式中,锥形齿根表面101平行于螺纹轴线(aa)。螺纹轴线(aa)与管11的壁的纵向轴线(dd)形成约2.4度的角度 θ 。在该实施方式中角度 θ 的范围可从约1.5度到12度,以及更优选从1.5到4.5度。应该理解在该实施方式中,由于锥形齿根表面101平行于螺纹的轴线aa,因此齿根的锥形齿根表面101和螺纹轴线(aa)之间的角度 β 将等于0度。然而,在该实施例的变型中,角度 β 可具有其它值(例如,参见图2)。

[0044] 所述锥形齿根表面101在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面102以相切的方式结合到入扣齿侧面120,以及所述锥形齿根表面101在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面104结合到齿根槽103。齿根槽103从锥形齿根表面101延伸到承载齿侧面150。

[0045] 齿根槽103包括第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面106。所述第一椭圆形表面106是椭圆形107的一部分。齿根槽103还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面108。所述第二椭圆形表面108是第二椭圆形110的一部分。所述第二椭圆形表面108在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽103底部的接合点109处结合到第一椭圆形表面106。所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面150。

[0046] 齿根槽103的底部位于锥形齿根表面101水平的下方。

[0047] 所述第一椭圆形107的长轴(bb)设置成垂直于所述第二椭圆形110的长轴(cc),以及所述第一椭圆形107的长轴(bb)与第二椭圆形110的短轴重合(与第二椭圆形110的短轴对准并重叠)。该构造确保椭圆形107和110在接合点109处相切地结合。

[0048] 在图1所示的第一实施方式中,所述第二椭圆形110的长轴(cc)设置成垂直于承载齿侧面150。该构造确保第二椭圆形110相切地结合到承载齿侧面150。

[0049] 在图1所示的第一实施方式中,第一椭圆形107具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形110具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),其等于所述第一椭圆形107的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭

圆形110具有沿着短轴的第二直径(D4),其等于第一椭圆形107的沿着短轴的直径(D2)。在该构造中,第一椭圆形107和第二椭圆形110的形状相同。备选地,应当理解在螺纹100的设计中,第一椭圆形107和第二椭圆形110可具有不同的相对直径。例如,第一椭圆形107可比图1中所示的实施方式更长和更窄(例如,该椭圆形可成形为类似于图2中所示的椭圆形207)。

[0050] 应当理解阴螺纹连接件可具有与上面所述和所示的阳螺纹100相同的元件和轮廓。

[0051] 现在参照图5,其中示出管连接件10,所述管连接件10具有第一管11,其具有阳螺纹端部12,该阳螺纹端部12具有上扣到第二管13的阴螺纹端部14的锥形阳螺纹100(如图1中所示)。阴螺纹端部14示出具有与阳螺纹100相同的螺纹轮廓100。如下文所述,应该理解阳螺纹和阴螺纹不必是相同的,而是阳螺纹或阴螺纹可具有如下文所述的变型。

[0052] 在图1、图1A和图5所示的第一实施方式中,承载齿侧面150远离齿根槽103以正斜率倾斜。(应该注意到为了说明目的将图1A中所具有的承载齿侧面150的角度进行了夸张)。这种螺纹配置在本领域内被称为梯形螺纹。承载齿侧面相对于垂直于螺纹轴线(aa)的线所测得的角度通常在0至5度的范围内,以及更优选地在从1.5至5度的范围内,以及优选约3度。此外,也可以使用0度的角度(即承载齿侧面垂直于螺纹轴线(aa))。此外,对于该实施例的变型而言也可以使用从-9度到0度的负的齿侧面角度(例如,参见图3A)。也就是说,承载齿侧面的角度范围可在从-9度到5度的范围,且适于该实施例的优选范围是1.5度至5度,以及优选的值是3度。

[0053] 参照图2,在图2中示出用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计的第二实施方式。螺纹轴线(aa)与管21的壁的纵向轴线(dd)形成约2.4度的优选角度 θ 。在该实施方式中对于角度 θ 而言的范围可从约1.5度到12度,以及更优选从1.5到4.5度。

[0054] 在第二实施方式中,锥形螺纹200包括锥形齿根表面201,其设置于在齿根表面201和螺纹锥形轴线(aa)之间所测得的锥形角度(β)处。从螺纹锥形轴线(aa)所测得的锥形角度(β)小于在入扣齿侧面(220)和螺纹锥形轴线(aa)之间所测得的角度。所述锥形齿根表面201在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面202以相切的方式结合到入扣齿侧面220,以及所述锥形齿根表面201在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面204结合到齿根槽203。齿根槽203从锥形齿根表面201延伸到承载齿侧面250。

[0055] 齿根槽203包括第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面206。所述第一椭圆形表面206是椭圆形207的一部分。齿根槽203还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面208。所述第二椭圆形表面208是第二椭圆形210的一部分。所述第二椭圆形表面208在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽203底部的接合点209处结合到第一椭圆形表面206。所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面250。齿根槽203的底部位于锥形齿根表面201水平的下方。

[0056] 所述第一椭圆形207的长轴(bb)设置成垂直于所述第二椭圆形210的长轴(cc),以及所述第一椭圆形207的长轴(bb)与第二椭圆形210的短轴重合(与第二椭圆形210的短轴对准并重叠)。该构造确保椭圆形207和210在接合点209处相切地结合。

[0057] 在图2所示的第二实施方式中,所述第二椭圆形210的长轴(cc)设置成垂直于承载

齿侧面250。该构造确保第二椭圆形210相切地结合到承载齿侧面250。

[0058] 在第二实施方式中,第一椭圆形207具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形210具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),其等于所述第一椭圆形207的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形210具有沿着短轴的第二直径(D4),其大于第一椭圆形207的沿着短轴的直径(D2)。备选地,应当理解在螺纹200的设计中,第一椭圆形207和第二椭圆形210可具有不同的相对直径。例如,第二椭圆形210可具有沿着长轴的第一直径(D3),其可大于第一椭圆形的沿着长轴的直径(D1)。

[0059] 应当理解阴螺纹连接件可具有与上面所述和所示的阳螺纹200相同的元件和轮廓。

[0060] 现在参照图6,其中示出管连接件20,所述管连接件20具有第一管21,其具有阳螺纹端部22,该阳螺纹端部22具有上扣到第二管23的阴螺纹端部24的锥形阳螺纹200(如图2中所示)。阴螺纹端部24示出具有变型的阳螺纹100(如图3中所示)。应当理解阳螺纹和阴螺纹不必与图6中所示的相同,只要表面设计成适当地配合即可。还应当理解阳螺纹和阴螺纹可与本文在之前关于图1和图5所论述的相同。

[0061] 在第二实施方式中(参见图2、图2A和图6),承载齿侧面250远离齿根槽203以正斜率倾斜。(应该注意到为了说明目的将图2A所具有的承载齿侧面250的角度进行了夸张)。这种螺纹配置在本领域内被称为梯形螺纹。承载齿侧面250相对于垂直于螺轴线(aa)的线所测得的角度通常在0至5度的范围内,以及更优选地在从1.5至5度的范围内,以及优选约3度。在该实施例的变型中,也可以使用0度的角度(即承载齿侧面垂直于螺纹轴线(aa))。此外,对于该实施例而言也可以使用从-9度到0度的负的齿侧面角度(例如,参见图3)。也就是说,承载齿侧面的角度范围可在从-9度到5度的范围,且适于该实施例的优选范围是1.5度至5度,以及优选的值是3度。

[0062] 参照图3,在图3中示出用于降低疲劳应力的在螺纹齿根内具有双椭圆形构造的螺纹连接件设计300的第三实施方式。锥形的阳螺纹300包括锥形齿根表面301,螺纹轴线(aa)与管的纵向轴线(dd)形成约8度的优选角度 θ 。在该实施方式中对于角度 θ 而言的范围可从约1.5度到12度,以及更优选从1.5到12度。

[0063] 在图3中所示的第三实施方式中,锥形齿根表面301平行于螺纹的轴线(aa),如在图1所示的实施方式中那样。应当理解的是在该实施例中,由于锥形齿根表面301平行于螺纹的轴线aa,因此齿根的锥形齿根表面301和螺纹轴线(aa)之间的角度 β 将等于0度。然而,在该实施例的变型中,角度 β 可具有其它值(例如,参见图2)。

[0064] 所述锥形齿根表面301在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面302以相切的方式结合到入扣齿侧面320,以及所述锥形齿根表面301在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面304结合到齿根槽303。齿根槽303从锥形齿根表面301延伸到承载齿侧面350。

[0065] 齿根槽303包括第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面306。所述第一椭圆形表面306是椭圆形307的一部分。所述第二椭圆形表面308是第二椭圆形310的一部分。齿根槽303还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面308。所述第二椭圆形表面308在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽303底部的接合点309处结合到第一椭圆形表面306。所述第二椭圆形表面在第二端部处以

相切的方式结合到承载齿侧面150。齿根槽303的底部位于锥形齿根表面301水平的下方。

[0066] 在图3所示的第三实施方式中,第一椭圆形307具有沿着长轴(bb)的第一预定直径(D1),以及沿着短轴的第二预定直径(D2);并且其中所述第二椭圆形310具有沿着长轴(cc)的预定直径(D3),其等于所述第一椭圆形307的沿着长轴(bb)的直径(D1),以及所述第二椭圆形310具有沿着短轴的第二直径(D4),其等于第一椭圆形307的沿着短轴的直径(D2)。备选地,应当理解在螺纹300的设计中,第一椭圆形307和第二椭圆形310可具有不同的相对直径。例如,第一椭圆形307可比图3中所示的实施方式更长和更窄(例如,椭圆形可成形类似于图2中所示的椭圆形207)。

[0067] 所述第一椭圆形307的长轴(bb)设置成垂直于所述第二椭圆形310的长轴(cc),以及所述第一椭圆形307的长轴(bb)与第二椭圆形310的短轴重合(与第二椭圆形310的短轴对准并重叠)。该构造确保椭圆形307和310在接合点309处相切地结合。

[0068] 在图3所示的第三实施方式中,所述第二椭圆形310的长轴(cc)设置成垂直于承载齿侧面350。该构造确保第二椭圆形310相切地结合到承载齿侧面350。其它轴线的取向相对于第二椭圆形310的轴线cc限定。

[0069] 应当理解阴螺纹连接件可具有与上面所述和所示的阳螺纹300相同的元件和轮廓。

[0070] 现在参照图7,其中示出管连接件30,所述管连接件30具有第一管31,其具有阳螺纹端部32,该阳螺纹端部32具有上扣到第二管33的阴螺纹端部34的锥形阳螺纹300(如图3中所示)。阴螺纹端部34示出具有与阳螺纹300相同的螺纹轮廓300。如此后关于图2和图6所论述的那样,应该理解阳螺纹和阴螺纹不必是相同的,而是阳螺纹或内螺纹可具有变型,只要轮廓配合到一起即可。

[0071] 在图3、图3A和图7所示的第三实施方式中,承载齿侧面350朝向齿根槽303倾斜。(应该注意到为了说明目的将图3A中所具有的承载齿侧面350的角度进行了夸张)。这种螺纹配置在本领域内被称为钩式螺纹。承载齿侧面相对于垂直于螺纹轴线(aa)的线所测得的角度通常在-9至0度的范围内,以及更优选地在从-9至-1.5度的范围内,以及优选约-3度。此外,也可以使用0度的角度(即承载齿侧面垂直于螺纹轴线(aa))。此外,对于该实施例的变型而言也可以使用从0度到5度的正的齿侧面角度(例如,参见图1A)。也就是说,承载齿侧面的角度范围可在从-9度到5度的范围,且优选角度可在-9至-1.5度之间的范围内,以及适于该实施例的优选值是-3度。

[0072] 本公开还包括一种在管元件的端部上切割阳螺纹或阴螺纹100、200、300的方法。所述方法包括:提供管元件11、21、31、13、23、33;在所述管元件的相应阳螺纹端部12、22、32或阴螺纹端部14、24、34上切割锥形的阳螺纹或阴螺纹,其中所述锥形的螺纹包括齿根表面101、201、301。所述锥形齿根表面101、201、301在第一端部处由恒定曲率半径的凹入曲面102、202、302以相切的方式结合到入扣齿侧面120、220、320。所述锥形齿根表面101、201、301在第二端部处由恒定曲率半径的凸出曲面104结合到齿根槽103。齿根槽103、203、303从锥形齿根表面101、201、301延伸到承载齿侧面150、250、350。齿根槽103、203、303包括:第一部分,所述第一部分包括具有变化的曲率半径的第一椭圆形表面106、206、306,所述第一椭圆形表面106、206、306是椭圆形107、207、307的一部分;并且所述齿根槽103、203、303还包括第二部分,所述第二部分包括具有变化的曲率半径的第二椭圆形表面108、208、308,所述

第二椭圆形表面108、208、308是第二椭圆形110、210、310的一部分。所述第二椭圆形表面108、208、308在第一端部处以相切的方式在限定齿根槽底部的接合点109、209、309处结合到第一椭圆形表面106、206、306。所述第二椭圆形表面在第二端部处以相切的方式结合到承载齿侧面150、250、350。第二椭圆形表面具有垂直于承载齿侧面150、250、350的长轴(cc)。长轴bb垂直于长轴cc。轴线的取向限定成要注意使得cc应垂直于承载齿侧面,以及bb和cc应该是其中一个垂直于另一个。

[0073] 本发明的优点

[0074] 本公开的齿根轮廓设计通过将在连接件上扣操作结束时使其自身表现出来的几个特征的作用相结合而提高了螺纹连接件的抗疲劳性能:

[0075] a)作为齿根到齿顶过盈的函数提供较大的径向负荷(“箍负荷”)。较大的箍负荷提高抗疲劳性能;

[0076] b)提供提高抗疲劳性能的较大台肩负荷;以及

[0077] c)提供加长的半径Rb(将齿根连接到齿侧面的曲线弧的半径)以降低螺纹齿根的应力集中。

[0078] 本发明的双椭圆形设计配置允许将在承载齿侧面150、250、350和齿根表面101、201、301之间的接合处内的应力集中点的半径最大化,因此将应力集中点对接合处的疲劳性能的影响最小化。此外,在连接件10的阳螺纹元件12和阴螺纹元件14的配合的承载齿侧面之间的有效接触也最大化,因此连接件的有效性也最大化。

[0079] 图4A、4B、4C和4D示出在从图4A所示的现有技术的设计标准CtR设计到如图4D中所示的本公开的示例性齿根设计的设计配置方面的递增变化所涉及的问题以及益处。在图4A至图4D中,Rb为将阳螺纹的齿根连接到阳螺纹的承载齿侧面的圆弧半径。Ri是将阴螺纹的螺纹齿顶连接到承载齿侧面的圆弧半径。参见图4A,其中Rb和Ri是相等的。

[0080] 参见图4A,其中示出完全的承载齿侧面接触。问题:在应力集中点上的接触压力以及小的应力集中点半径(Rb)。益处:由于最大化的承载齿侧面接触L1而导致的高度张紧效果。

[0081] 参照图4B,其中示出变型的CtR轮廓(类似于US 20110042946 A1的现有技术设计)。益处:半径Ri增大以便避免在应力集中点上的接触点。问题:应力集中点附近的应力状态受到接触应力和远程应力的影响。该配置的另一个问题是小的应力集中点半径(Rb)。该配置具有与图4A中所示相同的Rb。

[0082] 参照图4C,为了将应力集中点的半径Rb最大化,对(Rb)有限制,因为其对于避免完全的承载齿侧面接触而言是很重要的。此外,当增加Rb时,由于点A和C更接近于B,因此在应力集中点周围的应力状态下的接触应力作用变得更大。

[0083] 参照图4D,其中阳螺纹的应力集中点半径(RI)已扩大以便将承载齿侧面接触和齿顶到齿根的接触最大化。此外,由于接触点A和C从应力集中点更远离地隔开这一事实,在应力集中点下的应力状态较少地受到接触应力的影响,而仅仅是远程应力的函数。通过该几何形状,接触表面L1被恢复,但在应力集中点处没有接触。

[0084] 参照图4B(类似于US 20110042946 A1的现有技术设计)和图4D(本发明的齿根设计的实施方式),使用如本公开的图1、图2和图3中所示的双椭圆形槽的另一个益处是应力集中(KT)点周围的应力状态较小地受到由于接触点导致的应力分量($\sigma_A + \sigma_C$)的影响,因此应

力值低于对于没有槽的接合处而言所获得的应力值,且仅受远程应力(σ_B)的影响。

[0085] 在一些现有技术的CtR螺纹中(参见图4B),应力集中点KT周围的应力状态是接触应力($\sigma_A + \sigma_C$)和远程应力(σ_B)的函数:

$$[0086] \quad \sigma_{KT} = \sigma_A + \sigma_B + \sigma_C$$

[0087] 然而,在本公开的接合处(参见图4D),接触点A和C远离应力集中点,因此应力集中点KT周围的应力状态仅为远程应力(σ_B)的函数:

$$[0088] \quad \sigma_{KT} = \sigma_B$$

[0089] 重要的是要注意到为了形成槽而对椭圆形的选择是基于下述事实的,即椭圆形起到允许将两个垂直表面与具有半径逐点变化的曲面相结合的功能。因此,半径可被最大化和最小化。例如,具有与KT中的椭圆形半径相同半径的圆弧将消除承载齿侧面之间接触的所有可能性(参见图1至图3)。

[0090] 利用从承载齿侧面到KT的第二椭圆形可用于将KT的半径最大化,然后设计切换到第一个椭圆形以便快速地恢复齿顶到齿根的接触。这种设计提供了齿顶到齿根的接触表面的最小程度的减小。因此,保持低的接触压力(参见图1至图3)。

[0091] 为了增强第一椭圆形的作用,可如本公开第二实施方式中所示那样将其缩窄(参见图2)。

[0092] 此外如第二实施方式中所示那样(图2)增加齿根表面的锥形部分的锥度,使得齿顶和齿根之间的接触表面扩大,因此将接触压力最小化以及将锁死最小化。在第二实施方式中在齿顶/齿根处的接触长度与第一实施方式中所示的设计相比约为其的两倍。这种设计将锁死最小化。此外,从螺纹的锥形轴线(aa)所测得的正的(大于0的)锥形角度(β)有助于保持螺纹锁定。角度(β)也有利于扩大齿顶/齿根接触表面,同时给槽提供额外的空间,以便在阳螺纹齿根处减小应力(参见图2)。

[0093] 现在参照图8A、8B、9A和9B,其中使用有限元分析来生成将标准的齿顶到齿根(CtR)螺纹(如图4A中所示)到本公开的示例性双椭圆形设计(如图4D中所示)进行比较的比较参数数据。在图8A中,示出标准CtR螺纹设计的疲劳失效周期。在图8B中,示出本公开双椭圆形设计的疲劳失效周期。在图8A和图8B中可以看出本发明的双椭圆形设计如何在存在应力集中点的区域内直接影响失效周期数。在标准CtR设计中的第一层材料(在应力集中点的区域内,即在承载齿侧面和齿根表面之间的接合处)具有更小的疲劳失效周期数 $1.120 \times 10^{+3}$ (图8A),而在双椭圆形轮廓(图8B)中的虚线区域(应力集中点附近的区域)具有更小的周期数 $1.0 \times 10^{+4}$ 。可以看出,通过本发明的双椭圆形设计组件的疲劳寿命被延长。

[0094] 参照图9A和图9B,在图9A中示出适于标准CtR螺纹的应力分布和代表性的von Misses值(米塞斯值),以及在图9B中示出本公开的双椭圆形螺纹轮廓的应力分布和代表性的von Misses值。可以看出在图9A(现有技术的CtR设计)中,在应力集中点周围以及在应力集中点附近的阳螺纹和阴螺纹之间的接触点附近存在较高的von Misses应力值。然而,图9B(本发明的双椭圆形螺纹轮廓)显示出应力集中点附近的较低水平的应力值和更均匀的应力分布。阳螺纹和阴螺纹构件之间的接触点理想地从应力集中点间隔开,因此不会助长应力集中点附近区域的应力状态。

[0095] 已经描述了本发明的多个实施例。然而应该理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下可进行各种变型。因此,其它实施例也落入以下权利要求的范围之内。

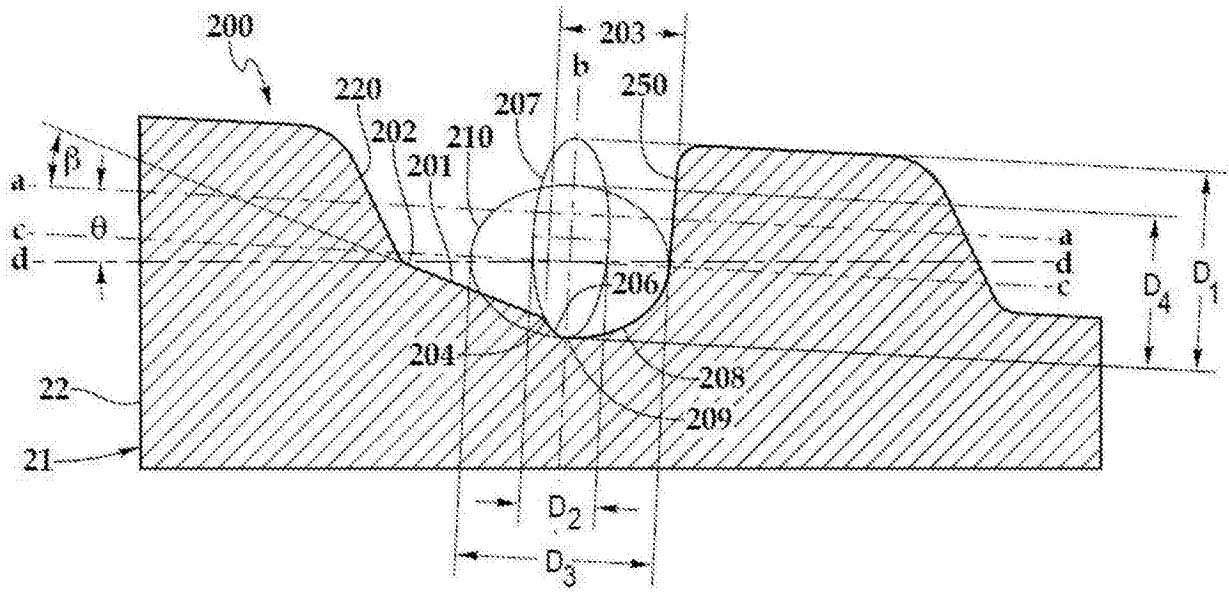


图2

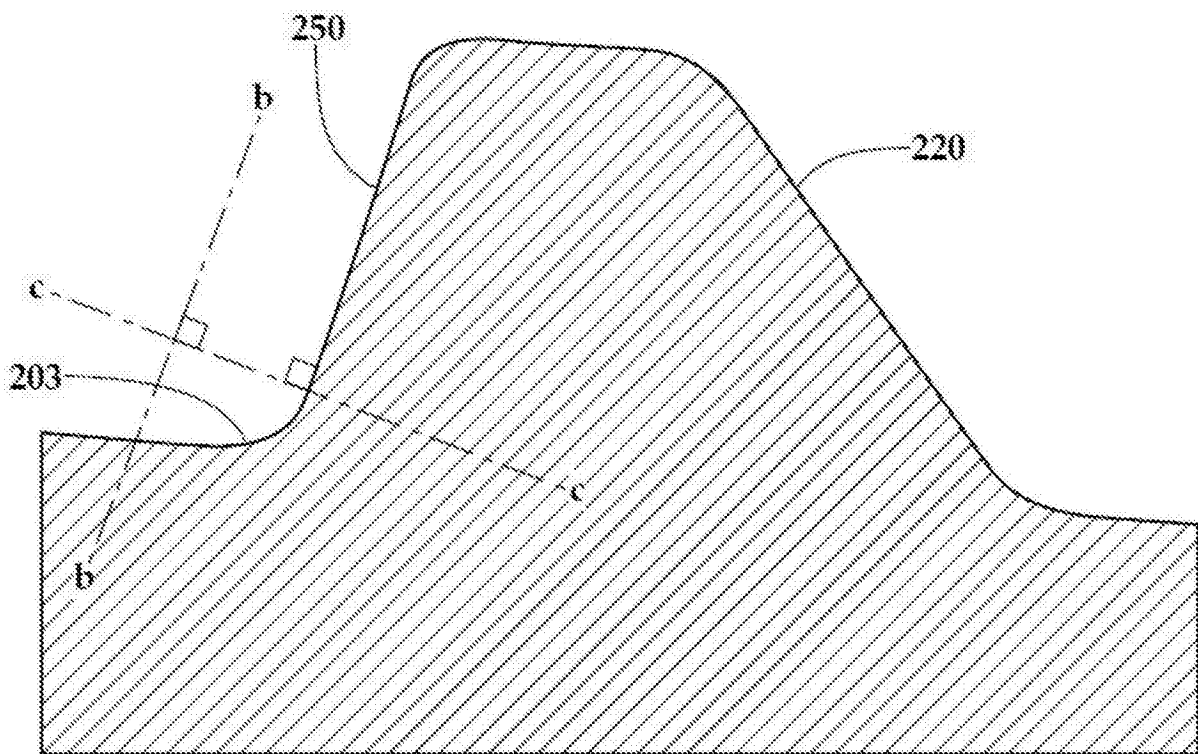


图2A

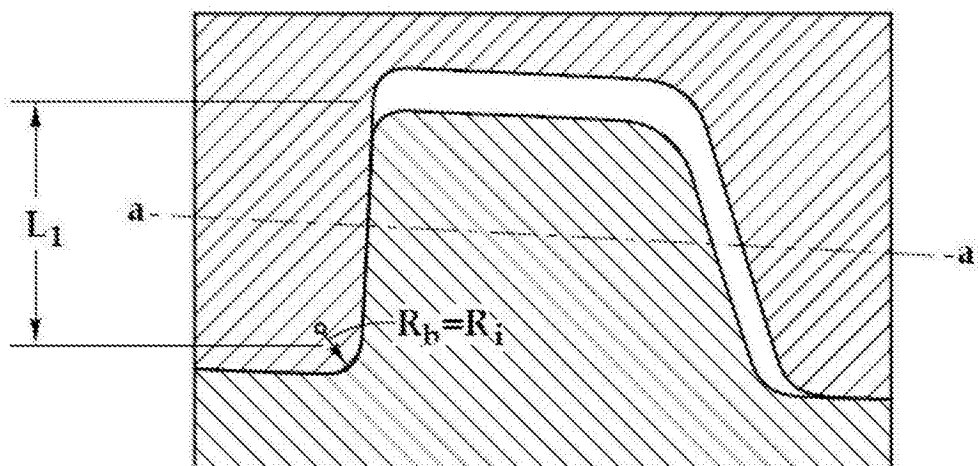


图4A

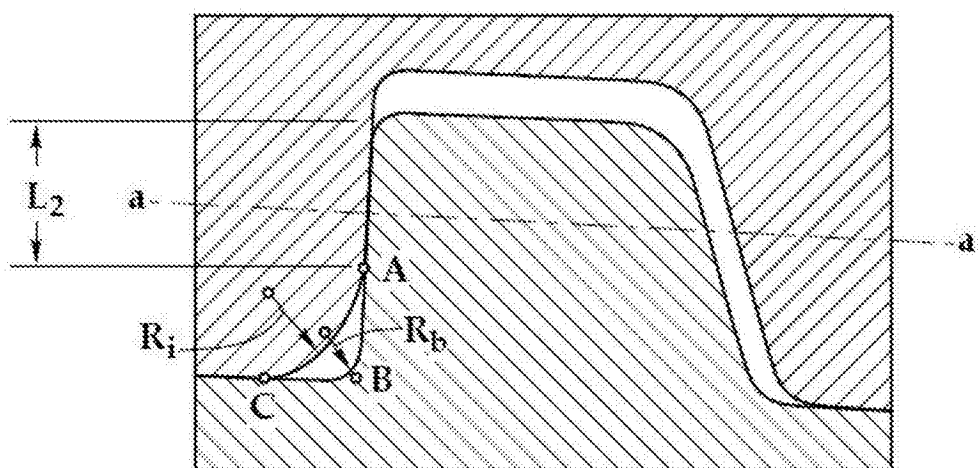


图4B

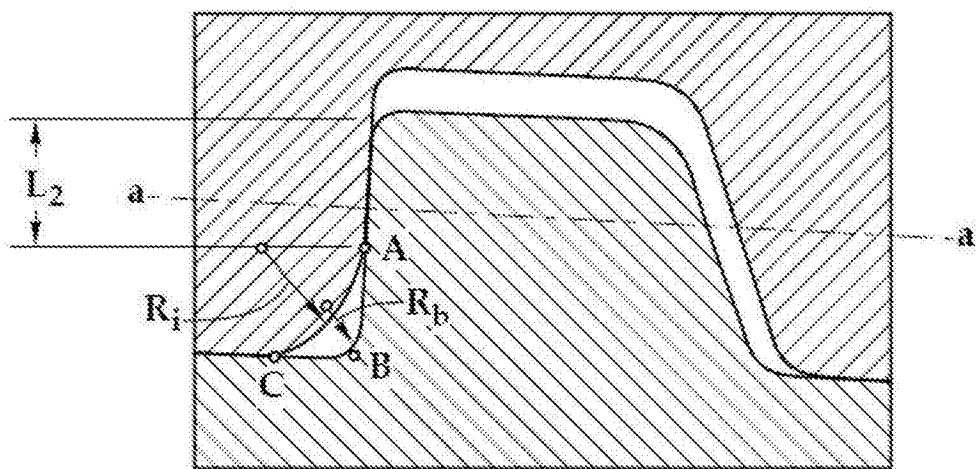


图4C

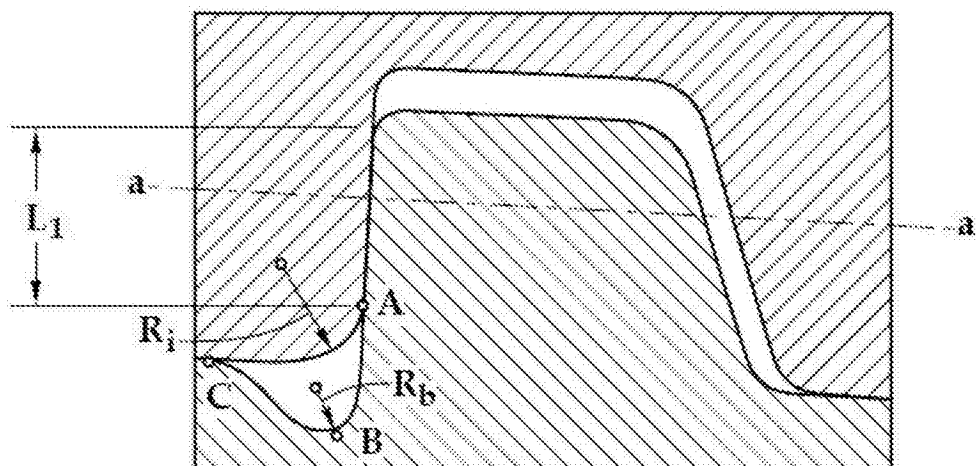


图4D

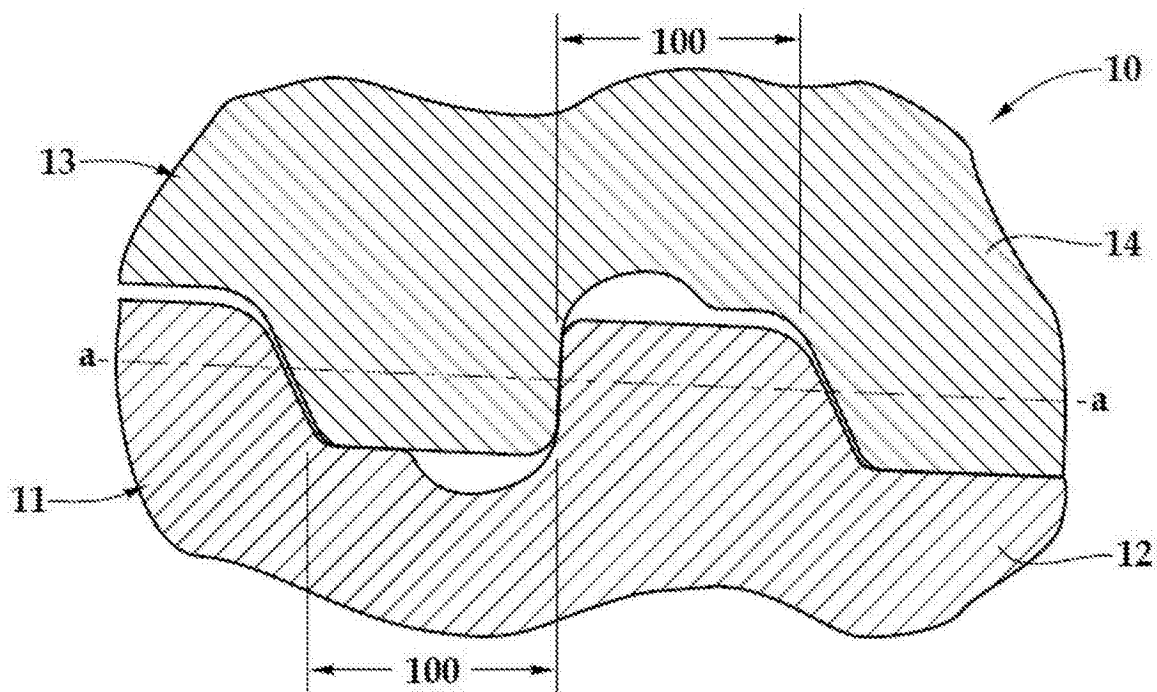


图5

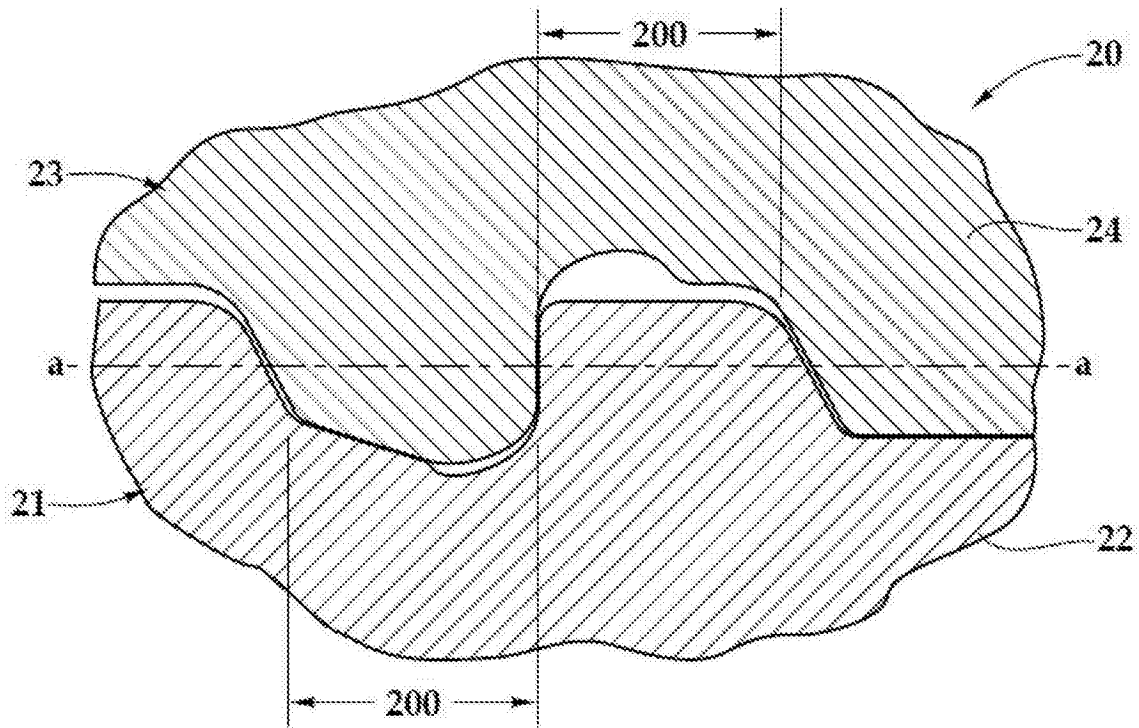


图6

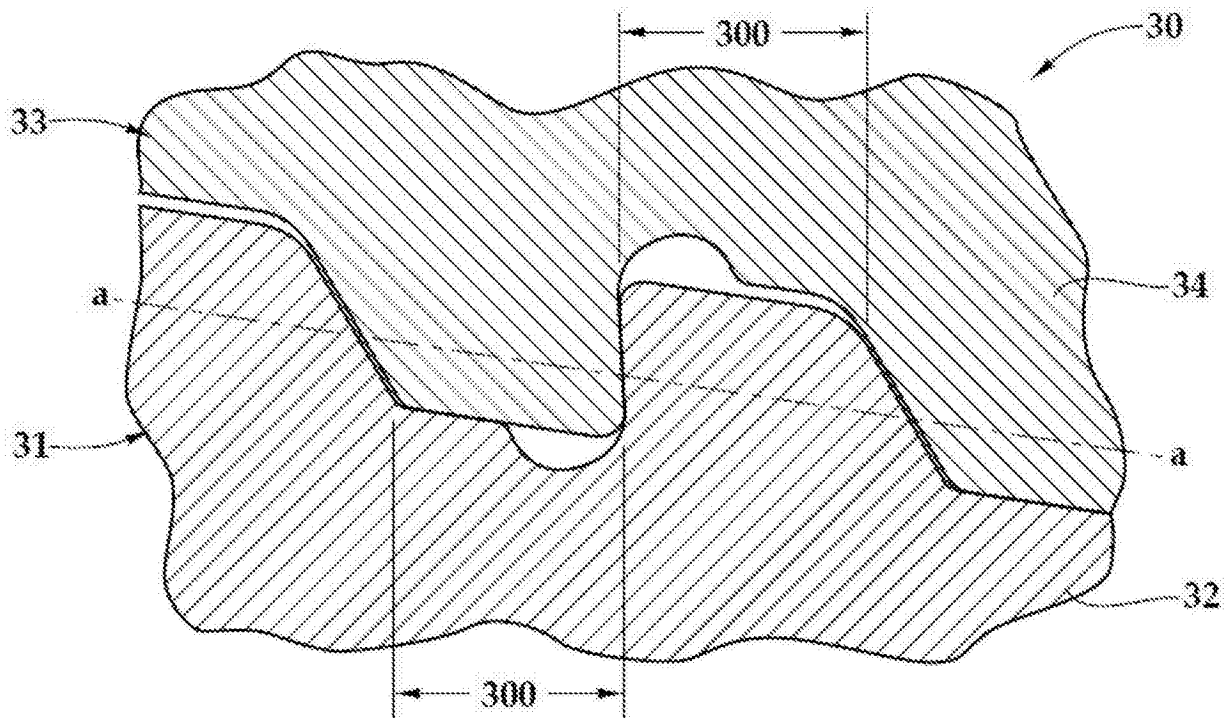


图7

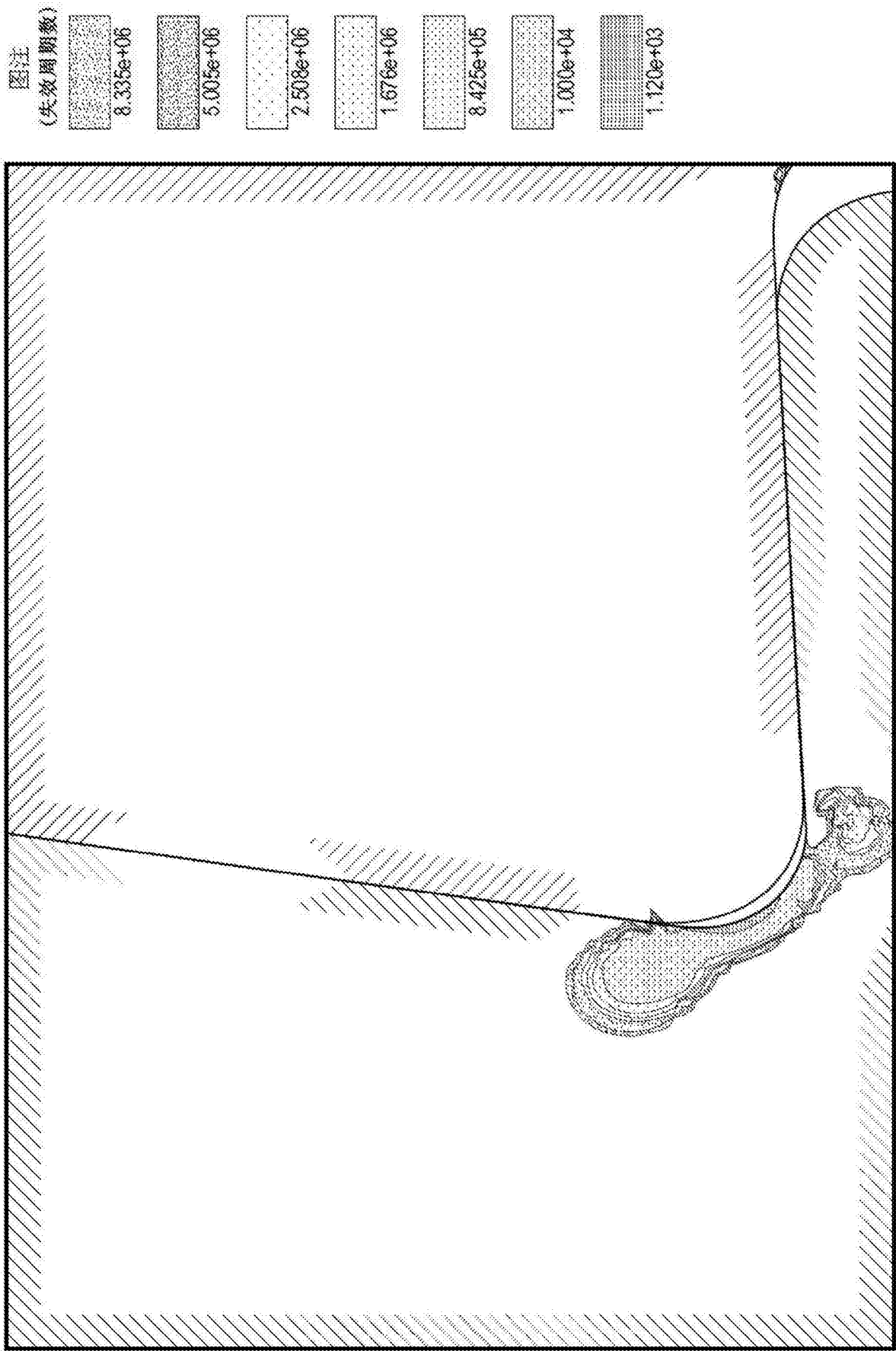


图8A

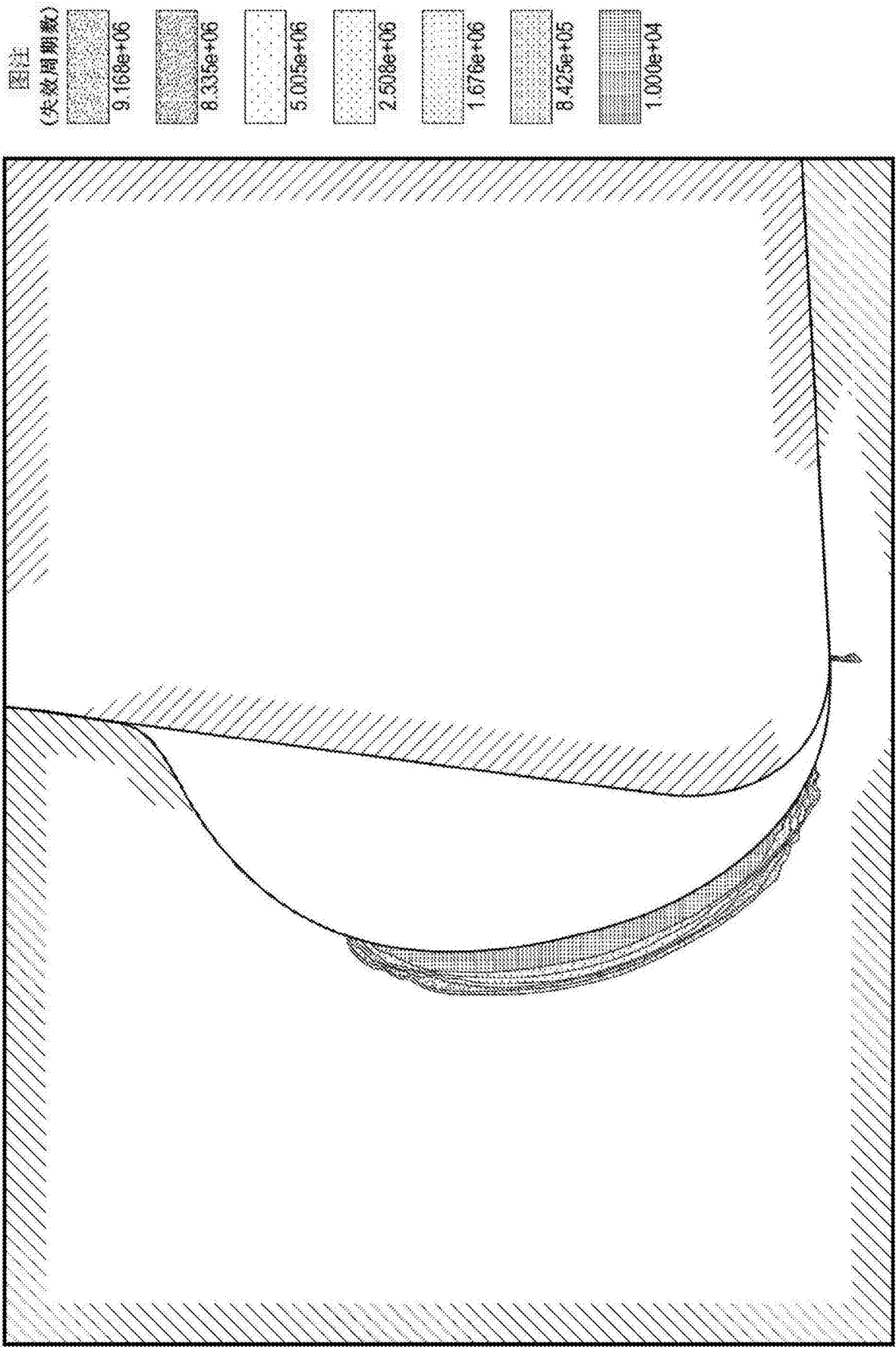


图8B

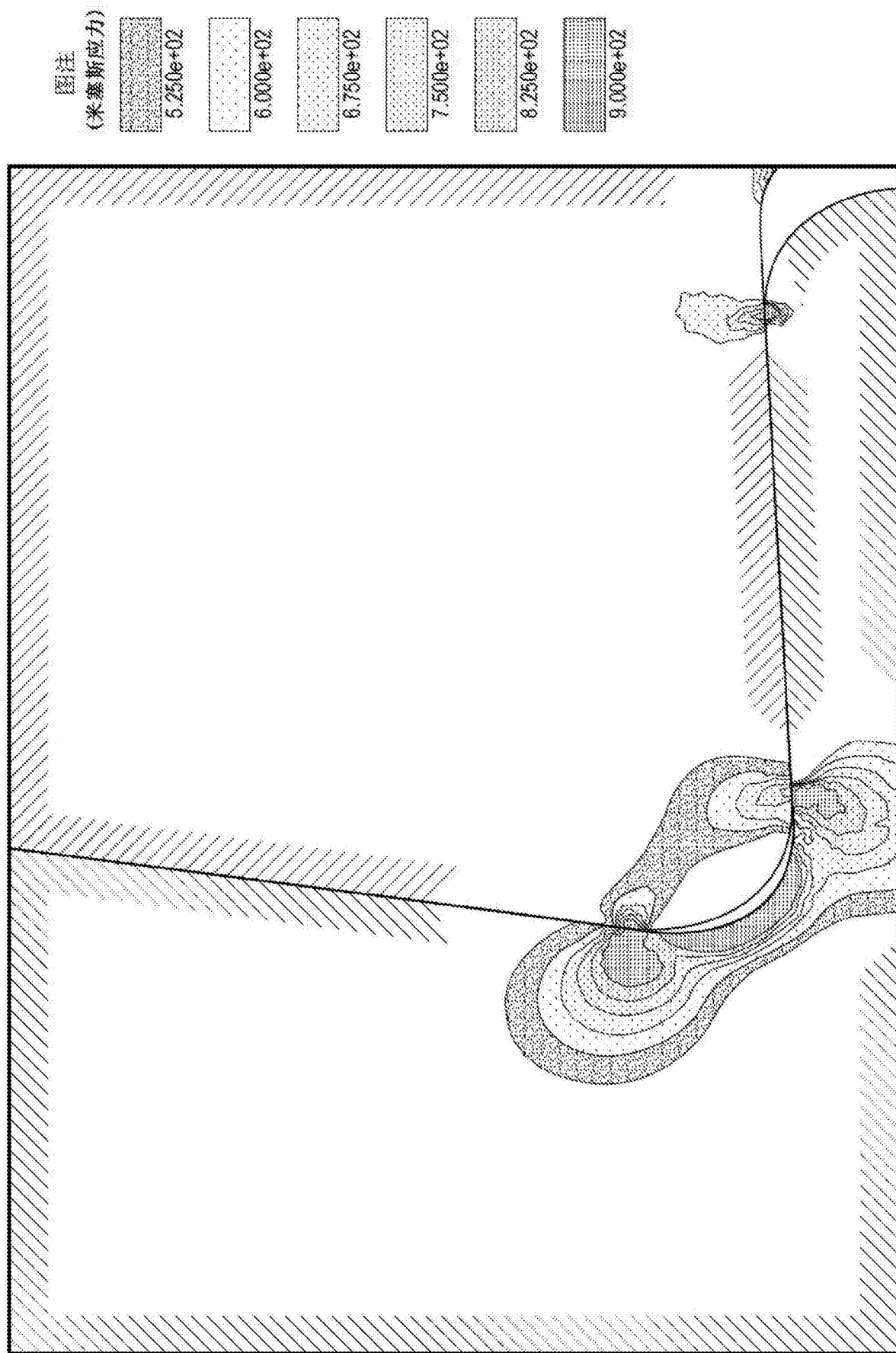


图9A

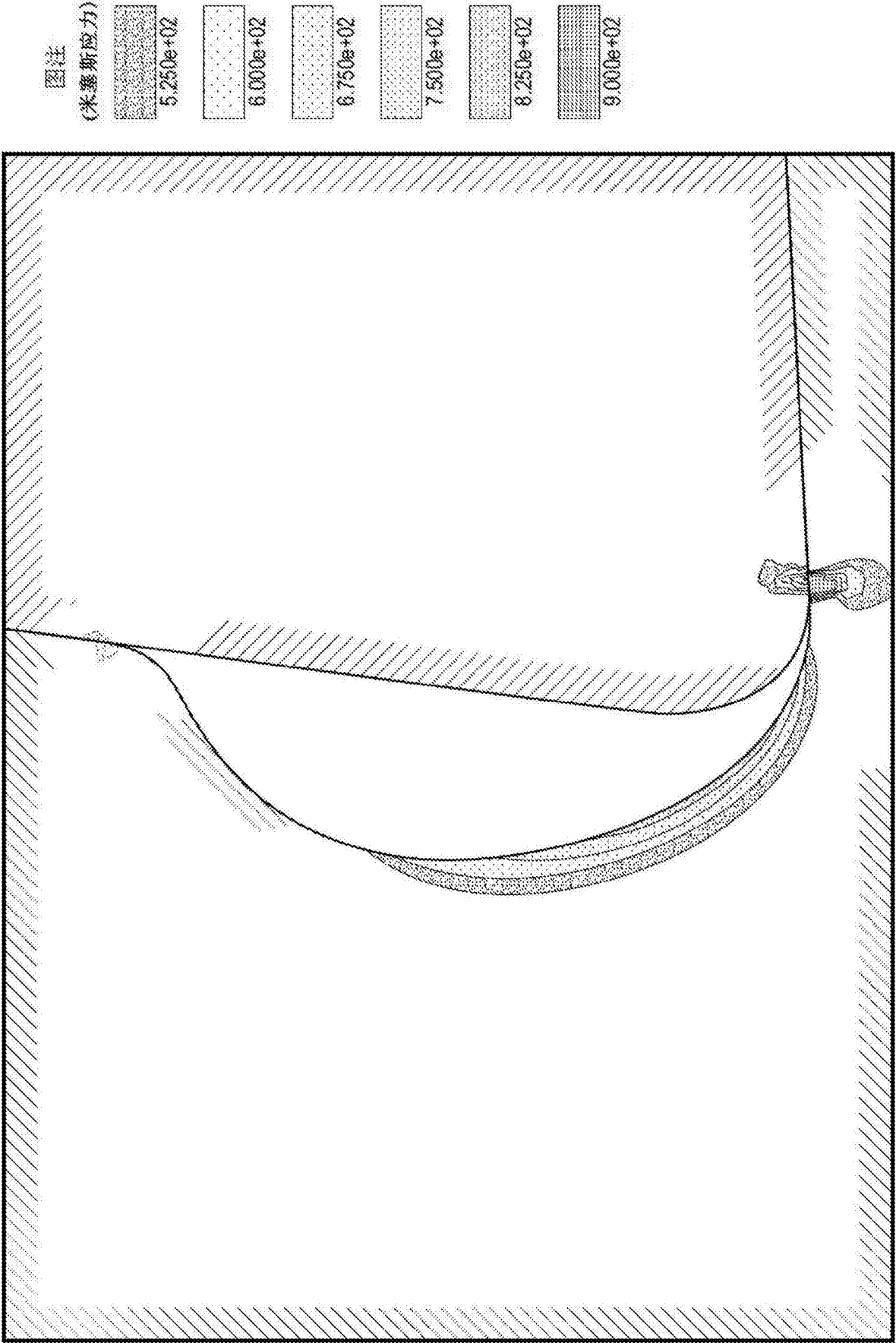


图9B