



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104136183 B

(45)授权公告日 2016.11.09

(21)申请号 201380007514.3

(22)申请日 2013.01.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104136183 A

(43)申请公布日 2014.11.05

(30)优先权数据
2012-018556 2012.01.31 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.07.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/000271 2013.01.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/114810 JA 2013.08.08

(73)专利权人 株式会社神户制钢所

地址 日本兵库县神户市

(72)发明人 田中雄介 山田则文 山根泰明
植村正昭 福谷和久

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 陈国慧 李婷

(51)Int.Cl.

B29B 7/18(2006.01)

B01F 7/08(2006.01)

B01F 15/06(2006.01)

B29B 7/82(2006.01)

审查员 王忠宝

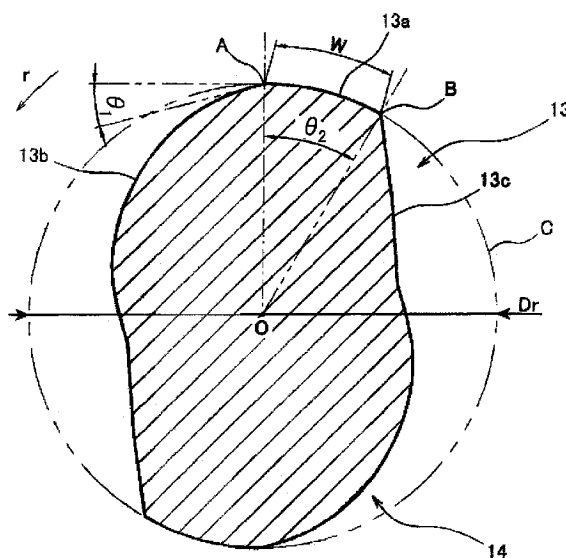
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

混合搅拌转子和密闭式混合搅拌机

(57)摘要

一种混合搅拌转子包括:转子轴部,在内部形成有冷却流路;和混合搅拌叶片部,设置在上述转子轴部的外周部,上述混合搅拌叶片部的各长叶片具有朝向上述混合搅拌转子的径向外侧的作为该长叶片的端面的齿刃部,上述轴向上的上述各长叶片的长度设定为上述轴向上的上述混合搅拌叶片部的长度的0.6倍以上的长度,上述各长叶片的切入角度设定为31度以下的角度,与上述轴向正交的上述各长叶片的截面中的与上述齿刃部的宽度即齿刃宽度对应的中心角度设定为7度以上的角度。



1. 一种混合搅拌转子, 在密闭式混合搅拌机中使用, 其特征在于,

该混合搅拌转子包括:

转子轴部, 在内部形成有冷却流路; 和

混合搅拌叶片部, 设置在上述转子轴部的外周部,

上述混合搅拌叶片部具有在上述转子轴部的轴向上具有预定长度的短叶片、和具有比上述轴向上的上述短叶片的长度大的上述轴向上的长度的至少两个长叶片, 上述各长叶片具有朝向上述混合搅拌转子的径向外侧的作为该长叶片的端面的齿刃部,

上述轴向上的上述各长叶片的长度设定为上述轴向上的上述混合搅拌叶片部的长度的0.6倍以上的长度,

上述各长叶片的切入角度设定为31度以下的角度,

与上述轴向正交的上述各长叶片的截面中的与上述齿刃部的宽度即齿刃宽度对应的中心角度设定为7度以上40度以下的角度。

2. 如权利要求1所述的混合搅拌转子, 其特征在于,

上述各长叶片具有该长叶片中的作为朝向上述混合搅拌转子的旋转方向的前侧的面的作用面、和由上述齿刃部和上述作用面形成的它们之间的边界部,

上述齿刃部在与上述轴向正交的截面中在上述混合搅拌转子旋转时描绘圆形的轨迹, 上述各长叶片的切入角度是上述圆形的轨迹在上述边界部处的切线和与上述轴向正交的截面中的上述作用面在上述边界部处的切线之间的角度。

3. 如权利要求1所述的混合搅拌转子, 其特征在于,

上述各长叶片的上述切入角度设定为10度以上21度以下的角度。

4. 如权利要求1所述的混合搅拌转子, 其特征在于,

上述各长叶片相对于上述转子轴部的轴线具有40度以上的扭转角度。

5. 如权利要求4所述的混合搅拌转子, 其特征在于,

上述各长叶片的上述扭转角度设定为50度以上65度以下的角度。

6. 如权利要求1所述的混合搅拌转子, 其特征在于,

在设生产率指数为P、能量指数为E、上述切入角度为x、与上述齿刃宽度对应的上述中心角度为y的情况下, 上述切入角度x和上述中心角度y设定为满足以下条件: 由下式(1)求出的生产率指数P和由下式(2)求出的能量指数E都是大于1的值,

$$P=0.9227+0.006x+0.0042y-0.0001x^2+0.0002xy-0.0002y^2 \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$E=1.6453-0.0342x+0.033y+0.0003x^2-7.8444 \times 10^{-18}xy-3.1099 \times 10^{-5}y^2 \quad \cdots \text{式(2)},$$

其中上述生产率指数是表示由使用上述混合搅拌转子的上述密闭式混合搅拌机得到的混合搅拌物的生产率指标, 上述能量指数是表示当利用上述混合搅拌转子对被混合搅拌材料进行混合搅拌时由该混合搅拌转子对被混合搅拌材料施加的能量的大小的指标。

7. 如权利要求6所述的混合搅拌转子, 其特征在于,

在设冷却性指数为C的情况下, 上述切入角度x和上述中心角度y设定为满足以下条件: 由下式(3)求出的冷却性指数C是小于1的值,

$$C=0.6304+0.0108x+0.0092y+3.6995 \times 10^{-5}x^2-2.8554 \times 10^{-5}xy-0.0002y^2 \quad \cdots \text{式(3)},$$

其中上述冷却性指数是表示当利用上述混合搅拌转子对被混合搅拌材料进行混合搅拌时的该被混合搅拌材料的冷却性的指标。

8. 一种密闭式混合搅拌机, 其特征在于,

包括一对权利要求1所述的混合搅拌转子, 并且包括腔室, 所述腔室以在一对混合搅拌转子旋转时该各混合搅拌转子的径向最外侧的部分所描绘的轨迹相互不交叉的状态, 在内部收纳所述一对混合搅拌转子。

9. 如权利要求8所述的密闭式混合搅拌机, 其特征在于,

在上述各混合搅拌转子的上述长叶片的上述齿刃部与上述腔室中的收纳该混合搅拌转子的部分的内壁面之间分别设置有间隙,

关于上述各混合搅拌转子的上述间隙的大小设定为, 相对于上述腔室中的收纳该混合搅拌转子的部分的内径为0.005以上0.05以下的比率。

混合搅拌转子和密闭式混合搅拌机

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对塑料和橡胶等高分子材料进行混合搅拌的混合搅拌转子和密闭式混合搅拌机。

背景技术

[0002] 在现有的密闭式混合搅拌机中,在为了提高混合搅拌物的生产率而想要将混合搅拌容量保持得尽可能大的情况下,而采用切线式的转子(混合搅拌转子)(例如参照专利文献1)。在采用该切线式的转子的现有的密闭式混合搅拌机中,由于难以在短时间内对被混合搅拌材料施加较大的比能(被混合搅拌材料的每单位重量的混合搅拌能量),所以为了使被混合搅拌材料成为所希望的混合搅拌状态的混合搅拌物,而采用加长混合搅拌时间的方法。

[0003] 但是,在加长混合搅拌时间的方法中,随着混合搅拌时间的经过,被混合搅拌材料的温度升高。另一方面,存在不使被混合搅拌材料劣化的温度及被混合搅拌材料的预定的反应温度等温度的限制。因为这样的情况,所以在使用现有的切线式转子的密闭式混合搅拌机中,为了防止被混合搅拌材料的温度超过温度限制,有时如果混合搅拌时间达到某个时间则然后需要使转子转速下降。如上所述,在现有技术中,发生混合搅拌时间的延长及转子转速的下降,存在由于其影响而不能如愿地提高生产率的问题。

[0004] 还开发了这样的混合搅拌转子:精心设计叶片的形状及配置等,与专利文献1所记载的转子相比,能够实现被混合搅拌材料的低温混合搅拌及混合搅拌质量的提高(例如参照专利文献2)。但是,在该混合搅拌转子中,在混合搅拌物的生产率方面有改善的余地。

[0005] 具体而言,在现有的切线式的密闭式混合搅拌机中,对于被混合搅拌材料的每单位重量为了增加对被混合搅拌材料施加的混合搅拌能量的量,即使减小向腔室内投入的被混合搅拌材料的重量而想要在短时间内对被混合搅拌材料施加更大的比能,也由于腔室内部的被混合搅拌材料的填充率下降影响,反而难以对被混合搅拌材料作用混合搅拌能量。因此,不仅不能那么缩短混合搅拌时间,而且加上每个批次投入的被混合搅拌材料的重量的减少,使得不能如愿地提高混合搅拌物的生产率。

[0006] 此外,在这样的切线式的密闭式混合搅拌机中,为了迅速提高腔室内的被混合搅拌材料的均质性而缩短混合搅拌时间,为了使转子轴向上的被混合搅拌材料的流动变得活跃,还采用了使叶片相对于转子轴线的扭转角度增大的方法。但是,如果使扭转角度增大,则越过叶片的顶部(也称为齿顶部或齿刃部)向叶片的背面侧流动的被混合搅拌材料增加,所以虽然能看到使转子轴向上的被混合搅拌材料的流动改善的效果,但其效果较小。即,转子轴向上的被混合搅拌材料的流动没有那么增大。结果,在这样的方法中,没有看到混合搅拌时间的大幅改善。

[0007] 专利文献1:日本特公昭58—4567号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2002—11336号公报。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种能够不降低混合搅拌物的混合搅拌质量地比现有提高混合搅拌物的生产率的混合搅拌转子和密闭式混合搅拌机。

[0010] 根据本发明的一个方面的混合搅拌转子是在密闭式混合搅拌机中使用的混合搅拌转子,包括:转子轴部,在内部形成有冷却流路;和混合搅拌叶片部,设置在上述转子轴部的外周部,上述混合搅拌叶片部具有在上述转子轴部的轴向上具有预定长度的短叶片、和具有比上述轴向上的上述短叶片的长度大的上述轴向上的长度的至少两个长叶片,上述各长叶片具有朝向上述混合搅拌转子的径向外侧的作为该长叶片的端面的齿刃部,上述轴向上的上述各长叶片的长度设定为上述轴向上的上述混合搅拌叶片部的长度的0.6倍以上的长度,上述各长叶片的切入角度设定为31度以下的角度,与上述轴向正交的上述各长叶片的截面中的与上述齿刃部的宽度即齿刃宽度对应的中心角度设定为7度以上的角度。

[0011] 根据本发明的另一方面的密闭式混合搅拌机,包括一对根据上述一个方面的混合搅拌转子,并且包括腔室,所述腔室以在一对混合搅拌转子旋转时该各混合搅拌转子的径向最外侧的部分所描绘的轨迹相互不交叉的状态,在内部收纳所述一对混合搅拌转子。

附图说明

[0012] 图1是表示包括本发明的实施方式的混合搅拌转子的密闭式混合搅拌机的正面剖视图。

[0013] 图2是本发明的实施方式的混合搅拌转子的说明图。

[0014] 图3是图2所示的混合搅拌转子的混合搅拌叶片部的绕轴心的展开图。

[0015] 图4是表示图2所示的混合搅拌转子的混合搅拌叶片部中的设置有长叶片的部分的与混合搅拌转子的轴向正交的截面的剖视图。

[0016] 图5是表示被混合搅拌材料向叶片的背面侧的泄漏量与齿刃中心角度的关系的曲线图。

[0017] 图6是表示 $\Delta G'$ 值与混合搅拌时间的关系的曲线图。

[0018] 图7是表示CV值与混合搅拌时间的关系的曲线图。

[0019] 图8是关于齿刃中心角度和切入角度这两个参数与现有技术比较而总结了能够在防止被混合搅拌材料过度升温的同时对被混合搅拌材料施加高比能并且能够获得更高的生产率的混合搅拌转子的形状的图。

具体实施方式

[0020] 以下,参照附图对用于实施本发明的方式进行说明。

[0021] 图1所示的本发明的实施方式的密闭式混合搅拌机也被称为批次式混合搅拌机。在图1中,示意地图示了本实施方式的混合搅拌转子。另外,本实施方式的混合搅拌转子和密闭式混合搅拌机适合于在混合搅拌过程中发生反应的配合的橡胶的混合搅拌,特别适合于以高比例配合有硅石的橡胶的混合搅拌。

[0022] (密闭式混合搅拌机的构成)

[0023] 如图1所示,密闭式混合搅拌机1包括在内部具有混合搅拌室2的腔室3、左右一对

的混合搅拌转子4、5、设置有料斗6的材料供给筒7和浮动配重8。

[0024] 混合搅拌室2形成为纵截面为茧型形状。腔室3具有设置在其上部的上方开口部。该上方开口部内的空间与混合搅拌室2连通。左右一对的混合搅拌转子4、5以绕各自的轴旋转自如的方式贯穿插入在混合搅拌室2内。这一对混合搅拌转子4、5形成为对称形状。材料供给筒7立设在腔室3的上方开口部上。浮动配重8以上下运动自如的方式收纳在材料供给筒7内。

[0025] 在材料供给筒7的上部连结有气压缸9。另外,也可以代替气压缸9而将利用空气以外的流体的压力的流体压力缸连结在材料供给筒7的上部。在气压缸9内收纳有活塞10,该活塞10经由活塞杆11与浮动配重8连结。活塞杆11以保持气压缸9内的气密的方式贯穿气压缸9的下盖。通过这样的构成,通过对气压缸9内的上部空间加压而使活塞10下降,能够使浮动配重8下降,由此,能够利用该下降的浮动配重8,将从料斗6供给的材料供给筒7内的被混合搅拌材料推入到腔室3内。

[0026] 另一方面,在腔室3的底部设置有排出口,该排出口被升降门12封闭。该升降门12能够通过旋转致动器动作来开闭排出口。通过使封闭排出口的升降门12动作而将该排出口开放,能够将在混合搅拌室2内被混合搅拌了预定时间的混合搅拌物(混合搅拌完成的被混合搅拌材料)向密闭式混合搅拌机1的外部排出。

[0027] 另外,密闭式混合搅拌机1是左右一对混合搅拌转子4、5不相互啮合的非啮合型的混合搅拌机。即,该密闭式混合搅拌机1的一对混合搅拌转子4、5的轴心间的距离S(以下称为转子轴心间距离S)比各混合搅拌转子4、5的旋转外径 D_r (参照图4)大。换言之,在一对混合搅拌转子4、5旋转时,各混合搅拌转子4、5的径向最外侧的部分所描绘的旋转轨迹不会相互交叉。

[0028] (第1实施方式的混合搅拌转子)

[0029] 参照图1~图4,对本发明的第1实施方式的混合搅拌转子4、5进行说明。另外,图2是混合搅拌转子4的说明用的俯视图。

[0030] 各混合搅拌转子4、5包括在内部形成有冷却流路22的转子轴部20、和设置在转子轴部20的外周部的混合搅拌叶片部21。各混合搅拌转子4、5的混合搅拌叶片部21在该混合搅拌转子4、5的轴向Z(以下称为转子轴向Z)上具有预定长度L。在各混合搅拌转子4、5上分别连接有旋转接头,该旋转接头用于对形成在该混合搅拌转子4、5中的冷却流路22供给冷却介质和从该冷却流路22排出冷却介质。冷却流路22是有底且截面圆形的孔。各混合搅拌转子4、5的冷却流路22设置为,当从转子轴向Z观察该混合搅拌转子4、5时,冷却流路22位于转子轴部20的中心部。此外优选的是,在俯视各混合搅拌转子4、5的情况下,各混合搅拌转子4、5的冷却流路22如本实施方式这样至少设置在转子轴向Z上的从混合搅拌叶片部21的一端至另一端的范围上。对冷却流路22例如供给水作为冷却介质。供给到冷却流路22中的水在流过冷却流路22内之后排出到外部。通过水等冷却介质流到冷却流路22中,能够防止混合搅拌叶片部21变得高温,结果,能够防止与混合搅拌叶片部21接触的被混合搅拌材料产生劣化的过度升温状态。

[0031] 一对混合搅拌转子4、5相互向反向旋转,以使这些混合搅拌转子4、5的相互对置的部分向下方移动(参照图1)。各混合搅拌转子4、5的混合搅拌叶片部21分别包括多个混合搅拌叶片13~16。混合搅拌叶片13~16在与腔室3中的在内部收纳设置有该混合搅拌叶片13

~16的混合搅拌转子4或5的部分的内壁面(内周面)之间形成有间隙(齿顶间隙),在混合搅拌转子4、5旋转时,对穿过该间隙的被混合搅拌材料施加剪切力。各混合搅拌叶片13~16具有以设置有这些混合搅拌叶片13~16的混合搅拌转子4或5的轴心为中心螺旋状地扭转的形状。由于该混合搅拌叶片13~16的形状,使得在混合搅拌转子4、5旋转时,被混合搅拌材料被向转子轴向Z的一侧推动,由此产生转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动。此外,被混合搅拌材料在隔开预定间隔配置的一对混合搅拌转子4、5旋转时在这些混合搅拌转子4、5之间移动。混合搅拌叶片13~16具有混合搅拌叶片顶部(也称为齿顶部或齿刃部)13a~16a,该混合搅拌叶片顶部是所述混合搅拌叶片13~16中的朝向设置有该混合搅拌叶片13~16的混合搅拌转子4或5的径向外侧的前端面。详细地讲,上述齿顶间隙是指混合搅拌叶片13~16的混合搅拌叶片顶部13a~16a与腔室3中的在内部收纳设置有该混合搅拌叶片13~16的混合搅拌转子4或5的部分的内壁面(内周面)之间的间隙。

[0032] 另外,将如下构成的混合搅拌机和混合搅拌转子称为切线式的混合搅拌机和切线式的混合搅拌转子:在一对混合搅拌转子旋转时各混合搅拌转子的径向最外部所描绘的旋转轨迹不会相互交叉,换言之,转子轴心间距离S大于各混合搅拌转子的转子旋转外径 D_r 。

[0033] 在图3中表示各混合搅拌转子4、5的混合搅拌叶片部21的绕各自的轴心的展开图。根据该图3可知,本实施方式的混合搅拌转子4、5的各混合搅拌叶片13~16配置为相对于图3中的点O为相互点对称。因而,在以下的说明中,以两混合搅拌转子4、5为代表,对一方的混合搅拌转子4的结构进行说明。

[0034] 如图2和图3所示,混合搅拌转子4的混合搅拌叶片部21包括4片混合搅拌叶片13~16。4片混合搅拌叶片13~16由第一长叶片13、第二长叶片14、第一短叶片15和第二短叶片16构成。另外,所谓混合搅拌叶片部21是指混合搅拌转子4中的形成有混合搅拌叶片13~16的整个部分。短叶片一般具有小于转子轴向上的混合搅拌叶片部的长度的0.5倍的转子轴向上的长度。此外,长叶片一般具有大于转子轴向上的短叶片的长度的转子轴向上的长度,且具有超过转子轴向上的混合搅拌叶片部的长度的0.5倍的长度的转子轴向上的长度。

[0035] (第一长叶片)

[0036] 在本实施方式中,第一长叶片13形成在从转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的一端到转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的中间部的区域中。此外,第一长叶片13形成成为这样的形状:在混合搅拌叶片部21绕其轴心展开为平面状态的情况下,该第一长叶片13的展开形状为线形。在本实施方式中,第一长叶片13形成成为相对于混合搅拌转子4的转子轴线(转子轴部20的轴线)具有60度的扭转角度的螺旋状,以在混合搅拌转子4旋转时,利用该第一长叶片13使被混合搅拌材料向转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的中央侧流动。即,第一长叶片13相对于设置有该第一长叶片13的混合搅拌转子4的转子轴向Z具有60度的扭转角度。另外,所谓叶片的扭转角度,是指在将混合搅拌叶片部绕轴心展开为平面状的情况下的展开形状中在该叶片与转子轴线之间形成的角度。在第一长叶片13的扭转角度小于40度的情况下,转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动迟缓,为了提高混合搅拌物的均质性而需要的混合搅拌时间变长。因此优选的是,第一长叶片相对于转子轴向Z的扭转角度设定为40度以上的角度。这关于后述的其他叶片也是同样的。

[0037] 另外更优选的是,第一长叶片相对于转子轴向Z的扭转角度是50度以上65度以下。这关于后述的其他叶片也是同样的。如果叶片的扭转角度是50度以上,则加上由于齿刃中

心角度设定为例如7度以上的角度而引起的被混合搅拌材料的泄漏量的减少效果(详细后述),能够使转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动更加活跃化。结果,能够以更短的时间提高腔室3内的被混合搅拌材料的均质性。但是,如果叶片的扭转角度超过65度,则在混合搅拌初始阶段中容易发生被混合搅拌材料向腔室3内(混合搅拌室2内)的取入恶化的其它问题。因此,叶片的扭转角度优选为65度以下。

[0038] 如上所述,转子轴向上的长叶片的长度一般设定为超过转子轴向上的混合搅拌叶片部的长度的0.5倍长度的长度。但是,为了使转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动活跃化,转子轴向Z上的第一长叶片13的长度 L_w 优选设定为转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的长度 L 的0.6倍以上的长度。这关于后述的第二长叶片也是同样的。在本实施方式中,转子轴向Z上的第一长叶片13的长度 L_w 设定为转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的长度 L 的0.7倍的长度。如果转子轴向Z上的长叶片的长度 L_w 为同一方向上的混合搅拌叶片部21的长度 L 的0.6倍以上的长度,则腔室3内(混合搅拌室2内)的被混合搅拌材料的填充率提高,结果,能够获得在短时间容易对被混合搅拌材料施加大比能的效果。

[0039] <切入角度>

[0040] 在图4中表示混合搅拌转子4的混合搅拌叶片部21中的形成有长叶片13、14的部分的与转子轴向Z正交的截面。该图4所示的第一长叶片13的切入角度 θ_1 设定为15度。如果设在混合搅拌转子4旋转时第一长叶片13的齿刃部13a(混合搅拌叶片顶部)所描绘的轨迹为圆C、该圆C上的第一长叶片13的齿刃部13a与第一长叶片13的作用面13b之间的边界部的点为点A,则点A处的圆C的切线与点A处的作用面13b的切线之间的角度是“切入角度 θ_1 ”。另外,作用面13b是第一长叶片13中的朝向混合搅拌转子4的旋转方向r的前侧的面。

[0041] 第一长叶片13的切入角度 θ_1 优选设定为31度以下的角度,更优选设定为10度以上21度以下的角度。这关于后述的其他叶片也是同样的。在长叶片的切入角度 θ_1 大于31度的情况下,作用面13b的面积减小,结果被混合搅拌材料容易成为过度升温。对此,如果为了防止被混合搅拌材料成为过度升温而使转子转速下降,则被混合搅拌材料的混合搅拌时间变长,混合搅拌物的生产率降低。因而,长叶片的切入角度 θ_1 优选是31度以下。但是,如果长叶片的切入角度 θ_1 小于10度,则转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动容易迟缓,结果出现为了提高混合搅拌物的均质性而需要的混合搅拌时间变长的可能。因此,长叶片的切入角度 θ_1 优选设定为10度以上的角度。

[0042] 此外,在切入角度 θ_1 是21度以下的情况下,不论齿刃中心角度 θ_2 (详细后述)设定为7度以上40度以下的范围内的怎样的角度,都能够进一步提高被混合搅拌材料的冷却性(参照图8)。如果被混合搅拌材料的冷却性提高,则能够使转子转速上升,所以能够使混合搅拌物的生产率进一步提高。另外,从混合搅拌转子的结构方面来看,切入角度 θ_1 的上限是约54度。

[0043] <与齿刃宽度对应的中心角度>

[0044] 长叶片的与齿刃宽度W对应的中心角度 θ_2 优选设定为7度以上的角度。这关于后述的其它叶片也是同样的。在本实施方式中,第一长叶片13的与齿刃宽度W对应的中心角度是30度。另外,所谓齿刃宽度W是指齿刃部13a的与转子轴向Z正交的截面中的该齿刃部13a的宽度,是指与腔室3的内壁面平行的齿刃部13a的圆弧部分的沿着其圆弧的长度。该齿刃宽度W在图3和图4中图示。并且,与齿刃宽度W对应的中心角度 θ_2 (以下称为齿刃中心角度 θ_2)是

指,与转子轴向Z正交的截面中的将齿刃部13a的一端(点A)和圆C的中心O(混合搅拌转子4的旋转中心(轴心))连结的线与该截面中的将齿刃部13a的另一端(点B)和圆C的中心O(混合搅拌转子4的旋转中心(轴心))连结的线之间的角度。另外,点B相当于齿刃部13a与第一长叶片13的叶片背面13c的边界的点。叶片背面13c是第一长叶片13的与作用面13b相反侧的面,即第一长叶片13中的朝向混合搅拌转子4的旋转方向r的后侧的面。

[0045] 通过第一长叶片13(长叶片)的齿刃中心角度 θ_2 是7度以上,使得与主动使被混合搅拌材料穿过齿顶间隙而对该被混合搅拌材料进行混合搅拌的现有的切线式转子中的一般的长叶片相比,具体而言与具有2度~3度左右的齿刃中心角度的长叶片相比,能够使穿过齿顶间隙的被混合搅拌材料的量,即越过齿刃部13a向第一长叶片的叶片背面13c侧流动的被混合搅拌材料的量(泄漏量)减少。但是,这是就比较对象的长叶片彼此的齿顶间隙相同来进行比较的情况而言的。通过如上所述穿过齿顶间隙的被混合搅拌材料的量减少,使得转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动活跃化,并且能够抑制由于被混合搅拌材料穿过齿顶间隙而引起的被混合搅拌材料的发热量。此外,腔室3内(混合搅拌室2内)的混合搅拌容量比现有小,由此,腔室3内(混合搅拌室2内)的被混合搅拌材料的填充率提高,能够在短时间内容易地对被混合搅拌材料施加大比能。

[0046] 另外,在齿刃中心角度 θ_2 大于40度的情况下,不能期望被混合搅拌材料的上述泄漏量的减少效果进一步提高,只是腔室3内的混合搅拌容量相对地减少。因此,齿刃中心角度 θ_2 优选是40度以下。这关于后述的其他叶片也是同样的。

[0047] 此外,第一长叶片13(长叶片)的齿刃部13a与腔室3的内壁面中的对置于该齿刃部13a的部分之间的间隙即齿顶间隙的大小设定为,相对于腔室3中的在内部收纳设置有该第一长叶片13的混合搅拌转子4的部分的内径为0.005以上0.05以下的比率。这关于后述的其他叶片也是同样的。另外,上述比率称为齿顶间隙比。通过齿顶间隙比为0.005以上0.05以下,能够减少被混合搅拌材料的上述泄漏量,结果,转子轴向Z上的被混合搅拌材料的流动活跃化。

[0048] 此外,对于混合搅拌转子的各叶片中的至少长叶片13、14,齿刃部(叶片顶部)的高度从该叶片的一端至另一端为恒定的,以使齿顶间隙的大小从转子轴向上的叶片的一端至另一端为恒定的。所谓齿刃部的高度是指从混合搅拌转子的轴心至齿刃部的距离,例如相当于图4中的中心O与点A之间的直线距离。另外,只要齿顶间隙比包含在0.005~0.05的范围内,也可以使齿刃部(叶片顶部)的高度在从叶片的一端至另一端之间变化。在该情况下,齿刃部中的高度最大的部分以外的部分也可以不是圆弧状的面,而形成平坦面。

[0049] (第二长叶片)

[0050] 在本实施方式中,第二长叶片14的展开形状、齿刃宽度、扭转角度、长度、切入角度和齿刃中心角度等与第一长叶片13的情况相同。第二长叶片14和第一长叶片13相比仅配置不同。具体而言,第二长叶片14在转子旋转方向r上配置在第一长叶片13的后方。详细地讲,第二长叶片14配置在该第一长叶片13的转子旋转方向r上的后方,以在混合搅拌转子的旋转相位中相对于第一长叶片13具有180度的相位差。

[0051] 另外,如果在混合搅拌转子上仅设置有1个长叶片,则腔室3内的混合搅拌容量变大,不能在短时间内对被混合搅拌材料施加大比能,所以混合搅拌转子需要至少包括两个长叶片。

[0052] (第一短叶片)

[0053] 在本实施方式中,第一短叶片15形成在从转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的另一端(与形成有第一长叶片13的一侧相反侧的端部)到转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的中间部的区域中。此外,第一短叶片15形成成为这样的形状:在混合搅拌叶片部21绕其轴心展开为平面状态的情况下,该第一短叶片15的展开形状为线形。具体而言,第一短叶片15形成成为相对于转子轴线(转子轴向Z)具有50度的扭转角度的螺旋状,以使得在混合搅拌转子4旋转时,通过该第一短叶片15使被混合搅拌材料向转子轴向Z上的第一短叶片15的中央侧流动。即,第一短叶片15具有向与长叶片相反的方向扭转的形状。

[0054] 转子轴向Z上的第一短叶片15的长度优选小于同一方向上的长叶片13、14的长度。例如,转子轴向Z上的第一短叶片15的长度优选是小于同一方向上的混合搅拌叶片部21的长度L的0.4倍的长度。在本实施方式中,转子轴向Z上的第一短叶片15的长度是转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的长度L的0.3倍的长度。另外,转子轴向Z上的第一长叶片13的长度与转子轴向Z上的第一短叶片15的长度的和、以及转子轴向Z上的第二长叶片14的长度与转子轴向Z上的第二短叶片16的长度的和优选等于转子轴向Z上的混合搅拌叶片部21的长度L。

[0055] 此外,第一短叶片15的起点即第一短叶片15中的转子旋转方向r上的前侧的端缘位于在转子旋转方向r上比第一长叶片13的起点即第一长叶片13中的转子旋转方向r上的前侧的端缘靠后侧的位置。另外,本实施方式的第一短叶片15的齿刃宽度、切入角度和齿刃中心角度等与第一长叶片13的情况相同。

[0056] (第二短叶片)

[0057] 在本实施方式中,第二短叶片16的展开形状、齿刃宽度、扭转角度、长度、切入角度和齿刃中心角度等与第一短叶片15的情况相同。第二短叶片16与第一短叶片15相比仅配置不同。具体而言,第二短叶片16在转子旋转方向r上配置在第一短叶片15的后方。详细地讲,第二短叶片16配置在该第一短叶片15的转子旋转方向r上的后方,以在混合搅拌转子的旋转相位中相对于第一短叶片15具有180度的相位差。

[0058] (密闭式混合搅拌机的动作(材料混合搅拌方法))

[0059] 参照图1对密闭式混合搅拌机1的动作进行说明。首先,在使升降门12与腔室3紧密接触的状态下,使浮动配重8从腔室3离开,而使腔室3的上部开口部开口。并且,穿过该上部的开口及材料供给筒7内的空间,将被混合搅拌材料装填到腔室3内(混合搅拌室2内),然后使浮动配重8与腔室3紧密接触,将该材料向腔室3内(混合搅拌室2内)压入。

[0060] 接着,开始混合搅拌转子4、5的向相互相反方向的旋转,利用这些混合搅拌转子4、5对被混合搅拌材料进行混合搅拌。并且,在被混合搅拌材料成为所希望的混合搅拌状态之后,使升降门12从腔室3离开,从腔室3的底部的排出口将混合搅拌室2内的混合搅拌物(混合搅拌完成材料)排出到混合搅拌机的外部。

[0061] 在现有的切线式的密闭式混合搅拌机中,将重点放在通过使被混合搅拌材料穿过齿顶间隙来主动地对该被混合搅拌材料施加剪切力而对该被混合搅拌材料进行混合搅拌(分散混合)上,但由此也产生弊端。本发明是本申请发明人着眼于该弊端反复研究而做出的。具体而言,本申请发明人如果将腔室内的混合搅拌容量限制为比现有小的容量并减少被混合搅拌材料穿过齿顶间隙的穿过量(泄漏量),则即使不像现有那样主动地对被混合搅

拌材料施加剪切力进行混合搅拌,也能够在规定时间内对被混合搅拌材料施加大比能,结果获得了被混合搅拌材料的分散性不会变差的知识。并且,本申请发明人想到,如果将腔室内的混合搅拌容量限制为比现有小的容量并减少被混合搅拌材料穿过齿顶间隙的穿过量(泄漏量),则促进了被混合搅拌材料的分散混合,被混合搅拌材料的混合搅拌的均匀性提高,结果能够在短时间内完成被混合搅拌材料的混合搅拌。本申请发明人基于该想法达成了以下结论:如果将腔室内的混合搅拌容量限制为比现有小的容量并减少被混合搅拌材料穿过齿顶间隙的穿过量,则能够防止被混合搅拌材料过度升温而劣化,并且能够通过混合搅拌时间的缩短来补偿每一批次的混合搅拌物的生产量的下降,基于该结论做出了本发明。即,根据本发明的混合搅拌转子和包括该混合搅拌转子的密闭式混合搅拌机,能够不降低混合搅拌物的混合搅拌质量地比现有提高混合搅拌物的生产率。

[0062] (第2实施方式的混合搅拌转子)

[0063] 接着,对本发明的第2实施方式的混合搅拌转子进行说明。第2实施方式的混合搅拌转子相对于第1实施方式的混合搅拌转子的不同点在于齿刃中心角度(齿刃宽度W)的大小。关于其他构成,第2实施方式的混合搅拌转子与第1实施方式的混合搅拌转子同样地构成。第2实施方式的混合搅拌转子的各叶片的齿刃中心角度全部为15度。

[0064] (被混合搅拌材料向叶片背面侧的泄漏量的计算结果)

[0065] 使齿刃中心角度变化来计算被混合搅拌材料向叶片背面侧的泄漏量。其计算结果在图5中表示。另外,在图5的曲线图中,在纵轴表示泄漏量(%),该泄漏量用设现有的齿刃中心角度是2度的情况下的泄漏量为100%的情况下的比率表示。由图5可知,如果齿刃中心角度是7度以上,则能够将泄漏量抑制为现有的约1/3以下。另一方面还可知,即使齿刃中心角度大于40度,也几乎不能期望泄漏量的抑制效果进一步提高。

[0066] (实验结果1)

[0067] 进行使包括上述各实施方式的混合搅拌转子的密闭式混合搅拌机和包括比较例的混合搅拌转子的密闭式混合搅拌机在相同的条件下动作并调查两者的性能差异的实验。在该实验中,使用大量地添加了硅石的被混合搅拌材料。具体而言,对于分别配合有硅石以使PHR成为70~90之间的不同值的多种被混合搅拌材料,分别进行了实验。另外,所谓PHR(Parts per hundred rubber)是指设橡胶重量为100的情况下的各种配合剂的重量部。在以下的表1中,表示上述多种被混合搅拌材料中的配合有硅石以使PHR成为80的被混合搅拌材料的配合内容。

[0068] [表1]

[0069]

项目	PHR
充油SBR(溶液聚合丁苯橡胶)	96
BR(丁二烯橡胶)	30
硅石	80
氧化锌	3
硬脂酸	2
蜡	1
防老化剂	1.5

偶合剂	6.4
替代芳香油	15

[0070] ※)上述配合是较多含有硅石的模型配合。

[0071] 作为比较例的混合搅拌转子和比较例的密闭式混合搅拌机,使用作为混合搅拌叶片具有1片非线形叶片和3片线形叶片的日本特开2002-11336号公报所记载的混合搅拌转子(4)和包括该混合搅拌转子(4)的批次式混合搅拌机(1)(密闭式混合搅拌机)。另外,在利用实施方式的密闭式混合搅拌机进行的混合搅拌、和利用比较例的密闭式混合搅拌机进行的混合搅拌中,除了混合搅拌叶片的构成不同以外,采用相同的条件(构成)进行这些混合搅拌。关于混合搅拌转子(密闭式混合搅拌机)的尺寸,在实施方式和比较例中当然也是相同条件。关于腔室的内径,在实施方式和比较例中也是相同的。

[0072] 在图6中表示该实验的结果。在图6中,实线表示使用第1实施方式的混合搅拌转子的情况下的实验结果,虚线表示使用第2实施方式的混合搅拌转子的情况下的实验结果,单点划线表示使用比较例的混合搅拌转子的情况下的实验结果。在图6中,在曲线图的纵轴取 $\Delta G'$ 值,在曲线图的横轴取混合搅拌时间。

[0073] 所谓 $\Delta G'$ 值是指,根据未硫化橡胶组成物的粘弹性特性得到的小变形应变时的储存弹性率与根据同一粘弹性特性得到的大变形应变时的储存弹性率的差,是用来判断混合搅拌物的质量的指标(这里是混合搅拌物中的硅石分散的评价指标)。 $\Delta G'$ 值越小,意味着混合搅拌物的质量越好。

[0074] 此外,图6所示的结果是在 $\Delta G'$ 值测量时的混合搅拌物的温度为100℃且对混合搅拌物施加应变的频率为0.5Hz的条件下,用アルファテクノロジー公司(Alpha Technologies Co.)制的橡胶加工分析仪(Rubber Processing Analyzer)RPA2000测量从储存弹性率为0.56%的小变形时的状态至储存弹性率为60%的大变形时的状态的混合搅拌物的储存弹性率 G' 的应变依存性的结果。

[0075] 由图6可知,在使用上述第1和第2实施方式的混合搅拌转子的情况下,与使用现有的混合搅拌转子的情况相比,大大地改善了混合搅拌物的质量。

[0076] (实验结果2)

[0077] 在配合有硅石的被混合搅拌材料中,为了使硅石与橡胶结合而配合了硅烷偶合剂。在该被混合搅拌材料的混合搅拌中,在被混合搅拌材料的温度例如为140℃~160℃的范围内,硅烷偶合剂与硅石发生反应。因而,为了使该反应良好地发生,需要在将被混合搅拌材料的温度维持在140℃~160℃左右的范围的同时,将被混合搅拌材料充分地混合搅拌,以使硅石与硅烷偶合剂均匀地混合。于是,为了评价被混合搅拌材料的混合搅拌的均匀性而进行了以下的混合搅拌试验。

[0078] 在该混合搅拌试验中,对于在收纳一对混合搅拌转子的腔室的左右部分的内径相等的试验装置中分别装入第1实施方式的混合搅拌转子、第2实施方式的混合搅拌转子和比较例的混合搅拌转子的各自的三维比例模型来进行被混合搅拌材料的混合搅拌的各情况,调查了被混合搅拌材料中的预定成分的CV值怎样变化。在该混合搅拌试验中,使用对CMC(羧甲基纤维素)的30%水溶液添加0.4%的玻璃珠而制作的模拟材料作为被混合搅拌材料。模拟材料中的玻璃珠相当于上述预定成分。另外,在该混合搅拌试验中,在第1实施方式、第2实施方式及比较例的各情况下,也是除了混合搅拌叶片的构成不同以外全部为相同的条

件。

[0079] 在图7中表示该三维试验(混合搅拌试验)的结果。在图7中,实线表示使用第1实施方式的混合搅拌转子的情况下的实验结果,点线表示使用第2实施方式的混合搅拌转子的情况下的实验结果,单点划线表示使用比较例的混合搅拌转子的情况下的实验结果。在图7中,在曲线图的纵轴取CV值,在曲线图的横轴取混合搅拌时间。

[0080] 所谓CV值是作为表示被混合搅拌材料中的成分的均匀性即成分的分散程度的评价指标的值。CV值越小,意味着被混合搅拌材料中的成分的分散进展程度越高,换言之意味着越促进被混合搅拌材料的混合,意味着混合搅拌物的质量越好。该CV值通过以下的式(1)求出。

[0081] $CV = \rho / M$ ……式(1)。

[0082] 在式(1)中,M是收纳在腔室内的被混合搅拌材料中的预定成分(玻璃珠)的平均分率。该平均分率M如下所述求出。从在腔室内混合搅拌的1个批次的被混合搅拌材料中的9个部位分别各采集一定量的被混合搅拌材料,分别计测在各采集部位的被混合搅拌材料中含有的珠的个数,基于该计测出的珠的个数来计算各采集部位的被混合搅拌材料中的珠的分率,并根据该计算出的各采集部位的被混合搅拌材料中的珠的分率,来计算各采集部位的被混合搅拌材料中的珠的平均分率。此外,在式(1)中, ρ 是收纳在腔室内的被混合搅拌材料中的预定成分(玻璃珠)的分率的标准偏差。

[0083] 根据图6和图7的结果可知,如果使用第1和第2实施方式的混合搅拌转子,则与使用比较例(现有)的混合搅拌转子的情况相比,混合搅拌物的分散性及均匀性都提高。此外可知,如果比较关于各情况的混合搅拌时间,则在使用第1和第2实施方式的混合搅拌转子的情况下,与使用比较例(现有)的混合搅拌转子的情况相比,能够在短时间内获得相同程度的分散性或均匀性的混合搅拌物。即,可知在使用第1和第2实施方式的混合搅拌转子的情况下,生产率也提高。

[0084] (关于齿刃中心角度和切入角度)

[0085] 图8是关于齿刃中心角度和切入角度这两个参数与现有技术比较而总结了能够在防止被混合搅拌材料成为过度升温的同时对被混合搅拌材料施加高比能并且能够获得更高的生产率混合搅拌转子的形状的图。

[0086] 这里,利用下式(2)求出生产率指数P,生产率指数P是表示由使用混合搅拌转子的密闭式混合搅拌机得到的混合搅拌物的生产率指标,如果将叶片的切入角度和齿刃中心角度的值确定为以使该生产率指数P成为大于“1”的值,则混合搅拌物的生产率比现有提高。此外,利用下式(3)求出能量指数E,能量指数E是表示当利用混合搅拌转子对被混合搅拌材料进行混合搅拌时由该混合搅拌转子对被混合搅拌材料施加的比能的大小的指标,如果将叶片的切入角度和齿刃中心角度的值确定为以使该能量指数E成为大于“1”的值,则能够对被混合搅拌材料施加比现有高的比能。此外,利用下式(4)求出冷却性指数C,冷却性指数C是表示当利用混合搅拌转子对被混合搅拌材料进行混合搅拌时的该被混合搅拌材料的冷却性的指标,如果将叶片的切入角度和齿刃中心角度的值确定为以使该冷却性指数C成为小于“1”的值,则与现有技术相比,能够提高防止被混合搅拌材料的过度升温的效果。

[0087] $P = 0.9227 + 0.006x + 0.0042y - 0.0001x^2 + 0.0002xy - 0.0002y^2$ ……式(2)

[0088] $E = 1.6453 - 0.0342x + 0.033y + 0.0003x^2 - 7.8444 \times 10^{-18}xy - 3.1099 \times 10^{-5}y^2$ ……式(3)

[0089] $C=0.6304+0.0108x+0.0092y+3.6995\times 10^{-5}x^2-2.8554\times 10^{-5}xy-0.0002y^2 \cdots$ 式(4)。

[0090] 另外,在上述式(2)~(4)中,x是叶片的切入角度(度),y是叶片的齿刃中心角度(度)。

[0091] 图8中的实线是穿过表示由式(2)求出的生产率指数P为“1”的情况下的叶片的切入角度和齿刃中心角度的各点的线。此外,图8中的单点划线是穿过表示由式(3)求出的能量指数E为“1”的情况下的叶片的切入角度和齿刃中心角度的各点的线。此外,图8中的虚线是穿过表示由式(4)求出的冷却性指数C为“1”的情况下的叶片的切入角度和齿刃中心角度的各点的线。

[0092] 另外,这里作为比较对象的现有技术是在上述的日本特开2002-11336号公报中记载的混合搅拌转子(4)和使用该混合搅拌转子(4)的批次式混合搅拌机(1)。

[0093] 通过将叶片的切入角度和齿刃中心角度设定为使关于由式(2)、(3)、(4)求出的生产率指数P、能量指数E及冷却性指数C的全部都满足上述条件($P>1$ 、 $E>1$ 、 $C<1$),在使不期望进行条件变更的其他条件为相同条件的情况下,与日本特开2002-11336号公报中记载的现有技术的混合搅拌转子(4)相比,能够简单地获得能够在防止被混合搅拌材料的过度升温的同时对被混合搅拌材料施加更高的比能并且能够获得更高的生产率混合搅拌转子的形状。另外,在图8中被施以阴影的区域是这样的区域:关于生产率指数P、能量指数E及冷却性指数C的全部满足上述条件($P>1$ 、 $E>1$ 、 $C<1$),并且被混合搅拌材料的泄漏量为现有技术的泄漏量的1/3以下。

[0094] 以上对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于上述实施方式,只要记载在权利要求书中,就能够各种各样地变更来实施。

[0095] 例如,在上述实施方式中,使第一长叶片和第二长叶片的展开形状、齿刃宽度、扭转角度、长度、切入角度和齿刃中心角度等实质上相同,但本发明并不限于此。此外,在上述实施方式中,在长叶片和短叶片中,使齿刃宽度、切入角度和齿刃中心角度等相同,但本发明并不限于此。

[0096] 此外,上述实施方式中的一对混合搅拌转子的混合搅拌叶片形成为实质上相同的形状,但一对混合搅拌转子的混合搅拌叶片的形状也可以是实质上不同的形状。此外,上述实施方式中的混合搅拌叶片形成为,使将混合搅拌叶片部绕其轴心展开为平面状态的情况下的该混合搅拌叶片的展开形状为线形,但本发明的混合搅拌叶片(长叶片和/或短叶片)的展开形状也可以是非线形。

[0097] [实施方式的概要]

[0098] 将上述实施方式总结为如下所述。

[0099] 上述实施方式的混合搅拌转子是在密闭式混合搅拌机中使用的混合搅拌转子,包括:转子轴部,在内部形成有冷却流路;和混合搅拌叶片部,设置在上述转子轴部的外周部;上述混合搅拌叶片部具有在上述转子轴部的轴向上具有预定长度的短叶片、和具有比上述轴向上的上述短叶片的长度大的上述轴向上的长度的至少两个长叶片,上述各长叶片具有朝向上述混合搅拌转子的径向外侧的作为该长叶片的端面的齿刃部;上述轴向上的上述各长叶片的长度设定为上述轴向上的上述混合搅拌叶片部的长度的0.6倍以上的长度;上述各长叶片的切入角度设定为31度以下的角度;与上述轴向正交的上述各长叶片的截面中的与上述齿刃部的宽度即齿刃宽度对应的中心角度设定为7度以上的角度。

[0100] 在上述混合搅拌转子中优选的是,上述各长叶片具有该长叶片中的作为朝向上述混合搅拌转子的旋转方向的前侧的面的作用面、和由上述齿刃部和上述作用面形成的它们之间的边界部,上述齿刃部在与上述轴向正交的截面中在上述混合搅拌转子旋转时描绘圆形的轨迹,上述各长叶片的切入角度是上述圆形的轨迹在上述边界部处的切线和与上述轴向正交的截面中的上述作用面在上述边界部处的切线之间的角度。

[0101] 在上述混合搅拌转子中优选的是,上述各长叶片与上述齿刃宽度对应的上述中心角度设定为40度以下的角度。

[0102] 在上述混合搅拌转子中优选的是,上述各长叶片的上述切入角度设定为10度以上21度以下的角度。

[0103] 在上述混合搅拌转子中优选的是,上述各长叶片相对于上述转子轴部的轴线具有40度以上的扭转角度。在该情况下更优选的是,上述各长叶片的上述扭转角度设定为50度以上65度以下的角度。

[0104] 在上述混合搅拌转子中优选的是,在设生产率指数为P、能量指数为E、上述切入角度为x、与上述齿刃宽度对应的上述中心角度为y的情况下,上述切入角度x和上述中心角度y设定为满足以下条件:由下式(1)求出的生产率指数P和由下式(2)求出的能量指数E都是大于1的值,

[0105] $P=0.9227+0.006x+0.0042y-0.0001x^2+0.0002xy-0.0002y^2 \cdots$ 式(1)

[0106] $E=1.6453-0.0342x+0.033y+0.0003x^2-7.8444 \times 10^{-18}xy-3.1099 \times 10^{-5}y^2 \cdots$ 式(2),

[0107] 其中上述生产率指数是表示由使用上述混合搅拌转子的上述密闭式混合搅拌机得到的混合搅拌物的生产率指标,上述能量指数是表示当利用上述混合搅拌转子对被混合搅拌材料进行混合搅拌时由该混合搅拌转子对被混合搅拌材料施加的能量的大小的指标。

[0108] 在该情况下优选的是,在设冷却性指数为C的情况下,上述切入角度x和上述中心角度y设定为满足以下条件:由下式(3)求出的冷却性指数C是小于1的值,

[0109] $C=0.6304+0.0108x+0.0092y+3.6995 \times 10^{-5}x^2-2.8554 \times 10^{-5}xy-0.0002y^2 \cdots$ 式(3),

[0110] 其中上述冷却性指数是表示当利用上述混合搅拌转子对被混合搅拌材料进行混合搅拌时的该被混合搅拌材料的冷却性的指标。

[0111] 上述实施方式的密闭式混合搅拌机包括一对上述混合搅拌转子,并且包括腔室,所述腔室以在一对混合搅拌转子旋转时该各混合搅拌转子的径向最外侧的部分所描绘的轨迹相互不交叉的状态,在内部收纳所述一对混合搅拌转子。

[0112] 在该密闭式混合搅拌机中优选的是,在上述各混合搅拌转子的上述长叶片的上述齿刃部与上述腔室中的收纳该混合搅拌转子的部分的内壁面之间分别设置有间隙,关于上述各混合搅拌转子的上述间隙的大小设定为,相对于上述腔室中的收纳该混合搅拌转子的部分的内径为0.005以上0.05以下的比率。

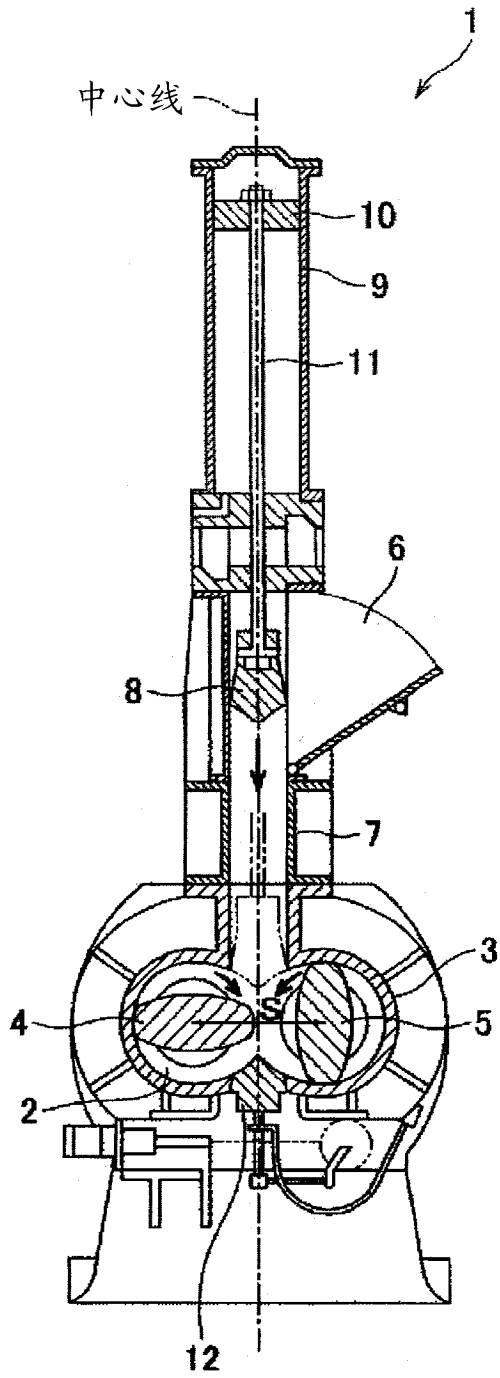


图 1

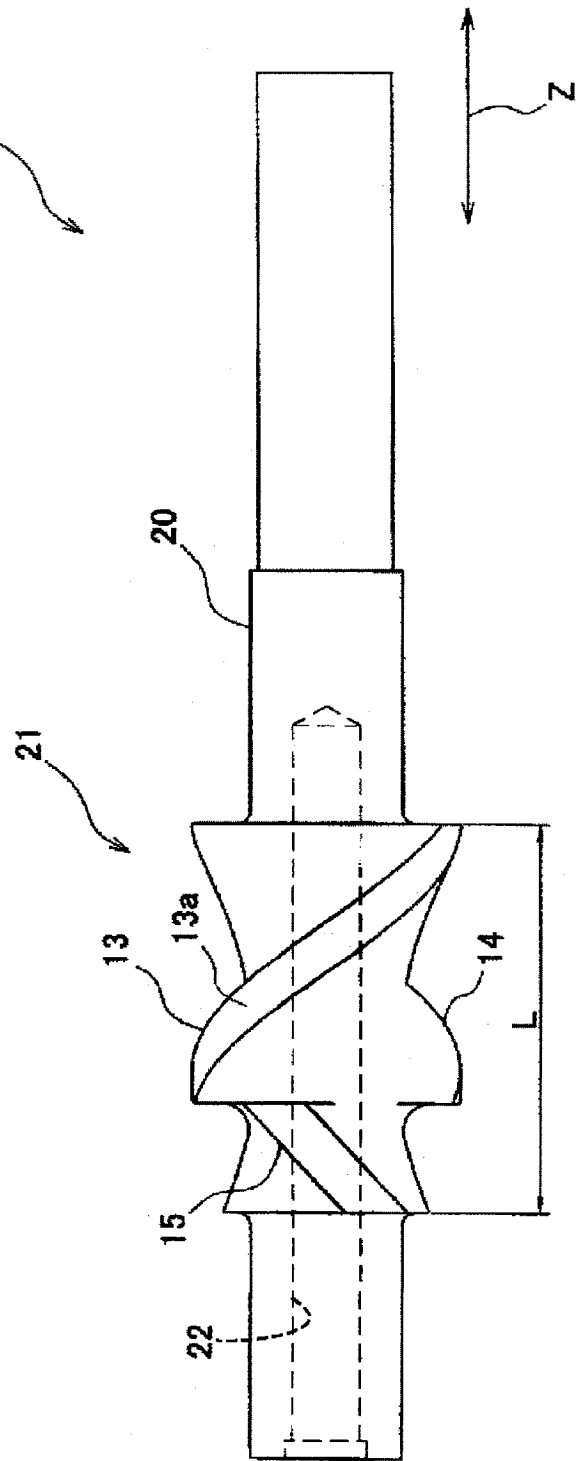


图 2

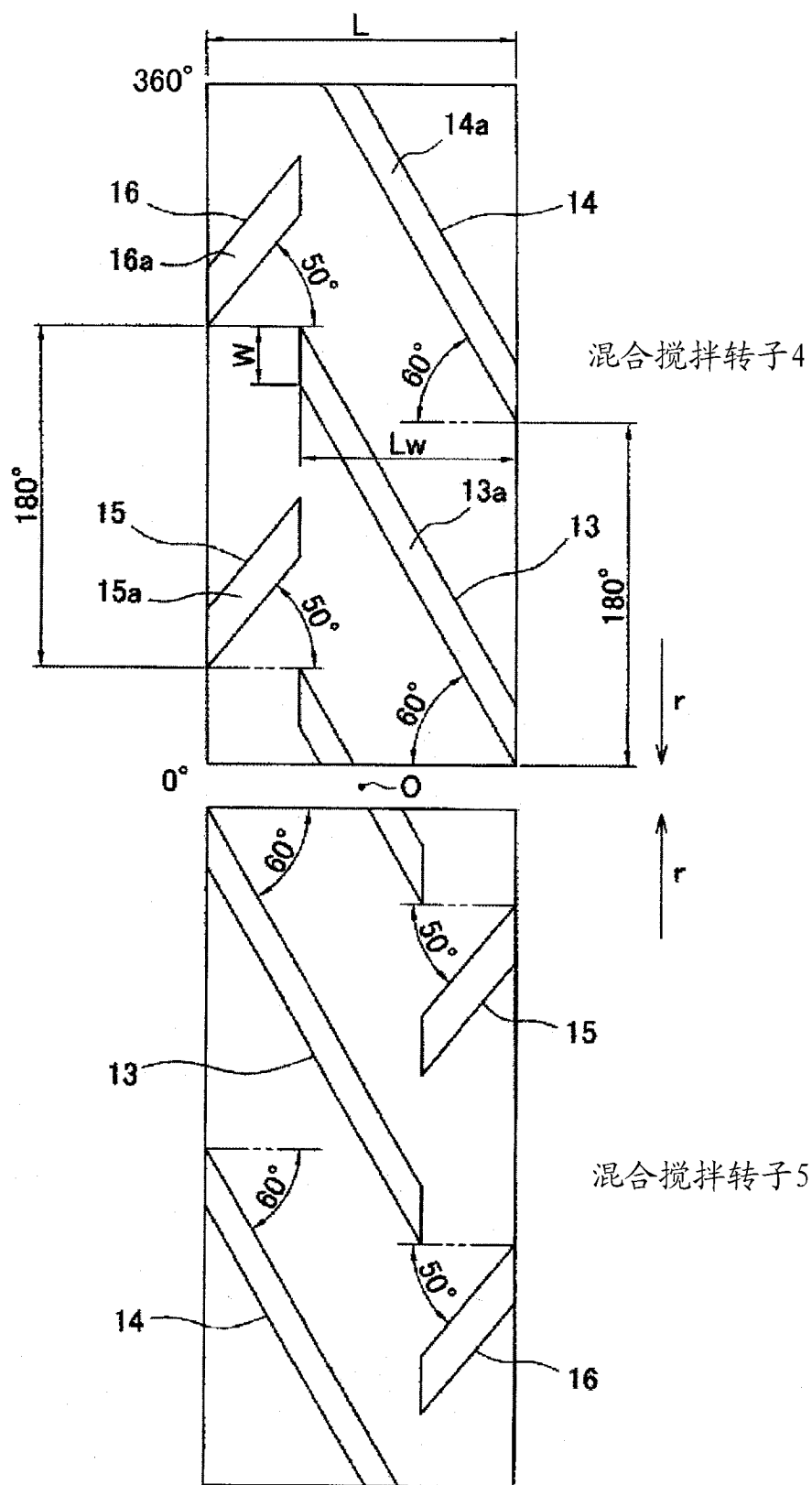


图 3

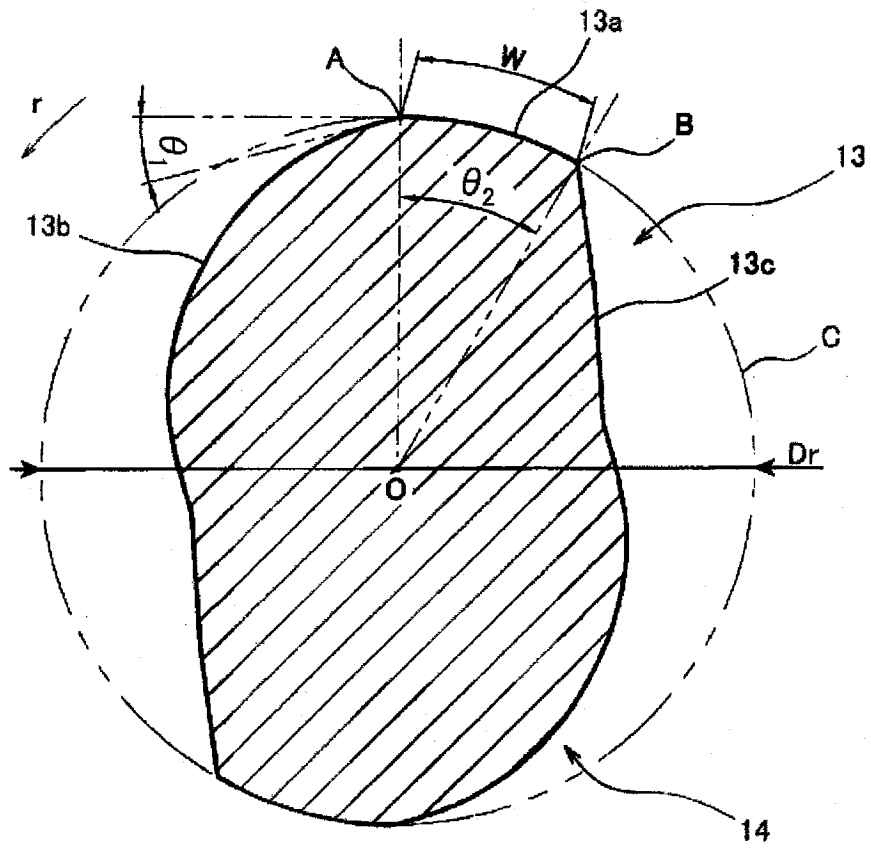


图 4

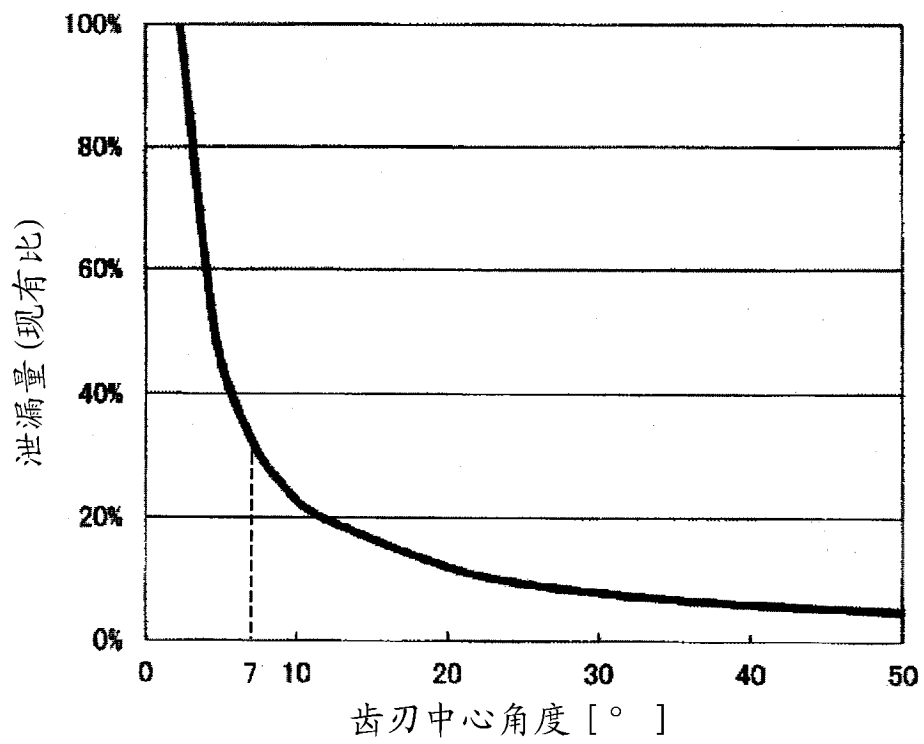


图 5

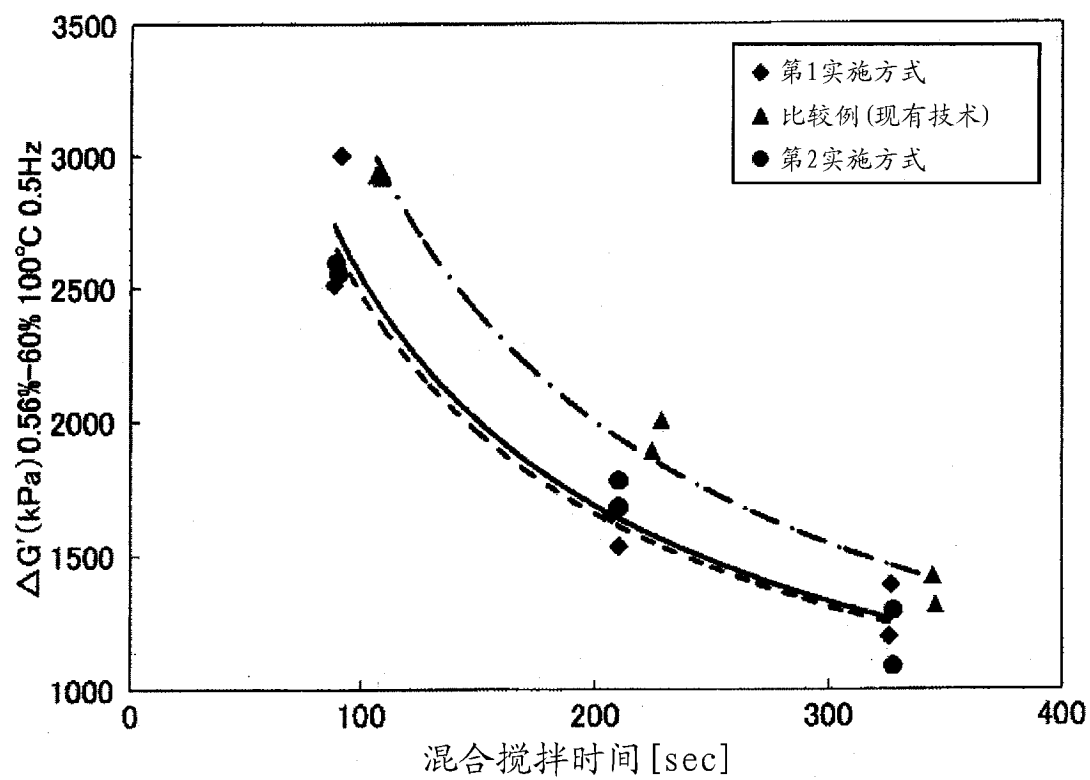


图 6

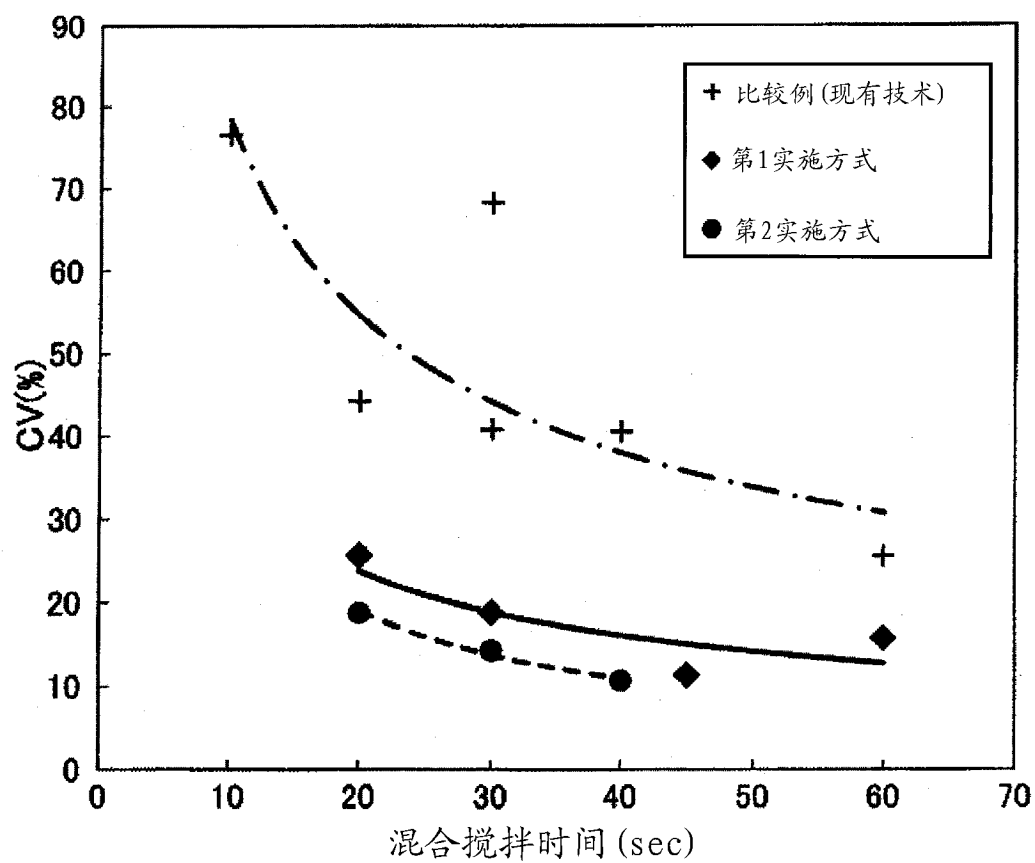


图 7

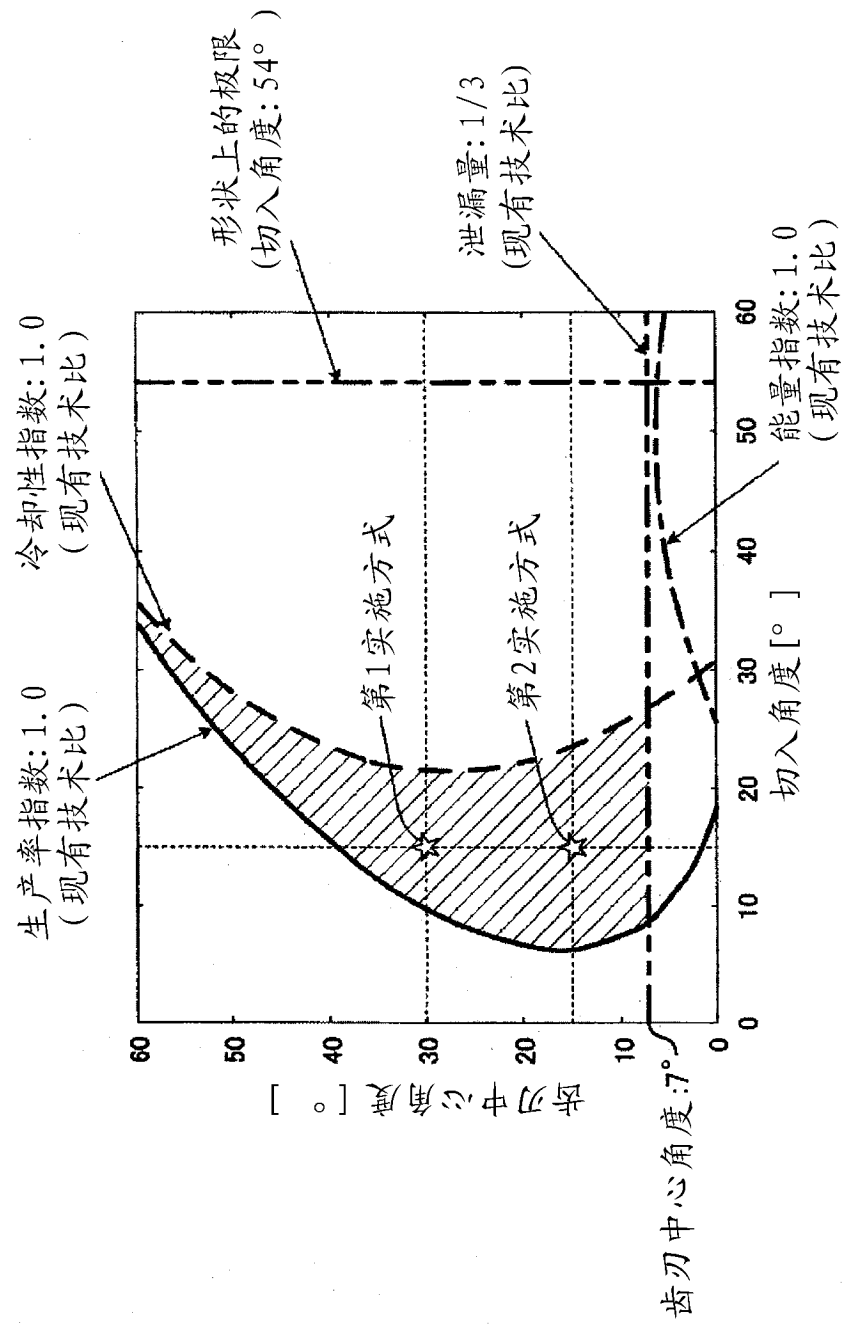


图 8