



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105289023 B

(45)授权公告日 2017.08.01

(21)申请号 201510733163.5

(22)申请日 2015.10.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105289023 A

(43)申请公布日 2016.02.03

(73)专利权人 武汉纽威制药机械有限公司

地址 430071 湖北省武汉市张家湾60号

(72)发明人 叶菁 胡汉华 余经碳

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 唐万荣 朱宏伟

(51)Int.Cl.

B01D 1/22(2006.01)

B01D 1/30(2006.01)

B01J 19/12(2006.01)

(56)对比文件

US 4995945 A, 1991.02.26,

CN 201986676 U, 2011.09.28,

KR 1020120114848 A, 2012.10.17,

CN 101612486 A, 2009.12.30,

廖勇等.超高压水射流对川乌中乌头碱含量的影响.《时珍国医国药》.2011,第22卷(第3期),

廖勇等.超高压水射流对葛根中葛根素含量的影响.《时珍国医国药》.2009,第20卷(第10期),

审查员 高秋菊

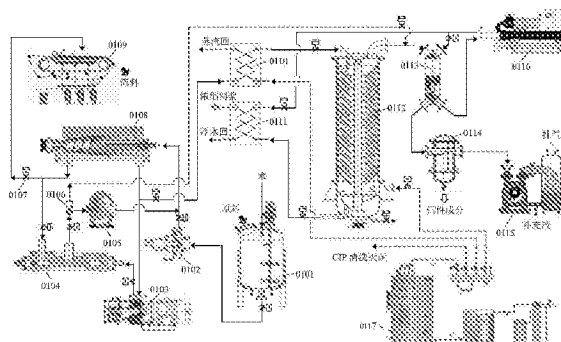
权利要求书2页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法

(57)摘要

本发明涉及一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,包括以下步骤:S1、将粉碎后中药有效成分的提取原料加入到搅拌罐中,加入水搅拌后送至离心分离机;S2、将分离后的重质物输送至水射流磨进行水射流粉碎;S3、将所述步骤S2获得的轻质物溶液输送至多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置上端加料口,所述低温蒸发装置包括同轴相间叠层设置的回转锥面碟片和固定锥面碟片,其中,回转锥面碟片固定在中心轴上做旋转运动;S4、气相活性物质随蒸汽一起,被抽吸进入冷凝器,并与水蒸汽一起被冷凝成液体;再通过分离器使活性物质与冷凝水分离,获得液态的中药有效成分。本发明以纯物理方法实现粉碎和蒸馏提取的高品质中药有效成分。



1. 一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将粉碎后中药有效成分的提取原料加入到搅拌罐中,加入水搅拌后送至离心分离机;

S2、将分离后的重质物输送至水射流磨进行水射流粉碎;

S3、将所述步骤S2获得的轻质物溶液输送至多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置上端加料口,所述低温蒸发装置包括同轴相间叠层设置的回转锥面碟片和固定锥面碟片,其中,回转锥面碟片固定在中心轴上做旋转运动;轻质物溶液从最上层的回转锥面碟片,逐层流动到最下层的固定锥面碟片;热气流则从所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的下端侧部进入,并与轻质物溶液流向作逆向流动,逐层上升,期间流经回转锥面碟片与固定锥面碟片构成的锥形环状间隙,与溶液膜层发生热交换,将液相的活性物质蒸发为气相;

S4、气相活性物质随蒸汽一起,被抽吸进入冷凝器,并与水蒸汽一起被冷凝成液体;再通过分离器使活性物质与冷凝水分离,获得液态的中药有效成分;

在所述步骤S2中,将高压柱塞泵、水射流磨、离心分离机和粉碎浆料输送泵连接形成闭路粉碎与分离回路,搅拌罐中的原料,通过植物浆料输送泵输送至离心分离机,分离后的重质物被输送至水射流磨;分离后的轻质物溶液,被输送入高压柱塞泵,作为工作介质循环使用。

2. 根据权利要求1所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,当粒度达到平均粒径的设定指标时,离心分离机分离后的重质物切换出闭路粉碎与分离回路,重质物输送至过滤脱水装置。

3. 根据权利要求1所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,粉碎后的浆料在闭路粉碎与分离回路中获得连续循环粉碎,直至由离心分离机分离后的轻质物溶液中的微细颗粒粒度达到平均粒径的设定指标时,通过流量控制阀将轻质物溶液切换出闭路粉碎与分离回路,并被输送进入蒸发料浆预热器,预热后的轻质物溶液,再被输送至多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置上端加料口。

4. 根据权利要求3所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,所述蒸发料浆预热器和多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置与热气源连接。

5. 根据权利要求1所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,所述水射流磨粉碎过程中产生的中药挥发性有效成分输送至位于蒸发装置后段的冷凝器中捕集。

6. 根据权利要求1所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,蒸发浓缩后的溶液,经由所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的下端排出,再通过浓缩料浆冷却器冷却至常温。

7. 根据权利要求6所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,所述冷凝器和冷却器与冷水机组连接。

8. 根据权利要求1所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,在所述步骤S1中,将根、根茎、皮、叶、花、果、种子等中药有效成分的提取原

料,通过植物粉碎机粉碎至粒度 $<10$ 目,加入到搅拌罐中,再按固液比1:(2~8)加入水,在常温下浸渍原料30~60min,期间搅拌器以线速度0.2~1.5m/s连续或间歇搅拌。

9.根据权利要求1所述的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,其特征在于,在所述步骤S3中,低温蒸发装置内轻质物溶液与上升的热气流发生热交换的温度在25~120℃范围内。

## 一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及中药制药领域,更具体地说,涉及一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法。

### 背景技术

[0002] 随着现代社会健康水平的提高,以及人们对“回归自然”理念的认同,以天然植物为原材料的药物、食品、保健及护肤品等越来越得到重视,其中,中药因具有独特完整的理论体系、深厚的人文内涵、疗效肯定、无副作用而深受人们喜爱。在继承传统中药加工工艺和制剂技术的基础上,采用新方法、新工艺对中药有效成分进行提取利用,是提高中药质量、改善中药剂型、合理利用中药资源的重要途径。

[0003] 植物类中药取自于植物的根、根茎、皮、叶、花、果、种子及树胶等,其药用有效成分,即活性物质主要包括:生物碱、甙类、挥发油类、鞣质、氨基酸、酮类、醇类、酚类、萜烯类、甙类、有机酸等,这些活性物质通常是以初级代谢产物,如纤维素、叶绿素、淀粉、蛋白质、树脂、树胶、糖类等为基体,分布于细胞内和细胞间质中。在溶出时,必须先透过细胞壁和细胞膜才能释放。但通常植物的细胞组织紧密,细胞壁也很厚,使溶剂不易渗透和扩散,有效成分或可溶物很难被直接浸提出来。

[0004] 为了高效地提取中药的有效成分,可首先对植物类中药进行粉碎处理,以便于这些活性物质能够在溶剂中顺利溶出。研究表明,若将植物类中药超细粉碎至平均粒径约 $5\sim 10\mu\text{m}$ ,使其粒度小于一般植物细胞的直径 $10\sim 100\mu\text{m}$ ,可使粉碎率达到 $\geq 95\%$ ,实现所谓粉碎粉碎。因此,利用超细粉碎方法,可使植物的颗粒尺寸大大减小,比表面积显著增加,植物类中药活性成分溶出度和提取率明显提高,同时也提高了植物类中药的有效利用率。

[0005] 为了实现对植物类中药的粉碎粉碎目的,在本领域中,可采用各种公知的方法:如利用介质磨剥类粉磨装置,包括振动磨、搅拌磨、行星磨和胶体磨,这类超细粉碎方法存在着摩擦发热,使中药活性成分受热劣化和挥发性成分易损失等问题,还存在着研磨介质磨损掺杂污染的问题。

[0006] 又如,利用干法机械冲击粉碎和气流粉碎,但由于植物纤维的韧性,使得冲击粉碎效率难以提高,同时,由于植物纤维的可燃性,粉碎过程中存在着粉尘爆炸的可能,使粉碎系统须采用较复杂的防暴工艺,并配置成本较高的防暴装置。深冷粉碎虽可解决韧性植物纤维的粉碎问题,但生产成本较高。

[0007] 再如,物理处理方法,通过超声波、微波、蒸汽爆破等方法方便粉碎。其中,超声波粉碎是利用高频超声波在液体产生的空化剥蚀效应和碎解作用使细胞壁破碎,可能的问题是受限于超声波换能器功率,处理能力不够大;微波破壁是利用微波场中的植物介质吸收微波能量时,因细胞内的分子极化产生偶极子超高频振动、摩擦而生热,当液相吸收足够的潜热气化后,冲破细胞壁释放蒸气达到粉碎目的,可能的问题是中药植物的活性物质因过热而劣化;蒸汽爆破是利用具有一定压力的蒸汽进入植物细胞内后,因突然泄压使蒸汽

释放造成粉碎,可能的问题仍然是过热。可见,目前这类物理处理方法处理强度较大,活性成分损失也较大。

[0008] 另一种溶剂提取法,可在未做粉碎处理的条件下,利用物质在溶剂中的溶解性差异,即选用对不需要溶出成分溶解度小,而对活性物质溶解度大的溶剂,通过溶剂对细胞壁的渗透作用进入细胞内,溶解可溶性活性物质,造成细胞内、外的浓度差,使细胞内的浓溶液不断向外扩散,溶剂则不断进入细胞中,直至细胞内、外溶液浓度达到动态平衡时,将饱和溶液滤出,再加入新溶剂继续溶出。溶剂可以是强极性的水,也可以是亲水性或亲脂性的有机溶剂。溶剂提取法分为冷提法和热提法两种,普通的溶剂提取法相对粗放,时间长,效率较低,提取的有效成分相对含量不高。

[0009] 当细胞因破壁或扩散作用使活性物质溶入溶剂中后,则进一步需要使液相的活性物质从溶剂中分离出来,即蒸馏提取。在本领域中,可采用各种公知的方法:如传统的浸提方法,包括煎煮法、浸渍法、渗漉法、回流提取法、蒸馏法、水蒸气蒸馏法等。或较为新颖的浸提方法,包括超临界流体萃取法、超声提取法、微波提取法、荷电提取法、半仿生提取法、旋流提取法、加压逆流提取法、酶法提取法等。

[0010] 其中,蒸馏法,利用混合液体中各组分沸点(挥发性)不同,使低沸点组分蒸发,再冷凝成液体以分离整个组分。若以水为溶剂,即水蒸气蒸馏法,经济性好、安全性高、操作性强,且对植物类中药中极性的生物碱、鞣质、氨基酸、酮类、醇类、甙类、酚类、有机酸盐等水溶性活性物质具有较好的提取效果,但对于低极性的挥发油类、甙类、有机酸、萜烯类脂溶性活性成分提取效果不佳,且需较高的蒸发温度,副反应较多,可能影响有效成分的活性。

[0011] 又如,超临界流体CO<sub>2</sub>萃取,利用超临界流体所具有的超强溶解能力,使活性物质溶解,并通过压力和温度的控制,使CO<sub>2</sub>溶剂在萃取过程中达到临界点,完成液相至气相的超临界转变,而得到液相的活性物质。该方法纯度高、无溶剂残留,适合于对植物类中药中大多非极性 or 弱极性的挥发性成分的萃取,故在本领域已有较多应用。但该方法处理量较低、设备投资较大、成本较高,对低挥发性的活性物质萃取得率低。

[0012] 通过上述分析可知,从植物类中药中提取活性成分的关键技术有两点,一是,实现粉碎;二是,液相转化为气相时对蒸发温度的控制。前者关系到活性物质的溶出度,后者关系到活性物质的品质。

[0013] 根据以上分析可知,在本领域中,对植物类中药的粉碎公知的方法,主要采用的是干法粉磨工艺,其粉碎的施力方式主要是磨剥和击碎,与施力方式相对应物料所生产的抗破碎阻力是:抗压、抗剪、抗弯和抗冲击力,即缺少了一项抗拉破碎阻力。而材料的机械强度规律是:抗压强度最大,抗剪强度次之,抗弯强度较小,抗拉强度最小。因此,在植物类中药粉碎公知的方法中,粉碎施力方式缺少了一项可提高物料易磨性的拉伸(或张力)粉碎作用力,这也是其它干法粉磨工艺的共性缺点。此外,由于干法粉磨工艺在磨剥和击碎过程中,产生摩擦发热现象。由此引发了相应粉碎工艺带来的问题,如存在着破壁率不高及过热引起的中药活性物质劣化等不足。

[0014] 在本领域中,对溶有中药活性物质的溶液,进行气相转化的蒸发温度控制方面,在如上所述公知的方法中,采取了包括水蒸气蒸馏、常温蒸馏和减压蒸馏等措施,但在“同种物质在不同的温度下有不同的饱和蒸气压,并随着温度的升高而增大,饱和蒸气压值越高,就越有利于液相变为气相”的蒸发原理与中药活性物质“温度过高引起劣化”这对矛盾的协

调方面,大多属于常规的工艺平衡,相对缺乏方法和装置方面的原理性突破。

[0015] 以下引述的专利在其中某些方法和装置方面获得了一定的成功,但这不能必然地解释为既有的这些技术是适宜的。

[0016] 韦藤幼等人的中国专利CN 02149695.1,公开了一种植物有效成分的微波预处理提取方法,首先把干植物粉碎,加少量含乙醇水溶液充分湿润,然后至于微波场中进行快速预处理,最后加入热溶剂搅拌洗涤就可以把植物组织内的有效成分提取出来。

[0017] 于永利等人的中国专利CN 200510016832.3,公开了一种北五味子活性成分提取方法,步骤是:北五味子经精选→粉碎→加热→微波处理→回流提取→过滤→高速离心分离→真空干燥得成品。

[0018] 马烽等人的中国专利CN 200610044442.1,公开了一种用于植物有效成分提取的减压微波萃取装置和方法,由微波炉、萃取罐、冷凝器、气液分离器和减压装置组成。微波炉设置在萃取罐外围,其内均匀布置微波发生器;萃取罐上安装有电动搅拌器,萃取罐顶部设置消磁器,萃取罐上部为萃取室,下部设置活动的溶剂储存室,中间通过带均布溶剂渗透孔的隔板把萃取室和储存室隔开。在减压和微波作用下,溶剂汽化经冷凝器冷凝成液态溶剂,由循环管返回到溶剂储存室,植物经微波辐照后,由萃取罐下部的卸料装置卸料。由于装置中采用了减压和溶剂循环装置,加速了微波辐照引起的植物有效成分提取过程,同时保证植物有效成分不会因温度过高而发生热变质。

[0019] 赵瑛等人的中国专利CN 200610104933.0,公开了一种中药有效成分的提取生产方法,中药材原料除杂后,加入相应提取液,经逆渗、浸提,超声波振荡助溶,快速溶出有效成份。适用于含水溶性、醇溶性有效成分的中药材。

[0020] 潘永岐的中国专利CN 200810051150.X,本发明公开了一种连续常温提取中药有效成分的方法及装置,将溶剂与30~100目中药物料混合均匀制成混合液,输送到提取器的电极中间进行分离,电极电压为3~9千伏,频率3~9千赫兹,使混合液中通过20~200安培的高频电流,在高频电流和电场力的作用下中药物料的生物分子被极化,显现电极性,产生震荡,分子间引力被破坏,物质结构发生松散,溶剂能够快速渗透到物质内部,使有效成分快速溶解在溶剂之中,提取后进行药渣和溶剂分离,得到含有中药有效成分的溶液。

[0021] 秦胜利等人的中国专利CN 200910022006.8,公开了一种超声波提取天然植物有效成分的制备工艺,包括以下步骤:清洗除尘;粉碎;浸渍:将粉碎后的待提取天然植物原料放入内置搅拌器的物料混合罐进行持续搅拌,搅拌过程中,向物料混合罐内的待提取天然植物原料中加入浸渍液且经混合搅拌后获得物料混合液;超声波提取:在液压循环泵一的作用下,通过连接在物料混合罐与超声波提取装置间的循环管道将物料混合液循环不断地从超声波提取装置内部通过并进行连续循环式超声波提取;过滤;减压浓缩。

[0022] 杨日福等人的中国专利CN 200910214229.4,公开了一种超声协同静电场提取植物有效成分的方法及其装置,包括提取罐是一个清洗槽式圆柱体声反应器,在提取罐内设置中央电极,静电发生器正、负极通过控制开关与中央电极电连接,静电发生器的接地端与提取罐的侧壁电连接,实现对极性成分和非极性成分的提取。

[0023] 张宗权等人的中国专利CN 201110143520.4,公开了一种电磁力协同超声波中药有效成分提取装置,在罐体的上端设置加工有加料口,罐体上盖上设置有辐射端向下的功率超声换能器,功率超声换能器的辐射端上设置有伸入到罐体内、下端与超声辐射盘联接

的径向超声辐射管,超声辐射盘上加工有滤孔;罐体内超声辐射盘与壳体底部之间罐体内壁上设置有平板形滤膜,罐体内超声辐射盘上设置有导磁不锈钢多面体,罐体的外侧壁上设置有由6或12个且与可编程控制器连接的设置在骨架上的线圈。

[0024] 陈洪章等人的中国专利CN 201110233876.7,公开了一种提高药用植物有效成分溶出率的原料气爆预处理方法:将用水或水溶液预浸后的物料置于高压容器中,密封,通入介质,使物料温度在40~250℃维持0.5~30min,然后快速泄压,将高压容器罐中处理的物料释放到常压容器中,即得到气爆预处理后的物料;所述的介质为空气、二氧化碳、臭氧、液氮、氮气、水蒸汽、超临界CO<sub>2</sub>中的一种或任意两种的组合。基于药用植物有效成分生物活性而选择性采用多种低温、高压状态下的介质组合气爆方式,充分保证物料处理强度,在不损伤有效成分的活性前提下,提高有效成分溶出率。

[0025] 沈志刚等人的中国专利CN 201210230560.7,公开了一种利用高压喷雾逆流法提取天然植物有效成分的装置及方法,将待提取天然植物杂质、粉碎;再放入搅拌罐加入浸泡液,得到物料混悬液,在提取罐中加入提取溶剂,将制备好的物料混悬液喷洒成雾状液滴进行喷雾提取,然后高压喷雾逆流提取,最后用离心机除去固体杂质;减压浓缩,采用喷雾干燥、微波干燥或真空干燥得到产品。

[0026] 赵文昌等人的中国专利CN 201210502408.X,公开了一种中药提取浓缩装置及提取浓缩的方法,提取浓缩装置的结构包括提取单元和浓缩单元,提取单元包括提取罐和药液储罐,提取罐内设置有可上下移动的活塞,当活塞杆在驱动力的作用下,使活塞向上移动以对上加压室中的药渣施压进一步压榨;浓缩单元包括浓缩容器、真空泵和用于给浓缩容器加热的加热装置,浓缩容器内设置有形成药液薄膜的阶梯状的蒸发板组件,可循环浓缩。

[0027] 徐永平等人的中国专利CN 200510130852.3,公开了一种植物有效成分提取方法,即机械粉碎固体植物原料和适量化学助剂的混合物后,选用水或乙醇提取有效成分,利用机械粉碎固体植物原料时界面间产生微切变,细胞壁打破,新鲜切面裸露,化学助剂与有效成分之间发生颗粒团或分子团的相互吸附或作用的原理,改变了植物有效成分的微观性能,溶出量提高。

[0028] 李巧如的中国专利申请公布号CN 101371854A,公开了一种中药有效成分的湿法粉碎提取方法。包括步骤:将中药材饮片或粗粉置粉碎器中,加入4~20倍量的溶媒(水、不同浓度的乙醇、丙酮等),于10000转/分钟高速粉碎5~40分钟,粉碎后药液于5000~10000转/分钟离心5~10分钟,所得药液即为中药有效成分提取液。

[0029] 值得注意的是,在CN 101371854A中,虽然并未明确所述的湿法粉碎是什么粉碎装置,但基于其粉碎转速为5000~10000转/分钟的特征判断,应该是小规格胶体磨,即在由高速回转体与固定壁之间所形成的环状锥形窄小缝隙内,因流体附面层的强力剪切作用和回转齿形表面的冲击作用,使液体中的固体物料撕裂、粉碎成细小颗粒。这对纤维状植物的粉碎是一种较好的方式,但存在的问题是粉碎过程伴随着热量的产生,这可能造成某些中药生物活性成分的灭活或劣化。

[0030] 基于以上分析可知,在本领域中,目前尚没有一种湿法粉磨工艺,其粉碎的施力方式不仅具有磨剥和击碎作用,同时兼有拉伸作用的直接破壁细胞,和通过提高溶液膜层的饱和蒸气压值实现低温蒸馏提取中药有效成分的方法。因此,期望提供一种通过采用对植物类中药原料适宜的粉碎施力方式,使中药植物细胞获得充分破壁,以提高中药活性物质

的溶解度;在此基础上,将溶有中药活性物质的溶液,分散成均匀的薄膜层,以利用克劳修斯—克拉珀龙(Clausius Clapeyron)方程原理,来提高薄膜层溶液的饱和蒸气压值,并通过流体增速减压和真空抽吸的协同减压作用,使溶有中药活性物质的溶液在较低温度下由液相转化为气相,实现中药活性物质的高效蒸发,最后通过高效冷凝器及分离器,制备出以纯物理方法实现粉碎和蒸馏提取的高品质中药有效成分。

## 发明内容

[0031] 本发明要解决的技术问题在于,提供一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,以纯物理方法实现粉碎和蒸馏提取的高品质中药有效成分。

[0032] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,包括以下步骤:

[0033] S1、将粉碎后中药有效成分的提取原料加入到搅拌罐中,加入水搅拌后送至离心分离机;

[0034] S2、将分离后的重质物输送至水射流磨进行水射流粉碎;

[0035] S3、将所述步骤S2获得的轻质物溶液输送至多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置上端加料口,所述低温蒸发装置包括同轴相间叠层设置的回转锥面碟片和固定锥面碟片,其中,回转锥面碟片固定在中心轴上做旋转运动;轻质物溶液从最上层的回转锥面碟片,逐层流动到最下层的固定锥面碟片;热气流则从所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的下端侧部进入,并与轻质物溶液流向作逆向流动,逐层上升,期间流经回转锥面碟片与固定锥面碟片构成的锥形环状间隙,与溶液膜层发生热交换,将液相的活性物质蒸发为气相;

[0036] S4、气相活性物质随蒸汽一起,被抽吸进入冷凝器,并与水蒸汽一起被冷凝成液体;再通过分离器使活性物质与冷凝水分离,获得液态的中药有效成分。

[0037] 上述方案中,所述水射流磨通过高压水射流的冲击、水楔张力、空化剥蚀作用,使根、根茎、皮、叶、花、果、种子等植物类中药原料的超细粉碎粒度达到平均粒径约 $<5\sim 10\mu\text{m}$ ,以利于中药活性的极性成分溶于水中,同时,在高压水射流剧烈的湍流乳化作用下,也有利于中药活性的非极性(脂性或油性)成分溶于水中。

[0038] 上述方案中,所述水射流磨与离心分离机、高压柱塞泵和输送泵形成闭路粉碎与分离回路,将离心分离机分离的重质物(含粗颗粒)返回所述用于植物超细粉碎的水射流磨,进行连续循环粉碎;将离心分离机分离的轻质物溶液(含活性物质和微细植物类中药颗粒)送入高压柱塞泵,作为工作介质循环使用,直至离心分离机分离的所述轻质物溶液中的微细颗粒,粒度达到平均粒径约 $<5\sim 10\mu\text{m}$ 时,将所述轻质物溶液切换出闭路粉碎与分离回路,并被输送至下一阶段进行蒸发提取。

[0039] 上述方案中,所述轻质物溶液从最上层的回转锥面碟片,交替流动到最下层的固定锥面碟片的过程中,逐层形成均匀膜层,并与上升的热气流发生热交换,将所述轻质物溶液中的活性物质蒸发为气相,所述热交换温度在 $25\sim 120^{\circ}\text{C}$ 范围内,且可通过热气流流量进行调整。

[0040] 上述方案中,所述轻质物溶液,先被输送进入蒸发料浆预热器,预热至 $25\sim 80^{\circ}\text{C}$ 范围内,且可通过热气流流量进行调整,再被输送至所述多层碟片式离心与重力成膜及差速

减压的低温蒸发装置进行蒸发提取。

[0041] 上述方案中,通过真空机组,将所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置蒸发的气相活性物质,随水蒸汽一起,被抽吸进入冷凝器,并与水蒸汽一起被冷凝成液体;再由气液分离器,使活性物质与冷凝水分离,获得液态的中药有效成分,真空机组的真空度为0.035~0.095MPa。

[0042] 上述方案中,所述轻质物溶液,通过所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的蒸发浓缩后,再经由浓缩料浆冷却器冷却至常温,蒸发浓缩冷却后的溶液,经脱水干燥可作为微米化中药的原料加以利用。

[0043] 上述方案中,将根、根茎、皮、叶、花、果、种子等中药有效成分的提取原料,通过植物粉碎机粉碎至粒度 $<10$ 目(1.7mm),加入到搅拌罐中,再按固液比1:(2~8)加入水,在常温下浸渍原料30~60min,期间搅拌器以线速度0.2~1.5m/s连续或间歇搅拌;将浸渍溶胀好的原料,通过浆料输送泵输送至所述离心分离机,分离后的重质物被输送至所述用于植物超细粉碎的水射流磨;分离后的轻质物溶液,被输送至高压柱塞泵,作为工作介质循环使用。

[0044] 上述方案中,在所述用于植物超细粉碎的水射流磨的排料接管处设置气液分离器,将在水射流粉碎过程中产生的植物类中药挥发性有效成分,直接输送至位于所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置后段的冷凝器和气液分离器中,随中药有效成分一并捕集。

[0045] 上述方案中,轻质物溶液切换出闭路粉碎与分离回路时,将离心分离机分离后的所述重质物,同时切换出闭路粉碎与分离回路,输送至过滤脱水装置,脱水后获得由植物类中药纤维状颗粒组成的渣料可被综合利用,如作为饲料或可降解的农药载体等。

[0046] 实施本发明的水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法,具有以下有益效果:

[0047] 本发明通过水射流磨对植物进行粉碎粉碎,以提高中药活性物质的溶解度;并利用多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸馏装置,将溶有活性物质的溶液分散成均匀的薄膜层,以提高薄膜层溶液的饱和蒸气压值,并通过流体差速减压和真空抽吸的协同减压作用,使溶有活性物质的溶液在较低温度下高效蒸发,最后通过高效冷凝器及分离器,制备出以纯物理方法实现粉碎和蒸馏提取的中药有效成分。

## 附图说明

[0048] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0049] 图1为一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法工艺流程示例性简图;

[0050] 图2为多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的主视剖面图;

[0051] 图3为回转锥面碟片组件的局部剖视图;

[0052] 图4为回转锥面碟片组件的仰视图;

[0053] 图5为固定锥面碟片组件的局部剖视图;

[0054] 图6为固定锥面碟片组件的仰视图;

[0055] 图7为用于植物超细粉碎的水射流磨主视剖面图;

- [0056] 图8为用于植物超细粉碎的水射流磨的俯视图；  
[0057] 图9为图7中的A-A剖面图；  
[0058] 图10为上部进料分级结构的主视剖面图；  
[0059] 图11为图10中的C向视图；  
[0060] 图12为下部喷嘴粉碎结构的主视剖面图；  
[0061] 图13为图12中的B向视图。

### 具体实施方式

[0062] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0063] 如图1所示，本发明提供的一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法，其工艺流程及所设置的装置包括：搅拌罐0101，中药浆料输送泵0102，高压柱塞泵0103，用于植物超细粉碎的水射流磨0104，粉碎浆料输送泵0105，粉碎料浆气液分离器0106，流量控制阀0107，离心分离机0108，过滤脱水装置0109，蒸发料浆预热器0110，浓缩料浆冷却器0111，多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112，冷凝器0113，气液分离器0114，真空机组0115，冷水机组0116，热气源0117。

[0064] 所述一种水射流粉碎和离心膜减压低温蒸馏提取中药有效成分的方法的工艺步骤及主要工艺参数如下：

[0065] 步骤1：将植物的根、根茎、皮、叶、花、果、种子等中药有效成分的提取原料，通过植物粉碎机粉碎至粒度 $<10$ 目（ $1.7\text{mm}$ ），加入到搅拌罐0101中，再按固液比1：（2~8）加入水，在常温下浸渍原料30~60min，期间搅拌器以线速度 $0.2\sim 1.5\text{m/s}$ 连续或间歇搅拌；将浸渍溶胀好的原料，通过植物浆料输送泵0102输送至离心分离机0108，分离后的重质物（含原料粗颗粒）被输送至所述用于植物超细粉碎的水射流磨0104；分离后的轻质物（含活性物质和微细中药植物颗粒）溶液，被输送入高压柱塞泵0103，作为工作介质循环使用。

[0066] 步骤2：分离后的重质物经由进料接管，进入所述用于植物超细粉碎的水射流磨0104的扁平环管形粉碎室，进行水射流粉碎；粉碎后的浆料通过粉碎浆料输送泵0105，经由排料接管被抽吸排出所述用于植物超细粉碎的水射流磨0104，再输送至离心分离机0108进行分离；按此过程，使离心分离机0108分离后的重质物，在由高压柱塞泵0103、所述用于植物超细粉碎的水射流磨0104、离心分离机0108和粉碎浆料输送泵0105形成的闭路粉碎与分离回路中，获得连续循环粉碎，直至由离心分离机0108分离后的轻质物溶液中的微细颗粒，粒度达到平均粒径约 $<5\sim 10\mu\text{m}$ 的设定指标时，通过流量控制阀0107将轻质物溶液切换出闭路粉碎与分离回路，并被输送进入蒸发料浆预热器0110。

[0067] 所述用于植物超细粉碎的水射流磨0104的喷嘴的粉碎压力为 $5\sim 20\text{MPa}$ ，优选地， $7\sim 12\text{MPa}$ ，扁平环管形粉碎腔的背压在 $0.010\sim 0.040\text{MPa}$ 范围内，优选地， $0.02\sim 0.03\text{MPa}$ 。

[0068] 通过粉碎料浆气液分离器0106，将在所述用于植物超细粉碎的水射流磨0104粉碎过程中产生的挥发性气体直接输送至位于蒸发装置后段的冷凝器0113和气液分离器0114中捕集。

[0069] 在通过流量控制阀0107将轻质物溶液切换出闭路粉碎与分离回路时，将离心分离机0108分离后的重质物，同时切换出闭路粉碎与分离回路，输送至过滤脱水装置0109，脱水

后获得由中药植物纤维状颗粒组成的渣料可被综合利用,如作为饲料或可降解的农药载体等。

[0070] 步骤3:通过步骤2获得的轻质物溶液,被输送进入蒸发料浆预热器0110,使轻质物溶液预热至25~80℃,此范围内的温度可调;预热后的轻质物溶液,再被输送至所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112上端加料口,从最上层的回转锥面碟片,逐层流动到最下层的固定锥面碟片;热气流则从所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112的下端侧部进入,并与轻质物溶液流向作逆向流动,逐层上升,期间流经回转锥面碟片与固定锥面碟片构成的锥形环状间隙,与溶液膜层发生热交换,温度控制在可调整的25~120℃范围内,将液相的活性物质蒸发为气相。

[0071] 气相的活性物质随蒸汽一起,在真空机组0115的抽吸作用下,经由上端抽吸口排出所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112,真空机组0115的真空度为0.035~0.095MPa。

[0072] 排出所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112的气相活性物质随蒸汽一起,被抽吸进入冷凝器0113,并与水蒸汽一起被冷凝成液体;再由气液分离器0114,使活性物质与冷凝水分离,获得液态的中药有效成分。

[0073] 经过蒸发浓缩后的溶液,经由所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112的下端排出,再通过浓缩料浆冷却器0111冷却至常温,蒸发浓缩冷却后的溶液,经脱水干燥可作为微米化中药的原料加以利用。

[0074] 冷水机组0116为冷凝器0113和浓缩料浆冷却器0111提供冷却液,冷却温度范围0.5~8℃。

[0075] 热气源0117为蒸发料浆预热器0110和所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112提供热气流,温度范围85~120℃。

[0076] 所述用于植物超细粉碎的水射流磨和所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置,以及提取系统中配置有原位清洗CIP装置及蒸汽高温灭菌措施。

[0077] 如图2所示,多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置0112,其结构包括:料液加料接管1201,上轴承组件1202,上定位圈1203,料液喷嘴1204,回转锥面碟片组件1205,固定锥面碟片组件1206,筒体1207,下定位固定锥面碟片1208,机座筒体1209,浓缩液收集斗1210,浓缩液排料接管1211,下轴承组件1212,蒸发气体导出接管1213,筒体上盖1214,温度传感器1215,紧定圆螺母1216,上定位轴套1217,中心轴1218,热气流导入接管1219,下定位轴套1220,浓缩液抛洒盘1221,蒸汽冷凝液排出接管1222,传动带轮1223。

[0078] 如图3和图4所示,回转锥面碟片组件1205由回转锥面碟片12051、回转锥面碟片叶片12052和回转锥面碟片定位圈12053组成,回转锥面碟片叶片12052的数量为4~16片,本实施例中优选地,6片。

[0079] 如图5和图6所示,固定锥面碟片组件1206由固定锥面碟片12061、固定锥面碟片叶片12062和固定锥面碟片定位圈12063组成,固定锥面碟片叶片12062的数量为6~24片,本实施例中优选地,8片。

[0080] 如图2~图6所示,固定锥面碟片组件1206上的固定锥面碟片定位圈12063的外圆直径为D0;固定锥面碟片组件1206上的固定锥面碟片12061上的内圆孔径为D1;固定锥面碟片组件1206的高度为GH;固定锥面碟片定位圈12063的高度为Gh;回转锥面碟片组件1205上

的回转锥面碟片12051上端外圆直径为 $D_2$ ;回转锥面碟片组件1205上的回转锥面碟片12051锥底外圆直径为 $D_3$ ,回转锥面碟片组件1205的高度为 $ZH$ ,回转锥面碟片定位圈12053的高度为 $Zh$ ;筒体1207高度与筒体上盖1214的厚度之和为 $H$ ,机座筒体1209的高度为 $h$ ;回转锥面碟片12051和固定锥面碟片12061锥面与中心轴1218轴线的夹角均为 $\beta$ 。

[0081] 如图2~图6所示,料液加料接管1201焊接在筒体上盖1214的偏心位置上,料液加料接管1201下端与料液喷嘴1204通过管螺纹密封联接;上轴承组件1202轴线与筒体上盖1214轴线同轴布置,并通过螺栓密封联接,中心轴1218上端以动配合装配方式嵌套在上轴承组件1202中;回转锥面碟片1205通过回转锥面碟片定位圈12053与中心轴1218以花键联接,并通过回转锥面碟片定位圈12053沿轴向定位,回转锥面碟片组件1205由回转锥面碟片12051、回转锥面碟片叶片12052和回转锥面碟片定位圈12053通过焊接方式组成一体结构;固定锥面碟片组件1206通过固定锥面碟片定位圈12063活套在筒体1207内壁中,上下相邻的固定锥面碟片组件1206以定位销的定位方式,使叠层的所有固定锥面碟片组件1206的轴线与中心轴1218同轴,并通过固定转锥面碟片定位圈12063沿轴向定位,固定锥面碟片1206由固定锥面碟片12061、固定锥面碟片叶片12062和固定锥面碟片定位圈12063通过焊接方式组成一体结构;筒体1207可分为2~4段,通过法兰和螺栓密封联接;蒸发气体导出接管1213焊接在筒体上盖1214的偏心位置上,筒体上盖1214与筒体1207的上法兰通过螺栓密封联接;浓缩液收集斗1210和浓缩液排料接管1211与机座筒体1209通过焊接方式组成一体结构;热气流导入接管1219焊接在机座筒体1209侧壁,蒸汽冷凝液排出接管1222焊接在机座筒体1209底部;下轴承组件1212轴线与机座筒体1209轴线同轴布置,并通过螺栓密封联接在机座筒体1209底部,中心轴1218下端以动配合装配方式嵌套在下轴承组件1212中,传动带轮1223通过平键联接在中心轴1218的轴端。

[0082] 如图2所示,按以下顺序依次装配:将中心轴1218下端以动配合装配方式嵌套在下轴承组件1212中;将浓缩液抛洒盘1221套入中心轴1218花键键槽中,压在下端中心轴1218轴肩处;将下定位轴套1220套入中心轴1218花键键槽中,压在浓缩液抛洒盘1221上;将下定位固定锥面碟片1208压在机座筒体1209的法兰止口中定位;将回转锥面碟片组件1205套入中心轴1218花键键槽中,压在下定位轴套1220上;将固定锥面碟片组件1206压在下定位固定锥面碟片1208上,再将另一个回转锥面碟片组件1205套入中心轴1218花键键槽中,压在下方的回转锥面碟片组件1205上,以此方式交替装配各回转锥面碟片组件1205和固定锥面碟片组件1206;直至装配到最上端的上定位轴套1217套入中心轴1218花键键槽中,通过紧定圆螺母1216将套入中心轴1218花键键槽中的所有部件锁紧;最上端的固定锥面碟片组件1206通过上定位圈1203和筒体上盖1214压紧,中心轴1218上端以动配合装配方式嵌套在上轴承组件1202中。

[0083] 如图2~图6所示,固定锥面碟片组件1206上的固定锥面碟片定位圈12063的外圆直径为 $D_0$ 时,固定锥面碟片12061上的内圆孔径: $D_1 = (0.150 \sim 0.450) \times D_0$ ,本实施例中优选地, $D_1 = 0.314D_0$ ;固定锥面碟片组件1206的高度: $GH = (0.150 \sim 0.350) \times D_0$ ,本实施例中优选地, $GH = 0.265D_0$ ;固定锥面碟片定位圈12063的高度: $Gh = (0.080 \sim 0.250) \times D_0$ ,本实施例中优选地, $Gh = 0.149D_0$ ;回转锥面碟片12051上端外圆直径: $D_2 = (0.550 \sim 0.980) \times D_0$ ,本实施例中优选地, $D_2 = 0.843D_0$ ;回转锥面碟片12051锥底外圆直径: $D_3 = (0.140 \sim 0.550) \times D_0$ ,本实施例中优选地, $D_3 = 0.0.299D_0$ ;回转锥面碟片组件1205的高度: $ZH =$

$(0.120 \sim 0.380) \times D_0$ , 本实施例中优选地,  $ZH = 0.243D_0$ ; 回转锥面碟片定位圈12053的高度:  $Zh = (0.090 \sim 0.240) \times D_0$ , 本实施例中优选地,  $Zh = 0.138D_0$ ; 筒体1207高度与筒体上盖1214的厚度之和:  $H = (2.00 \sim 4.00) \times D_0$ , 本实施例中优选地,  $H = 2.97D_0$ ; 机座筒体1209的高度为  $h = (0.500 \sim 2.00) \times D_0$ , 本实施例中优选地,  $h = 0.838D_0$ ; 回转锥面碟片12051和固定锥面碟片12061锥面与中心轴1218轴线的夹角均为  $\beta = 30^\circ \sim 60^\circ$ , 本实施例中优选地,  $\beta = 47^\circ$ 。

[0084] 中心轴1218转速范围  $200 \sim 1450 \text{ r.p.m.}$ , 由变频电机或伺服电机调速控制; 温度传感器1215测定的温度范围为  $25 \sim 120^\circ\text{C}$ , 由热气流导入接管1219通入的热气流温度和流量调节控制; 蒸发气体导出接管1213处的真空度为  $0.035 \sim 0.095 \text{ MPa}$ , 由真空机组调整控制。

[0085] 如图7所示, 用于植物超细粉碎的水射流磨0104包括: 上部进料分级结构041, 和下部喷嘴粉碎结构042, 上部进料分级结构041与下部喷嘴粉碎结构042通过螺栓密封连接, 并形成扁平环管形粉碎腔0424和叶片分级冲击环0414结构, 其中, 扁平环管形粉碎腔0424包括多喷嘴汇聚粉碎区, 和均布喷嘴多点切向冲击粉碎区。

[0086] 如图7~图13所示, 扁平环管形粉碎腔0424的外壁直径为  $D_0$ , 扁平环管形粉碎腔0424的内壁直径为  $D_1$ , 下料口0415中心圆直径为  $D_2$ , 下基体外圆直径为  $D_3$ , 叶片分级冲击环0414内径为  $D_4$ , 进料接管0411内径为  $D_{in}$ , 排料接管内径为  $D_{out}$ 。

[0087] 如图7~图11所示, 上部进料分级结构041, 由进料接管0411、排料接管0412、上基体0413、叶片分级冲击环0414和下料口0415构成, 其中, 叶片分级冲击环0414由汇聚喷嘴冲击壁面0414a、均布喷嘴冲击壁面0414b和切向叶片0414c构成。

[0088] 如图10和图11所示, 进料接管0411与上基体0413通过螺栓密封连接, 进料接管0411位置由下料口0415中心圆直径  $D_2$  决定,  $D_2 = (0.80 \sim 0.87) \times D_0$ , 优选地,  $D_2 = 0.84D_0$ ; 进料接管0411直径  $D_{in} = (0.2 \sim 0.4) \times (D_0 - D_1)$ , 优选地,  $D_{in} = 0.23 \times (D_0 - D_1)$ ,  $D_0$  取值范围  $300 \sim 1160 \text{ mm}$ 。

[0089] 如图7、图12和图13所示, 扁平环管形粉碎腔0424的内壁直径为  $D_1$  为  $D_1 = (0.55 \sim 0.75) \times D_0$ , 优选地,  $D_1 = 0.64D_0$ 。

[0090] 如图10和图11所示, 排料接管0412位于上基体0413圆的中心, 并与上基体通过焊接连接, 排料接管0412直径  $D_{out} = (0.12 \sim 0.16) \times D_0$ , 优选地,  $D_{out} = 0.13D_0$ 。

[0091] 如图9、图10和图11所示, 叶片分级冲击环0414与上基体0413为整体结构, 叶片分级冲击环0414内径  $D_4 = (0.45 \sim 0.65) \times D_0$ , 优选地,  $D_4 = 0.54D_0$ ; 叶片分级冲击环0414上的汇聚喷嘴冲击壁面0414a的弧长夹角  $40^\circ \sim 54^\circ$ , 优选地,  $48^\circ$ , 并与具有不同切向角的汇聚喷嘴0423a、0423b、0423c和0423d的轴线, 以大角度接触到小角度的相切; 叶片分级冲击环0414上的均布喷嘴冲击壁面0414b与均布喷嘴0423轴线对应相切, 均布喷嘴冲击壁面0414b弧长夹角  $16^\circ \sim 20^\circ$ , 优选地,  $18^\circ$ ; 叶片分级冲击环0414上的切向叶片0414c的切向角  $25^\circ \sim 50^\circ$ , 优选地,  $30^\circ$ , 切向叶片0414c设置区弧长夹角  $42^\circ$ , 紧邻下料口0415的切向叶片0414c设置区弧长夹角  $72^\circ$ ; 切向叶片0414c高度  $h = (2.8 \sim 3.5) \times (D_0 - D_1)$ , 优选地,  $h = 3.1 \times (D_0 - D_1)$ ; 两个切向叶片0414c相间构成的叶片流道缝隙宽度为  $3 \sim 6 \text{ mm}$ , 优选地,  $4 \text{ mm}$ 。

[0092] 如图9、图12和图13所示, 下部喷嘴粉碎结构042, 由喷嘴堵头0421、环形高压水分布室0422、汇聚喷嘴0423a、0423b、0423c和0423d、均布喷嘴0423, 以及扁平环管形粉碎腔0424、压力传感器0425、下基体0426和高压水接入管0427构成。

[0093] 如图9所示, 汇聚喷嘴0423a与水平轴线夹角为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ , 优选地,  $15^{\circ}$ , 汇聚喷嘴0423b、0423c和0423d之间的比邻夹角为 $17^{\circ} \sim 25^{\circ}$  优选地,  $20^{\circ}$ ; 均布喷嘴0423的切向角 $\beta$ 为 $50^{\circ} \sim 75^{\circ}$ , 优选地,  $62^{\circ}$ ; 汇聚喷嘴和均布喷嘴, 通过螺纹密封连接在下基体0422中; 高压水接入管0427焊接在下基体0426外圆侧壁上, 并与环形高压水分布室0422相通。

[0094] 如图7和图13所示, 扁平环管形粉碎腔0424的流道截面尺寸: 宽度 $B=0.5 \times (D_0-D_1)$ , 高度 $H=(0.15 \sim 0.35) \times (D_0-D_1)$ , 优选地,  $H=0.2 (D_0-D_1)$ 。

[0095] 汇聚喷嘴为3~7个喉部直径为0.7~2.5mm高压水射流喷嘴, 优选地, 汇聚喷嘴为4个喉部直径为1mm的高压水射流喷嘴; 多个均布喷嘴为4~9个喉部直径为0.7~2.5mm的高压水射流喷嘴, 优选地, 汇聚喷嘴为4个喉部直径为1mm高压水射流喷嘴。

[0096] 高压水射流喷嘴的粉碎压力为5~30MPa, 优选地, 7~12MPa。

[0097] 本发明用于植物超细粉碎的水射流磨对植物类中药进行粉碎粉碎, 以提高中药活性物质的溶解度; 并利用多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置将溶有中药活性物质的溶液分散成均匀的薄膜层, 以提高薄膜层溶液的饱和蒸气压值, 并通过流体差速减压和真空抽吸的协同减压作用, 使溶有中药活性物质的溶液在较低温度下高效蒸发; 通过专门针对所述用于植物超细粉碎的水射流磨和所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置设计的耦合工艺及辅助装置配置, 形成一套中药有效成分提取系统。

[0098] 通过所述用于植物超细粉碎的水射流磨, 将中药活性成分的提取原料, 即具有一定粒度尺寸要求的植物类中药的根、根茎、皮、叶、花、果、种子等, 在高压水射流的冲击和水楔张力及空化剥蚀作用下, 超细粉碎至平均粒径约 $<5 \sim 10 \mu\text{m}$ , 使直径约在 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 尺寸范围的各种中药植物细胞的细胞壁破坏, 不仅有利于活性物质的极性成分溶于水中, 而且在高压水射流剧烈的湍流乳化作用下, 也有利于活性物质的非极性(脂性或油性)成分溶于水中。

[0099] 由于所述用于植物超细粉碎的水射流磨以水为工作介质, 若粉碎过程中, 通过高压柱塞泵源源不断地从提取系统外补充工介水, 则会造成对活性物质的过于稀释而影响蒸馏效率。对此, 提取系统配置了离心分离机, 使高压柱塞泵、所述用于植物超细粉碎的水射流磨、离心分离机和输送泵形成闭路粉碎与分离回路, 将离心分离机分离的重质物(含粗颗粒)返回所述用于植物超细粉碎的水射流磨, 进行连续循环粉碎; 将离心分离机分离的轻质物(含活性物质和微细中药植物颗粒)送入高压柱塞泵, 作为工作介质循环使用, 直至离心分离机分离的轻质物的粒度达到平均粒径约 $<5 \sim 10 \mu\text{m}$ 时, 以湿溶胶的形式被输送进入换热器预热, 再被送入多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置上端加料口进行蒸发处理。

[0100] 由于工介水中所含的植物颗粒尺寸微小, 且几乎无磨蚀性, 故不会造成高压柱塞泵以简单的直线往复运动为工作原理的增压推杆磨损, 而对溶液产生掺杂性污染。水射流磨在粉碎过程中升温很小, 不会对活性物质产生热影响。

[0101] 在水射流粉碎过程中, 中药植物中的一些易于从液相中逃逸的挥发性分子, 由于高压水射流的冲击和空化作用而产生挥发, 因此在所述用于植物超细粉碎的水射流磨的排料接管处设置气液分离器, 将这部分挥发性气体直接输送至位于蒸发装置后段的冷凝和气液分离装置中, 随中药有效成分一并捕集。

[0102] 作为中药有效成分提取原料的植物根、根茎、皮、叶、花、果、种子等,在所述用于植物超细粉碎的水射流磨粉碎前,先在搅拌罐中用水浸渍,使植物纤维产生一定的溶胀,以便水射流磨进行高效松解粉碎。

[0103] 通过对植物根、根茎、皮、叶、花、果、种子等原料的一段时间粉碎粉碎和活性物质的溶出处理,经由离心分离机分离的重质物(含粗颗粒)被送入过滤脱水装置进行固液分离,所得的渣料可被综合利用,如作为饲料或可降解的农药载体等。

[0104] 所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置,具有回转和固定的两组锥面碟片同轴相间叠层设置结构,其中,回转锥面碟片固定在中心轴上做旋转运动。当溶液由上端加料口注入到最上层的回转锥面碟片的内表面上时,在离心力作用下,溶液在内表面上铺展成均匀的薄膜层,并以连续流动的方式被抛向回转锥面碟片外圆;在重力作用下流入与其相间的下一层固定锥面碟片内表面的外圆处,并沿锥面汇集流动至固定锥面碟片内圆处,在此过程中,溶液在重力作用下,仍以连续流动的方式在固定锥面碟片内表面上铺展成均匀的薄膜层;汇集流动至固定锥面碟片内圆处的溶液,继续落入与其相间的下一层回转锥面碟片的内表面上的内圆处,以此方式,溶液在离心力和重量作用下,交替在回转和固定的两组锥面碟片内表面上形成均匀膜层。

[0105] 根据克劳修斯-克拉珀龙方程原理,液体膜层越薄,膜层温度梯度越小,受热越均匀,越趋近于蒸发环境温度,故相对于厚膜层,其液体的饱和蒸气压值提高,即薄膜层溶液越容易被蒸发成气体,同时,膜层数量越多,比表面积越大,蒸发量越大。因此,所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置,通过交替在回转和固定的两组数量较多的锥面碟片内表面上形成均匀膜层,来提高活性物质的蒸发效率。

[0106] 在回转和固定的两组锥面碟片的外表面上,各设置有一组均布的叶片;当回转锥面碟片随中心轴旋转时,回转锥面碟片外表面上的叶片,因气体的粘性力作用,带动固定锥面碟片内表面上与溶液薄膜层接触的气体做旋流运动,使固定锥面碟片内表面上的溶液薄膜层表面的气体,产生一个相对于回转锥面碟片外表面上的叶片的滑差速度;同时,当回转锥面碟片随中心轴旋转时,回转锥面碟片内表面上与溶液薄膜层接触的气体,因受到与其相间的固定锥面碟片外表面上的叶片的滞止作用,使回转锥面碟片内表面上的溶液薄膜层表面的气体,也产生一个相对于固定锥面碟片外表面上的叶片的滑差速度。

[0107] 根据伯努力(Bernoulli)方程原理,流体速度越高,压力越低,即越有利于蒸发环境压力低于膜层溶液的饱和蒸气压值。因此,所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置,通过形成这两个滑差速度,使与膜层接触的气流压力低于膜层溶液的饱和蒸气压值,来提高活性物质的蒸发效率。同时,通过增加溶液膜层的比表面积,来加大高活性物质的蒸发量。

[0108] 在溶有活性物质的溶液从最上层的回转锥面碟片,逐层流动到最下层的固定锥面碟片的过程中,热气流则从所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的下端侧部进入,并与溶液流向作逆向流动,逐层上升,期间流经回转锥面碟片与固定锥面碟片构成的锥形环状间隙,与溶液膜层发生热交换,将液相的活性物质蒸发为气相,随蒸汽一起,通过真空机组经由上端抽吸口排出所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置。由于溶液薄层较低的饱和蒸气压值和滑差速度的减压作用,以及真空机组的抽吸协同作用,使得蒸发温度较低,温度操作范围在25~120℃内可调。

[0109] 排出所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置的气相活性物质,被抽吸进入冷凝装置和气液分离装置,使活性物质与冷凝水分离,获得液态的中药活性成分。冷凝和气液分离可采用本领域公知的高效冷凝及分离装置,如螺旋螺纹管冷凝器、膜分离器、层析柱分离器、大孔树脂分离器等。

[0110] 经过蒸发浓缩后的溶液,经由所述多层碟片式离心与重力成膜及差速减压的低温蒸发装置下端排出,由于浓缩液中含有一些具有低饱和蒸气压值的中药活性物质,经脱水干燥可作为微米化中药的原料加以利用。

[0111] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

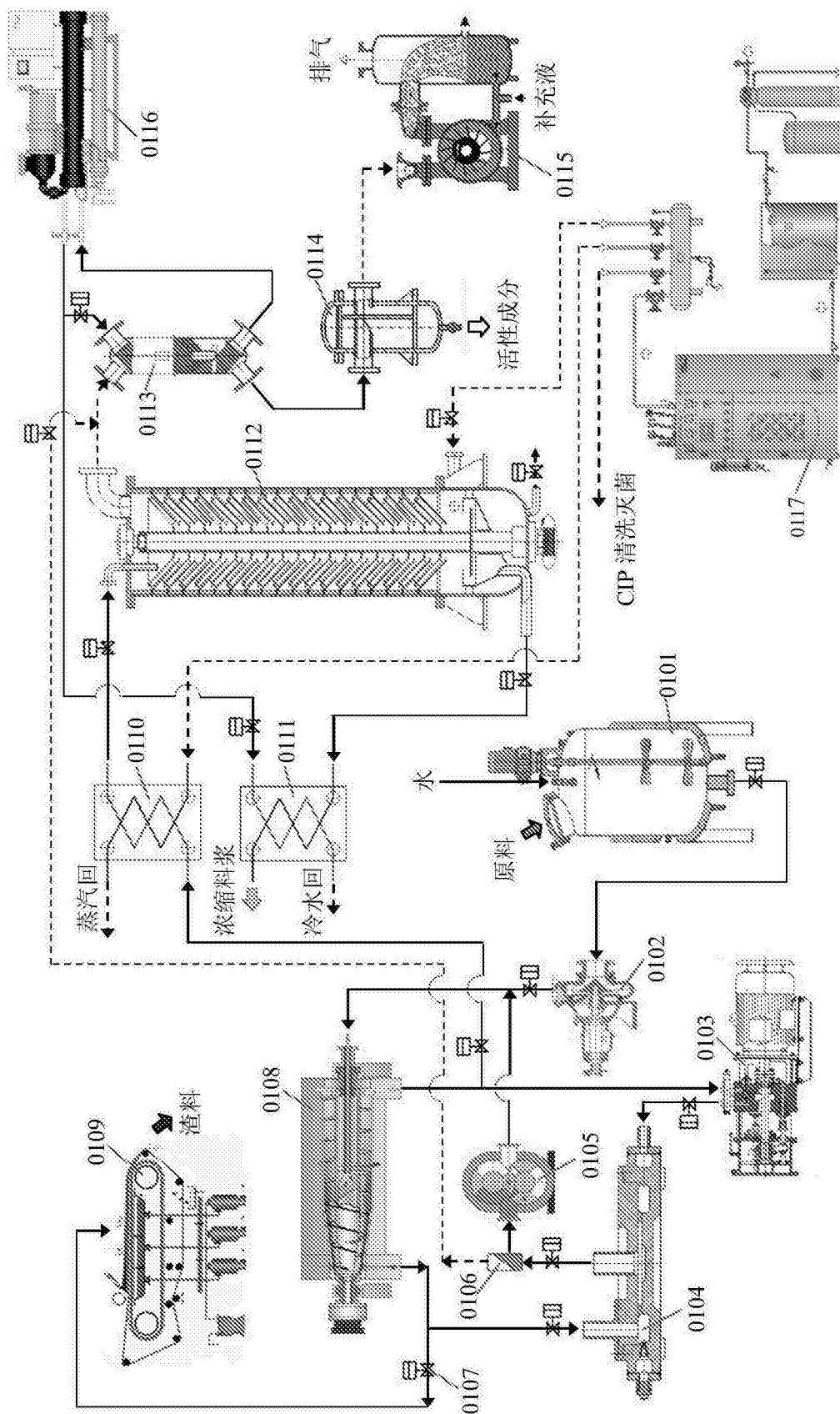


图1

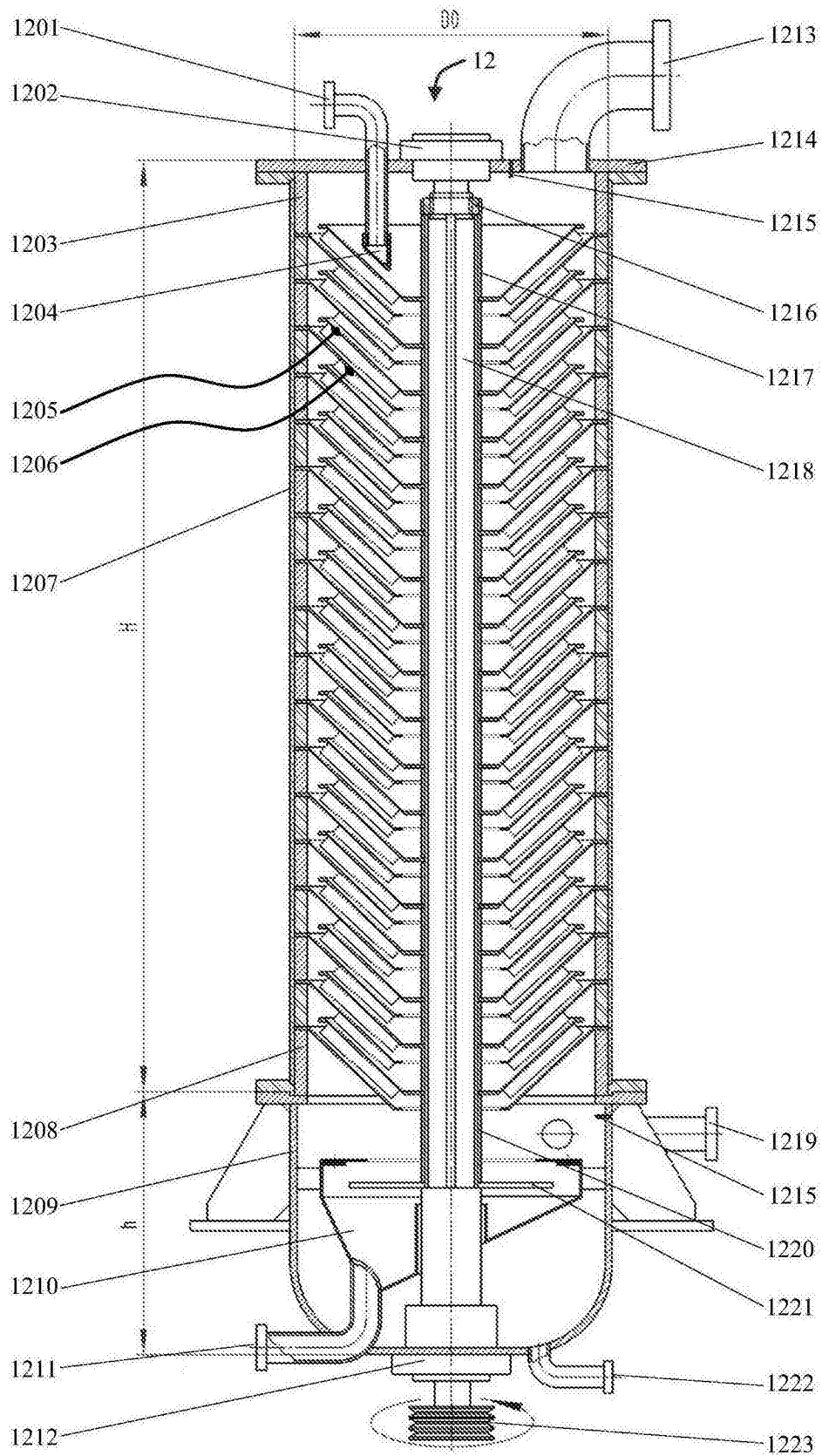


图2

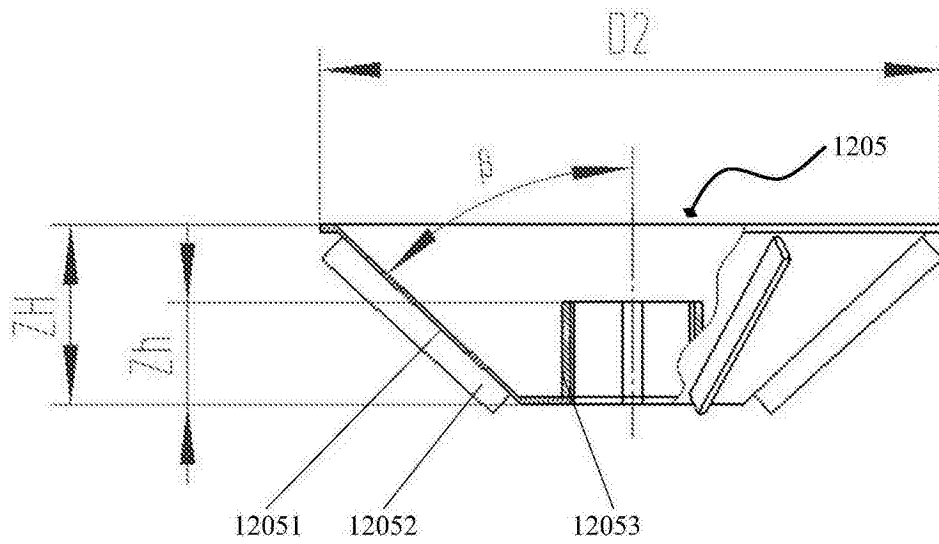


图3

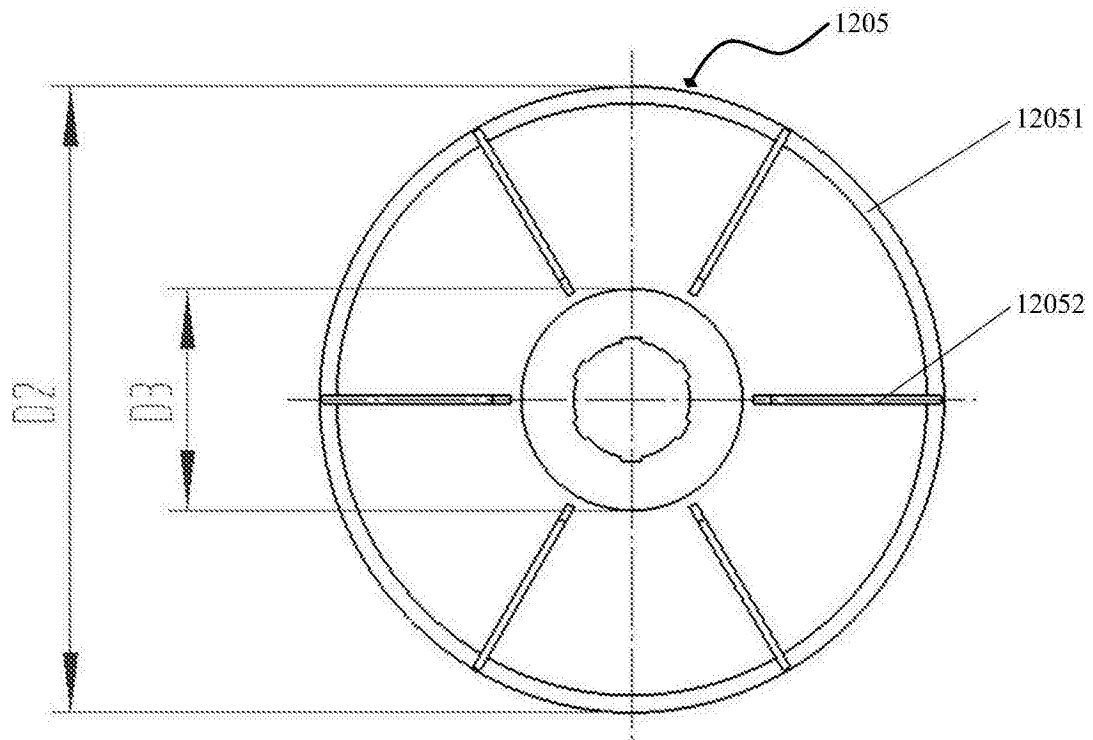


图4

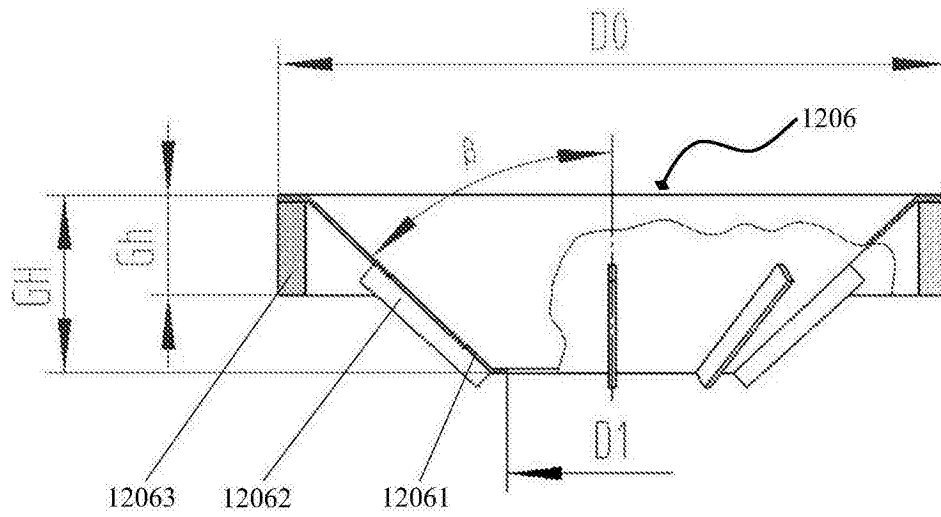


图5

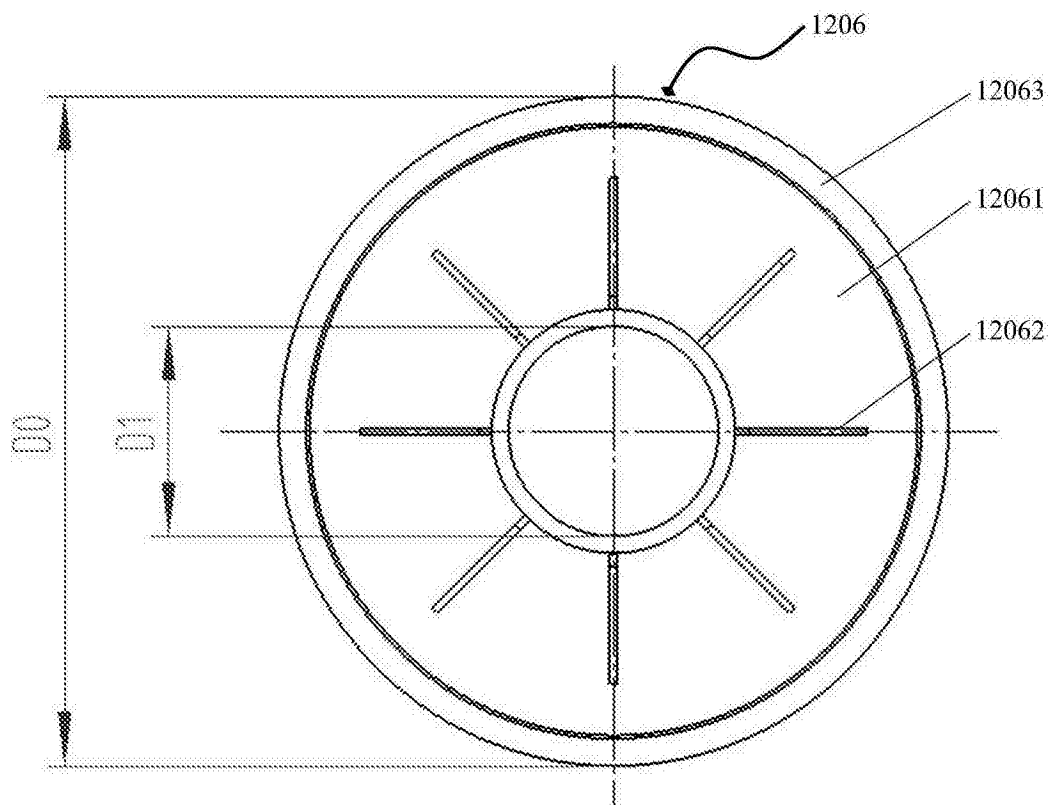


图6

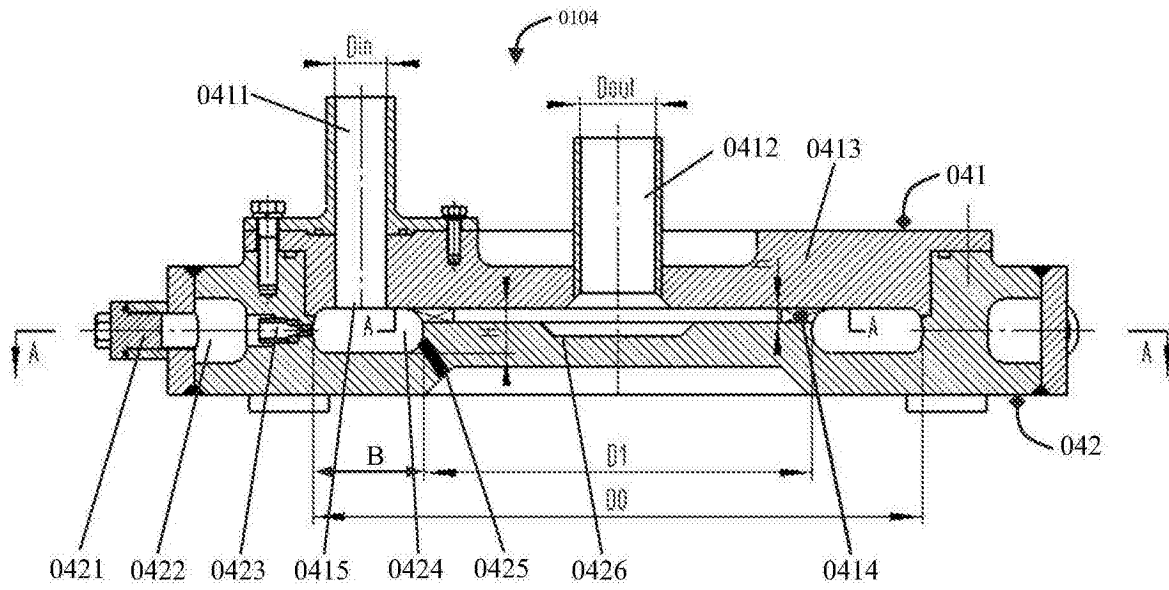


图7

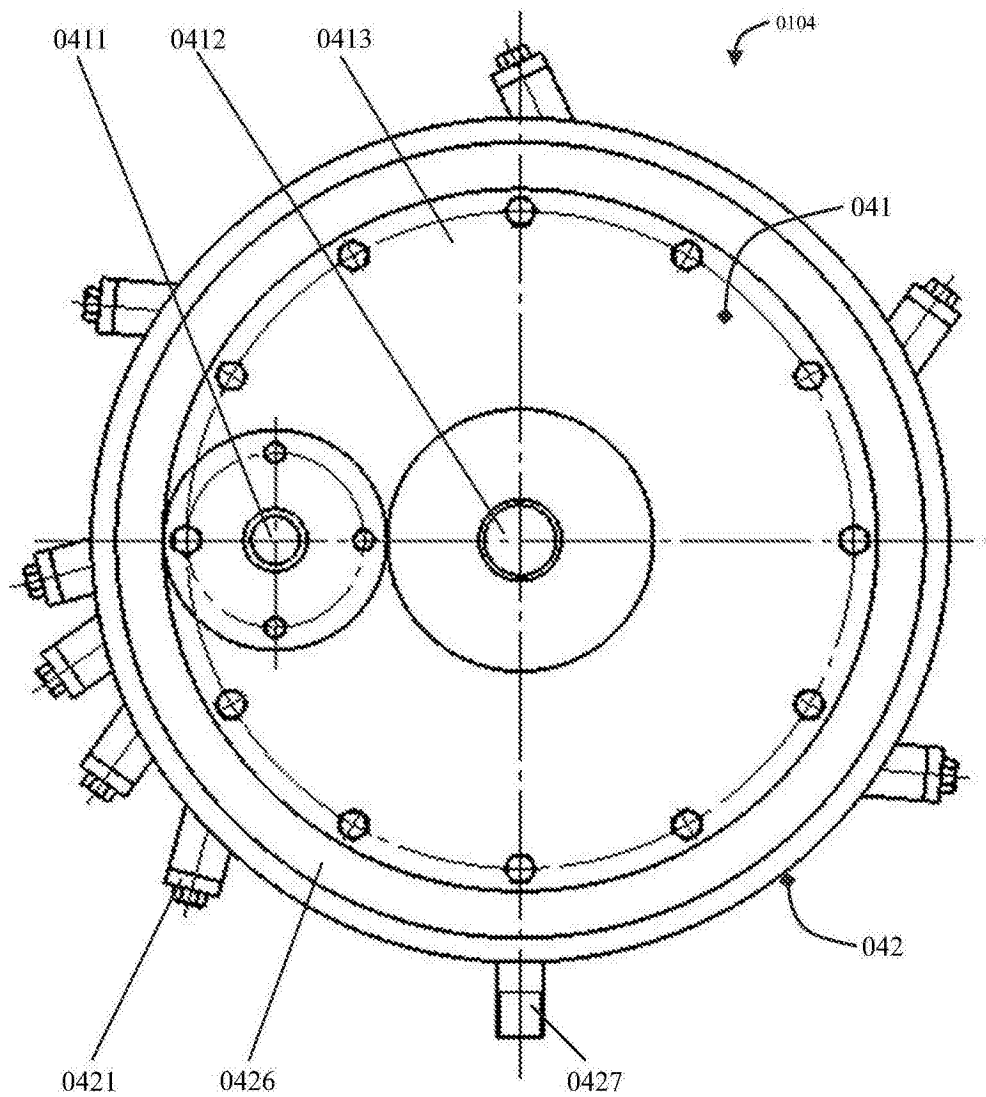


图8

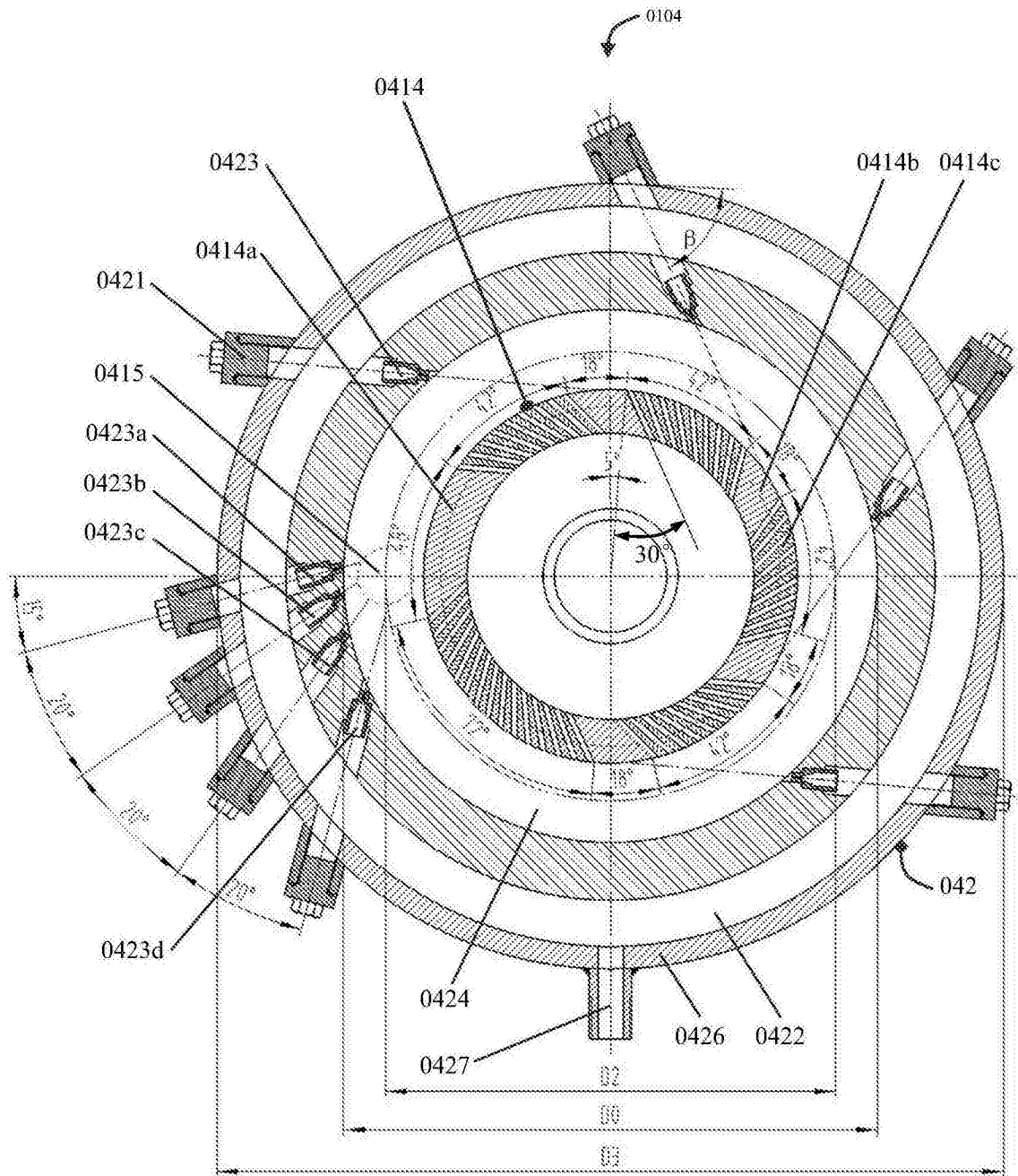


图9

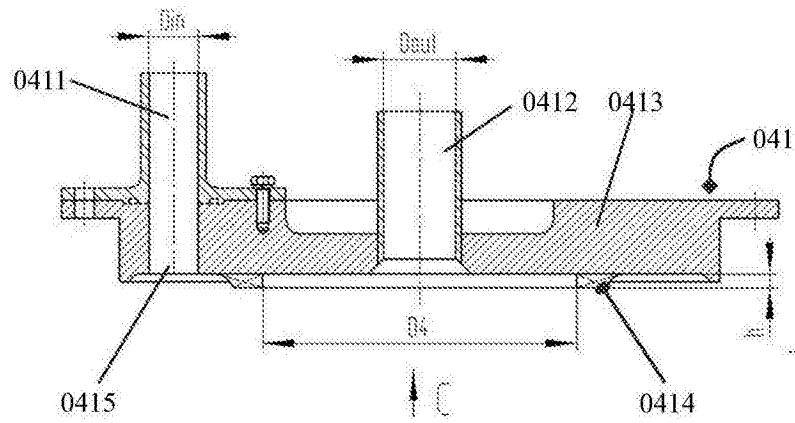


图10

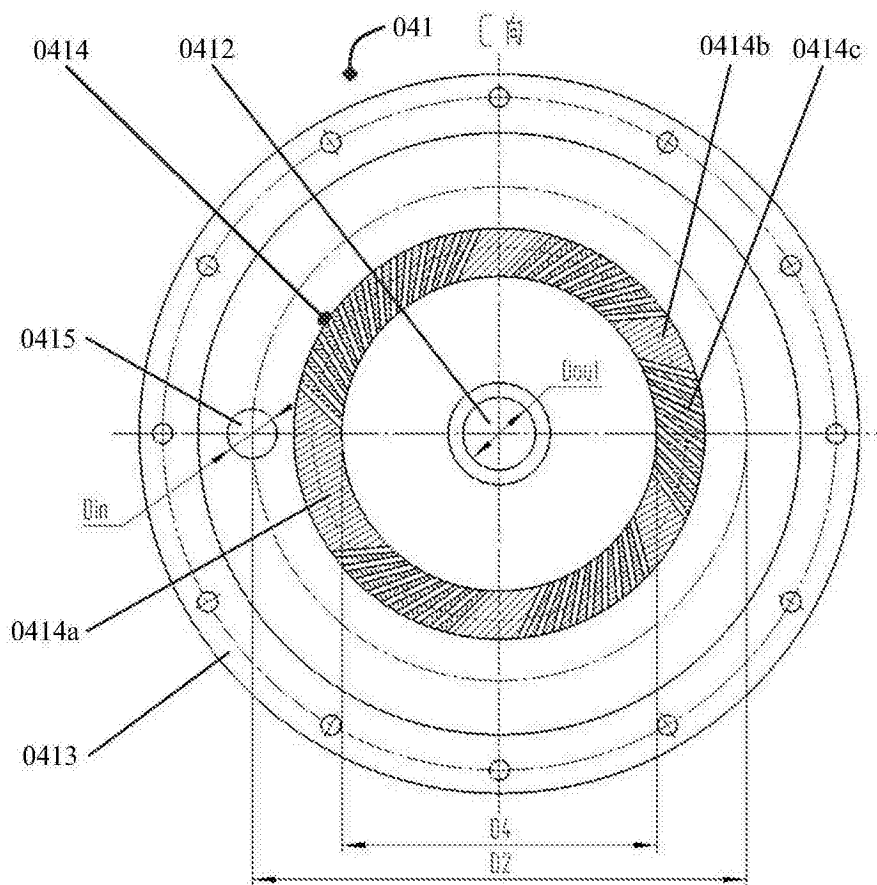


图11

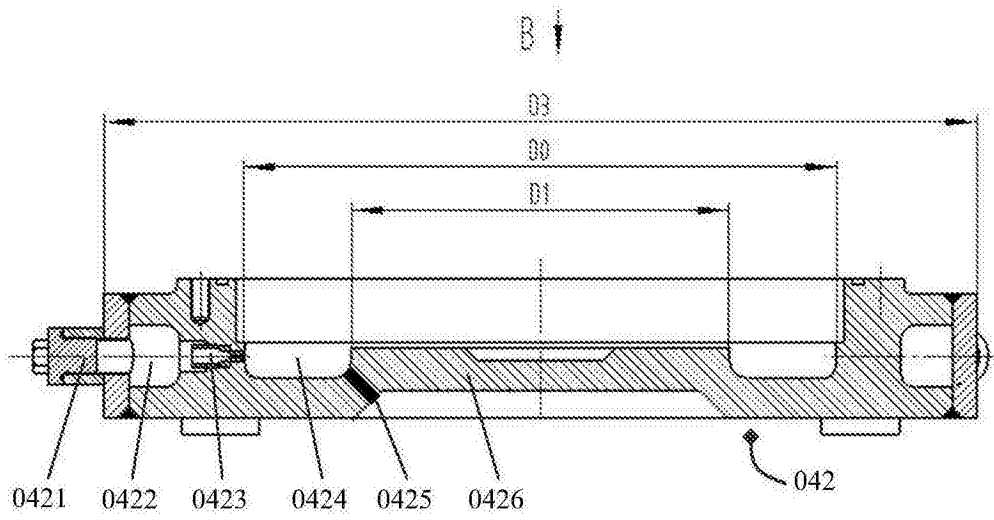


图12

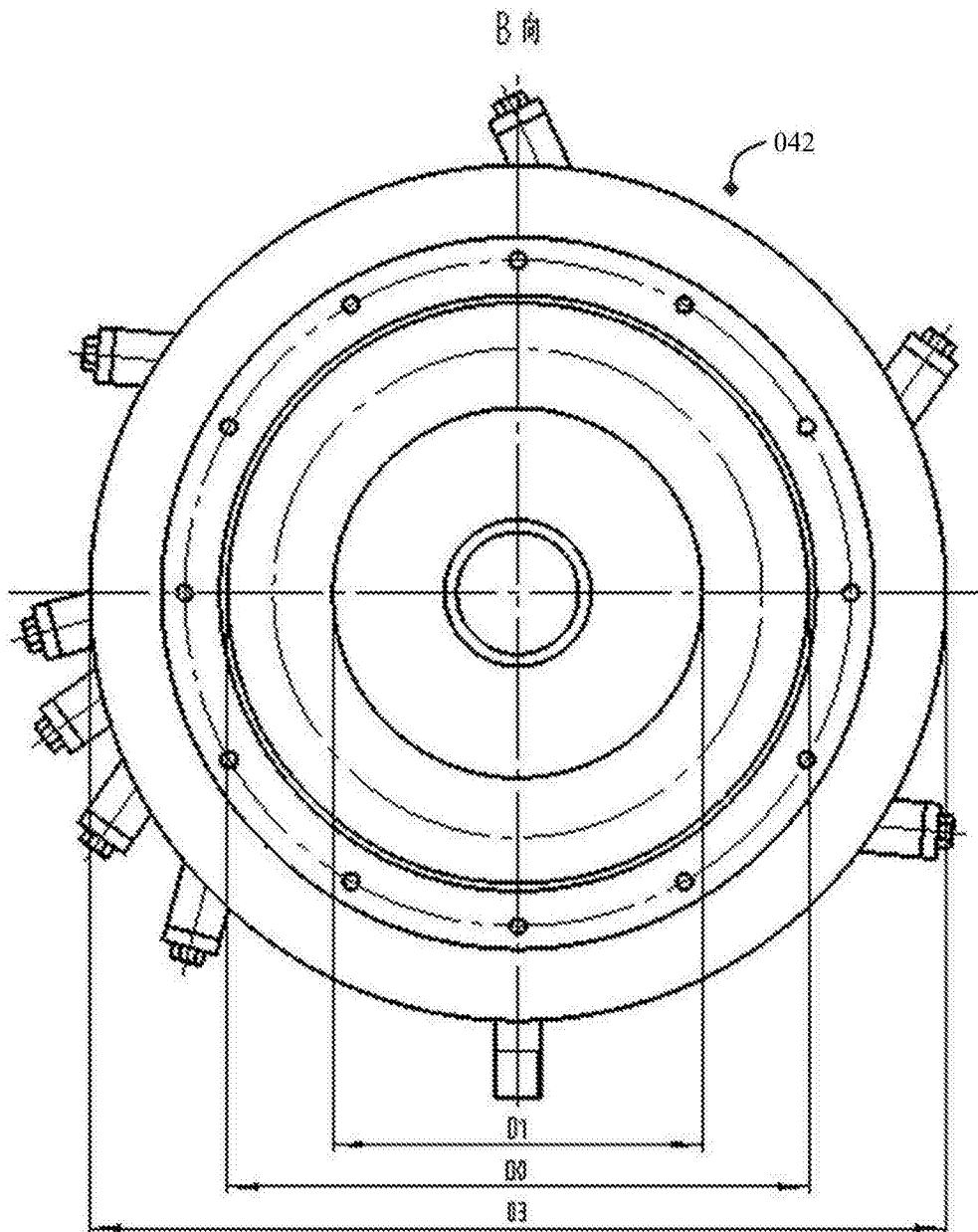


图13