



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106975312 A

(43)申请公布日 2017.07.25

(21)申请号 201710337778.5

(22)申请日 2017.05.15

(66)本国优先权数据

201710119152.7 2017.03.02 CN

201720195028.4 2017.03.02 CN

(71)申请人 孙厚杰

地址 516000 广东省惠州市大亚湾澳头镇
美林雅苑72802

(72)发明人 孙厚杰

(51) Int. Cl.

B01D 50/00(2006.01)

B01D 51/02(2006.01)

B01D 53/00(2006.01)

B01D 53/26(2006.01)

F28B 7/00(2006.01)

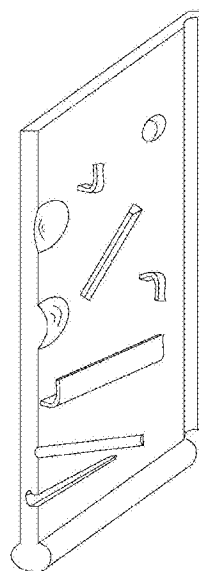
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54)发明名称

一种冷霾除尘除雾装置

(57)摘要

一种冷霾除尘除雾装置,包括冷霾/凝器、回流板、大弯板/大浪板、混流板和超炫板等除雾器。冷霾器使用壳式/腔式通道的制冷系统使粉尘冷凝成雾、霾,或使用水、空气和锅炉送风等的冷却系统,同时作为一级管式除雾器故可高效地除去大部分粉尘、雾滴,回流板等除雾器可对冷霾器形成的雾霾进一步汇聚、极速离心而祛除,更有收液墙、排水沟等专业设施使除雾除霾作业系统化、流水化,杜绝携带。粉尘排放5mg/Nm³以下,水雾10mg/Nm³以下,通过多级冷霾器配置可使入口粉尘20mg/Nm³时0排放、30~60mg/Nm³时超净排放,本装置同时可高效祛除SO₃气溶胶、Hg₀颗粒物等重金属。



1. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,烟气冷凝器为可导热的壳式通道内流通制冷介质使湿烟气中粉尘冷凝成雾、霾。

2. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,所述制冷介质在所述壳式通道的壳程通道内流通;或所述制冷介质在所述壳式通道的管程通道内流通;或所述制冷介质同时在所述壳程通道和管程通道内流通;所述制冷介质为实用的制冷剂,包括能够做制冷剂的压缩气体;所述制冷介质能够用冷却介质液体水、油和气体中的一种或几种代替,其流通的所述壳式通道或部分壳式通道能够用腔式通道代替,所述两种替代方式能够不同时替代。

3. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,包含至少1根所述壳式通道贯穿烟气流通区域并在两端设有集气联箱从而形成除雾模块,至少一个除雾模块覆盖整个烟气流通区域;或所述除雾模块在中间段设置至少1处单根所述壳式通道的连接处并联接所述单根壳式通道;或所述除雾模块在中间段设置至少1处过渡集气联箱以联接两侧的所述单根壳式通道;或所述除雾模块在中间段设置至少1处中间集气联箱,通过中间集气联箱的联接贯穿烟气流通区域;一个除雾模块能够由至少一种所述中间段的连接方法包括贯通烟气流通区域的方法的任意组合而构成,至少一个所述除雾模块覆盖整个烟气流通区域。

4. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,第一级为所述冷凝器;而第二级及第二级以后可能的各级除雾器中至少0个级次位置上能够同时为所述冷凝器。

5. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,具有除雾功能的回流板除雾器的除雾单元由至少一个其截面至少有一个能使烟气发生回流的回流弯的除雾叶片构成;所述除雾叶片截面波形能够用其近似折线代替。

6. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,所述回流板除雾器由除雾单元的相互组合形成除雾模块的单元层,一个除雾模块由至少一层单元层构成,一层占据烟气流通截面的除雾器由至少一块除雾模块构成。

7. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,基本除雾功能元件为叶片的除雾器设计有排水沟;基本除雾功能元件为叶片的除雾器设置有收液墙;基本除雾功能元件为叶片的除雾器的相互临近的除雾叶片能够构成文丘里或近似文丘里烟气通道、或构成平行烟气通道,所述两种烟气通道能够混合设置而构成混合烟气通道;基本除雾功能元件为叶片的除雾器的除雾叶片在烟气进侧和出侧或其中一侧有膨大凸起;基本除雾功能元件为叶片的除雾器的除雾叶片在烟气进侧和出侧或其中一侧的边没有有意的导流结构或导流部件;所述各种结构、型式中的至少一种的组合能够同时应用于所述基本除雾功能元件为叶片的除雾器的结构和叶片型式;所述结构、型式的截面曲线能够用近似折线代替。

8. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,所述回流板除雾器的回流弯能够设计成大弯而形成一种除雾器;具有所述回流弯的除雾叶片与具有所述大弯的除雾叶片能够混用而组成一种除雾器;所述除雾器的除雾叶片的截面曲线能够用近似折线代替。

9. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,具有除雾功能的超炫板除雾器的除雾叶片截面为幅值大于1的近似正弦波形;或为近似正弦绝对值波形;或为相同幅值的近似正弦波形与近似正弦绝对值波形的组合;或为不同幅值的近似正弦波形和不同幅值的近似正弦绝对值波形中的任何不同波形的相互组合;所述各种波形能够用波形近似折线代替;所述超炫板除雾器的一个除雾模块由至少1层单层组成,单层由至少一种所述超炫板除雾叶片的相互组合构成,至少一个除雾模块覆盖整个烟气流通区域。

10. 一种冷霾除尘除雾装置,其特征在于,接触烟气的具有除雾功能的表面能够设置竖直方向的集水排水沟、凸起、凹坑、孔洞、钩、凸槽、凹槽或裂隙中的至少一种的任意组合的结构物;烟气冷凝器的基本冷却功能元件的表面能够设计有散热装置或结构;烟气加热器能够使用所述可导热的壳式通道;烟气加热器的基本加热功能元件的表面能够设计有散热装置或结构;所述各种除雾器、加热器的表面结构物、结构能够不同时应用。

一种冷霾除尘除雾装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种烟气除尘除雾装置,尤其涉及一种冷霾(凝)除尘除雾装置,主要应用于各种烟气除尘、除雾环保领域,尤其湿烟气和饱和湿烟气除尘除雾领域,如脱硫、脱硝喷淋吸收塔、鼓泡塔、各种洗涤塔等;也可应用于其他行业的各种气体的除尘除雾,包括各种蒸汽、液滴的祛除,以及各种气体与各种液体或固体颗粒物(气溶胶)、各种液体或固体的蒸汽的分离。

背景技术

[0002] 鉴于国家经济发展、人类文明进步的需要,环保科技必须先行,没有环保就没有发展,住建部的准建政策已经执行的显而易见。鉴于目前人民的积极性、国家环保政策的需要,超净排放已经成为各企业必须思考的难题。

[0003] 目前流行的超净技术造价都比较高,有些也不尽令人满意,令企业望雾霾而兴叹,举步行而又止,进退维谷啊。

[0004] 本发明正是为解决此燃眉之急应运而生!。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种烟气除雾除尘装置,达到超净排放标准,为环保事业提供有力科技支撑。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种冷霾除尘除雾装置,包括:

其中对饱和湿烟气尤其未饱和湿烟气起冷却作用的冷凝器为可导热的壳式通道内流通制冷介质通过蒸发、做功使湿烟气中水蒸汽以烟尘为核心冷凝成雾、霾。根据实际需要,所述壳式通道可以是多层壳式通道。

[0007] 所述制冷介质可在所述壳式通道的壳程通道内流通;或制冷介质在所述壳式通道的内部管程通道内流通;或对于多层壳式通道,可同时在所述壳程通道和管程通道内流通。

[0008] 制冷介质可为任何实用的制冷剂,包括现有技术的制冷剂,也包括能够做制冷剂的可膨胀做功的压缩气体,常用压缩空气。

[0009] 在横向贯穿烟气流通区域的包括至少1根所述壳式通道的两端设置集气联箱从而形成除雾模块,通过至少一块所述贯通式除雾模块的联接覆盖整个烟气流通区域;或所述除雾模块在中间段设置至少1处单根所述壳式通道的连接处并逐个联接所述单根壳式通道,通过至少一块所述单管直链式除雾模块的联接覆盖整个烟气流通区域;或所述除雾模块在中间段设置至少1处过渡集气联箱用以联接两侧的所述单根壳式通道,通过至少一块所述过渡集气式除雾模块的联接覆盖整个烟气流通区域;或所述除雾模块在中间段设置至少1处中间集气联箱,通过至少一块中间集气联箱的联接贯穿烟气流通区域。一个除雾模块可由至少一种所述中间段的连接方法包括贯通烟气流通区域的方法的任意组合而构成,至少一个所述除雾模块覆盖整个烟气流通区域。所述除雾模块包含所述壳式通道的数量可在1-100根范围,一般设定为10-30根;上述各种连接处的数量依据吸收塔的直径、安装条件、

结构件强度等而定,一般情况可以设置0-30处。上述除雾模块可以起到均衡烟气温度、流场或增加有效除雾面积的作用。本发明申请中所述流通区域或流通截面指烟气或流体流通通道的横截面或者准横截面。

[0010] 对湿烟气起冷却作用的冷凝器的基本冷却功能元件的表面设计有散热装置或结构,如翅片、螺纹片以及各型散热片、板、管等。基本冷却功能元件指除雾器的起到冷却功能的最小结构件、装置,如本发明中的壳式通道、腔式通道,以及可导热并起到冷却作用的各种形式的板、管、片等。

[0011] 对湿烟气起冷却作用的冷凝器设计安装为第一级;同时可以在第二级及第二级以后可能有的级次位置上连续设计安装或不安装所述冷凝器、或所述冷凝器与其他型式、功能的除雾器混合布置。所谓级次就是整套装置中某除雾器安装的位置的排列顺序,如第二级、第三级等,排列级次为顺着烟气的流向依次为第一级、第二级等。

[0012] 当除尘装置入口烟尘含量较小时如小于 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时即所需制冷量较小时的第一级冷霾(凝)器,或除第一级冷霾器以外安装的第二级、第三级等冷霾器,所述制冷系统可改为冷却系统,所述制冷介质则用冷却介质水、油等液体和气体中的一种或几种代替,尤其烟气净化装置周围的空气、锅炉送风、排放的低温烟气等,其流通介质的所述壳式通道或部分壳式通道则可用腔式通道代替,二者可不同时替代;在其他情况如可以满足排放要求时也可如此替代。

[0013] 当排放进入大气的烟气需要加热时,如经过深度冷却的湿烟气,加热器能够使用所述可导热的壳式通道,加热介质能够在所述壳式通道的壳程通道内流通;或加热介质在所述壳式通道的内部管程通道内流通;或对于多层壳式通道,可同时在所述壳程通道和管程通道内流通。视换热需要决定加热管道是否设计安装散热装置或结构,如翅片、螺纹片等。

[0014] 如图4、图5、图6和图11等所示,对湿烟气起除雾作用的回流板除雾器的除雾单元由至少一个其截面至少有一个能使烟气发生回流的回流弯的除雾叶片构成,所述除雾叶片截面波形能够用其近似折线代替,所述回流弯朝向可任意方向布置。所述回流弯指除雾叶片横截面弯曲曲线两侧壁任意切线构成的与烟气通道对应的最小角度小于等于 90° ,所谓回流就是烟气流动方向在此发生了大于等于 90° 的改变。

[0015] 所述回流板除雾器由除雾单元的相互组合形成除雾模块的单元层,一个除雾模块由至少一层单元层构成,一层占据烟气流通截面的除雾器由至少一块除雾模块构成;所述除雾单元的相互组合指包括但不限于本发明申请中提及的和可合理推出的除雾单元的各种型式,如图4、图7、图9(表面构造物)、图11、图12(有回流弯除雾叶片构成的混流除雾单元)所示,和型变,如图6所示,以及除雾单元的前后、左右、上下层之间等的各种可能的组合,如图5所示;所述除雾单元包含的除雾叶片数量针对不同的气体及其运动粘度、纯度、流速等有所不同,可为1-30片,一般设定为3-5片。

[0016] 基本除雾功能元件为叶片的除雾器设计有收液墙和排水沟,能够设置所述收液墙(板)和排水沟的除雾器至少包括下列除雾器:本发明申请中的回流板除雾器、大弯板除雾器、混流板除雾器、超炫板除雾器,也包括现有技术的波纹板除雾器、折流板除雾器、中空波纹板除雾器。基本除雾功能元件指除雾器的起到除雾功能的最小结构件、装置。所谓收液墙指具有拦截、收集烟气携带的水雾的功能的除雾叶片或部分除雾叶片或专设(独立)叶片,

可为任何可能的形状,包括近似折线的代替;所谓排水沟指具有将收液墙收集的烟气携带的雾滴汇聚并集中排放的功能的沟,由除雾叶片或部分除雾叶片或专设(独立)叶片构成,可为任何可能的形状,包括近似折线的代替。如图4、图5、图6、图11和图12等所示,回流板除雾器、大弯板除雾器和混流板除雾器的收液墙为烟气通道43出口112 所对应的前一除雾单元的一片除雾叶片的一部分411(大弯板除雾器为124),其排水沟设置在下部,由相互邻近的所述除雾器的除雾单元的临近叶片构成,底部密封,或由除雾单元一侧的叶片通过弯曲形成所述排水沟,或单独(独立)设置排水沟;在固定除雾叶片的隔板和端板与排水沟对应的位置开有排水孔(隔板和/或端板不是必须件,可以采取其他固定方式,意在将任何阻碍排水沟疏水的障碍疏通)以保证能将排水沟内汇集的液滴从两侧排除,或者在排水沟处设置排水孔、缝隙,所述两种排水孔及缝隙能够任意组合取舍、或都不设置而在排水沟边缘或边缘的豁口排水。如图10所示,超炫板除雾器,以及通常的波纹板除雾器、折流板除雾器、中空波纹板除雾器的收液墙和排水沟在其除雾叶片上方设置,回流板除雾器、大弯板除雾器和混流板除雾器的收液墙和排水沟也可设置在除雾叶片的上方,如图6、图12等所示。在同一除雾器中,各种形式的收液墙可以混用或同时用,各种形式的排水沟可以混用或同时用,各种形式的收液墙与各种形式排水沟可以任意组合。

[0017] 基本除雾功能元件为叶片的除雾器的相互邻近的除雾叶片能够构成文丘里或近似文丘里烟气通道、或构成平行烟气通道,所述两种烟气通道能够混合设置而构成混合烟气通道;具有所述烟气通道的除雾叶片的截面形状可用近似折线代替。如图11所示,所述文丘里或近似文丘里烟气通道指对烟气有加速功能,由相邻叶片截面曲线形状限定的与文丘里管剖面类似的烟气通道;所述平行烟气通道指除雾叶片构成的烟气通道的截面曲线可通过其中某一叶片的截面曲线在保持形状和朝向情况下沿某一方向平行移动得到或近似得到。

[0018] 所述回流板除雾器的回流弯能够设计成大弯而形成一种除雾器;具有所述回流弯的除雾叶片与具有所述大弯的除雾叶片能够混用而组成一种除雾器;所述除雾器的除雾叶片的截面曲线能够用近似折线代替。所述除雾器指能够覆盖烟气流通区域的除雾装置。所谓大弯指的是除雾器的除雾叶片横截面曲线弯的两侧壁任意切线构成的与烟气通道对应的最小角度大于等于 90° ,如图12中121、122所示,烟气流动的方向在此发生小于等于 90° 的改变。

[0019] 对湿烟气起除雾作用的超炫板除雾器的除雾叶片截面为幅值大于1的近似正弦波形;或为近似正弦绝对值波形;或为相同幅值的近似正弦波形与近似正弦绝对值波形的组合;或为不同幅值的近似正弦波形和/或不同幅值的近似正弦绝对值波形的任意组合,这种组合最少有3种情况:不同幅值的近似正弦波形的相互组合、不同幅值的近似正弦绝对值波形的相互组合、不同幅值的近似正弦波形与近似正弦绝对值波形的组合;所述各种波形能够用波形近似折线代替。

[0020] 所述超炫板除雾器的一个除雾模块由至少1层单层组成,单层由所述各种超炫板除雾器除雾叶片的至少一种的任意相互组合构成,至少一个除雾模块覆盖整个烟气流通区域。层与层临近叶片的波峰或波谷方向相同或相反。

[0021] 除雾器接触烟气的具有除雾功能的表面可以设置有竖直方向的集水排水沟、随机分布的随机方向或有序分布的有序方向的或其他任何分布方式的凸起、凹坑、孔洞、钩、凸

槽、凹槽或裂隙中的至少一种的任意组合的结构物,其中凸槽或凹槽能够贯通其所在的连续表面或在所述表面边缘范围内;所述连续表面指具有同样性质的表面单元通过连续拓展可以得到的表面,如管式除雾器接触烟气的单根管表面、叶片式除雾器的单片叶片通流烟气的两侧面等;所谓的分布的方式的目的在于扰乱气流,可根据需要设计选择分布方案,包括但不限于上述分布方案。

[0022] 基本除雾功能元件为叶片的除雾器的除雾叶片在烟气进侧和出侧或其中一侧的边有膨大凸起,如所述边为膨大凸起、或部分边段为膨大凸起、或分布着瘤状凸起,从而产生文丘里管加速效应;所述膨大凸起的横截面或剖面曲线能够用近似折线代替,所谓的边指所述除雾叶片的边缘以内一定距离范围内的叶片。

[0023] 基本除雾功能元件为叶片的除雾器的除雾叶片在烟气进侧和出侧或其中一侧的边没有有意的导流结构和/或导流部件,有意指的是专为或主要为导流而设计的结构或部件;所谓的边指所述除雾叶片的边缘以内一定距离范围内的叶片,该部分叶片可以起到导流的作用。

[0024] 本发明具有如下社会效益:本发明提供一种冷霾除尘除雾装置,能够有效、经济地实现超净排放,能够使烟气出口含尘量达到 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ (称重法)以下,雾滴含量达到 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ (Mg^{2+} 示踪法)以下,并适应于入口粉尘超过 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以上的烟气,通过配置多级冷霾(凝)器、深度冷凝,以及多级回流除雾器、大弯板除雾器、混流板除雾器、超炫板除雾器,可使入口粉尘 $60\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的烟气达到超净排放。同时具有脱除 SO_3 气溶胶、 Hg^0 颗粒物等重金属的作用;通过深度冷却、多级除霾以及排放烟气加热措施可以达到粉尘0排放,水雾含量近0排放,社会效益十分明显。

附图说明

[0025] 下面结合附图,通过对本发明的具体实施方式详细描述,将使本发明的技术方案及其他效益显而易见。

[0026] 附图中:

图1为壳式通道径向截面举例示意图;

图2冷霾(凝)器除雾模块俯视图;

图3冷霾(凝)器或加热器的散热装置、结构中的散热翅片或散热螺纹片局部剖视图;

图4回流板除雾器除雾叶片截面波形示意图;

图5回流板除雾器除雾单元组合示意图;

图6回流板除雾器除雾单元截面波形型变图谱示意图;

图7文丘里管效应除雾叶片示意图;

图8超炫板除雾器除雾叶片截面波形、层间结构示意图;

图9基本除雾功能元件表面增强离心力度、湍流强度结构物轴测图(斜视图);

图10超炫板除雾器、普通波纹板除雾器的收液墙和排水沟示意图;

图11构成文丘里烟气通道和平行烟气通道及混合烟气通道的除雾叶片;

图12大弯板除雾器、混流板除雾器截面波形示意图。

[0027]

具体实施方式

[0028] 以下结合附图对本发明进行详细描述。

[0029] 微尘脱俗原理

目前超净排放的主要难题是细微粉尘的祛除,经过湿法喷淋后的烟尘,粒径0-15 μm 的微尘可100%被烟气携带,PM_{2.5}即在其列,粒径15-250 μm 的粉尘可50%被烟气携带,而粒径超过500 μm 的粉尘几乎不被烟气携带。主要原因是液滴(水滴)的表面张力现象所致,液体的表面张力不同,有的十分大,如水银的表面张力,水的表面张力相对也非常大,如毛细效应,钢针可以漂浮在水面上,有些水生昆虫并不生活在水下而是水上,行走如飞,如水黽等,有些陆地小昆虫如蜘蛛可在水面上如履平地,所以对于质量非常小、惯性非常小、比表面积很大的微尘,如不是已经在浆液中就很难溶于浆液中,虽然经过大量的喷淋、猛烈的撞击,微尘仍将与浆液液滴、水滴发生弹性碰撞,即使烟气从浆液中冒出,微尘也会在烟气泡中与气泡壁发生弹性碰撞,就像微尘与无数的钢球相撞,而无法被“钢球”淹没,这就是细微粉尘为什么难以超净排放的原因。也因此,或许任何机械式除尘技术只能望微尘而莫及,如波纹板高效除雾器、旋流板除雾器,脱硫plus、托盘、文丘里管、烟气淹没式脱硫除尘装置等等虽然有“湿膜、器壁的碰撞聚合”,但都是弹性碰撞。

[0030] 对于湿式电除尘则一致认为能耗大、体积大、有腐蚀性、维护量大,究其原因也是因为微尘的弹性碰撞原理,体积小不易被电子捕捉,本来湿润的粉尘及液滴极其容易荷电,用不了多大电压电流既能根除,但现实与理论总有差距,导致事与愿违,虽然我们在一步步地缩小逼近,即使喷淋增湿,微尘也是不理不睬,所以湿电不得不用比干电电压电流还大的能耗以达祛除代价昂贵的一点点微尘之目的,或许是史上性价比最高的设备,其实这点功夫通过增大干电的电压电流也能达到,微尘毕竟是脱俗的。

[0031] 而对于微尘与蒸汽分子则不存在表面张力现象,他们有机会耦合,进而长大凝结成水滴,在烟气进入喷淋区后至末级喷淋层之前浆液一直处于被加热、蒸发的蒸发段,由于分子热运动蒸汽分子间及与微尘之间无法聚合,只有水及颗粒物、可溶盐从浆液中蒸发出来,此段颗粒物不吸水,与亲水与否无关,微尘、极小粒径的纤尘及SO₃等气溶胶利用湍流气场的规避性形成纤尘走廊扶风而去。

[0032] 末级喷淋层后为饱和段,微尘、气溶胶等可冷凝成霾,与亲水与否无关,即使不过饱和,亲水性纤尘也有一定捕获率,粒径越大越易捕获,微米级可完全捕获,但除雾效果不佳走廊依然绵延。憎水性纤尘、微尘无捕获率。

[0033] 蒸发段SO₃等气溶胶无法成霾,可在饱和段冷却长大成霾,经湍流、离心汇聚除雾根除,二者缺一不可。

[0034] 所以,在喷淋区之后设置冷却装置使饱和烟气降温,由于极性分子作用蒸汽分子将与纤尘、微尘结合并长大,但一旦长大到具有了液体表面及表面张力将不再吸纳微尘而发生弹性碰撞,在具有液体表面再次结合微尘的几率几乎为0,因此雾霾颗粒只能有一个核心,所以,超净排放毕其功只在冷霾一役,欲近0排放必须深度冷却。

[0035] 冷凝后尘已成霾,但体积还非常小仍然在0-15 μm 范围,依然超凡脱俗、扑朔迷离,以至于这捕风捉影的艺术还是个“世界难题”,甚至走入误区,以致代价高昂收效或许甚微。

[0036]

不破不立原理

由于雾霾体积微小、惯性小、比表面积大内摩擦力相对大，一般的离心作用力对之没有效应，微尘烟波逐流、随风而去，如普通波纹板除雾器对其除雾效果不理想，只能达到75mg/Nm³，因此对融汇于液滴的粉尘、石膏等祛除效果也不理想，难以达到超净排放效果，微尘更是鞭长莫及，不见项背，超净除雾器也是能力有限。对于旋流、离心分离技术，由于弹性微尘、纤尘具有风的属性，以及大颗粒、大液滴的离心运动产生的静压将使大部分小液滴、雾霾随气流被局限在旋风中心附近均匀流场中而难以聚合，过长的桶壁也是徒降压损，如同旋风除尘器的道理一样，对雾霾、微小液滴的祛除作用理论上收效有限。

[0037] 因此，要想祛除小液滴、石膏蒸汽，尤其由冷凝生成的细小雾霾，达到超净排放效果，必须增加细小雾霾的碰撞几率，搅乱气流，不乱无治、不破无立，任何整流的设计思想都是错误的。

[0038] 另外，目前有些末级湿法脱硫除尘装置不具备超净排放条件，其入口粉尘浓度不能控制在20mg/Nm³以下，甚至30mg/Nm³，有些行业限于前段工艺装置其湿法脱硫除尘装置入口甚至达到60mg/Nm³，甚至更高，这种情况下即使超净除尘除雾装置性能、指标完好，也难以发挥作用，经常发生严重的堵塞，无法达到超净效果。尤其对于浆液中有易结晶的可(易)溶性盐的烟气，对目前的超净除尘除雾装置就是一种杀手。

[0039] 冷霾(凝)器

通过使用制冷剂，使烟气得以深度冷却，目前工业技术的进步，节能环保的需要，使工业锅炉和工业装置的排烟温度每况愈下，而环保技术的发展使得喷淋量向两极发展，要么液气比很大以求超净排放，如石灰石湿法，要么液气比较小以求节能，如双碱法和石灰湿法，会造成湿烟气携带水雾过多或不饱和状态，而深度制冷技术正是为此即想节能又想超净的装置量体裁衣。深度制冷除尘除霾技术的烟气换热量可很容易回收利用，回收热量可用于加热深度冷却的烟气。既节能又环保的技术一定是我们需要的技术，不倡导通过做无用功获取超净的思想。

[0040] 本发明基于前述原理及问题，开发了一种冷霾除尘除雾装置，其中的冷霾(凝)器由可导热的壳式通道构成，其内流通的制冷介质通过蒸发、做功使饱和湿烟气以烟尘为核心冷凝成雾霾，因制冷介质不易耗量过大，因此采用壳式通道，包括壳程通道和管程通道，圆管、方管、波纹板材等各型管材穿套在一起作为冷却饱和烟气的最小祛除单元，图1为壳式通道径向截面示意图，其中内外两层各型管材通道穿套在一些，形成内圆外方或外圆内方等各型管材，当作为壳程通道使用时内层各型管材可由各型实心材料代替，壳程通道为两壳体之间构成的封闭截面区间(空腔)11所形成的通道，管程通道为内部壳体构成的封闭截面区间12(空腔)所形成的通道，壳程通道和管程通道内的充填物为扰流件和/或支撑件13，也可不用而用其他支撑方式，如端部支撑。壳程通道的壳层内流通制冷介质，内层管道构成的内部通道或内层各型实心材料不流通制冷介质，充分利用制冷介质的制冷量，并保持结构的稳定性。因制冷剂蒸发导致温度较低，为易于控制，制冷剂(介质)可在所述壳式通道的管程通道内流通，而所述壳层通道内充入流通或不流通的可导热缓冲介质，如空气等气体，水、油等液体，以及橡胶、塑料、岩棉等固体、胶体或其变体，乃至真空。所述壳式通道可以是2层以上的多层壳式通道，如使用带有支撑结构的管式或套管式支撑14，或为了导热

性能而使用多层结构、或为特殊目的而设计的多层壳式通道,属于壳式通道的一种,如用在管程通道或壳程通道周围排列细小管程通道15而获得更大的传热面积、同时起到扰流作用,从而获得更佳的冷却效果;或为增加扰流特性而在壳程通道或管程通道内布列波纹管或波纹管16等。所谓多层壳式通道即2层以上的多层壳式结构和/或其中某(些)层或中心有管程和/或壳层通道或多根管程和/或壳层通道的并联组合等情况,此时的壳程通道指两条及两条以上独立的封闭连续曲线构成的可能的最小封闭流通截面包裹着无法分割出去的独立封闭截面,可依次命名为壳程通道1、壳程通道2等等;此时的管程通道指由1条独立的封闭连续曲线构成的可能的最小封闭流通截面内没有无法分割出去的独立封闭截面,可依次命名为管程通道1、管程通道2等等,上述壳程通道和管程通道的定义适用于本发明申请中的所有壳程通道和管程通道的定义、以及后述的腔式通道(等同于管程通道)的定义,此时制冷介质可根据实际和设计需要选择在某一(些)壳程通道中或某一(些)管程通道中或壳程通道与管程通道的任何组合中流通。

[0041]

如图2所示,一个除雾模块27包含至少1根横向贯穿烟气流通区域的所述壳式通道并在其两端设有集气联箱21和22(本发明申请中所述流通区域或流通截面指烟气或流体流通通道的横截面或者准横截面。),一个除雾模块可设置有1-100根壳式通道,一般设定为10-30根;可在中间段设置被壳式通道贯穿的支撑隔板23以加强除雾模块结构,由至少一块此除雾器模块的相互联接可构成一层除雾器;也可以在所述除雾模块中间段设置至少一处单根壳式通道连接处并以连接件24逐个联接所有单根通道;或以至少一处过渡集气联箱25联接两侧的单根壳式通道;或除雾模块27两端的集气联箱设置为中间集气联箱26,通过中间集气联箱的联接形成除雾器。一个除雾模块可由至少一种上述中间段的连接方法包括贯通烟气流通区域的方法的任意组合而构成,至少一个上述各种型式的除雾模块的任意组合取舍可构成一层除雾器。对于烟气不均匀流场,过渡集气式除雾模块可以起到均衡烟温的作用,而贯通式和单管直联式除雾模块可以增加有效除雾面积。上述各种连接处的数量依据吸收塔的直径、安装条件、结构件强度等而定,一般情况可以设置0-30处。

[0042] 本装置的冷霾(凝)器的制冷介质可为任何实用的制冷剂,包括现有技术的制冷剂,也包括可膨胀做功的能够做制冷剂的压缩气体。所述压缩气体可以是空气、氢气、氮气、氦气、氧气、二氧化碳、甲烷、乙烷、丁烷、乙醚、甲醇、乙醇、液化气、石油气、煤气、天然气等气体,也可是锅炉等的送风或烟气,或其中任意两种及两种以上可以混合的混合气体,常用压缩空气或锅炉等送风。对于昂贵的制冷剂或有爆炸危险的制冷剂,应密闭循环使用,对于廉价易得且安全的气体如空气应开放式应用;进入冷霾(凝)器前的压缩气体应有降温设施,包括压缩机在内的热能应用于除雾除尘后烟气的升温换热。压缩机制冷量可根据需要冷凝的雾霾量、大液滴及烟气温降计算得到并配置相应的压缩机。制冷剂如是闭式循环,冷却烟气的热量将全部回收,由于排放烟气中热容较大的水分、粉尘、饱和蒸汽几乎祛除殆尽,所以,用这部分回收热包括液滴蒸发潜热以及制冷剂的功耗热量加热超净排放烟气将使烟气温度抬升至80°以上,按目前湿法脱硫排放烟气50°左右计。加热排入大气前的烟气的加热器可以使用所述可导热的壳式通道,加热介质能够在所述壳式通道的壳程通道内流通,管程通道不流通加热介质;或加热介质在所述壳式通道的管程通道内流通,而壳程通道内充入不流通的可导热缓冲介质;或对于多层壳式通道,可同时在所述壳程通道和管程通

道内流通,其使用方法与冷凝器相同。也可以视加热量换热条件使用腔式、翅片式、螺纹片式、省煤器式等其他常用散热装置。

[0043] 为使冷却除尘效果更加明显及时,容易及时控制,以防粉尘突然增加或降低时控制排放以及节能运行,对湿烟气起冷却作用进而将生成的雾霾祛除的冷凝器的基本冷却功能元件的外表面设计有散热装置或结构,如翅片、螺纹片以及各型散热片、板、管等。如图3所示。基本冷却功能元件指除雾器的起到冷却功能的最小结构件、装置,如所述壳式通道、腔式通道,以及可散热并起到冷却作用的各种形式的板、管、片等。根据出口排放烟尘浓度实现即时跟踪、即时控制,节能环保。

[0044] 针对吸收塔入口含尘量较大的烟气,如大于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$,如果大部分靠后续精细除雾器祛除将无法达到超净排放标准且会发生堵塞,。

[0045] 本装置将冷霾(凝)器设计成第一级除尘除雾器首先接触湿烟气,顺着烟气流通方向第一级以后布置其他功能的除雾器,冷霾器将起到管式除雾器的作用,大量的液滴将与管壳相撞并汇聚成大液滴、液膜,而被冷却的液滴、液膜以及因过饱和烟气、水雾而凝结成雾霾的粉尘及微尘相互撞击汇合使液滴液膜继续增加,并进一步滴落祛除,由于这种方式同时形成、祛除的液滴液膜量非常大,一般在 $10000\text{--}40000\text{mg}/\text{Nm}^3$ 左右,所以大大增加了捕获新形成的雾霾的几率,大量的粉尘、微尘将在此祛除,减轻了后续除雾器的压力、堵塞的可能性,尤其对于喷淋量少,烟气携带雾滴少的吸收塔,烟气甚至无法饱和,这是一种极大的优势。但由于大量液滴也将在此降温,并且如果深度除尘的需要烟气温度的需要进一步降温以使更多的蒸汽和微尘凝结成雾霾,所以消耗的制冷量较大。由于热传递、雾霾形成的几率效应和延时性等,所以最好能连续布置两级及两级以上的冷霾(凝)器,第二级、第三级、第四级(排列级次为顺着烟气的流向依次为第一级、第二级等)冷霾(凝)器将继续祛除残余的粉尘、液滴及雾霾,并继续增加雾霾的生成量,第一级以后的冷霾器可以与其他型式、功能的除雾器相间布置,但第二级、第三级等需要的制冷量急剧减少。所述第几级以安装在一套支架上并相互相距一定空间距离为划分依据,一般间隔距离为2米左右。

[0046] 当除尘装置入口烟尘含量较小时如小于 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时即所需制冷量较小时的第一级冷霾器,或除第一级冷霾器以外安装的第二级、第三级等冷霾器,制冷系统可改为冷却系统,制冷介质则用冷却介质水、油等液体或气体中的一种或几种代替,尤其烟气净化装置如脱硫吸收塔周围的空气、锅炉送风、排放的低温烟气等,其介质流通壳式通道或部分壳式通道可用腔式通道代替,腔式通道即其径向截面的封闭外壳包裹的面积(空腔)全部通流流动介质(参照图1),二者可不同时替代。在其他情况如可以满足排放要求时也可如此替代。

[0047]

回流板除雾器

本发明一种冷霾除尘除雾装置中的超净除雾器,基于前述祛除雾霾原理,发明了回流板除雾器、大弯板除雾器、混流板除雾器和超炫板除雾器以及几种扰流方法。

[0048] 如图4所示,回流板除雾器,除雾单元48由至少一个其截面至少有一个能使烟气相对其进入除雾器前的原流动方向发生回流的倒钩形回流弯的除雾叶片41构成,所述截面指所述除雾叶片径向截面即宽度方向的横截面(没有特别说明本专利申请所述除雾叶片截面或横截面均为宽度方向的横截面)。由于除雾离心的原理,回流相对的原方向不必一定是进入除雾器前的流动方向,因此回流弯朝向可任意方向布置。所谓回流就是烟气流动的方向

在此发生大于等于 90° 的改变,所述回流弯410为所述除雾叶片41横截面弯曲曲线两侧壁任意切线构成的与烟气通道对应的最小角度 49 小于等于 90° ,回流弯的曲率应足够大以达到预期分离效果。烟气在此发生非常大的离心作用从而祛除大部分小液滴和雾霾,烟气通道及回流弯上液膜汇聚的较大液滴以及烟气携带的水雾、雾霾、液滴被烟气吹送到前一除雾单元的除雾叶片对应位置上从而被有效拦截,所述对应位置为收液墙或收液板411,收液墙指具有拦截、收集烟气携带的水雾的功能的除雾叶片或部分除雾叶片或专设(独立)叶片。被拦截的雾滴进而汇聚、滴流到由相互邻近的除雾单元的临近叶片构成的下部密封的排水沟42,该沟及构成该沟的叶片可视为一个除雾单元中的一个叶片,也可由除雾单元一侧的叶片通过下部弯曲形成,或单独(独立)设置,如图5所示。排水沟指具有将收液墙收集的烟气携带的雾滴汇聚、集中排放的功能的沟,由除雾叶片或部分除雾叶片或专设(独立)叶片构成。也可不设置所述排水沟,汇聚的液滴直接滴落,只是除雾效果差。在烟气动压排挤下排水沟42中汇聚的含有粉尘、石膏、可溶易溶性盐等颗粒物的分离水流向设置在排水沟上的排水孔或缝隙、或流向固定除雾叶片的隔板和两侧端板45上与排水沟对应的排水孔44、或直接流向排水沟两侧进而被及时排除,从而保证汇集的液滴从排水沟两侧排除、最大限度地降低了二次携带液滴的可能;上述两种排水孔(或缝隙)可设置其中一种、或同时设置、或都不设置,当都不设置时,汇集的液滴由排水沟边缘或边缘的豁口流出。隔板和端板不是必须件,可以采取其中的一种,也可以两种都用或都不用,或其他部件组合,也可以采取其他固定方式,如卡条、穿条等等,在隔板或端板上开孔的目的在于将任何阻碍排水沟疏水的障碍疏通。

[0049] 烟气在回流板烟气通道43喷出后直接撞击前一除雾单元叶片从而产生最大的离心作用,细小雾霾以其微弱的惯性优势几乎全部被拦截、汇聚、祛除,各流道撞击后的烟气在湍流区46相互激烈扰动,使残余细小液滴、雾霾基本汇聚殆尽成大液滴,在除雾模块的上一层或下一级除雾器(烟气流动方向的后一层或后一级)继续被彻底根除。烟气在排水沟底部扰流区47的撞击扰动也将增加细小雾霾的汇合几率。

[0050] 由于分离水的及时动力排除、烟气非常大的离心弯道和对叶片的直接冲击,回流板除雾器具有自清洗功能,不会轻易堵塞。

[0051] 相互邻近的回流板除雾叶片构成的烟气通道为文丘里或近似文丘里烟气通道111,如图 11 所示,所谓文丘里或近似文丘里烟气通道指对烟气有加速功能,由相互邻近的叶片截面曲线形状限定的与文丘里管剖面类似的烟气通道,其形状可用近似折线代替。也可以将相互邻近的除雾叶片构成的烟气通道设置成平行烟气通道113,所述平行烟气通道指除雾叶片构成的烟气通道的截面曲线可通过其中某一叶片的截面曲线在保持形状和朝向情况下沿某一方向平行移动得到或近似得到,相当于制图中沿某一方向的复制粘贴或排列,其形状可用近似折线代替。这两种通道都取消扰流区47而成为汇流口114和115,也可不取消或设置成平行烟气通道排水沟底部117,实际上此时的排水沟为回流板除雾器除雾单元一侧最外边的除雾叶片的一部分。上述两种通道也可混合布置,如116所示,从而构成各种型式的混合烟气通道,属于除雾单元的一些型式。烟气通道出口112可设计成加速或减速烟气的流道。

[0052] 所述文丘里或类似文丘里烟气通道也可以单独与本发明后述的超炫板除雾器叶片、大弯板除雾器叶片、混流板除雾器叶片以及其他形式的除雾叶片如波纹板除雾叶片(带

钩或不带钩)组合。

[0053] 除雾单元在技术性能允许范围内包括但不限于本申请中提及的或可合理推出的各种型变,如图6所示:烟气流道可以有多个回流弯、烟气流道可以开口向上、烟气流道入口相对进入除雾器前的烟气流向可以有小于 $|90|^\circ$ 的倾角、与本发明中其他波形除雾叶片及普通波纹板波形组合,上述相应的除雾叶片可改为与原曲线近似的折线等。

[0054] 由回流板除雾器的除雾单元的相互组合形成除雾模块的除雾单元层,所述除雾单元的相互组合指包括但不限于本发明申请中提及的或可合理推出的除雾单元的各种型式,如图4、图7、图9(表面构造物)、图11、图12(有回流弯除雾叶片构成的混流除雾单元)所示,包括叶片数量,除雾叶片数量针对不同的气体及其运动粘度、纯度、流速等有所不同,可为1-30片,一般设定为3-5片;所谓相互组合还包括除雾单元的型变,如图6所示,以及除雾单元的各种可能的组合,如图5所示:除雾单元之间前后左右的方向、朝向、组合方式,除雾单元层之间、除雾模块之间、各层除雾器之间以及烟气流道43的开口方向可任意组合,排水沟、收液墙可单独设置且每单元不限一个、也可不设置,除雾单元层之间的除雾单元可交错排列、也可竖向对齐排列,除雾单元型式、组合联接方式方法不限于本说明书所说明的各种可能。不同的型式与组合方式有不同的功能与作用,如图6中的65型式适用于特别低的烟气流速或负荷或不均匀流场中的特别低速,而66型式则适合相对高的气速或负荷或不均匀流场中的相对高速。

[0055] 一个除雾模块由至少一层单元层构成,层间相接或不相接,一层占据烟气流道截面的除雾器由至少一块除雾模块构成。除雾模块的叶片由具有排水孔44的端部板和隔板45固定,或其中一个固定,或由叶片边缘的固定条、卡固定,也可有其他固定方式,但无论如何固定必须保证排水沟(如果已经设置)的畅通。

[0056] 回流板除雾器由于特有的加速通道及极速回流弯,所以适合于低气速吸收塔和烟气不均匀流场以及低负荷运行状态,而特有的收液墙拦截、收集功能,排水沟汇聚、集中排放功能,使高气速状态下的携带水雾现象得到有效解决,适合于高气速吸收塔、烟气流场不均匀状态以及超负荷运行状态,大大提高了除雾效率和适用范围。

[0057]

大弯板板/大浪板除雾器&混流板除雾器

因某些工况除雾器不得不在烟气流速很高的环境运行,如水平烟道除雾器,此时并不需要很大的曲率就可以达到预期的雾霾分离效果,太大的曲率反而会增大压损、发生喷溅、甚至损坏除雾器,而通常波纹板除雾器不能在如此高气速下运行,会带来严重携带水雾现象,使除雾效率直线下降,不得不采取各种方法扩大除雾器面积。

[0058]

针对上述窘境,本发明所述回流板除雾器的回流弯可以设计成大于 90° 的大弯,如图12中121所示,大弯121为除雾器叶片横截面曲线弯的两侧壁任意切线构成的与烟气通道对应的最小角度122大于等于 90° ,烟气流动的方向在此发生小于等于 90° 的改变,调整除雾器曲率以达到最佳预期除雾器效果。图中123为排水沟,124为收液墙,其余排水沟、排水孔、除雾单元型式及其组合、各种型变、收液墙、通道型式、叶片型式、隔板、端板、除雾模块组成及固定方式等设置方案与回流板除雾器相同。

[0059] 根据项目工况,大弯板除雾器叶片与回流板除雾器叶片可以混用组成混流板除雾

器,以达最佳预期效果,如图12中125、126所示。

[0060] 所述各种除雾器的除雾叶片的截面曲线能够用近似折线代替。

[0061]

超炫板除雾器

超炫板除雾器,意在增加烟气在除雾器叶片流道内的离心力度、湍流强度,从而增加细小雾霾撞击叶片及相互撞击的几率而汇聚成大液滴,进而被叶片液膜吞噬汇聚最后祛除,适合于低风速吸收塔和烟气不均匀流场以及低负荷运行状态,其特征在在于,如图8所示,除雾叶片截面为幅值大于1的近似正弦波形81;或除雾叶片截面为近似正弦绝对值波形82;或为相同幅值的近似正弦波形与近似正弦绝对值波形的组合85;或为不同幅值的近似正弦波形和不同幅值的近似正弦绝对值波形中任何不同波形的任意组合,这种组合最少有3种情况:不同幅值的近似正弦波形的组合86、不同幅值的近似正弦绝对值波形的组合87、不同幅值的近似正弦波形与近似正弦绝对值波形的组合88,图中并未列出所述波形组合的所有可能的组合,波形间(包括一种波形间)可连续可断续。不同的组合具有不同的功能:对于含尘量非常小的除雾和/或除雾要求高的需要可用多波段波形和/或高幅值或绝对值波形除雾器,对于较低风速的除雾可用高幅值或上高下低幅值除雾器,对于较高风速的除雾可用低幅值除雾器或下高上低幅值除雾器。

[0062] 一个超炫除雾模块由至少1层单层组成,单层由截面波形为上述各种波形之一相互组合而成、或上述各种波形的任意组合而成,层与层临近叶片波峰的方向相同84或相反83,层间可相接或不相接,至少一个除雾模块覆盖整个烟气流通区域。层间波形不连续或不相接的除雾器模块,有利于烟气湍流的产生,不存在中间不易清理的死角,因而不易堵塞,中间紊流有利于自清理污垢,以及液滴的排除,减少二次携带水雾液滴的几率。

[0063] 以上超炫板除雾器叶片在技术性能允许范围内可做各种变形,如以接近所述各种波形的折线代替正弦波形线或正弦绝对值波形线,参见图6。

[0064] 因各种原因的高风速下烟气会发生携带现象从而降低除雾效率,如水平烟道除雾器,所以,如图10所示,在具有近似正弦波形或正弦波形近似折线、或近似正弦绝对值波形或正弦绝对值波形近似折线的除雾叶片截面的每片叶片上方设置排水沟101和收液墙102以收集疏导烟气携带的液滴,也可数个除雾叶片作为一组组成除雾单元公用的排水沟103和收液墙104,收液墙具有拦截、收集烟气流道内流出的烟气携带的水雾的功能,排水沟具有将收液墙收集的烟气携带的雾滴汇聚、集中排放的功能,由除雾叶片或部分除雾叶片或专设(独立)叶片构成,可在两侧或设置在排水沟上的孔洞(或缝隙)或从边沿或边沿上的豁口溢流排出收集的雾滴。排水沟和收液墙可与除雾叶片连接为一体、也可不连接,排水沟同时起到扰流、加速作用,使雾滴与烟气更加易于分离。

[0065] 上述在除雾叶片上方设置收液墙和排水沟的方案除应用于超炫板除雾器、普通波纹板除雾器和折流板除雾器外,还可应用于基本除雾功能元件具有片式结构的其他除雾器叶片,如图6中所示回流板除雾器叶片61、62、63、64,图12中所示混流板除雾器叶片126、大弯板除雾器叶片127,以及普通波纹板型或折流板型(带钩或不带钩,带孔或不带孔)、中空波纹板型除雾器等。基本除雾功能元件指除雾器起到除雾功能的最小结构件、装置,如回流板除雾器的除雾叶片,冷霾器的壳式通道等。

[0066] 在同一除雾器中,本说明书中提及但不限于所提及的各种形式的收液墙可以混用

或同时用,各种形式的排水沟可以混用或同时用,各种形式的收液墙与各种形式排水沟可以任意组合,从而达到某种性能或目的,以上所述收液墙和排水沟的各种方案即相关除雾器的除雾叶片和/或结构的截面曲线能够用近似折线代替。

[0067]

扰流方法

为增加湍流强度,提高细小雾霾的相互撞击几率,如图9所示,管式除雾器的管表面或除雾基本功能元件为叶片的片式除雾器的叶片通流烟气的两侧面接触烟气的表面,可以设计有随机分布的随机方向的或有序分布的有序方向的其他任何分布方式的凸起、凹坑、钩、凸槽、凹槽或裂隙中的至少一种的任意组合,其中凸槽或凹槽能够贯通其所在的连续表面或在所述表面边缘范围内。为减少烟气二次携带液滴的几率,所述除雾器表面可以设计有竖直方向的集水排水沟。所述连续表面指具有同样性质的表面单元通过连续拓展可以得到的表面,例如管式除雾器接触烟气的单根管表面、叶片式除雾器的单片叶片通流烟气的两侧面等;所谓的分布的方式的目的在于扰乱气流,可根据需要设计、选择分布方案,包括但不限于上述分布方案。

[0068] 回流板除雾器、大弯板除雾器、混流板除雾器及超炫板除雾器等为增加离心力度、扰流强度,包括基本除雾功能元件为叶片的除雾器的除雾叶片在烟气进侧和出侧或其中一侧的边有膨大凸起,如所述边为膨大凸起、或部分边段为膨大凸起、或分布着瘤状凸起,从而产生文丘里管加速效应,提高烟气对弯道和叶片的冲击速度,以增强分离效果,祛除细小雾霾。所谓的边指所述除雾叶片的边缘以内一定距离范围内的叶片。

[0069] 回流板除雾器、大弯板除雾器、混流板除雾器及超炫板除雾器的另一个特征是烟气进侧和出侧或其中一侧的边没有有意的导流结构或导流部件,该功能可应用于基本除雾功能元件为叶片的除雾器的除雾叶片。所谓导流就是将烟气由原流向导引至另一个流向,从而使烟气流场最大限度地趋近均匀、烟气压损最小;所谓有意指的是专为或主要为导流而设计的结构或部件;所谓的边指所述除雾叶片的边缘以内一定距离范围内的叶片,该部分叶片可以起到导流的作用。

[0070] 所述几种扰流方法的结构物及其叶片的截面或剖面曲线可用近似折线代替。

[0071]

本发明申请所述排水沟当立式安装且除雾叶片水平方向时,收液墙或其某侧的叶片可能需要具有向上的角度以形成排水沟。

[0072] 本发明装置各种除雾模块根据烟气流动方向及除雾效率的需要布置除雾模块的方向,一般布置成平板式或屋脊式,安装方式一般为水平安装和立式安装。

[0073] 社会效益

综上所述,本发明具有如下社会效益:本发明提供的一种冷霾除尘除雾装置,能够有效经济地实现超净排放,烟气压损小于200Pa,粉尘排放5mg/Nm³(称重法)以下,水雾含量10mg/Nm³(Mg²⁺示踪法)以下。通过配置多级冷霾(凝)器,以及回流板除雾器、大弯板除雾器、混流板除雾器或超炫板除雾器,可使入口粉尘20mg/Nm³时0排放、30~60mg/Nm³时超净排放。本装置同时可高效祛除SO₃气溶胶、Hg₀颗粒物等重金属,社会效益十分明显,通过除雾器后烟气加热设施,可使雾滴0排放。

[0074] 冷霾除尘除雾装置同时具有祛除SO₃气溶胶、Hg₀颗粒物的功能:

SO₃在燃烧和SCR中转化率各约1%，以气溶胶(SO₃气溶胶即硫酸气溶胶是迅速吸水的白色硫酸烟雾,0.004-1.2μm)形成存在,是形成蓝烟、黄烟的主要原因之一,不易被喷淋、离心力祛除,极易随风而去,易溶于水但现有技术脱硫塔只有20%的去除率,主要在饱和段湍流流场中祛除。经本发明装置冷凝成霾、长大,尤其多级冷凝、湍流流场汇聚成滴可基本根除。

[0075] 水蒸气的凝结有两种状态,在400%的过饱和度(相对湿度500%)下纯水分子凝结,不稳定;以异类离子、分子(0.0005-0.1μm)(些许的电荷不对称性总能使原子分子间找到结合点)至微米(0.1-10μm)级颗粒物为凝结核形成稳定发散网状雾霾颗粒、云雨,在凝结核充足下,30%的饱和度即可形成雾霾。水蒸气凝结是以极性分子的相互连接而凝结,与颗粒物亲水憎水无关,在冷凝(霾)器深度冷凝(霾)后通过回流板除雾器、超炫板除雾器对烟气的扰流湍流使雾霾长大汇聚,可以高效去除汞颗粒物(Hg₀极易吸附)、其他重金属颗粒物,水可以在汞表面延展,冷凝可以使自由汞等霾化,在冷凝器长大、汇聚、捕获,进而有效祛除。

[0076] 以上所述,对于本领域的普通技术人员来说,可以根据本发明的技术方案和技术构思作出其他各种相应的改变和变形,而所有这些改变和变形都应属于本发明后附的权利要求的保护范围。

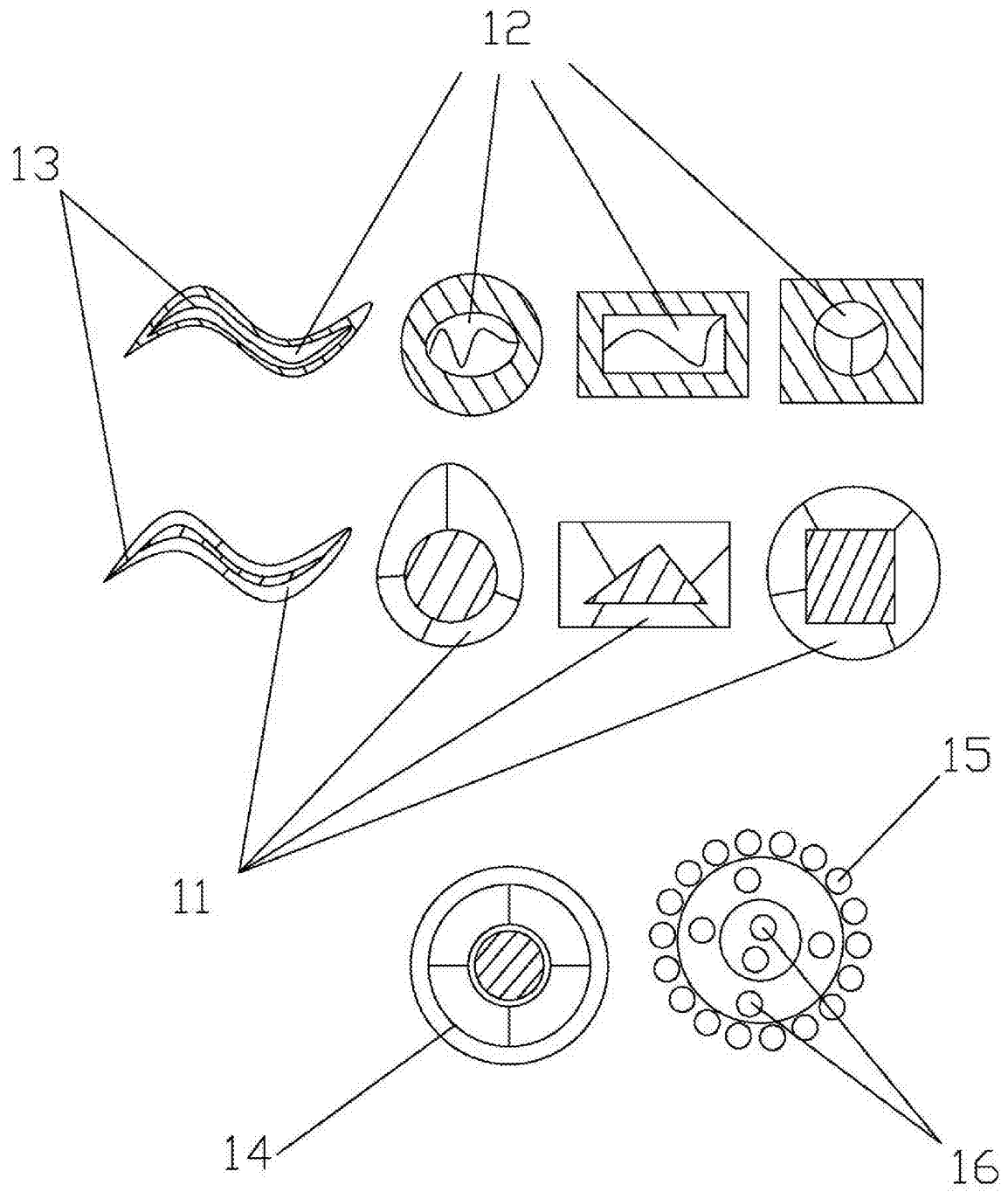


图1

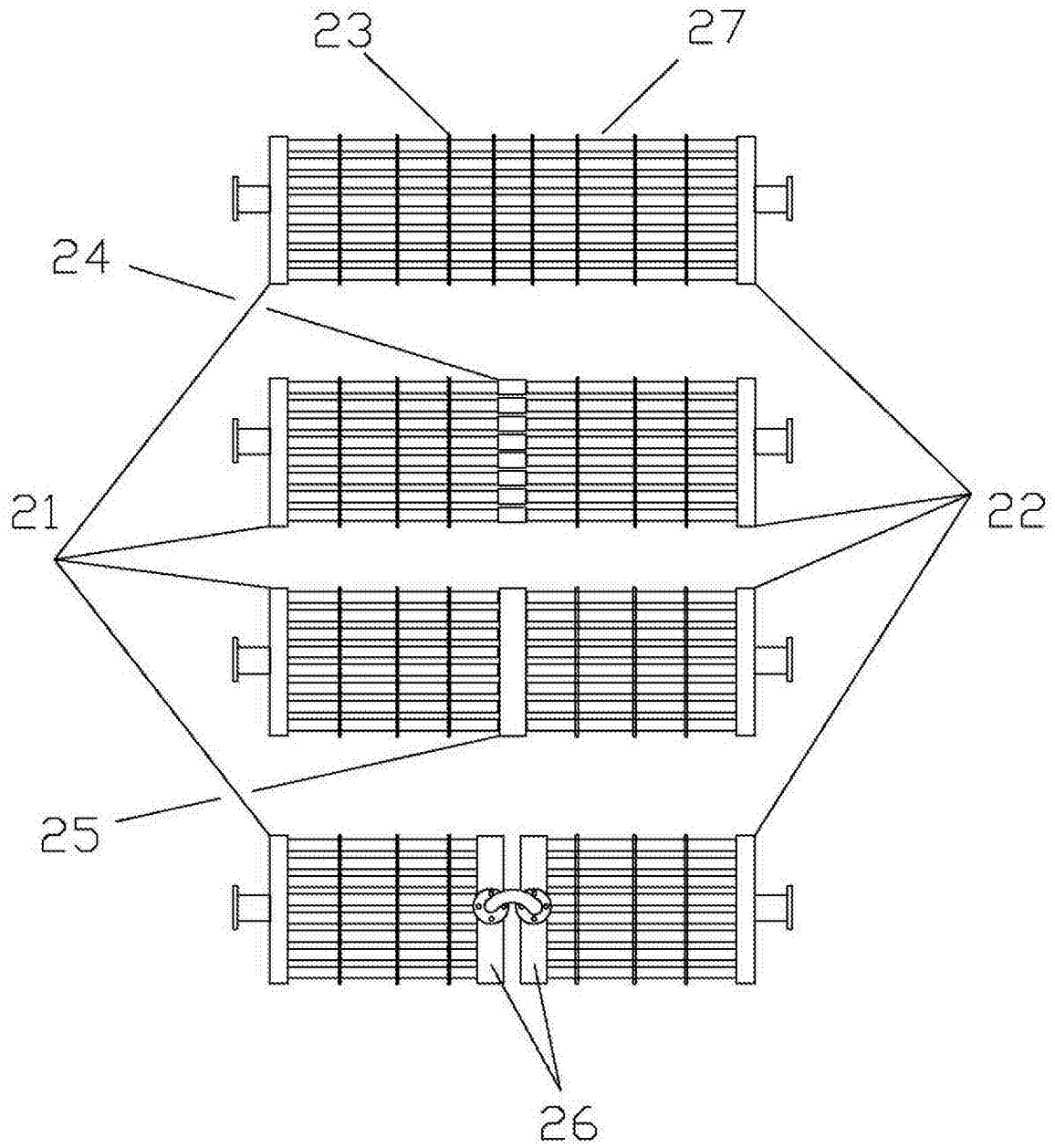


图2

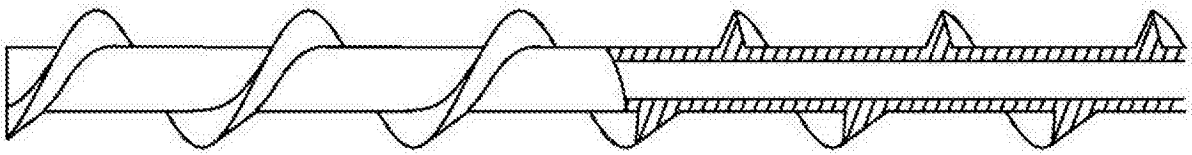
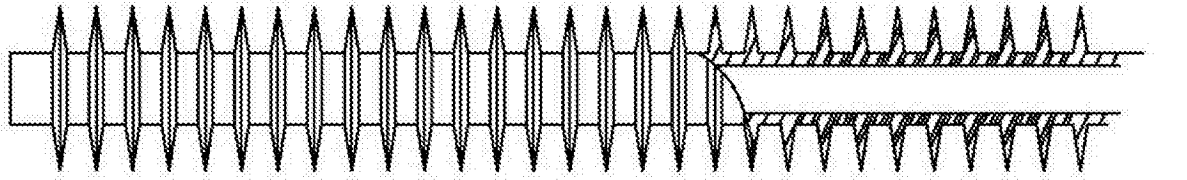


图3

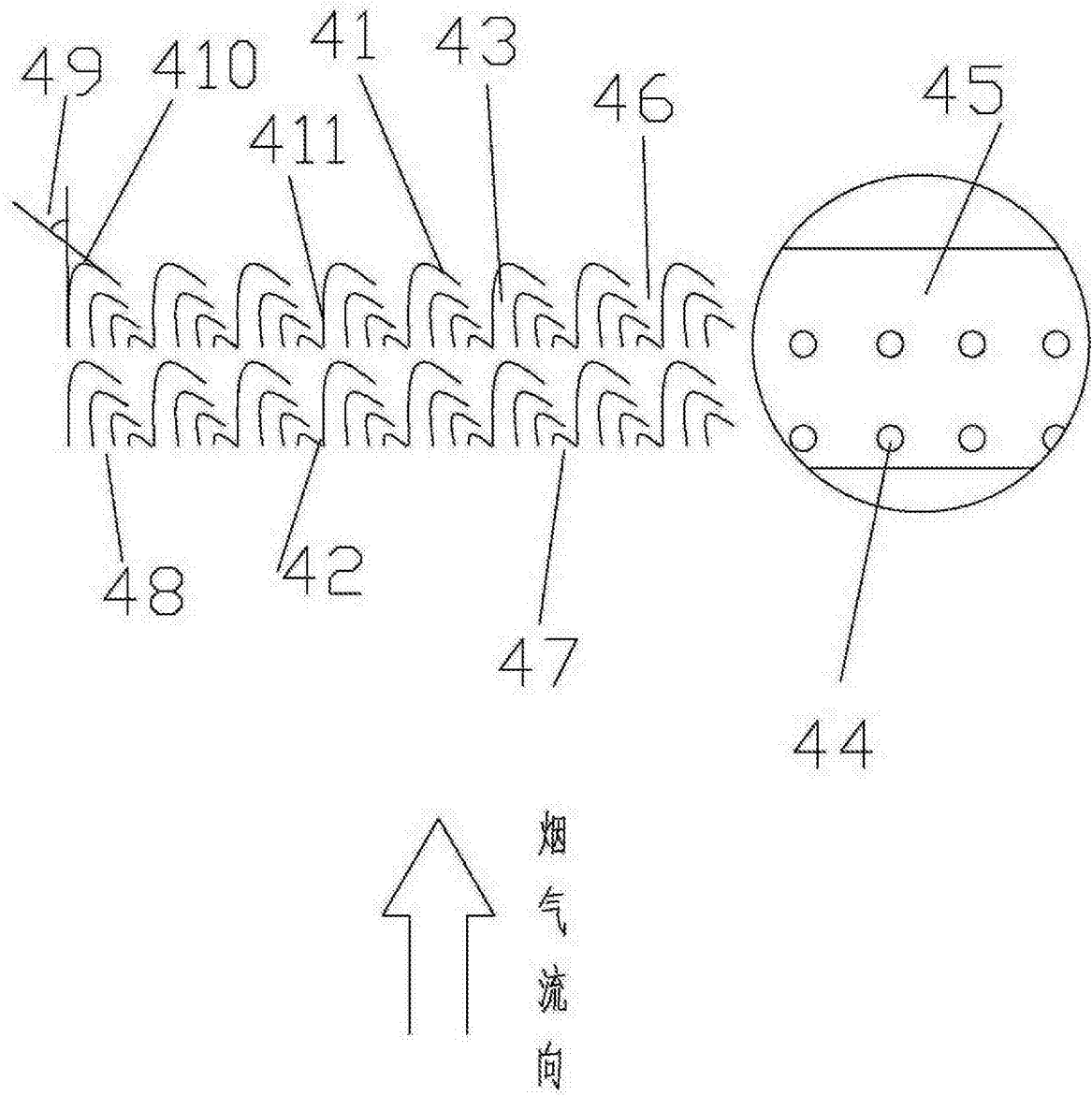


图4

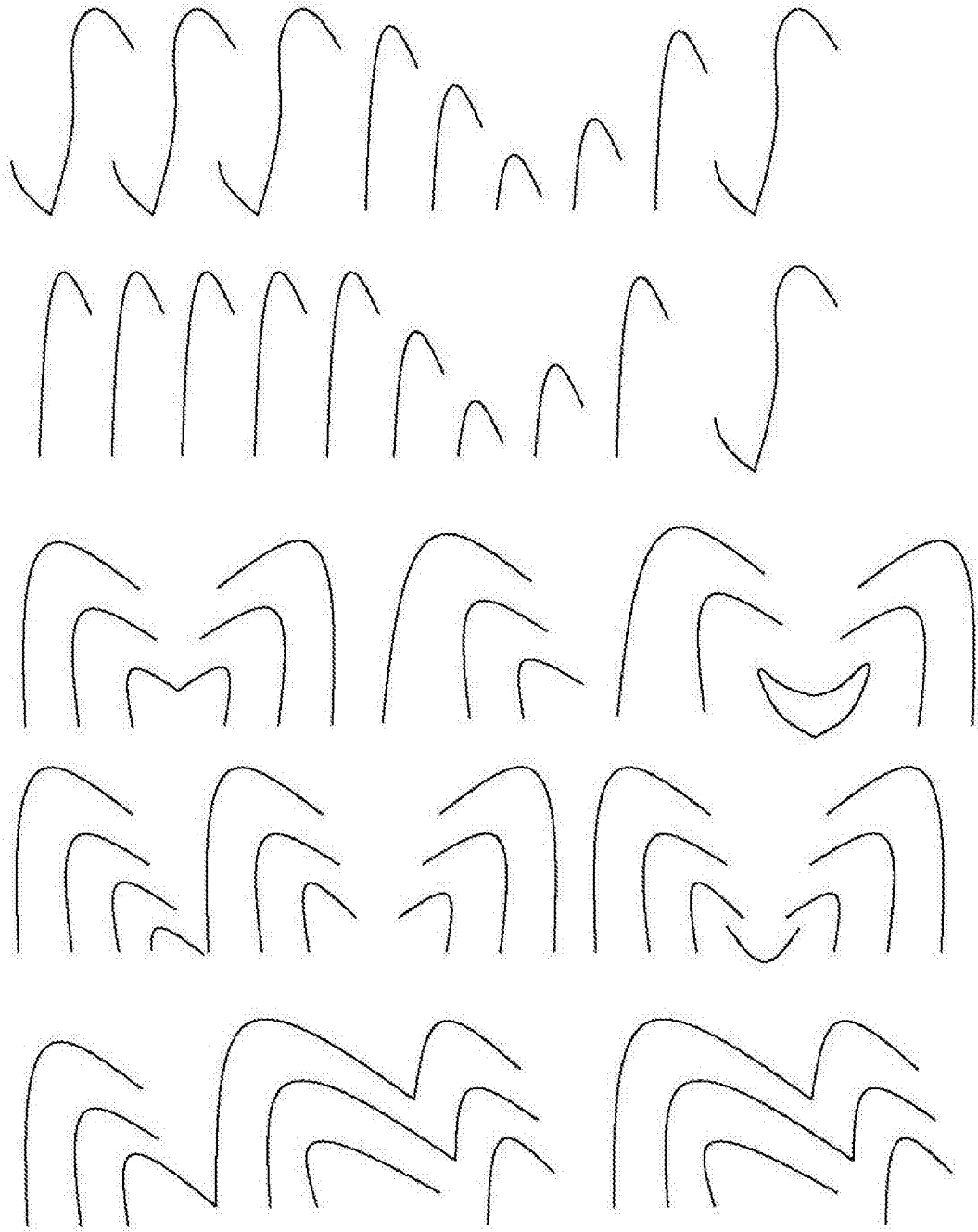


图5

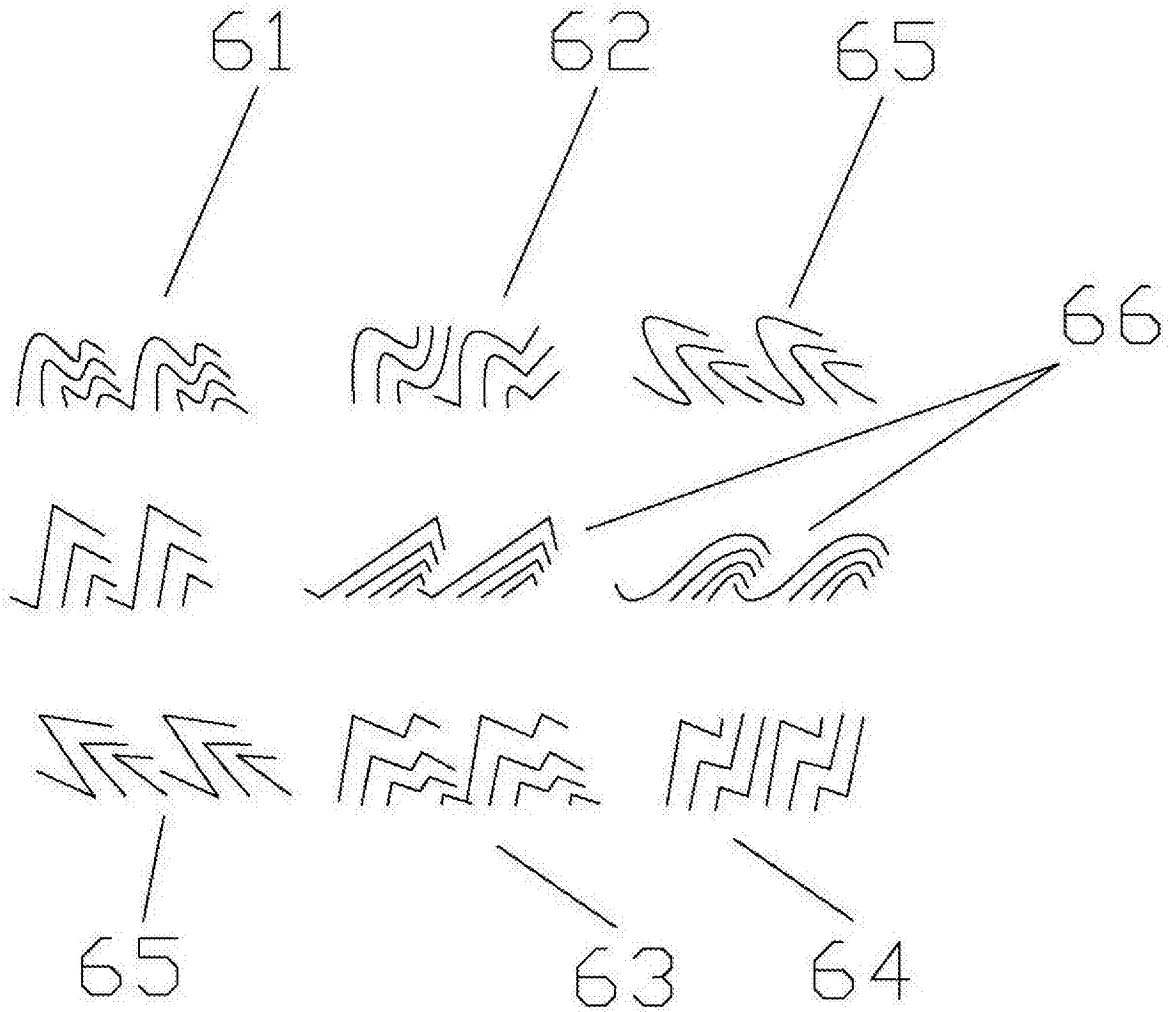


图6

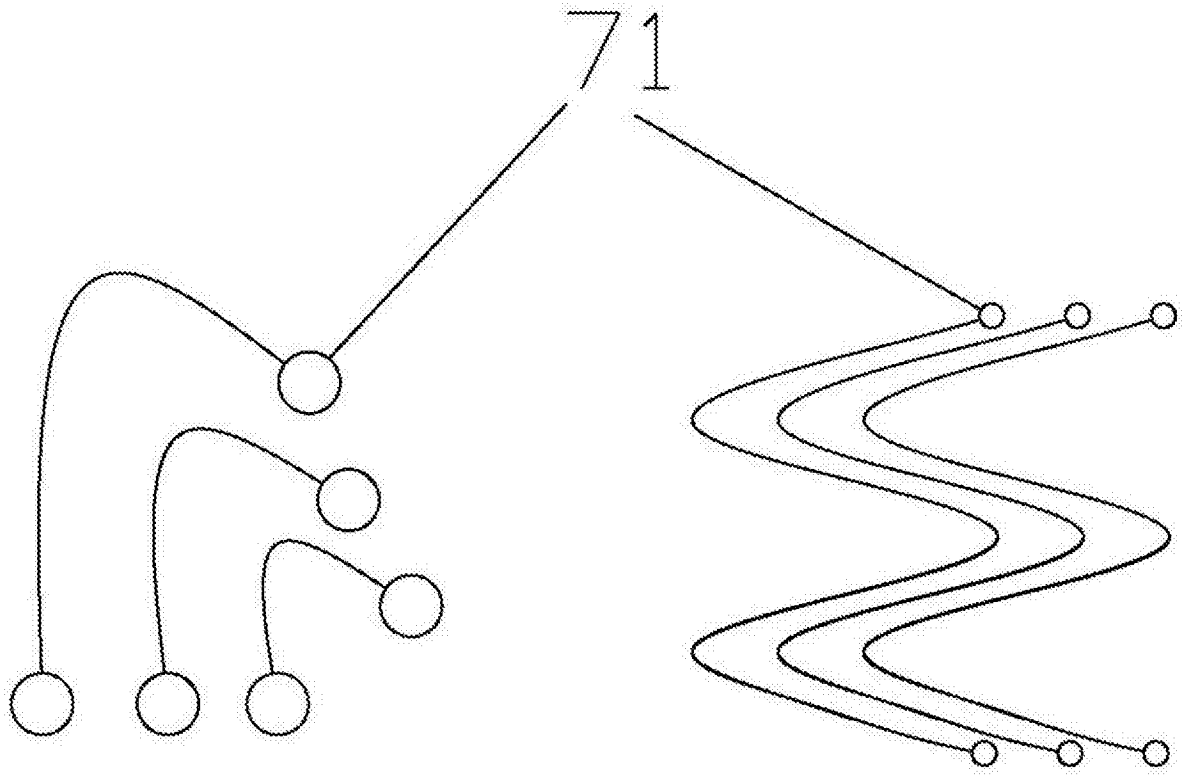


图7

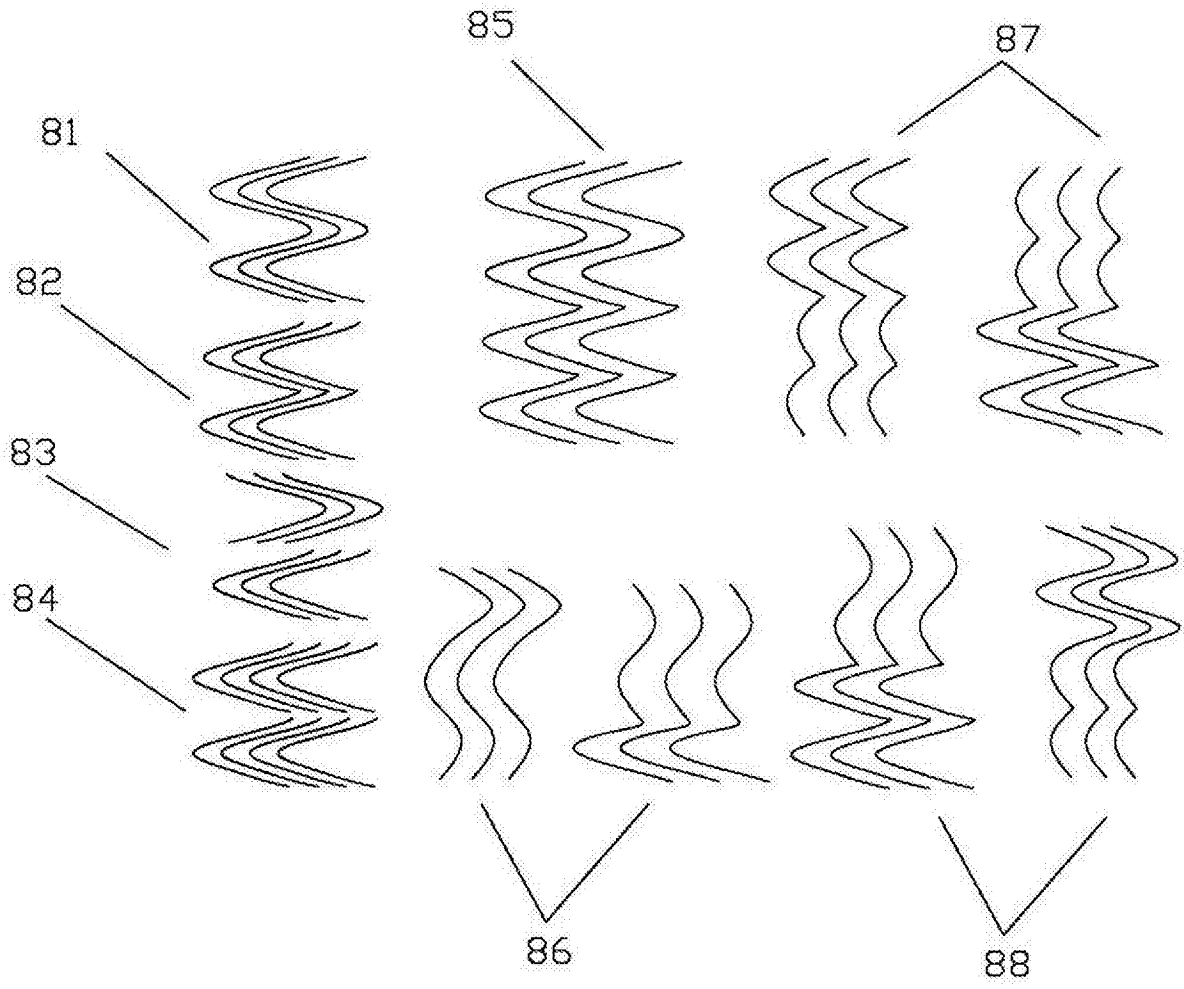


图8

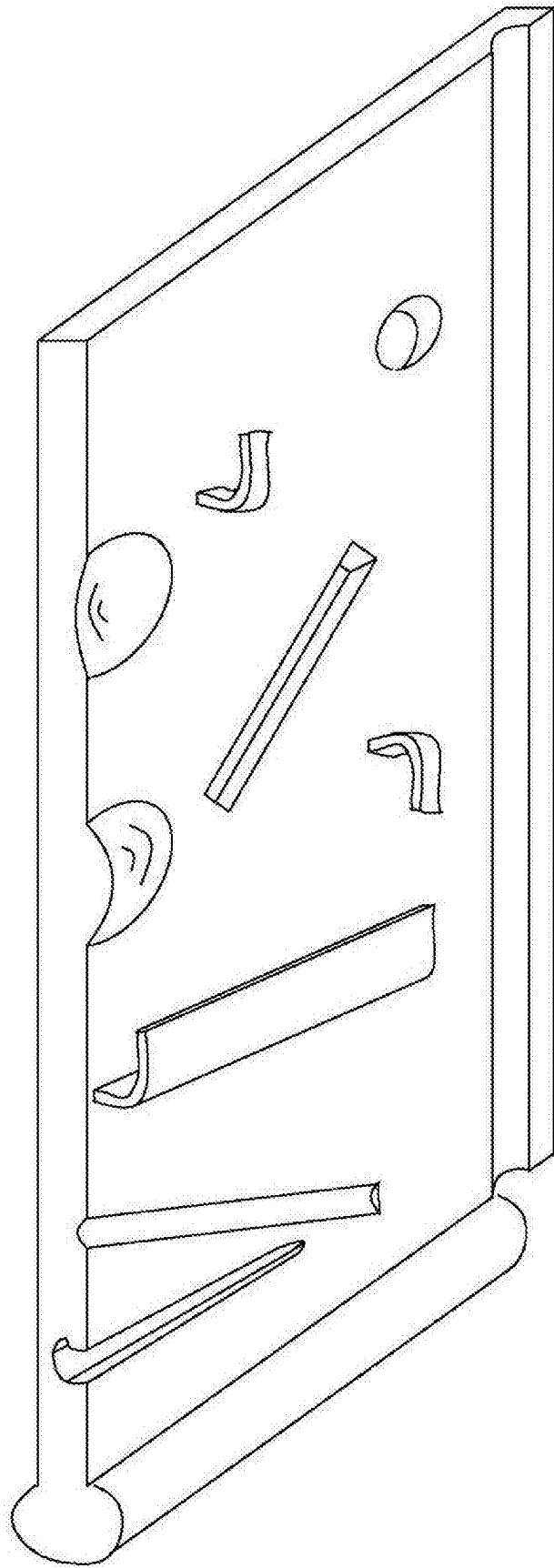


图9

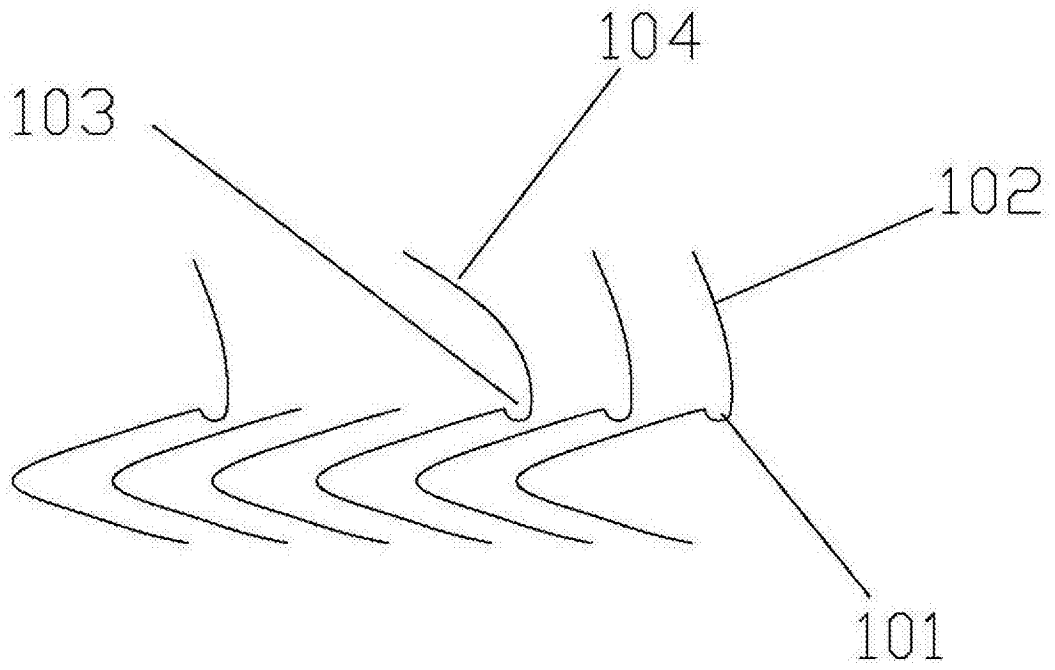
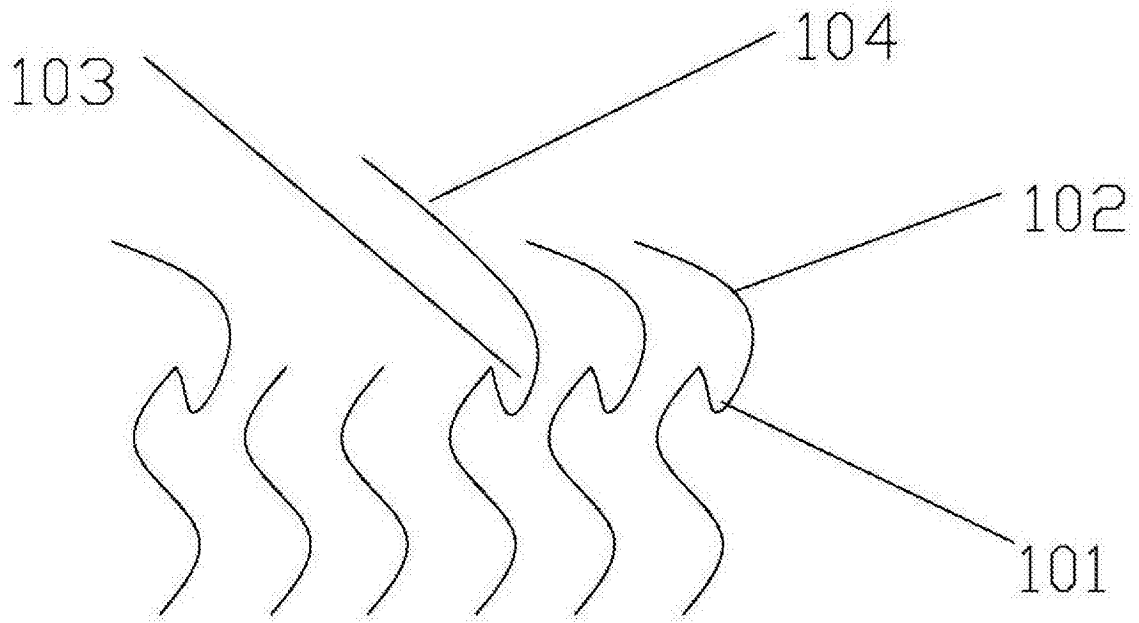


图10

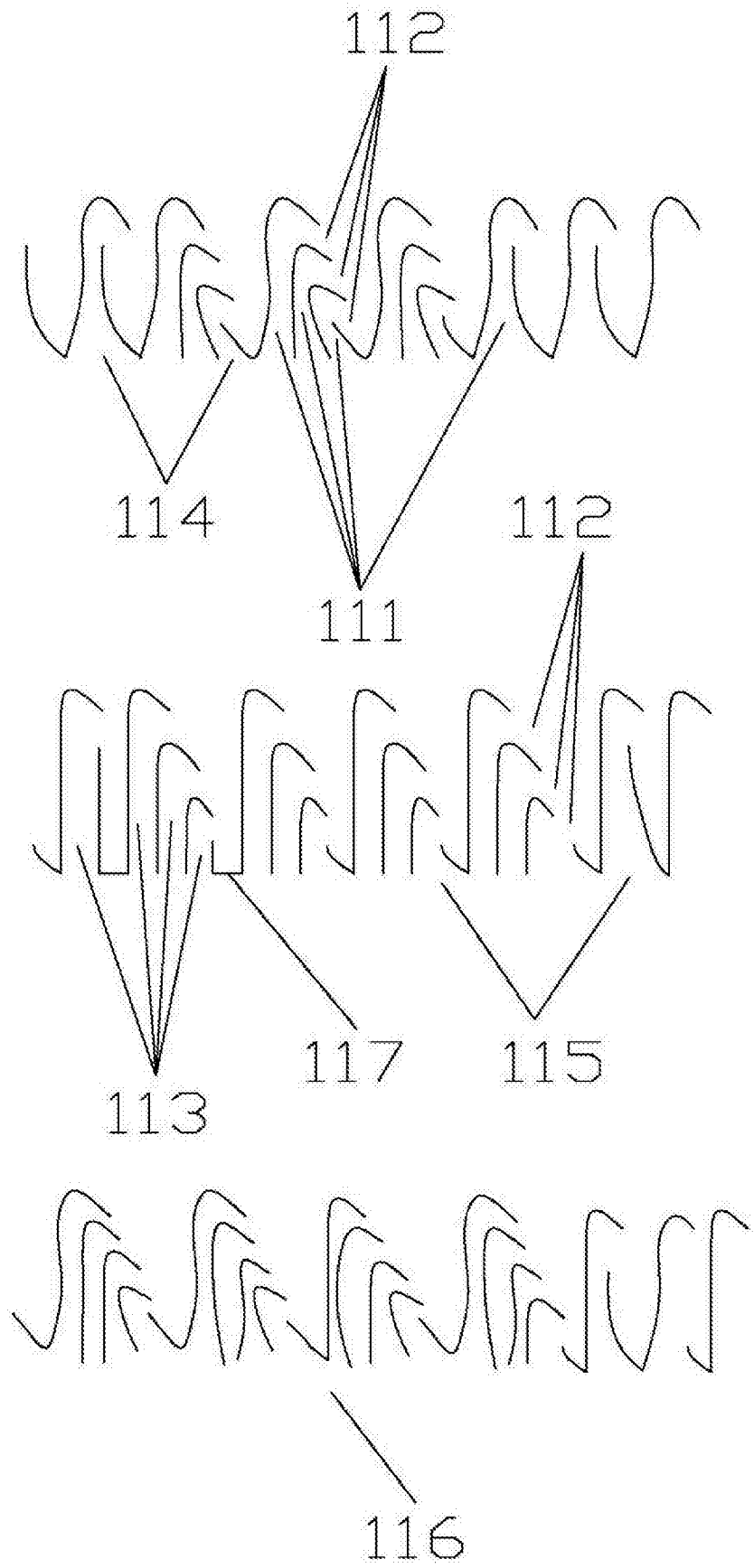


图11

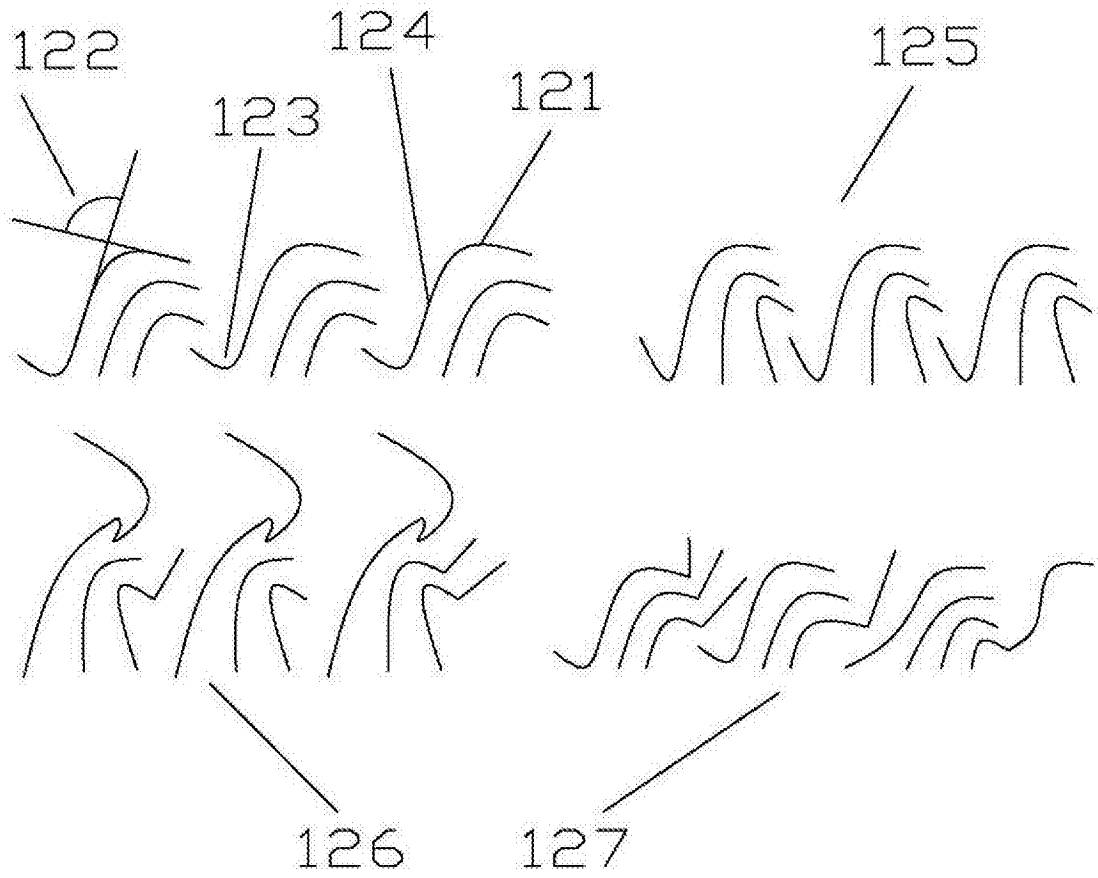


图12