(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119173315 A
(43)申请公布日 2024.12.20

(21)申请号 202280095887.X

(22)申请日 2022.12.29

(30)优先权数据
63/318,043 2022.03.09 US
63/328,011 2022.04.06 US
63/370,043 2022.08.01 US
63/378,445 2022.10.05 US
63/383,389 2022.11.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.11.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/082570 2022.12.29

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/172344 EN 2023.09.14

(71)申请人 清洁公司
地址 美国

(72)发明人 M·T·彭宁顿 J·I·米勒
D·W·迪尔曼 M·A·图伦

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 朱海涛

(51)Int.Cl.
B01D 29/25(2006.01)
B01D 29/35(2006.01)
B01D 29/90(2006.01)
D06F 39/10(2006.01)
B01D 29/60(2006.01)

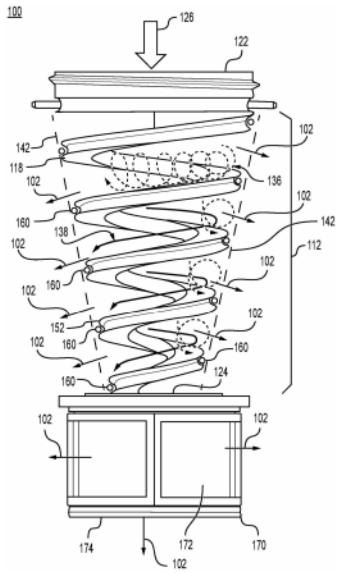
权利要求书16页 说明书49页 附图49页

(54)发明名称

涡流横流过滤系统

(57)摘要

本发明公开了涉及过滤的系统和方法。一种过滤装置包括第一开口、第二开口和涡流过滤器，所述涡流过滤器包括肋部。肋部可以被配置为生成涡流，以保持过滤后的颗粒悬浮并且提供从第一开口延伸到第二开口的流动路径。过滤装置可以通过沿着流动路径横过围绕涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质进行横流过滤来从流体过滤颗粒。当使用示例1或示例2中的任一者的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，过滤装置可以高效地按质量计过滤微塑料的大于90％。过滤装置可以高效地在高流速下例如以大于50厘米/秒或大于100厘米/秒的流速从流体过滤颗粒。



CN 119173315 A

1.一种过滤装置,其包括:

第一开口和第二开口;以及

涡流过滤器,所述涡流过滤器用于接收远离所述第一开口朝向所述第二开口延伸的流体,所述涡流过滤器被配置为在经由所述第一开口进入所述涡流过滤器的所接收的流体中生成涡流,并且所述涡流过滤器被配置为使得过滤后的流体通过围绕所述第一开口和所述第二开口之间的所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质离开所述涡流过滤器的侧部,其中,过滤后的材料基本上在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。

2.根据权利要求1所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器包括至少一个肋部,所述至少一个肋部从所述第一开口连续地延伸到所述第二开口。

3.根据权利要求2所述的过滤装置,其中,所述至少一个肋部形成流动路径,所述流动路径被配置为将悬浮在所述涡流中的过滤后的颗粒沿着流动路径引导到所述第二开口。

4.根据权利要求2或3中任一项所述的过滤装置,其中,所述流动路径从所述第一开口到所述第二开口基本上是连续的。

5.根据权利要求3或4中任一项所述的过滤装置,其中,所述流动路径被配置为不抑制过滤后的材料沿着所述流动路径朝向所述第二开口流动。

6.根据权利要求2至5中任一项所述的过滤装置,其中,所述至少一个肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的过滤装置,其中,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器包括锥形线圈。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的过滤装置,其中,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的过滤装置,还包括收集单元,所述收集单元被布置在所述第二开口处,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体。

11.根据权利要求10所述的过滤装置,其中,所述收集单元包括可去除的收集单元,所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述过滤装置。

12.根据权利要求10或11中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括:

收集单元过滤介质,所述收集单元过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体;以及

收集单元出口,所述收集单元出口被配置为允许所述流体流动通过。

13.根据权利要求10至12中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元是第二级过滤装置。

14.根据权利要求1至13中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。

15.根据权利要求1至14中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。

16.根据权利要求1至15中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。

17.根据权利要求1至16中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。

18.根据权利要求1至17中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

19.根据权利要求2至18中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器被配置为使得:

所述至少一个肋部具有肋部宽度,

所述至少一个肋部具有肋部高度,

所述锥形在所述至少一个肋部的相邻转圈之间具有狭槽高度,

所述涡流过滤器具有螺旋高度,

所述涡流过滤器具有螺旋节距,并且

所述狭槽高度、肋部宽度、肋部高度、螺旋高度和螺旋节距被配置为创建肋部搭接量,所述肋部搭接量被配置为沿着颗粒流动路径生成涡流,以将从所述流体待过滤的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口引导。

20.根据权利要求1至19中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器被配置为横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

21.根据权利要求1至20中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器具有可变节距。

22.根据权利要求1至21中任一项所述的过滤装置,其中,所述流体是液体。

23.根据权利要求1至21中任一项所述的过滤装置,其中,所述流体是气体。

24.根据权利要求1至21中任一项所述的过滤装置,其中,所述流体包括洗衣机排放流体或生物流体。

25.根据权利要求1至24中任一项所述的过滤装置,还包括壳体,其中,所述过滤介质被集成到所述壳体中。

26.根据权利要求1至24中任一项所述的过滤装置,还包括壳体,所述壳体被配置为容纳所述涡流过滤器,其中,所述过滤介质被紧固在所述壳体和所述涡流过滤器之间。

27.根据权利要求1至26中任一项所述的过滤装置,还包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

28.根据权利要求1至27中任一项所述的过滤装置,还包括:

封壳,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及

颗粒收集构件,所述颗粒收集构件被配置为收集从所述流体过滤的颗粒,所述颗粒收集构件是能从所述封壳去除的。

29.根据权利要求28所述的过滤装置,其中,所述颗粒收集构件被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集构件被去除时所述流体保留在所述封壳中。

30.根据权利要求1至29中任一项所述的过滤装置,还包括刮擦机构,所述刮擦机构被配置为清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

31.根据权利要求1至30中任一项所述的过滤装置,其中,所述过滤装置被配置为过滤来自洗衣机的排放流体。

32.根据权利要求31所述的过滤装置,其中,所述过滤装置被配置为从所述排放流体过滤微塑料。

33.根据权利要求32所述的过滤装置,其中,所述过滤装置被配置为在所述洗衣机完成四次或更多次衣物加载之后从所述排放流体过滤所述微塑料的至少75%。

34.一种用于从流体过滤固体的方法,包括:

使流体通过包括涡流过滤器的过滤装置沿着所述涡流过滤器从第一开口流到第二开口,所述涡流过滤器包括至少一个肋部;

在沿着所述至少一个肋部的所述流体中生成涡流,所述流体在颗粒流动路径中沿着所述第一肋部从所述第一开口流动到所述第二开口;以及

通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质来从所述流体过滤颗粒。

35.根据权利要求34所述的方法,其中,所述颗粒流动路径将过滤后的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口引导。

36.根据权利要求34或35中任一项所述的方法,其中,所述颗粒流动路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。

37.根据权利要求34至36中任一项所述的方法,其中,所述颗粒流动路径被配置为不抑制颗粒沿着所述颗粒流动路径朝向所述第二开口流动。

38.根据权利要求34至37中任一项所述的方法,其中,所述至少一个肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。

39.根据权利要求34至38中任一项所述的方法,其中,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。

40.根据权利要求34至39中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括锥形线圈。

41.根据权利要求34至40中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

42.根据权利要求34至41中任一项所述的方法,还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的颗粒。

43.根据权利要求42所述的方法,其中,所述收集单元包括能去除的收集单元,所述能去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。

44.根据权利要求42或43中任一项所述的方法,其中,所述收集单元还被配置为允许过滤后的流体流动通过。

45.根据权利要求42至44中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体。

46.根据权利要求42至44中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括第二级过滤装置。

47.根据权利要求42至46中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少70%。

48.根据权利要求42至47中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少75%。

49.根据权利要求42至48中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少80%。

50.根据权利要求42至49中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少85%。

51.根据权利要求42至50中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少90%。

52.根据权利要求42至51中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少91%。

53.根据权利要求42至52中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少92%。

54.根据权利要求42至53中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少93%。

55.根据权利要求42至54中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少94%。

56.根据权利要求42至55中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少95%。

57.根据权利要求34至56中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。

58.根据权利要求34至57中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。

59.根据权利要求34至58中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。

60.根据权利要求34至59中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。

61.根据权利要求34至60中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

62.根据权利要求34至61中任一项所述的方法,其中,通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述流体过滤颗粒的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

63.根据权利要求34至62中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器具有可变节距。

64.根据权利要求34至63中任一项所述的方法,其中,所述流体是液体。

65.根据权利要求34至63中任一项所述的方法,其中,所述流体是气体。

66.根据权利要求34至65中任一项所述的方法,其中,所述流体包括洗衣机排放流体。

67.根据权利要求34至66中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。

68.根据权利要求34至67中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

69.根据权利要求34至68中任一项所述的方法,还包括:

将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被

配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及

将过滤后的颗粒收集在颗粒收集单元中。

70.根据权利要求69所述的方法,其中,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时流体保留在所述封壳中。

71.根据权利要求34至70中任一项所述的方法,还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

72.根据权利要求34至71中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供所述流体。

73.根据权利要求34至72中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述流体。

74.根据权利要求34至73中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述流体。

75.根据权利要求34至74中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述流体。

76.根据权利要求34至75中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述流体。

77.根据权利要求34至76中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。

78.根据权利要求34至77中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。

79.根据权利要求34至78中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。

80.一种用于从液体过滤颗粒的方法,包括:

在包括涡流过滤器的过滤装置的第一开口处提供所述液体;

在所述涡流过滤器中经由肋部生成涡流,所述肋部具有供所述流体流动通过的减小的内部横截面;

沿着所述肋部提供流动路径以用于将悬浮在所述涡流中的颗粒朝向所述过滤装置的第二开口指引;以及

通过与所述流动路径相邻的过滤介质对过滤后的流体进行过滤。

81.根据权利要求80所述的方法,其中,所述流动路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。

82.根据权利要求80或81中任一项所述的方法,其中,所述流动路径被配置为不抑制颗粒沿着所述流动路径朝向所述第二开口流动。

83.根据权利要求80至82中任一项所述的方法,其中,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。

84.根据权利要求80至83中任一项所述的方法,其中,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。

85.根据权利要求80至84中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器具有螺旋构型。

86.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

87.根据权利要求80至86中任一项所述的方法,还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的颗粒。

88.根据权利要求87所述的方法,其中,所述收集单元包括能去除的收集单元,所述能去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。

89.根据权利要求87或88中任一项所述的方法,其中所述收集单元还被配置为允许过滤后的流体流动通过。

90.根据权利要求87至89中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体。

91.根据权利要求87至90中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括第二级过滤装置。

92.根据权利要求88至91中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少70%。

93.根据权利要求88至92中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少75%。

94.根据权利要求88至93中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少80%。

95.根据权利要求88至94中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少85%。

96.根据权利要求88至95中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少90%。

97.根据权利要求88至96中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少91%。

98.根据权利要求88至97中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少92%。

99.根据权利要求88至98中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少93%。

100.根据权利要求88至99中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少94%。

101.根据权利要求88至100中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少95%。

102.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。

103.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α

是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。

104.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。

105.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。

106.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

107.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述流体过滤颗粒的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

108.根据权利要求80至85中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器具有可变节距。

109.根据权利要求80至108中任一项所述的方法,其中,所述流体是液体。

110.根据权利要求80至108中任一项所述的方法,其中,所述流体是气体。

111.根据权利要求80至108中任一项所述的方法,其中,所述流体包括洗衣机排放流体。

112.根据权利要求80至111中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。

113.根据权利要求80至112中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

114.根据权利要求80至113中任一项所述的方法,还包括:

将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及

将过滤后的颗粒收集在颗粒收集单元中。

115.根据权利要求114所述的方法,其中,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时流体保留在所述封壳中。

116.根据权利要求80至115中任一项所述的方法,还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

117.根据权利要求80至116中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供所述流体。

118.根据权利要求80至117中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述流体。

119.根据权利要求80至118中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述流体。

120.根据权利要求80至118中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述流体。

121.根据权利要求80至118中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述流体。

122.根据权利要求80至121中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当

使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。

123.根据权利要求80至121中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。

124.根据权利要求80至121中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。

125.一种过滤装置,其包括:

涡流过滤器,所述涡流过滤器包括第一开口、第二开口、肋部以及在所述第一开口和所述第二开口之间的横流过滤区域;

锥形螺旋线圈,所述锥形螺旋线圈的内部耙减小比β/α是在0.1和10之间包括端点在内的范围内;

其中,所述涡流过滤器被配置为在经由所述第一开口进入所述涡流过滤器的流体中生成涡流,并且所述涡流过滤器被配置为使得过滤后的流体通过所述横流过滤区域的过滤介质离开,并且

其中,所述涡流滤器被配置为使得过滤后的颗粒基本上在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。

126.根据权利要求125所述的过滤装置,其中,所述肋部从所述第一开口连续地延伸到所述第二开口。

127.根据权利要求125或126中任一项所述的过滤装置,其中,所述肋部形成流动路径,所述流动路径被配置为将悬浮在所述涡流中的过滤后的颗粒沿着流动路径引导到所述第二开口。

128.根据权利要求125至127中任一项所述的过滤装置,其中,所述流动路径从所述第一开口到所述第二开口基本上是连续的。

129.根据权利要求125至128中任一项所述的过滤装置,其中,所述流动路径被配置为不抑制颗粒沿着所述流动路径朝向所述第二开口流动。

130.根据权利要求125至129中任一项所述的过滤装置,其中,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。

131.根据权利要求125至130中任一项所述的过滤装置,其中,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。

132.根据权利要求125至131中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器包括锥形线圈。

133.根据权利要求125至132中任一项所述的过滤装置,其中,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

134.根据权利要求125至133中任一项所述的过滤装置,还包括收集单元,所述收集单元被布置在所述第二开口处,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体。

135.根据权利要求134所述的过滤装置,其中,所述收集单元包括能去除的收集单元,所述能去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述过滤装置。

136.根据权利要求134至135中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括:

另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体;以及

收集单元出口,所述收集单元出口被配置为允许所述流体流动通过。

137.根据权利要求134至136中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元是第二级过滤装置。

138.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少70%。

139.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少75%。

140.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少80%。

141.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少85%。

142.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少90%。

143.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少91%。

144.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少92%。

145.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少93%。

146.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少94%。

147.根据权利要求134至137中任一项所述的过滤装置,其中,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体的至少95%。

148.根据权利要求125至147中任一项所述的过滤装置,其中,所述耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。

149.根据权利要求125至147中任一项所述的过滤装置,其中,所述耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。

150.根据权利要求125至147中任一项所述的过滤装置,其中,所述耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。

151.根据权利要求125至147中任一项所述的过滤装置,其中,所述耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

152.根据权利要求125至147中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器被配置为使得:

所述肋部具有肋部宽度,

所述肋部具有肋部高度,

所述涡流过滤器在所述肋部的相邻转圈之间具有狭槽高度,

所述涡流过滤器具有螺旋高度，

所述涡流过滤器具有螺旋节距，并且

所述狭槽高度、肋部宽度、肋部高度、螺旋高度和螺旋节距被配置为创建肋部搭接量，所述肋部搭接量被配置为生成所述涡流，以将从所述流体待过滤的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口引导。

153.根据权利要求125至152中任一项所述的过滤装置，其中，所述涡流过滤器被配置为横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

154.根据权利要求125至153中任一项所述的过滤装置，其中，所述涡流过滤器具有可变节距。

155.根据权利要求125至153中任一项所述的过滤装置，其中，所述流体是液体。

156.根据权利要求125至153中任一项所述的过滤装置，其中，所述流体是气体。

157.根据权利要求125至153中任一项所述的过滤装置，其中，所述流体包括洗衣机排放流体。

158.根据权利要求125至153中任一项所述的过滤装置，还包括壳体，其中，所述过滤介质被集成到所述壳体中。

159.根据权利要求125至158中任一项所述的过滤装置，还包括壳体，所述壳体被配置为容纳所述涡流过滤器，其中，所述过滤介质被紧固在所述壳体和所述涡流过滤器之间。

160.根据权利要求125至159中任一项所述的过滤装置，还包括垫片，所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

161.根据权利要求125至159中任一项所述的过滤装置，还包括：

封壳，所述封壳包括入口开口和出口开口，所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口，所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳；以及

颗粒收集构件，所述颗粒收集构件被配置为收集从所述流体过滤的颗粒，所述颗粒收集构件是能从所述封壳去除的。

162.根据权利要求161所述的过滤装置，其中，所述颗粒收集构件被配置为能从所述封壳去除，以便当所述颗粒收集构件被去除时所述流体保留在所述封壳中。

163.根据权利要求125至162中任一项所述的过滤装置，还包括刮擦机构，所述刮擦机构被配置为清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

164.一种用于从流体过滤颗粒的方法，包括：

提供涡流过滤器，所述涡流过滤器包括第一开口、第二开口、肋部以及在所述第一开口和所述第二开口之间的横流过滤区域；

在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供流体，所述流体包括待从所述流体过滤的颗粒；

在沿着所述肋部的所述横流过滤区域中在颗粒过滤路径中的所述流体中在从所述第一开口到所述第二开口的方向上生成涡流；

通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质来沿着所述颗粒过滤路径从所述流体过滤所述颗粒；以及

在所述第二开口处去除来自所述涡流过滤器的过滤后的颗粒。

165.根据权利要求164所述的方法，其中，所述颗粒过滤路径将过滤后的颗粒沿着所述

肋部朝向所述第二开口引导。

166.根据权利要求164或165中任一项所述的方法,其中,所述颗粒过滤路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。

167.根据权利要求164至166中任一项所述的方法,其中,所述颗粒过滤路径被配置为不抑制颗粒沿着所述颗粒过滤路径朝向所述第二开口流动。

168.根据权利要求164至167中任一项所述的方法,其中,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。

169.根据权利要求167或168中任一项所述的方法,其中,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。

170.根据权利要求164至169中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括锥形线圈。

171.根据权利要求164至170中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

172.根据权利要求164至171中任一项所述的方法,还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的颗粒。

173.根据权利要求172所述的方法,其中,所述收集单元包括能去除的收集单元,所述能去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。

174.根据权利要求172或173中任一项所述的方法,其中,所述收集单元还被配置为允许过滤后的流体流动通过。

175.根据权利要求172至174中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体。

176.根据权利要求172至175中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括第二级过滤装置。

177.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少70%。

178.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少75%。

179.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少80%。

180.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少85%。

181.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少90%。

182.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少91%。

183.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少92%。

184.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流

体过滤的固体的至少93％。

185.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少94％。

186.根据权利要求172至176中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少95％。

187.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。

188.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。

189.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。

190.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。

191.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

192.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述流体过滤颗粒的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

193.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器具有可变节距。

194.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述流体是液体。

195.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述流体是气体。

196.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述流体包括洗衣机排放流体。

197.根据权利要求164至186中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。

198.根据权利要求164至197中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

199.根据权利要求164至198中任一项所述的方法,还包括:

将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及

将过滤后的颗粒收集在颗粒收集单元中。

200.根据权利要求199所述的方法,其中,所述颗粒收集单元被配置为从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时流体保留在所述封壳中。

201.根据权利要求164至200中任一项所述的方法,还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

202.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述流体。

203.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述流体。

204.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述流体。

205.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述流体。

206.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。

207.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。

208.根据权利要求164至201中任一项所述的方法,其中,所述固体包括微塑料,并且当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。

209.一种用于从洗衣机排放流体过滤微塑料的方法,包括:

在过滤装置的涡流过滤器的第一开口处提供所述洗衣机排放流体,锥形螺旋线圈包括肋部,所述肋部在所述第一开口和所述涡流过滤器的第二开口之间具有减小的内半径;

在沿着所述肋部的所述洗衣机排放流体中沿着颗粒过滤路径在从所述第一开口到所述第二开口的方向上生成涡流;

通过使所述洗衣机排放流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质来沿着所述颗粒过滤路径从所述洗衣机排放流体过滤微塑料;以及

在所述第二开口处去除来自所述涡流过滤器的过滤后的微塑料,

其中,当使用示例1或示例2的所述方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤所述微塑料按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。

210.根据权利要求209所述的方法,其中,当使用示例1的所述方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。

211.根据权利要求209至210中任一项所述的方法,其中,当使用示例1的所述方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。

212.根据权利要求209至211中任一项所述的方法,其中,所述颗粒过滤路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。

213.根据权利要求209至212中任一项所述的方法,其中,

所述颗粒过滤路径被配置为不抑制微塑料沿着所述颗粒过滤路径朝向所述第二开口流动。

214.根据权利要求209至213中任一项所述的方法,其中,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。

215.根据权利要求209至214中任一项所述的方法,其中,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。

216.根据权利要求209至215中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括锥形线

圈。

217.根据权利要求209至216中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

218.根据权利要求209至216中任一项所述的方法,还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的微塑料。

219.根据权利要求218所述的方法,其中,所述收集单元包括能去除的收集单元,所述能去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。

220.根据权利要求218或219中任一项所述的方法,其中,

所述收集单元还被配置为允许过滤后的洗衣机排放流体流动通过。

221.根据权利要求209至220中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述洗衣机排放流体过滤的固体。

222.根据权利要求209至220中任一项所述的方法,其中,所述收集单元包括第二级过滤装置。

223.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少70%。

224.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少75%。

225.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少80%。

226.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少85%。

227.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少90%。

228.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少91%。

229.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少92%。

230.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少93%。

231.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少94%。

232.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体的至少95%。

233.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。

234.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。

235.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比

β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。

236.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。

237.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

238.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,通过使所述洗衣机排放流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述洗衣机排放流体过滤所述微塑料的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

239.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器具有可变节距。

240.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。

241.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

242.根据权利要求209至222中任一项所述的方法,还包括:

将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述洗衣机排放流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的洗衣机排放流体引导出所述封壳;以及

将过滤后的微塑料收集在颗粒收集单元中。

243.根据权利要求242所述的方法,其中,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时洗衣机排放流体保留在所述封壳中。

244.根据权利要求209至243中任一项所述的方法,还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

245.根据权利要求209至243中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。

246.根据权利要求209至243中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。

247.根据权利要求209至243中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。

248.根据权利要求209至243中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。

249.根据权利要求209至243中任一项所述的方法,还包括:

在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。

250.一种控制器,包括:

处理器;以及

存储器,所述存储器通信地耦合到所述处理器,其中,所述处理器被配置为执行存储在所述存储器中的编程指令,以便:

确定通过过滤器的流体流动的参数;并且

基于所述参数操作所述过滤器的刮擦机构。

251.根据权利要求1-33或125-163中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器包括锥形线圈。

252.根据权利要求251所述的过滤装置,其中,所述锥形线圈是基本上呈圆锥形状的。

253.根据权利要求251或252所述的过滤装置,其中,所述锥形线圈包括锥形螺旋线圈。

254.根据权利要求1-33或125-163中任一项所述的过滤装置,其中,所述涡流过滤器包括一个或多个压力调节机构。

255.根据权利要求254所述的过滤装置,其中,所述一个或多个压力调节机构包括至少一个压力调节孔,所述至少一个压力调节孔从所述涡流过滤器的内径延伸到所述涡流过滤器的外径。

256.根据权利要求255所述的过滤装置,其中,所述至少一个压力调节孔的直径和所述至少一个压力调节孔的数量足以通过从入口转移走压力来减轻过滤系统内的背压。

257.根据权利要求255所述的过滤装置,其中,所述至少一个压力调节孔的直径是在0.03英寸和0.10英寸之间包括端点在内的范围内。

258.根据权利要求255所述的过滤装置,其中,所述压力调节孔的数量是在5和15之间包括端点在内的范围内。

259.根据权利要求255所述的过滤装置,其中,所述压力调节孔包括至少一个压力释放阀。

260.根据权利要求256中任一项所述的过滤装置,其中,当在所述过滤系统内的背压达到在1psi至10psi的范围的压力时,所述至少一个压力释放阀打开。

261.根据权利要求260中任一项所述的过滤装置,其中,当在所述过滤系统内的背压达到在2psi和5psi之间包括端点在内的范围内的压力时,所述至少一个压力释放阀打开。

262.根据权利要求34至124或164至249中任一项所述的方法,其中,所述涡流过滤器包括锥形线圈。

263.根据权利要求262所述的方法,其中,所述锥形线圈具有锥形螺旋构型。

264.根据权利要求262或263所述的方法,其中,所述锥形线圈是基本上呈圆锥形状的。

265.根据权利要求262至264中任一项所述的方法,其中,所述锥形线圈包括锥形螺旋线圈。

涡流横流过滤系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及2022年3月9日提交的美国临时申请No.63/318,043、2022年4月6日提交的美国临时申请No.63/328,011、2022年8月1日提交的美国临时申请No.63/370,043、2022年10月5日提交的美国临时申请No.63/378,445和2022年11月11日提交的美国临时申请No.63/383,389,其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本文讨论的实施例通常涉及用于使用涡流过滤器过滤流体的系统和方法。一些实施例可以包括具有锥形螺旋线圈和过滤介质的过滤器系统和方法。锥形螺旋线圈的一些实施例可以被配置为生成涡流,以保持待过滤的固体处于悬浮中,同时促进固体沿着流动路径朝向收集区域流动。

背景技术

[0004] 过滤通常是将一种物质与另一物质分离的过程。机械过滤将诸如悬浮固体或分子的一种物质与诸如流体(例如,液体或气体)的另一物质分离。化学过滤通过诸如化学键合或沉淀的化学手段将一种物质与另一物质分离。从流体中机械过滤固体(例如,颗粒)可以包括使含有固体的流体通过或以其它方式与诸如网或膜的过滤介质相互作用,所述过滤介质收集被过滤掉的固体,同时允许过滤后的流体通过。在死端过滤中,待过滤的流体的流动通常垂直于过滤介质,而在横流过滤中,待过滤的流体的流动基本上平行于过滤介质。随着时间的推移,这两种过滤方法中的过滤介质往往被过滤后的固体堵塞,降低了过滤器的效率,增加了横过过滤介质的压降,并且需要更多的能量以用于过滤。最终,尤其是在死端过滤中,因为过滤后的固体阻止流体的流动,所以过滤将不再有效。

[0005] 涡流横流过滤是一种涉及死端过滤和横流过滤两方面的方法,例如,在Sanderson等人在《Nature Communications》(2016)的《Fish mouths as engineering structures for vortical cross-step filtration》和Brooks等人在《PLOS One》(2018)的《Physical modeling of vortical cross-step flow in the American paddlefish,Polyodon spathula》中描述的。然而,目前的涡流横流过滤装置仍然面临着显著的性能限制,包括残留物积聚、缺乏过滤介质和装置的清洁方法、缺乏残留物收集方法、无法在流体的高流量或高流速下高效地过滤固体和微固体以及无法一致地和稳健地捕获广泛范围的颗粒,尤其是较小颗粒。因此,仍然需要改进使用涡流横流过滤的系统和方法。

发明内容

[0006] 本公开的实施例可以包括对现有过滤系统中的一个或多个技术问题的技术改进。本文所述的各种实施例可以提供用于从流体过滤诸如固体的材料的改进的、更高效的或更有效的系统和方法。在一些实施例中,一种涡流过滤器提供了改进的涡流横流过滤。在以下实施例中的一个或多个中,本文所述的涡流过滤器具有锥形螺旋构型。根据一些实施例,所

述涡流过滤器可以具有锥形构型,例如,锥形螺旋构型。所述涡流过滤器可以包括圆锥形状的过滤器。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈具有螺旋构型和圆锥形状两方面。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形螺旋线圈。

[0007] 根据本公开的一个方面,根据一些实施例,一种过滤装置可以包括:第一开口和第二开口;以及涡流过滤器,所述涡流过滤器用于接收远离所述第一开口朝向所述第二开口延伸的流体,所述涡流过滤器被配置为在经由所述第一开口进入所述涡流过滤器的所接收的流体中生成涡流,并且所述涡流过滤器被配置为使得过滤后的流体通过围绕所述第一开口和所述第二开口之间的所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质离开所述涡流过滤器的侧部,其中,过滤后的颗粒基本上在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形螺旋线圈。

[0008] 根据一些实施例,所述涡流过滤器包括至少一个肋部,所述至少一个肋部从所述第一开口连续地延伸到所述第二开口。根据一些实施例,所述至少一个肋部形成流动路径,所述流动路径被配置为将悬浮在所述涡流中的过滤后的颗粒沿着流动路径引导到所述第二开口。根据一些实施例,所述流动路径从所述第一开口到所述第二开口基本上是连续的。根据一些实施例,所述流动路径被配置为不抑制包括颗粒在内的过滤后的材料沿着所述流动路径朝向所述第二开口流动。根据一些实施例,所述至少一个肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。根据一些实施例,所述肋部包括基本上与所述过滤介质相邻的至少一个脊部。根据一些实施例,所述肋部包括基本上与所述过滤介质相邻的多个脊部。根据一些实施例,所述一个或多个脊部被配置为保持所述流体中的涡流。根据一些实施例,所述一个或多个脊部被配置为促进诸如颗粒的过滤后的材料沿着所述流动路径朝向所述第二开口行进。根据一些实施例,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。根据一些实施例,所述涡流过滤器是基本上呈圆锥形状的。根据一些实施例,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

[0009] 根据一些实施例,所述过滤装置还包括收集单元,所述收集单元被布置在所述第二开口处,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体。根据一些实施例,所述收集单元包括可去除的收集单元,所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述过滤装置。根据一些实施例,所述收集单元包括:死端过滤器,所述死端过滤器包括收集单元过滤介质,所述收集单元过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的包括固体的材料;以及收集单元出口,所述收集单元出口被配置为允许所述流体流动通过。根据一些实施例,所述收集单元是第二级过滤装置。

[0010] 根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少70%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少75%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少80%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少85%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少90%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤

的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少91%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少92%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少93%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少94%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少95%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少96%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少97%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述收集单元处收集从所述流体过滤的过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少98%。

[0011] 根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少70%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少75%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少80%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少85%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少90%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少91%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少92%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少93%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少94%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少95%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少96%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少97%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为使得过滤后的颗粒(例如,微塑料)的至少98%在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。

[0012] 根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙(raker)减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

[0013] 根据一些实施例,所述涡流过滤器被配置为使得所述至少一个肋部具有肋部宽度,所述至少一个肋部具有肋部高度,所述锥形在所述至少一个肋部的相邻转圈之间具有狭槽高度,所述涡流过滤器具有螺旋高度,所述涡流过滤器具有螺旋节距,并且所述狭槽高

度、肋部宽度、肋部高度、螺旋高度和螺旋节距被配置为创建肋部搭接量，所述肋部搭接量被配置为沿着颗粒流动路径生成涡流，以将从所述流体待过滤的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口引导。

[0014] 根据一些实施例，所述涡流过滤器被配置为横过所述过滤介质提供横流过滤区域。根据一些实施例，所述涡流过滤器具有可变节距。

[0015] 根据一些实施例，所述流体是液体。根据一些实施例，所述流体是气体。根据一些实施例，所述流体包括水，例如，洗衣机排放流体或诸如血液的生物流体。

[0016] 根据一些实施例，所述过滤装置还包括壳体，其中，所述过滤介质被集成到所述壳体中。

[0017] 根据一些实施例，所述过滤装置还包括壳体，所述壳体被配置为容纳所述涡流过滤器，其中，所述过滤介质被紧固在所述壳体和所述涡流过滤器之间。

[0018] 根据一些实施例，所述过滤装置还包括垫片，所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

[0019] 根据一些实施例，所述过滤装置还包括：封壳，所述封壳包括入口开口和出口开口，所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口，所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳；以及颗粒收集构件，所述颗粒收集构件被配置为收集从所述流体过滤的颗粒，所述颗粒收集构件是可从所述封壳去除的。根据一些实施例，所述颗粒收集构件被配置为能从所述封壳去除，以便当所述颗粒收集构件被去除时所述流体保留在所述封壳中。

[0020] 根据一些实施例，所述过滤装置还包括刮擦机构，所述刮擦机构被配置为清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

[0021] 根据一些实施例，所述过滤装置被配置为过滤来自洗衣机的排放流体。根据一些实施例，所述过滤装置被配置为从所述排放流体过滤微塑料。根据一些实施例，所述过滤装置被配置为在所述洗衣机完成四次或更多次衣物加载之后从所述排放流体过滤所述微塑料的至少75％。根据一些实施例，所述过滤装置被配置为在所述洗衣机完成四次或更多次衣物加载之后从所述排放流体过滤所述微塑料的至少80％、85％、90％、91％、92％、93％、94％、95％、96％、97％、98％、99％、99.1％、99.2％、99.3％、99.4％或99.5％。

[0022] 根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少一次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为5.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为5.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少三次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为5.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次或六次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为4.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次或九次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为3.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下通过至少四次、五次、六次、七次、八次、九次或十次洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流速。根据一些实施例，所述过滤装置可以被配置为在没有被清

洁的情况下通过超过十次的洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流速。

[0023] 根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在使用来自所述流体的过滤颗粒的四分钟之后保持通过所述过滤装置的流速为3.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在使用来自所述流体的过滤颗粒的五分钟、六分钟、七分钟、八分钟、九分钟或十分钟之后保持通过所述过滤装置的流速为3.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在使用来自所述流体的过滤颗粒的五分钟、六分钟、七分钟、八分钟、九分钟、十分钟、十一分钟、十二分钟、十三分钟、十四分钟或十五分钟之后保持通过所述过滤装置的流速为2.0加仑/分钟或更高。

[0024] 根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为使得在洗涤加载循环期间通过所述过滤装置的所述流速随着时间的推移而增大。

[0025] 根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少一次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少三次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少四次、五次或六次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次或九次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为40厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次或十次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为30厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次、十次或十一次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为20厘米/秒或更大。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下在至少四次、五次、六次、七次、八次、九次、十次、十一次、十二次或十三次洗涤加载循环之后提供通过所述过滤装置的流动而未出现流动故障。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下通过超过十次的洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流动而未出现流动故障。

[0026] 根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为通过三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次、十次、十一次、十二次或十三次洗涤加载循环保持通过所述过滤装置的流体流动而未出现压力故障。根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为在没有被清洁的情况下通过超过十次的洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流动而未出现压力故障。

[0027] 根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为使得在没有被清洁的情况下通过至少三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次或十次洗涤加载循环在所述过滤装置的所述入口侧上的压力积聚小于3.4psi。

[0028] 根据一些实施例,所述过滤装置可以被配置为使得在洗涤加载循环期间在所述过滤装置的所述入口侧上的压力积聚随着时间的推移而降低。

[0029] 根据本公开的另一个方面,根据一些实施例,一种用于从流体过滤固体的方法可以包括:使流体通过包括涡流过滤器的过滤装置沿着所述涡流过滤器从第一开口流到第二

开口,所述涡流过滤器包括至少一个肋部;在沿着所述至少一个肋部的所述流体中生成涡流,所述流体在颗粒流动路径中沿着所述第一肋部从所述第一开口流动到所述第二开口;以及通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质来从所述流体过滤颗粒。根据一些实施例,所述涡流过滤器可以具有锥形构型,例如,锥形螺旋构型。所述涡流过滤器可以包括圆锥形状的过滤器。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈具有螺旋构型和圆锥形状两方面。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形螺旋线圈。

[0030] 根据一些实施例,所述颗粒流动路径将过滤后的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口引导。根据一些实施例,所述颗粒流动路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。根据一些实施例,所述颗粒流动路径被配置为不抑制颗粒沿着所述颗粒流动路径朝向所述第二开口流动。根据一些实施例,所述至少一个肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。根据一些实施例,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。根据一些实施例,所述涡流过滤器是基本上呈圆锥形状的。

[0031] 根据一些实施例,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

[0032] 根据一些实施例,所述方法还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的颗粒。根据一些实施例,所述收集单元包括可去除的收集单元,所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。根据一些实施例,所述收集单元还被配置为允许过滤后的流体流动通过。根据一些实施例,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体。根据一些实施例,所述收集单元包括第二级过滤装置。

[0033] 根据一些实施例,过滤后的材料包括在水性流体中发现的生物材料、固体材料(例如,颗粒)或其组合。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微塑料。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微纤维。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微固体。

[0034] 根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少70%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少75%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少80%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少85%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少90%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少91%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少92%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少93%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少94%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少95%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少96%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少97%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少98%。

[0035] 根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点

在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

[0036] 根据一些实施例,通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述流体过滤颗粒的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

[0037] 根据一些实施例,所述涡流过滤器具有可变节距。

[0038] 根据一些实施例,所述流体是液体。根据一些实施例,所述流体是气体。根据一些实施例,所述流体包括洗衣机排放流体。

[0039] 根据一些实施例,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

[0040] 根据一些实施例,所述方法还包括:将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及将过滤后的颗粒收集在颗粒收集单元中。根据一些实施例,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时流体保留在所述封壳中。

[0041] 根据一些实施例,所述方法还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

[0042] 根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述流体。

[0043] 根据一些实施例,所述固体或过滤后的颗粒包括微塑料。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。

[0044] 根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所

述微塑料的大于91％。根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92％、93％、94％、95％、96％、97％或98％。根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于99.0％、99.1％、99.2％、99.3％、99.4％、99.5％、99.6％、99.7％、99.8％或99.9％。

[0045] 根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于80％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于85％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于90％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于91％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于92％、93％、94％、95％、96％、97％或98％。

[0046] 根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少一次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为5.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为5.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少三次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为5.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次或六次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为4.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次或九次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为3.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下通过至少四次、五次、六次、七次、八次、九次或十次洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流速。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下通过超过十次的洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流速。

[0047] 根据一些实施例，所述过滤装置可以在使用来自所述流体的过滤颗粒的四分钟之后保持通过所述过滤装置的流速为3.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在使用来自所述流体的过滤颗粒的五分钟、六分钟、七分钟、八分钟、九分钟或十分钟之后保持通过所述过滤装置的流速为3.0加仑/分钟或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在使用来自所述流体的过滤颗粒的五分钟、六分钟、七分钟、八分钟、九分钟、十分钟、十一分钟、十二分钟、十三分钟、十四分钟或十五分钟之后保持通过所述过滤装置的流速为2.0加仑/分钟或更高。

[0048] 根据一些实施例，所述过滤装置可以在洗涤加载循环期间通过所述过滤装置提供流速，所述流速随着时间的推移而增大。

[0049] 根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少一次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少三次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例，所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少四次、五次或六次洗涤加载循环之后

保持通过所述过滤装置的流速为50厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次或九次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为40厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次或十次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为30厘米/秒或更高。根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少两次、三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次、十次或十一次洗涤加载循环之后保持通过所述过滤装置的流速为20厘米/秒或更大。根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下在至少四次、五次、六次、七次、八次、九次、十次、十一次、十二次或十三次洗涤加载循环之后提供通过所述过滤装置的流动而未出现流动故障。根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下通过超过十次的洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流动而未出现流动故障。

[0050] 根据一些实施例,所述过滤装置可以通过三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次、十次、十一次、十二次或十三次洗涤加载循环保持通过所述过滤装置的流体流动而未出现压力故障。根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下通过超过十次的洗涤加载循环提供通过所述过滤装置的流动而未出现压力故障。

[0051] 根据一些实施例,所述过滤装置可以在没有被清洁的情况下通过至少三次、四次、五次、六次、七次、八次、九次或十次洗涤加载循环在所述过滤装置的所述入口侧上具有小于3.4psi的压力积聚。

[0052] 根据一些实施例,所述过滤装置可以在洗涤加载循环期间在所述过滤装置的所述入口侧上具有压力积聚,所述压力积聚随着时间的推移而降低。

[0053] 根据本公开的又一个方面,根据一些实施例,一种用于从液体过滤颗粒的方法可以包括:在包括涡流过滤器的过滤装置的第一开口处提供所述液体;在所述涡流过滤器中经由肋部生成涡流,所述肋部具有供所述流体流动通过的减小的内部横截面;沿着所述肋部提供流动路径以用于将悬浮在所述涡流中的颗粒朝向所述过滤装置的第二开口指引;以及通过与所述流动路径相邻的过滤介质对过滤后的流体进行过滤。根据一些实施例,所述涡流过滤器可以具有锥形构型,例如,锥形螺旋构型。所述涡流过滤器可以包括圆锥形状的过滤器。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈具有螺旋构型和圆锥形状两方面。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形螺旋线圈。

[0054] 根据一些实施例,所述流动路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。根据一些实施例,所述流动路径被配置为不抑制颗粒沿着所述流动路径朝向所述第二开口流动。根据一些实施例,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。根据一些实施例,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈是基本上呈圆锥形状的。根据一些实施例,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

[0055] 根据一些实施例,所述方法还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的颗粒。根据一些实施例,所述收集单元包括可去除的收集单元,所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。根据一些实施例,所述收集单元还被配置为允许过滤后的流体流动通过。根据一些实施例,所述收集单元包括死端过滤器,所述死

端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体。根据一些实施例,所述收集单元包括第二级过滤装置。

[0056] 根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微塑料。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微纤维。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微固体。

[0057] 根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少70%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少75%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少80%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少85%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少90%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少91%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少92%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少93%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少94%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少95%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少96%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少97%。根据一些实施例,所述收集单元收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少98%。

[0058] 根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

[0059] 根据一些实施例,通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述流体过滤颗粒的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

[0060] 根据一些实施例,所述涡流过滤器具有可变节距。

[0061] 根据一些实施例,所述流体是液体。根据一些实施例,所述流体是气体。根据一些实施例,所述流体包括洗衣机排放流体。

[0062] 根据一些实施例,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

[0063] 根据一些实施例,所述方法还包括:将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及将过滤后的颗粒收集在颗粒收集单元中。根据一些实施例,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时流体保留在所述封壳中。

[0064] 根据一些实施例,所述方法还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

[0065] 根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述流体。

[0066] 根据一些实施例,所述固体或过滤后的颗粒包括微塑料。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。

[0067] 根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于99.0%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%。

[0068] 根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于80%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。

[0069] 根据本公开的又一个方面,根据一些实施例,一种过滤装置可以包括:涡流过滤器,所述涡流过滤器包括第一开口、第二开口、肋部以及在所述第一开口和所述第二开口之间的横流过滤区域;所述锥形螺旋线圈,所述锥形螺旋线圈的内部耙减小比β/α是在0.1和10之间包括端点在内的范围内;其中,所述涡流过滤器被配置为在经由所述第一开口进入所述涡流过滤器的流体中生成涡流,并且所述涡流过滤器被配置为使得过滤后的流体通过所述横流过滤区域的过滤介质离开,并且其中,所述涡流滤器被配置为使得过滤后的颗粒基本上在所述第二开口处离开所述涡流过滤器。

[0070] 根据一些实施例,所述肋部从所述第一开口连续地延伸到所述第二开口。根据一些实施例,所述肋部形成流动路径,所述流动路径被配置为将悬浮在所述涡流中的过滤后

的颗粒沿着流动路径引导到所述第二开口。根据一些实施例,所述流动路径从所述第一开口到所述第二开口基本上是连续的。根据一些实施例,所述流动路径被配置为不抑制颗粒沿着所述流动路径朝向所述第二开口流动。根据一些实施例,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。根据一些实施例,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈是基本上呈圆锥形状的。根据一些实施例,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

[0071] 根据一些实施例,所述过滤装置还包括收集单元,所述收集单元被布置在所述第二开口处,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体。根据一些实施例,所述收集单元包括可去除的收集单元,所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述过滤装置。根据一些实施例,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体;以及收集单元出口,所述收集单元出口被配置为允许所述流体流动通过。根据一些实施例,所述收集单元是第二级过滤装置。

[0072] 根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少70%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少75%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少80%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少85%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少90%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少91%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少92%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少93%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少94%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少95%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少96%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少97%。根据一些实施例,所述收集单元被配置为收集从所述流体过滤的固体(例如,微塑料)的至少98%。

[0073] 根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

[0074] 根据一些实施例,所述涡流过滤器被配置为使得所述肋部具有肋部宽度,所述肋部具有肋部高度,所述涡流过滤器在所述肋部的相邻转圈之间具有狭槽高度,所述涡流过滤器具有螺旋高度,所述涡流过滤器具有螺旋节距,并且所述狭槽高度、肋部宽度、肋部高度、螺旋高度和螺旋节距被配置为创建肋部搭接量,所述肋部搭接量被配置为生成所述涡流,以将从所述流体待过滤的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口引导。

[0075] 根据一些实施例,所述肋部包括基本上与所述过滤介质相邻的至少一个脊部。根据一些实施例,所述肋部包括基本上与所述过滤介质相邻的多个脊部。根据一些实施例,所述一个或多个脊部被配置为保持所述流体中的涡流。根据一些实施例,所述一个或多个脊部被配置为促进过滤后的颗粒沿着所述流动路径朝向所述第二开口行进。

[0076] 根据一些实施例,所述涡流过滤器被配置为横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

[0077] 根据一些实施例,所述涡流过滤器具有可变节距。

[0078] 根据一些实施例,所述流体是液体。根据一些实施例,所述流体是气体。根据一些实施例,所述流体包括洗衣机排放流体。

[0079] 根据一些实施例,所述过滤装置还包括壳体,其中,所述过滤介质被集成到所述壳体中。根据一些实施例,所述过滤装置还包括壳体,所述壳体被配置为容纳所述涡流过滤器,其中,所述过滤介质被紧固在所述壳体和所述涡流过滤器之间。根据一些实施例,所述过滤装置还包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

[0080] 根据一些实施例,所述过滤装置还包括:封壳,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及颗粒收集构件,所述颗粒收集构件被配置为收集从所述流体过滤的颗粒,所述颗粒收集构件是可从所述封壳去除的。根据一些实施例,所述颗粒收集构件被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集构件被去除时所述流体保留在所述封壳中。

[0081] 根据一些实施例,所述过滤装置还包括刮擦机构,所述刮擦机构被配置为清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

[0082] 根据一些实施例,所述过滤装置被配置为过滤来自洗衣机的排放流体。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为从所述排放流体过滤微塑料。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述洗衣机完成四次或更多次衣物加载之后从所述排放流体过滤所述微塑料的至少75%。根据一些实施例,所述过滤装置被配置为在所述洗衣机完成四次或更多次衣物加载之后从所述排放流体过滤所述微塑料的至少80%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%或95%。

[0083] 根据本公开的又一个方面,根据一些实施例,一种用于从流体过滤颗粒的方法可以包括:提供涡流过滤器,所述涡流过滤器包括第一开口、第二开口、肋部以及在所述第一开口和所述第二开口之间的横流过滤区域;在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供流体,所述流体包括待从所述流体过滤的颗粒;在沿着所述肋部的所述横流过滤区域中在颗粒过滤路径中的所述流体中在从所述第一开口到所述第二开口的方向上生成涡流;通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质来沿着所述颗粒过滤路径从所述流体过滤所述颗粒;以及在所述第二开口处去除来自所述涡流过滤器的过滤后的颗粒。根据一些实施例,所述涡流过滤器可以具有锥形构型,例如,锥形螺旋构型。所述涡流过滤器可以包括圆锥形状的过滤器。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈具有螺旋构型和圆锥形状两方面。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形螺旋线圈。

[0084] 根据一些实施例,所述过滤路径将过滤后的颗粒沿着所述肋部朝向所述第二开口

引导。根据一些实施例,所述颗粒过滤路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。根据一些实施例,所述颗粒过滤路径被配置为不抑制颗粒沿着所述颗粒过滤路径朝向所述第二开口流动。根据一些实施例,所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。根据一些实施例,所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括是基本上呈圆锥形状的锥形线圈。根据一些实施例,所述过滤介质包括多孔材料,所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

[0085] 根据一些实施例,所述方法还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的颗粒。根据一些实施例,所述收集单元包括可去除的收集单元,所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。根据一些实施例,所述收集单元还被配置为允许过滤后的流体流过通过。根据一些实施例,所述收集单元包括死端过滤器,所述死端过滤器包括另一过滤介质,所述另一过滤介质被配置为捕集从所述流体过滤的固体。根据一些实施例,所述收集单元包括第二级过滤装置。

[0086] 根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微塑料。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微纤维。根据一些实施例,过滤后的颗粒包括微固体。

[0087] 根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和5.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

[0088] 根据一些实施例,通过使所述流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述流体过滤颗粒的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

[0089] 根据一些实施例,所述涡流过滤器具有可变节距。

[0090] 根据一些实施例,所述流体是液体。根据一些实施例,所述流体是气体。根据一些实施例,所述流体包括洗衣机排放流体。

[0091] 根据一些实施例,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。根据一些实施例,所述方法还包括:将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的流体引导出所述封壳;以及将过滤后的颗粒收集在颗粒收集单元中。根据一些实施例,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时流体保留在所述封壳中。

[0092] 根据一些实施例,所述方法还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

[0093] 根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于140厘米/

秒的流速提供所述流体。

[0094] 根据一些实施例,所述固体或过滤后的颗粒包括微塑料。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。

[0095] 根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。根据一些实施例,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于99.0%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%或99.9%。

[0096] 根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于80%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于90%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于91%。根据一些实施例,当使用示例4的方法来测量时,所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%。

[0097] 根据本公开的又一个方面,根据一些实施例,一种用于从洗衣机排放流体过滤微塑料的方法可以包括:在过滤装置的涡流过滤器的第一开口处提供所述洗衣机排放流体,所述锥形螺旋线圈包括肋部,所述肋部在所述第一开口和所述涡流过滤器的第二开口之间具有减小的内半径;在沿着所述肋部的所述洗衣机排放流体中沿着颗粒过滤路径在从所述第一开口到所述第二开口的方向上生成涡流;通过使所述洗衣机排放流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的过滤介质来沿着所述颗粒过滤路径从所述洗衣机排放流体过滤微塑料;以及在所述第二开口处去除来自所述涡流过滤器的过滤后的微塑料,其中,当使用示例1、示例2或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤所述微塑料按质量计过滤了所述微塑料的大于80%。根据一些实施例,所述涡流过滤器可以具有锥形构型,例如,锥形螺旋构型。所述涡流过滤器可以包括圆锥形状的过滤器。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形线圈,所述锥形线圈具有螺旋构型和圆锥形状两方面。在一些实施例中,所述涡流过滤器包括锥形螺旋线圈。

[0098] 根据一些实施例,当使用示例1或示例4的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85%。根据一些实施例,当使用示例1或示例4

的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90％。根据一些实施例，当使用示例1或示例4的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91％。根据一些实施例，当使用示例1或示例4的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92％、93％、94％、95％、96％、97％或98％。

[0099] 根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于85％。根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于90％。根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于91％。根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于92％、93％、94％、95％、96％、97％或98％。根据一些实施例，当使用示例2的方法来测量时，当过滤后达到10微米时，所述过滤按质量计过滤了所述微塑料的大于99.0％、99.1％、99.2％、99.3％、99.4％、99.5％、99.6％、99.7％、99.8％或99.9％。

[0100] 根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于80％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于85％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于90％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于91％。根据一些实施例，当使用示例4的方法来测量时，所述过滤按数量计过滤了所述微塑料的大于92％、93％、94％、95％、96％、97％或98％。

[0101] 根据一些实施例，所述颗粒过滤路径在所述第一开口和所述第二开口之间是基本上连续的。根据一些实施例，所述颗粒过滤路径被配置为不抑制微塑料沿着所述颗粒过滤路径朝向所述第二开口流动。根据一些实施例，所述肋部以减小的半径从所述第一开口盘旋到所述第二开口。根据一些实施例，所述第一开口具有比所述第二开口的横截面积大的横截面积。根据一些实施例，所述涡流过滤器包括是基本上呈圆锥形状的锥形线圈。根据一些实施例，所述过滤介质包括多孔材料，所述多孔材料被配置为阻止悬浮在所述流体中的固体穿过所述过滤介质。

[0102] 根据一些实施例，所述方法还包括在布置在所述第二开口处的收集单元中收集过滤后的微塑料。

[0103] 根据一些实施例，所述收集单元包括可去除的收集单元，所述可去除的收集单元被配置为经由紧固机构被紧固到所述第二开口。根据一些实施例，所述收集单元还被配置为允许过滤后的洗衣机排放流体流动通过。根据一些实施例，所述收集单元包括死端过滤器，所述死端过滤器包括另一过滤介质，所述另一过滤介质被配置为捕集从所述洗衣机排放流体过滤的固体。根据一些实施例，所述收集单元包括第二级过滤装置。

[0104] 根据一些实施例，过滤后的微塑料包括微纤维。

[0105] 根据一些实施例，所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约0.1和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例，所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和10.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例，所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约1.0和6.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例，所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约2.0和

5.0之间包括端点在内的范围内。根据一些实施例,所述涡流过滤器的耙减小比β/α是在约3.0和4.0之间包括端点在内的范围内。

[0106] 根据一些实施例,通过使所述洗衣机排放流体流过围绕所述涡流过滤器的圆周的至少一部分的所述过滤介质来从所述洗衣机排放流体过滤所述微塑料的步骤包括横过所述过滤介质提供横流过滤区域。

[0107] 根据一些实施例,所述涡流过滤器具有可变节距。

[0108] 根据一些实施例,所述过滤介质通过壳体被紧固到所述涡流过滤器。根据一些实施例,所述涡流过滤器包括垫片,所述垫片被配置为将所述涡流过滤器密封抵靠在所述过滤介质上。

[0109] 根据一些实施例,所述方法还包括:将所述过滤装置封闭在封壳中,所述封壳包括入口开口和出口开口,所述入口开口被配置为将所述洗衣机排放流体引导到所述第一开口,所述出口开口被配置为将过滤后的洗衣机排放流体引导出所述封壳;以及将过滤后的微塑料收集在颗粒收集单元中。根据一些实施例,所述颗粒收集单元被配置为能从所述封壳去除,以便当所述颗粒收集单元被去除时洗衣机排放流体保留在所述封壳中。

[0110] 根据一些实施例,所述方法还包括使用刮擦机构清洁所述涡流过滤器和所述过滤介质。

[0111] 根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于50厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于70厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于90厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于120厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。根据一些实施例,所述方法还包括在所述第一开口处以大于140厘米/秒的流速提供所述洗衣机排放流体。

[0112] 根据本公开的又一个方面,根据一些实施例,一种控制器可以包括:处理器;以及通信地耦合到所述处理器的存储器,其中,所述处理器被配置为执行存储在所述存储器中的编程指令,以确定通过过滤器的流体流动的参数并且基于所述参数操作所述过滤器的刮擦机构。

[0113] 将应理解,上述的一般描述和以下的详细描述两者仅是示例性的和解释性的,并且不限制会被要求保护的主题。

附图说明

[0114] 并入本公开中并且构成本公开的一部分的附图示出示例性实施例,并且与本说明书一起用于解释所公开的原理。

[0115] 图1示出与本公开的一些实施例一致的示例性过滤装置。

[0116] 图2示出与本公开的一些实施例一致的示例性过滤装置的示例性分解透视图。

[0117] 图3A至图3D示出与本公开的一些实施例一致的示例性锥形螺旋线圈。

[0118] 图4A至图4C示出与本公开的一些实施例一致的示例性锥形螺旋线圈的俯视图。

[0119] 图5A示出图3的截面5-5的局部剖视倒置图。

[0120] 图5B至图5F示出示例性锥形螺旋线圈的示例性局部剖视图。

[0121] 图6示出示例性过滤装置的示例性肋部的局部剖视图。

[0122] 图7示出示例性过滤装置的示例性壳体的透视图。

[0123] 图8示出处于打开构型中的示例性锥形螺旋线圈和壳体的正视图。

[0124] 图9A至图9B示出与本公开的一些实施例一致的示例性过滤系统的分解透视图和正视图。

[0125] 图10A至图10C示出与本公开的一些实施例一致的示例性过滤系统的剖视图。

[0126] 图11示出与本公开的一些实施例一致的示例性方法的示意性流程图。

[0127] 图12示出用于图11的方法的示例性使用中配置的示意图。

[0128] 图13示出与本公开的一些实施例一致的示例性方法的示意性流程图。

[0129] 图14示出用于图13的方法的示例性使用中配置的示意图。

[0130] 图15示出示例性锥形螺旋线圈的示例性局部剖视图。

[0131] 图16A至图16C示出与本公开的一些实施例一致的示例性过滤系统的正视图和剖视图。

[0132] 图17示出示例性锥形螺旋线圈的示例性局部剖视图。

[0133] 图18示出用于测量过滤效率的测试方法的第一示例性设定。

[0134] 图19示出用于测量过滤效率的测试方法的第二示例性设定。

[0135] 图20示出用于测量过滤器的负载循环公差的测试方法的示例性设定。

[0136] 图21A至图21D示出与本公开的一些实施例一致的示例性过滤系统的示例性等距视图和剖视图。

[0137] 图22A至图22G示出示例3中描述的测试方法的负载循环公差测试、流量、流速和压力的结果。

[0138] 图23A至图23C示出根据示例3测试的过滤器。

[0139] 图24A至图24D示出通过确定用于示例4中描述的测试方法的聚酯棉材料的过滤前的和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化(按重量计和按颗粒物数计)来对本发明的过滤器的实施例进行效率测试的结果。

[0140] 图25A至图25D示出通过确定用于示例4中描述的测试方法的植绒材料的过滤前的和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化(按重量计和按颗粒物数计)来对本发明的过滤器的实施例进行效率测试的结果。

具体实施方式

[0141] 现在将详细地参考示例性实施例,其示例在附图中示出。在方便的情况下,可以贯穿附图使用相同的附图标记来指代相同的或相似的部件。在以下描述中阐述的实施方案是示例性实施例,并且并不表示与本公开一致的所有实施方案。虽然本文描述了所公开的原理的一些示例和特征,但是在不脱离本公开的精神和范围的情况下,能够有修改方案、改编方案和其它实施方案。意图是以下详细的描述仅被视为与本公开的各方面一致的系统、设备和方法的示例。

[0142] 一些实施例可以提供对现有的过滤系统和方法的改进,例如,改进的过滤性能、更高的悬浮固体收集效率、更容易维护过滤器的能力、改进的过滤介质的清洁度、改进的用户干预(例如,清空收集单元)的可及性、改进的包装、减少的横过过滤介质的压降、较小颗粒(例如,微粒子和微塑料)的高效过滤、在高流量或高流速下的高效过滤以及减少堵塞、污

染、结垢等的趋势。例如,一些实施例可以实现一种过滤器,所述过滤器能够在收集单元中收集相对大量的、具有广泛范围的过滤固体尺寸的固体,而过滤介质在较长时间的使用后保持相对的清洁。在一些实施例中,过滤器在高流量和高流速下实现较高的过滤效率。在一些实施例中,一种过滤器可以从流体(诸如空气或水)过滤固体或微固体。在一些实施例中,一种过滤器可以从水过滤微塑料,例如,从废水、饮用水或洗衣水过滤微塑料。

[0143] 颗粒物废物的问题是日益严重的。尤其,人们越来越认识到,诸如微塑料的微固体废物是严重的问题,并且正在成为一种健康危害。例如,“微塑料”通常被认为是具有小于5毫米的尺寸的规则或不规则形状的任何合成颗粒。微塑料会来自于主要来源和次要来源两者。主要来源包括纺织品磨损(例如,在洗衣机中分解的并且经由洗衣废水排放到环境中的衣物中的合成纤维)和轮胎磨损(例如,由正常驾驶造成的轮胎磨损,这导致橡胶不断地损耗并且橡胶被留在路面上而被冲入环境中)。次要来源包括较大块的塑料(例如,塑料瓶)分解成较小块的塑料的分解。然后,微塑料进入供水系统中以用于供人类饮用。尽管本说明书的一些实施例可以根据微塑料来描述以帮助解释,但是本公开不限于过滤微塑料,而是可以用于从流体过滤其它固体、颗粒、微固体、微粒子、微纤维、颗粒物质或其它可过滤物质。

[0144] 已经研究表明,普通人每周会消耗约5克的微塑料,这相当于一张塑料信用卡的重量。据信,这种塑料的约35%来自纺织品磨损,所述纺织品磨损被认为是释放到环境中的微塑料的最大单一点源。人类摄入微塑料与自闭症、青春期早期、诸如结肠癌和乳腺癌的恶性肿瘤以及心脏问题有关。

[0145] 除了对人类健康有风险外,微塑料和其它塑料废物还影响环境和气候。微塑料和其它塑料颗粒会干扰世界海洋的自然生物泵送作用,海洋是地球上最大的碳汇之一(自第二次世界大战以来,封存了40%以上的碳排放)。环境中的微塑料的持续积聚会干扰这一过程和地球的其它自然过程,例如,辐射强迫。例如,大气中的微塑料会通过反射或吸收从地球表面释放的热而不是让热逃逸来导致温室效应。

[0146] 由于颗粒的大小以及流体的流量(尤其在高流量或高流速下),悬浮在流动流体(例如,水或空气)中的微塑料的过滤一直具有挑战性。现有的过滤方法,例如,使用过滤介质的死端和传统的横流过滤器系统,在微塑料的高流量、高流速或高浓度下是无效的。此外,这样的过滤器是难以清洁的,并且对于较小尺寸的微塑料或其它颗粒而言不能高效地选择。在诸如洗衣机的许多应用中,流体排放具有高流量和高流速,以在短时间内排放相对大量的流体,导致高速和高压排放两者。在这样的情形中,死端过滤是无效的,这是由于由过滤介质导致的流动限制和在过滤介质处积聚的过滤后的残留物横过过滤介质产生压降和背压,导致通过过滤器的流量较低,并且导致最终的堵塞,从而可以引起排放管路的灾难性故障。这种故障会导致泵故障、无法从洗衣机排水以及洗衣机泄漏。在足够高的流速下,精细的过滤介质可以阻碍过滤流动,通过系统导致背压,所述背压会吹出软管或管道,从而导致泄漏、灾难性的软管或管道故障或者损坏系统的各个部件。传统的横流过滤方法也是无效的,这是由于残留物聚集在过滤介质上,过滤器不容易被清洁,而且过滤器的效率相对较低,使得微塑料含量的大部分仍然被排放。现有的横流过滤过滤器在高流量和高流速下也是无效的,这是由于它们不能高效地从流体过滤颗粒。

[0147] 本公开的示例性过滤器可以在没有产生过大的压降和过滤器堵塞的情况下解决涉及从流动流体过滤微塑料的这样的问题,从而改进过滤性能。示例性过滤器也更为高效

的是在高流量和高流速(例如,大于50厘米/秒的流速)下过滤颗粒(例如,微塑料)。过滤器可以包括过滤区域,在该处悬浮的固体(例如,颗粒)例如通过在锥形线圈的相邻转圈之间的横流过滤来与流体分离。虽然以下描述将涡流过滤器称为包括锥形线圈,并且又一方面具有螺旋构型,但是这是本公开的实施例。本发明应当不限于螺旋或锥形螺旋构型。然而,相对于这种构型,颗粒的流动可以包括在锥形螺旋线圈的相邻转圈之间的涡流。过滤器可以被配置为使颗粒在锥形螺旋线圈的相邻转圈之间沿着流动路径朝向收集区域前进,在所述收集区域处可以捕获和处置颗粒。

[0148] 图1示出本公开的示例性过滤装置,所述示例性过滤装置具有锥形螺旋线圈,所述锥形螺旋线圈的直径通常沿着流体流动方向126减小。如图1所示,过滤装置100具有第一开口122,例如,供入口流体流动126进入的流体入口。过滤装置100包括锥形螺旋线圈112,其远离第一开口122朝向第二开口124延伸。第二开口124可以与第一开口122相对。如图1所示,在一些实施例中,第二开口124可以敞开到残留物收集单元170中。锥形螺旋线圈112包括肋部118。随着待过滤的流体从第一开口122传到第二开口124,在锥形螺旋线圈112的形状中的肋部118在流体中生成涡流136。涡流136促进待过滤的颗粒(例如,过滤器残留物)沿着颗粒流动路径138(例如,朝向第二开口124)运动,而过滤后的流体(例如,滤液)流动102能够例如通过横过过滤介质142的横流过滤来通过过滤介质142离开。为了便于理解图1,过滤介质142仅以横截面示出,但是应理解为围绕肋部118。过滤介质142可以直接与肋部118成一体,或者可以作为壳体114(未示出)的一部分被附接到或联接到肋部118。以下参照图7描述示例性壳体114。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以包括凹槽152和垫片杆160,以下将参照图6对它们进行更详细的描述。锥形螺旋线圈112的肋部118可以形成流动引导件以用于颗粒流动路径138和流过过滤装置100的流体。在一些实施例中,肋部118可以包括沿着从第一开口122到第二开口124的流体流动方向的连续流动引导件(例如,从始至终不间断)。在一些实施例中,颗粒流动路径138可以基本上不受阻碍,以促进过滤后的颗粒沿着肋部118朝向第二开口124流动。在一些实施例中,残留物收集单元170(例如,用于收集过滤后的颗粒)可以被设置在锥形螺旋线圈112的第二开口124处。过滤介质142(例如,网或膜)可以设置在锥形螺旋线圈112周围(例如,部分地或完全地围绕肋部118的转圈的横向侧),例如,如图1所示,以便例如通过沿着颗粒流动路径138的横流过滤来允许滤液与残留物分离。残留物收集单元170包括其自身的过滤介质172,所述过滤介质172可以与过滤介质142和壳体174相同或不同。

[0149] 在操作中,流体和悬浮的颗粒例如从较大直径的端部进入锥形螺旋线圈的入口,例如,如图1所示。流体流动将颗粒和流体径向地向外朝向线圈的侧部推动,以创建涡流136。如图1所示,围绕锥形螺旋线圈112的过滤介质142防止颗粒离开过滤器。同时,过滤后的流体流动102在肋部118的转圈之间例如通过横流过滤来通过过滤介质142离开。随着流体流过过滤器,锥形螺旋线圈112的几何形状促使颗粒与涡流136一起沿着线圈沿着颗粒流动路径138沿着肋部118朝向出口行进。此外,颗粒可以积聚在残留物收集单元170中,在该处颗粒由过滤介质172容纳,而过滤后的流动102也经由残留物收集单元170的侧部通过收集单元出口174离开。收集单元出口174也可以被过滤介质172覆盖。

[0150] 由锥形螺旋线圈112生成的涡流136促使颗粒沿着颗粒路径138或回到线圈112的中心而不断地混合回到流体流动中。这些涡流也有助于横过过滤介质142进行横流过滤。因

为涡流136促使颗粒保持在悬浮状态中,而不是结块在过滤介质142上或聚集在肋部118上,所以涡流136和朝向第二开口124的颗粒流动路径138的形成防止过滤后的颗粒沿着过滤介质142积聚,由此在持续使用过程中维持过滤效率。过滤介质142可以被配置为(例如,使用特定的孔隙尺寸)适当地过滤一定尺寸的颗粒。过滤介质142也可以基于期望的收集参数进行配置。例如,当使用示例1、示例2或示例4的方法来测量时,本文所述的过滤器可以被配置为当过滤后达到10微米的尺寸时按质量计捕获微粒子的约90%或更多。

[0151] 此外,由涡流136引起的颗粒的运动会引起颗粒相互碰撞,导致絮凝,从而产生更容易过滤掉的较大颗粒,而较小颗粒可能能够穿过过滤介质。即使过滤器的过滤介质的孔隙尺寸可以大于正被捕获的颗粒的尺寸,由涡流引起的絮凝也可以在过滤器中提供更好的效率,从而允许过滤器捕获颗粒。而且,由于涡流,颗粒被推向过滤器的第二开口124,而锥形螺旋线圈112和过滤介质142保持相对清洁。颗粒可以被收集在布置在第二开口124处的收集单元170中,所述第二开口124可以位于线圈的狭窄端部处。在一些实施例中,收集单元170可以类似于死端过滤器起作用,除了与传统的死端过滤器相比可以在收集单元170处减少流体流动以外,这是由于初级过滤是例如通过横流过滤沿着锥形螺旋线圈112通过过滤介质142进行的。此外,因为滤液流体可以经由过滤介质142离开,所以可以减少或消除横过过滤介质142和收集单元170的压降。在一些实施例中,收集单元170可以包括可去除的杯状物,使得颗粒残留物(例如,滤“饼”)可以被容易地从过滤器丢弃。在一些实施例中,收集单元170可以类似于横流过滤器或某种其它类型的过滤器起作用。在一些实施例中,收集单元包括允许额外去除颗粒的第二级过滤。例如,并非是死端过滤器,第二级过滤可以使用另一流体的连续流动来提供过滤后的颗粒的进一步过滤或排放,使得不需要周期性地停止和清洁过滤器或收集单元。

[0152] 图2还示出与本公开的实施例一致的示例性过滤装置的部件。所示的过滤装置具有两个零件:锥形螺旋线圈112和壳体114。在一些实施例中,壳体114可以包括过滤介质142(未示出)。在一些实施例中,可以有其它零件,包括图1所示的一个或多个零件,例如,残留物收集单元。如图2所示,锥形螺旋线圈112可以如由箭头116所示被插入壳体114中。例如,锥形螺旋线圈112和壳体114的尺寸和形状可以被设定成使得锥形螺旋线圈112可以被放置在壳体114内,所述壳体114可以包括过滤介质142(未示出),以促进过滤装置的组装。

[0153] 图3A至图3D更详细地示出示例性锥形螺旋线圈112。锥形螺旋线圈112可以是具有盘旋取向肋部118的整体式(例如,单片式)或多件式部件。锥形螺旋线圈112可以被配置为沿着肋部118生成涡流。肋部118可以盘绕成漏斗状的涡流,所述漏斗状的涡流在肋部118的相邻转圈之间围绕中心轴线120转圈。在操作中,流体流动在第一开口122处进入,如由箭头126所示。第一开口122可以被形成在锥形螺旋线圈112的第一端部处。锥形螺旋线圈112的第一开口可以是锥形螺旋线圈112的两个端部中的相对较宽的端部。开口可以是指为供流体沿着由箭头126所示的方向流过锥形螺旋线圈112而打开的横截面流动区域。随着流体穿过锥形螺旋线圈112,滤液流体可以从锥形螺旋线圈112的横向侧(例如,肋部118的转圈之间的空间)离开。流体也可以通过第二开口124离开。当锥形螺旋线圈112由壳体114或其它过滤介质142包围时,锥形螺旋线圈112可以形成影响流体流过过滤器的流动引导件。锥形螺旋线圈112可以生成涡流,例如,涡旋、漩涡或任何流体流动机制,其通常沿着肋部118朝向第二开口124沿着盘旋的、环形的或缠绕的路径夹带、浓缩或输送悬浮在其中的颗粒。

[0154] 在第一开口122和第二开口124之间的肋部118的转圈之间,过滤区域可以围绕锥形螺旋线圈的外部配置。涡流的形成可以鼓励朝向第二开口124例如沿着肋部118的颗粒运动,如参照图1所述。在一些实施例中,第二开口124可以敞开到收集颗粒的收集区域或废物排放流动中,而过滤区域保持相对无颗粒。

[0155] 锥形螺旋线圈112可以沿着肋部118形成连续的流动引导件。例如,肋部118可以包括从第一开口122到第二开口124的相对完整的肋部。在一些实施例中,肋部118可以在肋部118的相邻转圈之间形成功能上连续的流动引导件,使得沿着肋部118沿着流动路径的任何不连续性不显著地阻碍流体或颗粒在方向138上流动。肋部118可以是不间断的。肋部118可以由连续的、没有间隙的单件材料形成,沿着锥形螺旋流动引导件112的螺旋路径提供从流体入口122到狭窄端部124的流动路径。流动路径包括涡流136,所述涡流136由流体流动经由肋部118围绕锥形螺旋线圈112的轴线120的同心较小径向旋转来撞击肋部118而产生。

[0156] 单个肋部118对于锥形螺旋线圈112的设计而言可以具有某些优点。例如,因为肋部面可以更垂直于输入流动方向126,使得肋部的螺旋形状可以提供更陡的入射角,所以单个肋部118可以提供更好的涡流生成。耙减小比β/α也可以有助于涡流形成。在一些实施例中,单个肋部118可以在第一开口122和第二开口124之间完成介于2圈和6圈之间。例如,肋部可以在第一开口122和第二开口124之间完成2.0、2.25、2.33、2.5、2.66、2.75、3.0、3.25、3.33、3.5、3.66、3.75、4.0、4.25、4.33、4.5、4.66、4.75、5.0、5.25、5.33、5.5、5.66、5.75或6.0圈。例如,通过与耙减小比结合的单个肋部提供更多的转圈可以促进改善的涡流生成和流体的过滤,以及促进过滤后的颗粒朝向第二开口124运动以用于收集。

[0157] 虽然某些实施例被示出为具有单个肋部118,但是锥形螺旋线圈112可以包括多个肋部118。例如,锥形螺旋线圈112可以包括两个肋部118,其中每个肋部都创建与相对的肋部相对的锥形线圈形状。在某些应用中,因为允许锥形螺旋线圈112在相邻的肋部之间维持较小的间距,同时容许线圈有更陡的节距,所以使用多个肋部会是有利的。这样,在某些实施例中,可以更容易地控制由肋部投影到线圈(如下所述)中的耙减小比β/α或其它参数。多个肋部的使用还允许用于使肋部交替以具有不同的尺寸,从而提供对锥形螺旋线圈112的设计的进一步控制。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以包括两个、三个、四个或五个肋部。在一些实施例中,多个肋部可以围绕锥形螺旋线圈112的圆周均匀地间隔开。在其它实施例中,多个肋部可以围绕锥形螺旋线圈112的圆周不均匀地间隔开。在一些实施例中,多个肋部中的每一个都可以具有相同或相似的横截面形状。在其它实施例中,多个肋部中的一个或多个肋部的横截面形状可以变化,从而允许锥形螺旋线圈112内的耙减小比β/α(如下所述)变化。

[0158] 除了肋部118之外或作为肋部118的可替代物,在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以包括诸如叶片、刀片、板、面板、板条、翅片、条带、障碍物或任何固体构件的结构,所述结构被配置为对流动越过其的流体造成扰动。肋部118可以如同挡板一样起作用,以便对在其上流动的流体造成扰动,这会在锥形螺旋线圈112中生成涡流或有助于形成涡流。肋部118可以以减小的半径从第一开口122盘旋到第二开口124。可以从轴线120在与轴线120正交的方向上向外测量半径。肋部118的形状可以是盘旋的、扭曲的、曲线的、螺旋形、半径递减的转弯、对数螺线或阿基米德螺线。在一些实施例中,肋部可以包括d型肋部,例如,面朝后的d型肋部。

[0159] 锥形螺旋线圈112的各种参数可以基于过滤参数或性能进行调整。例如,锥形螺旋线圈112的尺寸和形状可以被设定为随着肋部118的不同转数而变化。其它参数可以包括:肋部尺寸,例如,肋部宽度、肋部高度、肋部横截面形状、肋部角度(例如,肋部前表面或后表面相对于轴线120的倾斜度(图15));以及螺旋尺寸,例如,螺旋节距、螺旋高度、螺旋倾斜度、螺旋偏心率、螺旋角度(例如,锥形螺旋线圈从第一开口122到第二开口124的锥度)等。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以例如通过注射模制、机加工、挤压和其它制造技术被制成整体式部件。锥形螺旋线圈112也可以由各自单独制造的零部件组装而成。

[0160] 在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以包括一个或多个压力调节机构。在一些实施例中,如图3B至图3D所示,锥形螺旋线圈112的压力调节机构包括多个压力调节孔115。压力调节孔115从锥形螺旋线圈112的内径延伸到锥形螺旋线圈112的外径,并且用于释放线圈内的背压,例如,当收集的颗粒阻碍过滤后的流体流动通过过滤器时过度持续使用导致所述背压。压力调节孔115可以通过从入口转移走压力(例如,通过在第一开口122处径向地向外转移背压)来减轻过滤系统内的背压,由此延长会易受过滤装置上游的背压影响的系统部件(例如,泵或软管)的寿命。图3B至图3D的实施例包括围绕第一开口122的圆周径向地间隔开的五个压力调节孔115。在其它实施例中,压力调节孔115的数量可以变化。例如,压力调节孔115的数量可以基于孔的直径而变化。例如,每个压力调节孔的直径都可以是在介于0.03英寸和0.50英寸之间包括端点在内的范围内,例如,在介于0.03英寸和0.40英寸之间、介于0.03英寸和0.30英寸之间、介于0.03英寸和0.20英寸之间、介于0.03英寸和0.10英寸之间、介于0.03英寸和0.09英寸之间、介于0.03英寸和0.08英寸之间、介于0.03英寸和0.07英寸之间、介于0.03英寸和0.05英寸之间、介于0.10英寸和0.50英寸之间、介于0.20英寸和0.50英寸之间、介于0.30英寸和0.50英寸之间、介于0.40英寸和0.50英寸之间、介于0.10英寸和0.40英寸之间、介于0.10英寸和0.30英寸之间、介于0.10英寸和0.20英寸之间、介于0.03英寸和0.20英寸之间、介于0.03英寸和0.15英寸之间、介于0.03英寸和0.13英寸之间、介于0.03英寸和0.12英寸之间、介于0.03英寸和0.11英寸之间、介于0.03英寸和0.10英寸之间、介于0.03英寸和0.09英寸之间、介于0.03英寸和0.06英寸之间、介于0.03英寸和0.05英寸之间、介于0.04英寸和0.09英寸之间、介于0.04英寸和0.07英寸之间、介于0.04英寸和0.06英寸之间、介于0.05英寸和0.10英寸之间、介于0.05英寸和0.70英寸之间、介于0.06英寸和0.10英寸之间、介于0.06英寸和0.08英寸之间或介于0.08英寸和0.10英寸之间包括端点在内的范围内。在一个实施例中,压力调节孔115的直径可以为0.07英寸。在其它实施例中,压力调节孔115的直径可以是0.05英寸、0.06英寸、0.08英寸或0.09英寸。在其它实施例中,位于锥形螺旋线圈112上的压力调节孔115的数量可以在从1个至50个的范围内,例如,在从5个至30个、从5个至15个、从5个至10个、从3个至7个、从7个至12个、从10个至20个或从10个至15个的范围内。在其它实施例中,压力调节孔115的数量可以是1个、2个、3个、4个、5个、6个、7个、8个、9个、10个、11个、12个、13个、14个或15个。

[0161] 压力调节孔中的一个或多个可以包括压力释放机构。在一些实施例中,压力释放机构可以包括压力释放阀(未示出),所述压力释放阀被配置为当锥形螺旋线圈112内的压力达到限定的阈值时打开。压力释放阀可以作为压力止回阀操作。在一些实施例中,压力释放阀可以包括伞形阀。压力释放阀可以被配置为默认关闭位置,从而防止流体通过压力释放孔115离开锥形螺旋线圈112的内部部分。压力释放阀可以被配置为在预定的压力阈值处

打开,由此允许流体通过压力释放孔115离开锥形螺旋线圈112的内部部分,这防止在锥形螺旋线圈112上游产生背压,从而防止对其它系统部件损坏,防止发生流动故障或压力故障,并且延长过滤装置在清洁之间的使用次数。例如,当过滤装置用作用于洗衣机的过滤装置时,过滤装置会能够在需要清洁之前过滤2次加载至20次加载的排放流体,例如,所述排放流体介于5次加载至15次加载之间、从5次加载至10次加载、从10次加载至20次加载、从15次加载至20次加载、从3次加载至10次加载、从3次加载至7次加载、从4次加载至10次加载、从4次加载至8次加载、从5次加载至8次加载、从7次加载至12次加载、从9次加载至13次加载、从11次加载至13次加载、从13次加载至17次加载或16次加载至20次加载。在一些实施例中,例如,包括压力释放机构的过滤装置会能够在需要清洁之前过滤来自2次加载、3次加载、4次加载、5次加载、6次加载、7次加载、8次加载、9次加载、10次加载、11次加载、12次加载、13次加载、14次加载、15次加载、16次加载、17次加载、18次加载、19次加载或20次加载的排放流体。例如,因为自从上次清洁以来,从加载收集的过滤后的颗粒已经将流动吞吐量阻碍到足够高的水平,从而阻止进行充分的过滤,所以会需要清洁。

[0162] 根据一些实施例,当过滤系统内的背压(例如,在压力释放阀处的背压)达到在从1psi至10psi的范围内的压力时,在压力释放阀可以打开。在一些实施例中,当过滤系统内的背压(例如,在压力释放阀处的背压)达到在从2psi至5psi、从2psi至4psi、从2psi至3psi、从3psi至4psi、从4psi至6psi、从5psi至7psi、从6psi至8psi或从7psi至9psi的范围内的压力时,压力释放阀可以打开。根据一些实施例,当过滤系统内的背压(例如,在压力释放阀处的背压)达到2.5psi、2.6psi、2.7psi、2.8psi、2.9psi、3.0psi、3.1psi、3.2psi、3.3psi、3.4psi、3.5psi、3.6psi、3.7psi、3.8psi或3.9psi、4.0psi、4.1psi、4.2psi、4.3psi、4.4psi、4.5psi、4.6psi、4.7psi、4.8psi、4.9psi或5.0psi的压力时,压力释放阀可以打开。

[0163] 图4A至图4C示出与本公开的一些实施例一致的螺旋偏心的示例。图4A至图4B是例如从第一开口122在与箭头126平行的流体流动的方向上观察的示例性锥形螺旋线圈112的俯视剖视图。如图4A所示,锥形螺旋线圈112可以沿着轴线120具有大致圆形的横截面,其中肋部118沿着轴线120朝向第二开口124以减小的半径围绕轴线120盘旋,所述第二开口124具有每个转圈的肋部搭接量α。因此,越接近于达到第二开口124,横截面的尺寸会是越小。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112的横截面可以在沿着轴线120的任何给定点处具有其它几何形状。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以被配置为具有一定程度的偏心率,而不是具有圆形横截面。如图4B所示,在一些实施例中,锥形螺旋线圈112可以是偏心的,并且可以大致具有椭圆的形状。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112的横截面形状可以以其它方式偏离圆形,例如,八边形,如图4C所示。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112的横截面可以是圆形、椭圆形、三角形、正方形、五边形、六边形、八边形或其它几何横截面。在各种实施例中,当从第一开口122沿着轴线120观察时,锥形螺旋线圈112可以顺时针地或逆时针地盘旋。

[0164] 图5A是沿着如图3所示的截面5-5截取的锥形螺旋线圈112的垂直剖视图。如图5A所示,肋部118可以被配置为具有均匀的肋部宽度127,所述肋部宽度127可以指的是具有从肋部118的内侧边缘到肋部118的外侧边缘测量的距离的尺寸。此外,肋部118可以具有均匀的肋部高度128,所述肋部高度128可以指的是从肋部118的面向第一开口122的下表面到肋

部118的相对的上表面(例如,面向第二开口124的表面)测量的尺寸。尽管肋部118在图5A中被示出为具有大致矩形的横截面,但是一些实施例可以包括非矩形横截面,例如,其它四边形横截面,例如,正方形、梯形或菱形。在其它实施例中,肋部118的横截面的一个或多个表面可以是弯曲的,以促进涡流的形成,或者充当流动引导件,所述流动引导件用于沿着肋部118朝向第二开口124的颗粒流动路径138。

[0165] 锥形螺旋线圈112可以包括支撑结构119。支撑结构119可以提供用于肋部118的结构支撑。支撑结构119可以包括填充肋部118和第一开口122的支承表面121之间的空间的材料。支撑结构119可以为肋部118附接到支承表面121提供额外的区域,并且可以例如在制造过程中维持肋部118的强度和对准,或者防止锥形螺旋线圈112的线圈截面因操作过程中引起的应变而错位或断裂。支撑结构119可以被设置为预定的角长度,例如,围绕轴线120旋转了约0.25转圈(90度),或者足以提供适当量的支撑或稳定性的任何其它量。在一些实施例中,用于支撑结构119的角跨度的范围可以是从约1度到270度,例如,30度、45度、60度、75度、90度、105度、120度、135度、150度、165度、180度、195度、210度、225度、240度、255度或270度。在一些实施例中,支撑结构119可以是实心的。在一些实施例中,支撑结构119可以包括开口,以允许流体流动穿过所述开口。除了支撑结构119之外或作为支撑结构119的可替代物,还可以在第二开口124处设置第二支撑结构(未示出)。

[0166] 也如图5A所示,锥形螺旋线圈112可以具有螺旋高度130,所述螺旋高度130可以指的是从最靠近第一开口122的肋部118的第一端部(例如,锥形螺旋线圈112的近侧端部)到肋部118的另一端部(例如,锥形螺旋线圈112的远侧端部,其可以在第二开口124处)测量的尺寸。

[0167] 锥形螺旋线圈112可以具有第一螺旋外径135,其可以指的是在第一开口122处的线圈的螺旋形状的外圆周的直径。锥形螺旋线圈112可以具有第二螺旋外径132,其可以指的是在第二开口124处的线圈的螺旋形状的外圆周的直径。锥形螺旋线圈112还可以具有第一螺旋内径133,其可以指的是在第一开口122处的线圈的螺旋形状的内圆周的直径。锥形螺旋线圈112还可以具有第二螺旋内径131,其可以指的是在第二开口124处的线圈的螺旋形状的内圆周的直径。锥形螺旋线圈112可以具有大致圆锥的形状,使得第二螺旋内径131小于第一螺旋内径133。类似地,第二螺旋外径132可以小于第一螺旋外径135。

[0168] 虽然优选的是第一螺旋外径135大于第二螺旋外径132,但是将设想到,在一些实施例中,这些直径可以是相同的,只要第一螺旋内径133大于第二螺旋内径131即可。这种配置在尤其较小直径的应用(例如,血液过滤)中或者在肋部118是成角度的或以其它方式成形的情况下会是有益的,以进一步促进流体沿着颗粒流动路径138流动,从而防止残留物积聚在肋部118上。

[0169] 锥形螺旋线圈112可以具有螺旋节距134,所述螺旋节距134是在肋部118的两个相邻转圈的中点之间与轴线120平行地测量的尺寸,其类似于螺纹的螺距。在一些实施例中,螺旋节距134可以是可变的。在一些实施例中,螺旋节距134可以是均匀的。

[0170] 某些锥形螺旋线圈112可以用耙减小比(β/α)来描述,所述耙减小比(β/α)由肋部118的相邻转圈的表面之间的狭槽高度(β)除以肋部118的相邻转圈的内表面之间进入锥形螺旋线圈112的中心开口中的肋部搭接量(α)之比来确定。如图5A所示,在肋部118的相邻表面之间测量狭槽高度β。在锥形螺旋线圈112包含多于一个的肋部118的实施例中,在相邻肋

部118的表面之间测量狭槽高度β。图5A和图17中的狭槽高度β是针对大致平行的表面示出的,使得测量是在平行表面之间进行的。然而,如果相邻表面在狭槽的长度上是不平行的,则狭槽高度β被测量为对于表面重叠的期间在相邻表面之间的平均狭槽高度。肋部搭接量α指示肋部118的逐渐变窄的转圈突出到由肋部118的前一个转圈所形成的开口中的距离。例如,当在图5A和图4A的视图中观察时,肋部搭接量α可以被观测为肋部118的每个转圈的内半径(从轴线120到肋部118的内边缘测量)的减小量。与狭槽高度β一样,在锥形螺旋线圈112包含多于一个的肋部118的实施例中,在相邻肋部118的内表面之间测量肋部搭接量α。在图5A中示出针对平行内表面的肋部搭接量α,然而,如果相邻内表面是不平行的,则肋部搭接量α是从相邻内边缘的中点测量的。

[0171] 在一些实施例中,考虑到制造公差,锥形螺旋线圈112的耙减小比β/α可以是在约3.0至4.0之间。在一些实施例中,耙减小比β/α可以基于待过滤的流体的类型、待过滤的颗粒的类型和尺寸、待过滤的流体的流动参数和操作的规模来配置,包括不管是待收集过滤后的颗粒还是将过滤后的颗粒送入连续排放流动中。在一些实施例中,耙减小比β/α可以小于3.0,或者可以大于4.0。在一些实施例中,锥形螺旋线圈112的耙减小比β/α可以在约0.1和10之间的范围内,例如,在0.1和0.5之间、在0.25和0.75之间、在约0.5和1.0之间、在约0.75和1.25之间、在约1.0和10.0之间、在约1.0和6.0之间、在约2.0和5.0之间、在约2.5和4.5之间、在约3.0和4.0之间、在约1.0和3.0之间、在约2.0和3.0之间、在约3.0和7.0之间、在约4.0和6.0之间、在约5.0和10之间、在约5.0和6.0之间、在约6.0和7.0之间、在约7.0和8.0之间、在约8.0和9.0之间、在约9.0和10之间、在约6.0和8.0之间、在约7.0至9.0之间或在约6.5至8.5之间的范围内。在本公开中引用的所有范围,无论是以“在.....之间”或其它方式引用,都应理解为包括该范围的端点在内。因此,“在X和Y之间”被理解为包括值X和值Y以及在它们之间的值。

[0172] 在一些实施例中,例如,当过滤微塑料时,随着流体在螺旋内径逐渐变窄的位置(例如,肋部搭接量α)处撞击肋部118,在3.0至4.0之间的耙减小比β/α值会更高效地促使流体在涡流136中重新取向。

[0173] 在一些实施例中,耙减小比β/α可以沿着锥形螺旋线圈112的长度是均匀的。在其它实施例中,耙减小比β/α可以沿着锥形螺旋线圈112的长度变化。

[0174] 锥形螺旋线圈还可以具有外耙减小比β/γ,其中γ是肋部延伸部并且指示对于肋部118的相邻外表面转圈的肋部搭接量α的外部配对物,如图5A所示。外耙减小比β/γ的值可以类似于以上针对耙减小比β/α描述的值。在一些实施例中,例如,对于肋部118的均匀横截面和均匀螺旋节距,外耙减小比β/γ可以与耙减小比β/α相同。在其它实施例中,例如,当肋部118沿着锥形螺旋线圈112的长度具有非均匀的横截面时,或者在多个肋部118对于相邻的肋部而言具有不同的特性的情况下,耙减小比β/α可以不同于外耙减小比β/γ。

[0175] 在一些实施例中,据信,当流体沿箭头126的方向进入锥形螺旋线圈112时,锥形螺旋线圈112通过使流体流动重新取向来帮助颗粒过滤。随着流体在肋部118的逐渐变窄的转圈处撞击表面以生成涡流136,锥形螺旋线圈112促使流体在流体涡流136中被重新取向。随着流体流动撞击肋部118,涡流136中的重新取向的流体用于保持颗粒悬浮并且促进颗粒朝向第二开口124进行整体运动。涡流136可以促进悬浮的颗粒大致沿着肋部118在螺旋流动路径(如可以由颗粒流动路径138所指示)中行进。涡流136可以用于清除或保持悬浮的颗

粒,所述悬浮的颗粒会以其它方式变得卡在肋部118或过滤介质142上或抵靠肋部118或过滤器介质142卡住,从而使颗粒返回到悬浮状态,并且促进在第二开口124处收集或排放颗粒。在第二开口124处离开锥形螺旋线圈112的颗粒可以被收集以用于处置,而过滤后的流体通过过滤介质142离开线圈112。颗粒可以包括期望待从流体去除的任何固体或其它物体。颗粒的大小可以取决于过滤应用,例如,微粒子过滤或海洋废物清理。颗粒可以包括悬浮的固体、微粒子、生物细胞、细胞产物、囊泡、外泌体、微塑料、固体废物、塑料瓶、塑料袋或任何其它待从流体去除的目标物体。

[0176] 肋部几何形状会影响颗粒过滤性能,并且可以根据特定应用进行定制,例如,特定的流体、颗粒尺寸或可用空间或制造约束。据信,当流体沿箭头126的方向进入锥形螺旋线圈112而进入涡流136中以保持颗粒处于悬浮状态中时,通过有利地使流体流动重新取向,使用锥形螺旋肋部构型可以更好地促进颗粒过滤,同时允许滤液流体穿过过滤介质142。肋部118可以是“面后向的”,原因在于由于锥形螺旋线圈112逐渐地变窄,肋部118以螺旋方式完成每个转圈,所以肋部118可以在与轴线120正交的平面内的中心流体流动区域中具有越来越小的内径,如图1、图4A和图5A所示。在与轴线120正交的平面内的中心流体流动区域的有效直径可以随着肋部118的每个转圈而相对应地减小。

[0177] 肋部118可以根据各种设计参数具有不同的尺寸和排列。例如,在一些实施例中,如图5B所示,锥形螺旋线圈112可以仅相对于肋部118的内边缘渐缩,而锥形螺旋线圈112的外表面可以基本上是圆柱形的,或者在一些实施例中可以具有发散形状。肋部118的相邻转圈之间的空间可以允许过滤后的流体经由过滤介质142通过锥形螺旋线圈112的侧部离开。同时,由肋部118产生的涡流136促进过滤后的颗粒朝向第二开口124运动。在图5B的示例中,肋部宽度127从第一开口122至第二开口124增大。在图5B的示例中,螺旋外径可以保持恒定,而螺旋内径沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124逐渐地减小。

[0178] 在一些实施例中,会有利的是将锥形螺旋线圈112配置为具有与某些条件相对应的耙减小比β/α的某些或不同的值,例如,流速、颗粒浓度、流体粘度或流体或颗粒的其它特征。在一些实施例中,因为流体可以经由锥形螺旋线圈112的横向侧自由地离开(例如,通过肋部118的转圈之间的空间),所以在箭头126方向上的流速可以沿着轴线120朝向第二开口124改变。会有利的是在锥形螺旋线圈112的不同区域中使用不同的耙减小比β/α值以维持或促进流速,尤其是当每单位体积流体的过滤颗粒的浓度与第一开口122相比会朝向第二开口124增大时。在一些实施例中,耙减小比β/α沿着轴线120可以在从第一比率到第二比率的范围内。用于第一比率的值和用于第二比率的值可以是上述耙减小比β/α的各种组合,既在第一开口122和第二开口124之间的增大的比率中又在第一开口122和第二开口124之间的减小的比率中,但是对于某些应用而言会优选的是在1.0和6.0之间、在2.0和5.0之间、在2.5至4.5之间和在3.0至4.0之间的范围内的比率。

[0179] 如图5C至图5D所示,锥形螺旋线圈112可以具有变化的肋部宽度127。肋部宽度127可以沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124增大或减小,如由图5C至图5D中的虚线所示。图5C示出肋部宽度127沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124增大的示例。这会导致在锥形螺旋线圈112的外侧上的横截面锥度较小,并且在锥形螺旋线圈112的内侧上的横截面锥度较大。因此,狭槽高度β可以保持恒定,而肋部搭接量α可以沿着轴线120增大,导致耙减小比β/α从第一开口122到第二开口124不同地减小。

[0180] 图5D示出肋部宽度127沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124减小的示例。这会导致在锥形螺旋线圈112的外侧上的锥度较大,并且在锥形螺旋线圈112的内侧上的锥度较小。狭槽高度β可以保持恒定,而肋部搭接量α可以沿着轴线120减小。因此,耙减小比β/α的值会发生变化。肋部宽度127可以被配置为使得肋部搭接量α处于在从第一开口122处的第一值到第二开口124处的第二值的范围内。随着从第一开口122到第二开口124的β/γ比率减小,耙减小比β/α也会保持恒定。

[0181] 在一些实施例中,锥形螺旋线圈112的螺旋节距可以分别逐渐地增大或减小,例如,如图5E至图5F所示。也就是说,肋部118的螺旋节距可以是可变的。在一些实施例中,变化的的螺旋节距会导致包含过滤介质142的锥形螺旋线圈112的横向侧表面的轮廓待弯曲。

[0182] 如图5E至图5F所示,锥形螺旋线圈112可以具有变化的螺旋节距134。螺旋节距134可以沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124增大或减小。图5E示出螺旋节距134沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124增大的示例。图5F示出螺旋节距134沿着轴线120从第一开口122朝向第二开口124减小的示例。变化的螺旋节距134可以呈现另一程度的设计灵活性,以根据所需的参数配置锥形螺旋线圈112。此外,锥形螺旋线圈112的参数可以使用多种方法的组合来改变,例如,将如图5C至图5D所示的变化的肋部宽度127与如图5E至图5F所示的变化的螺旋节距134组合。这些变型中的任一者或两者可以与其它变型(例如,肋部118的不同横截面轮廓、多个肋部118的使用或本文所述的其它变型)组合。

[0183] 图6示出与本公开的实施例一致的、设置在肋部118的凹槽152中的垫片杆160的示例。肋部118可以设置有凹槽152,所述凹槽152被配置为容纳垫片杆160,所述垫片杆160将锥形螺旋线圈112密封抵靠在过滤介质142上。例如,如图1所示,锥形螺旋线圈可以抵靠过滤介质142,并且用设置在凹槽152中的垫片杆160(仅以横截面示出)密封。为了便于描述图1,垫片杆160仅以与过滤介质142相邻的横截面示出,但是应当理解,垫片杆160和过滤介质142如本文所述围绕锥形螺旋线圈112。在一些实施例中,垫片杆160可以用于密封抵靠在支撑构件140上,如下所述,而不是密封抵靠在过滤介质142上。肋部118的外表面可以包括凹入部分,垫片杆160可以落座到所述凹入部分中。在某些构型中,当锥形螺旋线圈112被嵌套在壳体114内时,垫片杆160可以确保与壳体114紧密配合。垫片杆160可以由弹性材料或密封材料形成。例如,在一些实施例中,垫片杆160可以由橡胶或硅基材料形成。垫片杆160可以是整体式或多件式部件。

[0184] 图17示出具有肋部118的锥形螺旋线圈112的另一个实施例。图17所示的实施例的肋部118包括脊部156,所述脊部156可以与网142(图17中未示出)相邻。虽然在肋部118的面向入口的侧和面向出口的侧两者上示出脊部156,但是将设想到,在一些实施例中,可以仅存在一个脊部156。脊部156可以促进沿着颗粒流动路径138维持涡流136,并且也进一步通过减少会积累颗粒的尖锐拐角来防止颗粒积聚,由此促进过滤装置的自清洁操作。

[0185] 也如图17的实施例中所示,在一些实施例中,由肋部118形成的螺旋线圈112的半径的部分比图5A所示的大。例如,在一些实施例中,在图17的第一开口122处,肋部118的宽度可以是锥形螺旋线圈的直径的约50%(例如,内半径大约是外半径的一半),而在其它实施例中(例如,图5A),肋部118可以是锥形螺旋线圈在第一开口122处的半径的约30%(例如,内径大约是外径的三分之二)。类似地,在图17所示的实施例中,在第二开口124处的肋部宽度包括锥形螺旋线圈112的半径的95%以上(肋部宽度是锥形螺旋线圈112在第二开口

124处的外半径的95%),而在图5A所示的实施例中,在第二开口124处的肋部宽度可以包括锥形螺旋线圈112的半径的约55%(肋部宽度是锥形螺旋线圈112在第二开口124处的外半径的约55%)。在一些实施例中,肋部118的宽度包括锥形螺旋线圈半径的更大比例,这可以便于涡流的形成并且在滤液流体穿过网142(未示出)的同时促进过滤后的颗粒沿着颗粒路径138运动,从而提高过滤效率,减少过滤后的颗粒的积聚,并且改善过滤器操作。在其它实施例中,肋部118在第一开口122处的宽度可以包括锥形螺旋线圈112的半径的约33%、35%、40%、45%、50%、55%或60%。在一些实施例中,肋部118在第二开口124处的宽度可以包括锥形螺旋线圈112的半径的约60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或基本上整个半径。将应当认识到,甚至当肋部118包括在第二开口124处的半径的较大比例时,过滤后的颗粒和颗粒路径138也可以在与肋部118相邻的空间中离开锥形螺旋线圈112,如图10A至图10C、图16B至图16C和图17的实施例中所示。

[0186] 图7示出与本公开的一些实施例一致的壳体114的示例实施例。壳体114可以在操作期间封闭锥形螺旋线圈112,并且可以防止颗粒在为处置收集之前离开过滤器。壳体114可以包括如图2所示的插入式封壳,或者如图8所示的铰链式封壳。过滤介质142可以被集成到壳体114中,并且在使用过程中通过允许过滤后的流体从过滤器侧向地离开而提供过滤功能,同时将颗粒容纳在壳体内。穿过锥形螺旋线圈112的流体的锥形螺旋路径会倾向于防止颗粒在过滤介质142上积聚。如图7所示,壳体114可以包括一个或多个支撑构件140。在一些实施例中,支撑构件140可以被形成为具有与肋部118的形状类似的形状。在一些实施例中,支撑构件140可以包括多个支撑肋部。在一些实施例中,支撑构件140可以与肋部118对准,以促进过滤介质142抵靠肋部118的密封。支撑构件140可以为过滤介质142或肋部118提供支撑。

[0187] 过滤介质142也可以被称为滤过器介质。过滤介质142可以包括:物理过滤器,例如,多孔膜、网、筛、粗滤器、纤维层等;或化学过滤器,例如,木炭、活性炭、催化碳、离子交换介质、动力学降解通量、混合介质、配置为与待过滤的颗粒起反应的元素等;或物理和化学介质的组合。在一些实施例中,过滤介质142可以包括网筛。网筛可以由不锈钢、尼龙或其它纤维或延展性材料形成。过滤介质142可以包括多孔材料,其被配置为阻止悬浮在正被过滤的流体中的固体穿过过滤介质142。围绕锥形螺旋线圈112的过滤介质142可以沿圆周地包围锥形螺旋螺旋线圈112。过滤介质142可以覆盖锥形螺旋线圈112的横向侧,使得防止颗粒沿着与轴线120正交的方向离开锥形螺旋线圈,并且可以迫使颗粒沿着轴线120从第一开口122运动到第二开口124。

[0188] 在一些实施例中,壳体114可以与过滤介质142成一体。例如,过滤介质142可以被嵌入、集成、粘合地附接、焊接(例如,塑性地焊接)或模制到支撑构件140中。在一些实施例中,过滤介质142和壳体114可以是可分离的。壳体114可以是整体式或多件式部件。在一些实施例中,过滤介质142可以是壳体114的可更换部件。

[0189] 如图2和图7所示,壳体114可以被形成在一个或多个连接部分中,以便于放置在锥形螺旋线圈112上。在一些实施例中,壳体114可以包括通过铰接连接部146连结在一起的两个半部。壳体114还可以包括紧固构件144。两个半部可以基本上是相同的,例如,具有相似的尺寸和形状,并且铰接连接部146和紧固构件144大致地设置在壳体114的相对侧上。支撑构件140可以被形成为围绕壳体114形成基本连续的盘旋部,其对应于锥形螺旋线圈112的

肋部118。铰接连接部146可以包括钢琴型铰链、活动铰链、多个铰链或用于将部件可旋转地连接在一起的任何其它机械布置。紧固构件144可以包括任何配合的紧固元件，例如，按扣、夹子、钩子、滑杆或用于将零件固定在一起的任何其它机械布置。在一些实施例中，铰接连接部146可以由第二紧固构件144代替。在一些实施例中，壳体114可以是没有紧固构件144或铰接连接部146的整体件，以促进与锥形螺旋线圈112的“插入”或“滑入”连接。

[0190] 壳体114可以包括用于在操作期间将锥形螺旋线圈112保持在适当位置中的元件。例如，如图5A所示，突起150可以被设置在形成第一开口122的构件上。突起150可以包括外部突出构件，例如，环形唇缘或销钉。突起150可以抵靠壳体114上的配合表面，可以便于卡入或拧入夹具中，或者可以被压入和旋动例如在L形或U形狭槽中以将锥形螺旋线圈附接到壳体114。突起150与壳体114的连接可被配置为便于支撑构件140与肋部118对准。在一些实施例中，可以在突起150和壳体114上的配合表面之间设置垫片，从而提供牢固的密封。突起150和壳体114之间的密封可以是不透流体的。

[0191] 如图5A所示，肋部118可以包括凹槽152。凹槽152可以被形成为肋部118的外表面上的凹部。凹槽152可以被配置为与支撑构件140的相对应表面154配合。表面154可以包括平坦表面，或者可以包括朝向壳体114的内部突出的凸出表面。在一些实施例中，表面154可以包括凹入表面，所述凹入表面远离壳体114的内部后退。如图6所示，垫片杆160可以被搁置在肋部118的凹槽152中，并且垫片杆160可以与支撑构件140的表面154配合。当壳体114围绕锥形螺旋线圈112闭合时，支撑构件140可以与肋部118接合，以将锥形螺旋线圈112固定到壳体114内的适当位置中。

[0192] 壳体114的支撑构件140可以遵循肋部118的盘旋形状。在一些实施例中，支撑构件140可以具有与肋部118互补的形状。在一些实施例中，肋部118可以仅在其内侧上渐缩，并且因此支撑构件140的互补形状可以不渐缩。在一些实施例中，支撑构件140可以具有环形或多边形棱柱的形状。在一些实施例中，支撑构件140可以围绕壳体114形成圆柱形环，或者由在壳体114的第一开口和第二开口之间的垂直肋部形成。例如，由于颗粒流动路径138在过滤介质142内保持连续或基本上连续，所以这种形成物可以促进壳体114的更容易制造，而没有阻碍锥形螺旋线圈112的过滤能力。在一些实施例中，基本连续的颗粒流动路径138包括颗粒路径，所述颗粒路径可以具有屏障或障碍物(例如，结构支撑件)，但是不抑制涡流136的形成或颗粒沿着颗粒流动路径38的流动。在一些实施例中，基本上连续的颗粒流动路径138可以基本上沿着锥形螺旋线圈112的肋部118设置，但是可以不在第一开口122处开始。在一些实施例中，壳体114可以作为整体结构而不是单独的部件被集成到锥形螺旋线圈112中。

[0193] 如图7所示，壳体114可以包括流动连接构件148。流动连接构件148可以包括紧固机构，例如，螺纹连接。流动连接构件148可以包括内螺纹或外螺纹，并且其尺寸和形状可以被设定为与将流体供应到锥形螺旋线圈112的第一开口122中的部件的互补元件配合。流动连接构件148可以被设置在壳体114的最宽部分处或附近。此外，颗粒收集连接构件158可以被设置在壳体114的与流动连接构件148相对的端部处。颗粒收集连接构件158可以包括设置在壳体114的最窄部分处或附近的紧固机构，例如，外螺纹159。紧固机构还可以包括压配合、卡扣、螺栓连接、软管夹持、快速连接等。颗粒收集连接构件158的尺寸和形状可以被设定为与收集单元(例如，残留物收集单元170)上的互补元件配合。在其它实施例中，颗粒收

集连接构件158可以被配置为与排放流动(例如,软管或管道)配合。

[0194] 图8示出过滤装置100的示例的横截面的一部分,其中壳体114的一半围绕铰接连接部146打开。在一些实施例中,过滤介质142可以被设置在壳体114和锥形螺旋线圈112之间。锥形螺旋线圈112可以被嵌套在壳体114中,其中支撑构件140的表面154与肋部118接合。在一些实施例中,表面154可以包括直接地或经由垫片杆160或过滤介质142接触肋部118的突出表面。在一些实施例中,表面154可以包括平坦或凹入表面,其可以与肋部118的垫片杆160配合。锥形螺旋线圈112和壳体114可以被配置为使得当锥形螺旋线圈112与壳体114联接在一起时锥形螺旋线圈112与壳体114处于接触关系中。在一些实施例中,支撑构件140可以与肋部118对准。在一些实施例中,支撑构件140可以偏离肋部118或者具有与肋部118不同的轮廓。

[0195] 本文所述的示例性过滤系统提供了一种用于从液体过滤颗粒的示例性方法。在一些实施例中,该方法包括:在包括锥形螺旋线圈的过滤装置的第一开口处提供待过滤的液体,在锥形螺旋线圈中经由肋部生成涡流,所述肋部具有供流体流过的减小的内部横截面;沿着肋部提供流动路径以用于将悬浮在涡流中的颗粒朝向过滤装置的第二开口指引;以及通过与流动路径相邻的过滤介质过滤过滤后的流体。过滤可以通过由涡流和沿着肋部的颗粒流动路径引起的、横过过滤介质的横流过滤来实现。流动路径可以在肋部的相邻转圈之间。在一些实施例中,流动路径在第一开口和第二开口之间是基本上连续的。在一些实施例中,第一开口比第二开口宽。在一些实施例中,流动路径被配置为不抑制颗粒沿着流动路径朝向第二开口流动。

[0196] 还将设想到,本公开中描述的过滤器系统可以被串联地设置,使得第一锥形螺旋线圈的第二开口124可以排放到第二锥形螺旋线圈的第一开口122中。这样,会能够配置分级过滤系统。另外地或可替代地,可以提供分级过滤系统,其中来自第一锥形螺旋线圈的滤液流体流动102被提供到第二螺旋线圈的第一开口122。这种分级允许用于过滤逐渐变细的颗粒尺寸,并且可以提高整体过滤效率。例如,较大颗粒可以被过滤和收集在第一锥形螺旋线圈中,而较细颗粒可以被过滤和收集在第二锥形螺旋线圈中。在实施分级过滤的情况下,锥形螺旋线圈可以具有不同的几何形状,以方便在每个阶段处进行适当的过滤。

[0197] 图9A示出用于过滤流体的示例性系统200的分解透视图。图9B示出系统200的分解正视图。尽管在该示例中参考洗衣机中的使用进行了描述,但是系统200可以用于其它应用,例如,血液过滤、水龙头或分配器过滤、诸如废水处理的大规模收集、以及从流体过滤悬浮的固体的其它应用。如图9A所示,系统200包括过滤装置100,所述过滤装置100在第一端部处连结到入口歧管210。入口歧管210包括入口开口214,并且可以包括压力释放阀224。在一些实施例中,入口开口214可以包括外部连接部,例如,附接到洗衣机的部件(例如,洗衣机排放软管)的凸轮锁快速释放附接机构。如果压力过高,则压力释放阀224可以允许流体绕过过滤器。入口歧管210将流体(例如,来自洗衣机的排水)例如经由图10A所示的路径201指引到过滤装置100中。

[0198] 系统200可以包括封闭构件212,所述封闭构件212可以被连结到歧管盖216。歧管盖216包括出口开口218,所述出口开口218可以包括附接到排放管线的凸轮锁快速释放附接机构。封闭构件212可以设置有紧固机构220(例如,外螺纹),以将封闭构件212与歧管盖216连结。当连结时,入口开口214可以延伸穿过歧管盖216上的孔口222,并且封闭构件212

和歧管盖216可以形成流体密封的封壳,过滤装置100被封闭在所述封壳中。在一些实施例中,封闭构件212可以充当颗粒收集构件。在其它实施例中,封闭构件212可以封闭收集单元,例如,收集单元170,由此封闭构件212可以被去除以方便接近在封闭构件212内或收集单元170中的收集的颗粒。

[0199] 图10A示出系统200的示例性实施例的剖视图,所述系统200被组装以封闭过滤装置100。图10B示出具有过滤装置100的系统200的示例性实施例的剖视图,所述过滤装置100包括残留物收集单元170。图10C示出系统200的示例性实施例的剖视图,其中封闭构件212包括过滤介质213。过滤介质213还可以防止离开第二开口124的固体到达出口开口218。为了便于清洁,封闭构件212可以在筛网213处或下方的一点处包括可分离的部件,使得操作员可以从封闭构件212处置过滤后的固体。

[0200] 在一些实施例中,当包括网213时,封闭构件212可以优选地在网213处或下方包括可去除的杯状构件,其中可以收集和处置在过滤期间去除的颗粒。在一些实施例中,封闭构件212可以通过啮合螺纹、卡扣连接、凸轮锁配合、压配合、过盈配合、压扭配合或任何其它紧固机构被连结到歧管盖216。

[0201] 参照图10A,系统200的示例性操作模式可以涉及使流体流过系统200。在操作中,来自流体源的流体(例如,来自洗衣机的出口水)可以进入入口开口214。流体可以包括待从流体过滤的颗粒,例如,悬浮在其中的微塑料颗粒,并且可以在连接到入口开口214的软管或管道中导引流体。流体沿着路径201流到过滤装置100的内侧,并且流体(例如,水)可以自由地流过系统200,而待过滤的颗粒(例如,微塑料颗粒)可以保持悬浮,直到它们撞击障碍物(例如,锥形螺旋线圈112或过滤介质142)为止。由锥形螺旋线圈112产生的涡流136可以导致颗粒被运动的流体沿着路径138扫到锥形螺旋线圈112的第二开口124,并且离开过滤装置100的路径203。颗粒可以例如通过沉降被捕获在封闭构件212中。同时,清洁的滤液流体通过路径102离开过滤装置100,并且沿着路径205流到出口开口218。出口开口218可以被连结到软管或管道,所述软管或管道将无颗粒的流体指引到排放流动,例如,下水道管道。

[0202] 图10B类似于图10A,除了过滤后的颗粒被捕获在收集单元170中,将应认为所述收集单元170比如在图10A中依靠颗粒的沉降更好地收集过滤后的颗粒。

[0203] 图10C类似于图10A,除了过滤后的颗粒通过过滤介质213被容纳在封闭构件212的底部中,将认为过滤介质213比图10A中依靠颗粒的沉降更好地收集过滤后的颗粒。

[0204] 尽管图10A至图10C所示的系统示出过滤装置100对于轴线120而言处于垂直取向中,其中第一开口122位于系统200的“顶部”处并且第二开口124位于系统200的“底部”处,但是本文所述的方法和系统可以用于任何取向。例如,在过滤装置100被设置为使得轴线120可以以水平取向、向上或向下对角线取向或垂直取向设置的情况下,第二开口124被设置在系统200的“顶部”处并且第一开口122被设置在系统100的“底部”处。类似地,尽管在图10A至图10C中示出出口开口218比第二开口124更靠近第一开口122,但是在一些实施例中出口开口218可以设置在第二开口124处或附近,例如,当过滤装置100包括收集单元170时,这会是有利的。类似地,尽管入口开口214和出口开口被示出为与过滤装置100的轴线120成90度的角,但是将设想到,入口开口214可以以与轴线120成任何的角设置,这可以由特定的应用和用法决定。

[0205] 图16A和图16C示出系统600的另一个实施例,其中分别入口开口214靠近第一开口

122并且出口开口靠近第二开口124。在某些情况下,因为滤液不需要向上传回歧管盖216,如图10A至图10C所示(图16B至图16C中省略了过滤介质142),所以这种取向会是有利的。虽然入口开口214和出口开口218被示出为与过滤装置100成直角,但是将设想到,入口开口214和入口开口可以与过滤装置100的入口流动方向126成直线,或者与入口流动方向126成任何其它角度,例如,45度、30度或60度。

[0206] 图21A至图21D示出与本公开的一些实施例一致的另一个示例性过滤系统的示例性等距视图和剖视图,所述另一个示例性过滤系统包括过滤装置,例如,类似于过滤装置100的过滤装置。图21A至图21D示出系统2100,其中入口开口214在锥形螺旋线圈112的较宽端部处的过滤装置的第一开口122附近。在锥形螺旋线圈112的较窄端部处的过滤装置的第二开口124敞开到收集单元2102,所述收集单元2102可以类似于残留物收集单元170。在图21A至图21D的实施例中,收集单元2102被示为圆柱形收集单元。在其它实施例中,收集单元2102可以具有其它形状。如上所述,锥形螺旋线圈112和收集单元2102可以分别由过滤介质142和172(例如,网状过滤介质)(为简单起见未示出)封闭。包括锥形螺旋线圈112和收集单元2102的过滤装置被示出为封闭在壳体2104中。壳体2104包括入口开口214和出口开口218。在一些实施例中,壳体2104可以包括窗口2106,所述窗口2106允许通过壳体2104可见到过滤装置的至少一部分,例如,锥形螺旋线圈112或收集单元2102。锥形螺旋线圈112可以例如通过螺纹部分2107联接到壳体2104,这可以促进插入、去除或更换锥形螺旋线圈112,例如,用于清洁或其它维护。在一些实施例中,可以使用其它联接机构将锥形螺旋线圈112联接到壳体2104,例如,环形唇缘、销钉、卡入或拧入夹具或压入或旋入狭槽,例如,L形或U形狭槽。

[0207] 壳体2104包括密封部分2108和可操作地连接到密封部分2108的闭合机构2110。闭合机构2110被配置为打开和闭合密封部分2108。密封部分2108形式可以被配置为向壳体2104的内部提供水密密封,并且可以便于接近锥形螺旋线圈112和收集单元2102,例如,用于清洁、修理、更换收集单元2102或锥形螺旋线圈112或对其执行维护或者用于清洁壳体2104的内部。在图21A中,密封部分2108和闭合机构2110被示出为处于完全闭合的位置中,这在壳体2104的开口2112处形成水密密封(如图21B和图21C所示)。在图21B和图21C中,密封部分2108和闭合机构2110被示出为处于打开位置中,以便于接近壳体2104的内部,例如,用于接近收集单元2104或锥形螺旋线圈112。图21D示出处于闭合位置中的密封部分2108和闭合机构2110,但是闭合机构2110没有完全地闭合。在图21A至图21D中,示例性闭合机构2110被示出为围绕密封部分2108的外侧的下拉手柄。在一些实施例中,闭合机构2110可以包括在壳体2104的侧部上的手柄或杠杆,其作为闩锁、按扣闭合件或其它闭合类型被集成到密封部分2108中。在一些实施例中,闭合机构可以包括螺纹闭合件、环形唇缘、销钉、卡入或拧入夹具或压入或旋入狭槽,例如,L形或U形狭槽。

[0208] 在一些实施例中,与其中密封部分2108闭合但闭合机构2110尚未完全闭合的图21D相比,如图21A所示,当闭合机构2110完全闭合时密封机构2116可以在密封部分2108上提供进一步的压力。闭合机构2110、密封部分2108或密封机构2116中的一个或多个还可以包括锁定机构(未示出),以防止在操作过程中意外打开密封部分2108。

[0209] 在一些实施例中,密封部分2108包括下表面2114,当密封部分2108处于闭合位置中时所述下表面2114形成在收集单元2102的圆柱面上,如图21A和图21D所示。在这样的实

施例中,过滤后的液体通过围绕收集单元2102的圆周的过滤介质(未示出)离开收集单元2102。在其它实施例中,密封部分2108的下表面2114可以不形成收集单元2102的圆柱面,使得在收集单元2102和下表面2114之间存在分隔。在这样的实施例中,收集单元2102最靠近下表面2114的面可以包括过滤介质或可以包括固体表面。

[0210] 在操作中,待过滤的流体的入口流体流动126在入口214处进入系统2100。如上所述,流体由锥形螺旋线圈112和收集单元2102过滤。穿过锥形螺旋线圈112的过滤介质142(未示出)或收集单元2102的过滤介质172(也未示出)的过滤后的液体102在出口开口218处离开壳体2104。过滤后的颗粒通常被收集在收集单元2102中,这是由于锥形螺旋线圈112的操作便于过滤后的颗粒流入收集单元2102中。

[0211] 尽管图21D示出处于闭合位置中的闭合机构2110,但应当理解,通常在操作过程中闭合机构2110将完全地闭合。

[0212] 在一些实施例中,当示例性系统2100连接到待过滤的液体的源(例如,洗衣机排放管线)时,密封部分2108可以在锥形螺旋线圈112的较窄端部上方竖直地取向。这种构型可以提供本领域中先前未知的某些优点。例如,当密封部分2108处于打开位置中以便于接近收集单元2102或锥形螺旋线圈112时,因为开口2112位于任何剩余液体上方,所以系统2100中的任何剩余流体都将不泄漏。因此,甚至当系统2100中存在液体时,这种构型也提供维护和清洁。由密封部分2108和开口2112提供的易于接近性也允许锥形螺旋线圈112和收集单元2102作为可重复使用的过滤装置操作,例如,用于过滤来自洗衣机排放的微塑料,这是由于过滤装置可以被容易地接近以清除来自装置的过滤后的颗粒,并且继而过滤装置关闭以在后续操作中提供过滤。

[0213] 为了方便清洁、更换或维护收集单元2102,在一些实施例中,收集单元2102可以被可拆卸地连接到锥形螺旋线圈112。当密封部分2108处于打开位置中时,用户可以将收集单元2102与锥形螺旋线圈112分开。在一些实施例中,例如,在密封部分2108的下表面2114形成收集单元2102的面的情况下,打开密封部分2108可以提供直接接近以清洁和维护收集单元2102而无需去除。因此,在一些实施例中,收集单元2102可以与锥形螺旋线圈112成一体地连接或形成。在一些实施例中,为了方便清洁、更换或维护锥形螺旋线圈112,锥形螺旋线圈112可以被可拆卸地连接到壳体2104,并且可以当密封部分2108处于打开位置中时被分离或去除。窗口2106可以通过允许用户确定是否应当清洁锥形螺旋线圈112来进一步促进可重用性。在操作中,收集单元2102可以比锥形螺旋线圈112被更频繁地清洁,这是因为如上所述锥形螺旋线圈112的构型促进过滤后的颗粒流向收集单元2102(例如,颗粒收集单元170)中,使得锥形螺旋线圈112的过滤网保持相对清洁,并且随着时间的推移,过滤网具有比收集单元2102慢的过滤后的颗粒的积聚速度。

[0214] 本文所述的过滤装置、系统和方法尤其用于从具有高流量或高流速的流体过滤颗粒。例如,高流速可以是在第一开口122处的大于约50厘米/秒的流速。现有技术的过滤器无法在如此高的流速和流量下高效地过滤颗粒,尤其是较小颗粒或微固体,这是由于较小颗粒或微固体会发展出背压、导致逆流或堵塞的湍流,它们会导致过滤器损坏或故障。本文所述的过滤装置、系统和方法通过以下来克服这些缺点,即,促进沿着颗粒路径138的涡流136形成和横过过滤介质142的交叉过滤,同时允许过滤后的颗粒经由第二开口124离开。所述过滤装置可以例如在洗衣机排放中在高流速和高流量下执行此操作,所述洗衣机排放可以

具有大于600cm^3/s或950cm^3/s的流量以及大于90厘米/秒或140厘米/秒的流速。过滤装置、系统和方法在减少颗粒积聚的情况下提供高效的过滤操作,由此允许用于在高流速下持续或连续使用,所述流速例如大于50厘米/秒、大于60厘米/秒,大于70厘米/秒和大于80厘米/秒、大于90厘米/秒、大于100厘米/秒、大于110厘米/秒、大于120厘米/秒、大于130厘米/秒、大于140厘米/秒、大于150厘米/秒,大于160厘米/秒、大于170厘米/秒或大于180厘米/秒,由此允许它们在高流动应用中使用,而没有其它过滤器的缺点。类似地,过滤器、系统和方法可以在减少颗粒积聚的情况下在高流速下提供高效的过滤操作,所述高流速例如为大于200cm^3/s、大于250cm^3/s、大于300cm^3/s、大于350cm^3/s、大于400cm^3/s、大于450cm^3/s、大于500cm^3/s、大于550cm^3/s、大于600cm^3/s、大于650cm^3/s、大于700cm^3/s、大于750cm^3/s、大于800cm^3/s、大于850cm^3/s、大于900cm^3/s、大于950cm^3/s、大于1000cm^3/s、大于1050cm^3/s、大于1100cm^3/s、大于1150cm^3/s或大于1200cm^3/s的流速,由此允许它们在高流动应用中使用,而没有其它过滤器的缺点。这些高流量和高流速与高流动排放相关联,例如,洗衣机排放。因此,本文所述的过滤装置、系统和方法满足了在本领域中未满足的需求。

[0215] 图11示出与本公开的实施例一致的方法300的示例性流程图。在一些实施例中,方法300可以涉及将系统200与洗衣机310一起使用。如图11所示,在步骤312处,带有悬浮的颗粒的水离开洗衣机310,并且在步骤314处进入系统200。过滤后的水如由箭头316指示离开系统200,并且然后在步骤318处继续到清洁水排放。在步骤322处,诸如微塑料颗粒的颗粒从水过滤出来,并且作为收集的微塑料如由箭头320所指示从系统200去除。在步骤324处,颗粒被输送,并且在步骤326处颗粒被处置。

[0216] 图12示出用于使用系统200的方法300和洗衣机的操作配置的实施例的示例图,在所述洗衣机中系统200处于该洗衣机的外部。

[0217] 图13示出与本公开的实施例一致的方法400的示例性流程图。方法400可以类似于方法300,除了系统200设置在洗衣机的内部。图13的流程可以类似于图11的流程,除了系统200位于洗衣机壳体的内侧,如图14所示。

[0218] 在一些实施例中,颗粒收集构件可以被配置为能从壳体去除,使得流体保留在封壳中。在去除颗粒收集构件的同时允许流体保留在封壳中会鼓励操作员频繁地检查和清洁颗粒收集构件。例如,操作员可以去除颗粒收集构件并且丢弃所捕获的颗粒和残留物,而不必担心流体溢出。在一些实施例中,系统部件可以以允许流体在去除颗粒收集构件之前或期间从颗粒收集构件排出的方式来取向。然而,在操作中,该系统可以保持过滤器的锥形螺旋线圈完全地浸没在流体中,从而高效地生成涡流。可以提供排水机构,以从颗粒收集构件所在的封壳去除流体。在一些实施例中,颗粒收集构件可以被设置在相对于重力较上的位置处。在一些实施例中,颗粒收集构件的去除方向可以与重力方向相反。在一些实施例中,颗粒收集构件可以不被去除,但是反而可以具有滑出或铰接部分以接近收集区域。

[0219] 在一些实施例中,可以提供刮擦机构,所述刮擦机构被配置为清洁锥形螺旋线圈或过滤介质。虽然锥形螺旋线圈可以被配置为自清洁,但是刮擦机构可以进一步清洁锥形螺旋线圈和过滤介质。刮擦机构可以逐出可能在有效目标过滤范围之外的某些颗粒或其它异物。刮擦机构可以被配置为周期性地或基于来自传感器的反馈来操作。

[0220] 刮擦机构可以位于锥形螺旋线圈的内部。刮擦机构可以由通过过滤器的流体流动供以动力。刮擦机构可以包括翅片,所述翅片使用流过过滤器的流体流动动量进行自转。刮

擦机构可以由外部电源(例如,手动)操作,或者也可以根据过滤器的应用、尺寸或其它参数自主地操作。刮擦机构可以与壳体成一体。刮擦机构可以沿着肋部的路径移动,并且可以用于将肋部和过滤介质清除干净。刮擦机构可以装配在锥形螺旋线圈的转圈之间。刮擦机构可以被配置为基于从过滤器接收的反馈来操作。刮擦机构可以基于时间表操作,例如,在5次、10次或15次衣物加载或任何次数的加载之后清洁锥形螺旋线圈和过滤介质。刮擦机构可以基于通过过滤器的流体流动的测量参数(例如,压降和系统维护)或经由传感器接收的任何反馈来操作。测量的压降可以表明颗粒的积聚,表明过滤器应当被清洁以改善过滤性能。

[0221] 在一些实施例中,可以提供具有如下参数的锥形螺旋线圈。肋部宽度127可以被配置为在约0.025英寸和约120英寸之间的范围内。肋部高度128可以被配置为在0.025英寸和约24英寸之间的范围内。螺旋高度130可以被配置为在约0.025英寸和约500英寸之间的范围内。螺旋外径可以被配置为在约0.025英寸和约200英寸之间变化的值。螺旋节距134可以被配置为在约0.025英寸和约120英寸之间。在一些实施例中,螺旋参数可以是在微米尺度上,例如,在约1微米和约50000微米之间的范围内。

[0222] 在一些实施例中,肋部角θ可以被测量为在第二开口124的方向上的锥形螺旋线圈112的轴线120与肋部118的表面之间的角度,如图15所示。在一些实施例中,肋部角θ可以是10度至170度的范围内的角度,并且可以用于不同的流体过滤应用。在一些实施例中,肋部角θ可以在约45度至约135度、约60度至约135度、约90度至约135度、约60度至约120度、约60度至约105度、约60度至约90度、约75度至约105度、约80度至约100度或约85度至约95度的范围内。如图5A所示,在一些实施例中,肋部角θ可以是大约90度。

[0223] 在一些实施例中,可以在一构型中沿着壳体的外侧应用翅片、刀片或叶片,所述构型是使用过滤后的或未过滤的水的动量来促使过滤器沿与锥形螺旋线圈112的渐缩方向相反的方向旋转。例如,如果螺旋扫掠从第一开口122到第二开口124是顺时针的,则翅片、刀片或叶片会促使过滤器逆时针旋转。在一些实施例中,过滤器旋转可以通过产生螺旋状效果而允许过滤后的颗粒更快地朝向第二开口124运动。在各种实施例中,可以根据应用调整参数,例如,过滤器转速、翅片角和所有螺旋变量。这样的实施例可以在某些应用中提供优点,例如,如上所述,其中入口和出口两者都靠近第一开口122,使得在过滤系统100外部的过滤后的流体的流动与入口流动方向126相反。使用翅片、叶片或刀片来产生旋转在其它应用中也会是有益的,例如,固体废物过滤,“拖曳”操作,例如,将过滤系统100拉过诸如水体的流体的本体。

[0224] 锥形螺旋线圈的参数可以根据应用而变化。例如,锥形螺旋线圈可以由具有多个节距或变化节距的段组成,促使沿着线圈的台阶宽度增大或减小。

[0225] 试验结果

[0226] 微塑料被认为导致无数疾病、感染和有害的身体反应。这些微塑料中的最大比例直接来自家用洗衣机的出口。世界各国都认识到了微塑料的问题。第一种试验方法旨在评估过滤器是否符合最严格的现有立法或拟议立法(例如,英国下议院的“微塑料过滤器(洗衣机)法案”),并且改编自Imogen Napper等人的《旨在减少衣物洗涤过程中微纤维释放的装置的效率》《总体环境科学》738(2020)(可查询https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140412)(“Napper”)中描述的方法。Napper的论文应用了类似的测试,

并且发现现有的过滤器的最高微塑料减少按质量计为约78％,这不足以满足行业目标。因此,需要一种改进的过滤装置来满足高过滤效率、高流量、高流速、抗颗粒积聚性和易于清洁的复杂需求。

[0227] 定量方法用于评估示例性过滤器的性能。在一些实施例中,测试方法被定制为评估用于与洗衣机一起使用的微塑料过滤器的效率。这样的方法也代表了其它过滤条件。

[0228] 示例1:织物方法

[0229] 第一种试验测试方法用于评估用于洗衣机的微塑料过滤器的效率。第一种方法可以应用于在洗衣机的内部或外部的过滤器。第一种试验方法的规范可以包括以下内容。

[0230] 第一种试验方法描述了一种当过滤器应用于洗衣机废水时按质量计确定过滤器的效率的程序。该方法可以应用于洗涤循环的所有变化。过滤后可以基于所需的应用进行指定,所需的应用会是例如由立法、法规或其它指定准确度水平的规则所规定的,例如,过滤后至10μm和其它参数。

[0231] 在第一种试验测试方法中,标准洗衣机通过正被测试的过滤装置泵送废水。过滤装置将过滤后的废水输出到中转站中,所述中转站将过滤器流出物泵送通过10μm的过滤器,所述10μm的过滤器用于确定从废水去除的微塑料的量。第一种试验测试方法的结果可以包括对应用于洗衣机的微塑料过滤的效率的测量。第一种试验测试方法使用质量来表示由过滤装置捕获的颗粒物的量。使用10μm的后置过滤器,但是可以基于所需的精度使用其它规格。

[0232] 如图18所示,可以制备第一测试设备800。测试设备可以由各个部件构造,并且沿着所示的方向组装起来。这些部件可以包括:

[0233] 洗衣机802—可以使用任何标准的家用洗衣机,无论是顶部加载还是前部加载。为了将一个过滤器与另一个过滤器进行比较,可以使用相同的洗衣机。在第一种示例性方法中,使用LG型号ACQ89947217顶装式洗衣机。用于LG型号ACQ89947217洗衣机的排放水的流量为15加仑/分钟(约947cm^3/s),其中排放流速为约140厘米/秒。

[0234] 压力变换器(未示出)—0至200kPa的必要准确度。

[0235] 测试装置804—在测试期间待评估的过滤器,如下所述。

[0236] 中转站806—为了从测试装置804收集排放物。二十加仑的罐与管道连接部一起使用,所述管道连接部在底侧上制造有3/4英寸的螺纹。

[0237] 泵(未示出)——种离心泵以促进使来自中转站806的排放物穿过以最大流速18.95LPM为规格的10μm的过滤器808。

[0238] 10μm的过滤器808—后置过滤器,以捕获穿过测试装置804的任何颗粒,所述测试装置804可以用于计算测试装置804效率。反渗透膜过滤器用作10μm的后置过滤器。

[0239] 出口810—从10μm的过滤器808排放。

[0240] 磅秤(未示出)—该方法使用精度高达0.0001g的称量秤。

[0241] 为了制备测试设备,中转站被消毒,以清除来自先前试验的任何颗粒物或残留物。10μm的后置过滤器壳体被消毒,以清除来自先前试验的任何颗粒物或残留物。在每3次至5次试验之后,每个传感器被校准。

[0242] 使用以下步骤执行第一种试验测试方法。将待评估的过滤器和10μm的过滤器放入在40℃下的脱水器中,直到测量恒定重量为止。该方法中的“恒定重量”由三次重量测量指

示,每次测量之间间隔一小时,促使三次测量的偏差为±0.002g或更小。在每次测量时记录脱水器的湿度。每个待评估的过滤器和10μm的过滤器的初始重量都被认为是用于每个过滤器的最终三个重量值的平均值。

[0243] 如图18所示,待评估的过滤器804被连接到洗衣机802的排放管线,所述排放管线排放到待评估的过滤器的入口侧中。待评估的过滤器的排放管线被引入中转站806中,离心泵(未示出)将过滤后的水泵送到10μm的过滤器808。

[0244] 将八条含有合成纤维的毛巾(5公斤重)放入洗衣机的滚筒中。选择并且记录正常的洗涤循环。洗涤循环开始,并且从洗衣机流动的排水穿过待评估的过滤器而进入中转站中。来自洗衣机的排放流量为15加仑/分钟(约947cm^3/s),其中排放流速为约140厘米/秒,其被引入到待评估的过滤器的入口侧中。从中转站,水将流过离心泵和10μm的后置过滤器。

[0245] 在运行洗衣机之后,取出待评估的过滤器,并且将其放入40℃的脱水器中。取出10μm的后置过滤器,并且将其放入40℃的脱水器中。将过滤器保留在脱水器中,直到测量每个过滤器的恒定重量为止。当为每个过滤器确定恒定重量时,每个过滤器的最终重量是最终三个重量值的平均值。

[0246] 待评估的过滤器的过滤的效率百分比计算如下:

[0247] $$\% = \frac{C_2 - C_1}{(C_2 - C_1) + (M_2 - M_1)}$$ 等式(1)

[0248] 其中,C_1是在测试之前的待评估的过滤器的重量(单位:克),C_2是在测试之后的待评估的过滤器的重量(单位:克),M_1是在测试之前的10μm的后置过滤器的重量,M_2是在测试之后的10μm的后置过滤器的重量。

[0249] 使用如图16A至图16B所示的过滤装置,其中待评估的过滤器(“试验过滤器1”)包括:锥形螺旋线圈,所述锥形螺旋线圈具有一个肋部和在入口(第一开口)侧处的2.5英寸的外径;内径,其使得肋部基本上包括在锥形螺旋线圈的出口(第二开口)侧处的螺旋线圈的半径(即,肋部包括在第二开口处的线圈的整个半径,如图16B所示,其中锥形螺旋线圈的颗粒流动路径进给到收集单元中);11.5度的螺旋角;0.75英寸的节距;0.375英寸的肋部宽度;0.1875英寸的肋部厚度;90度的肋部角(即,垂直于入口流动方向);锥形螺旋线圈从第一开口(入口侧)到第二开口(出口侧)的转数为4.5转;以及3.68的耙减小比β/α。试验过滤器1的过滤介质网孔尺寸为30μm的不锈钢网孔。锥形螺旋线圈的出口(第二开口)侧包括圆柱形收集单元,所述圆柱形收集单元由与线圈相同的网包围。测试的织物是5kg的含有合成纤维和普通脏污的棉毛巾。洗涤循环是在温水下的深度填充的高速旋转。经过3次测量得到的平均输出效率为由待评估的过滤器去除的微塑料的90.16%,其在+3%和-1%的范围内(即,效率范围为89.16%至93.16%)。

[0250] 因此,示例1中的试验过滤器1具有测量的微塑料过滤效率,其明显优于使用比较方法在Napper论文中描述的最高额定微塑料过滤器的78%的微塑料过滤效率。因此,示例1中的试验过滤器1具有比现有已知的最高效的微塑料过滤器高了介于10%和15%之间的测量的微塑料过滤效率。

[0251] 因此,与现有的过滤器不同,本文所述的过滤器具有显著提高的过滤效率和性能,能够满足微塑料法规的严格要求,包括当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,过滤按质量计大于微塑料的90%。值得注意的是,这种过滤速率是通过30μm的网孔的过

滤介质实现的,其明显大于10μm的过滤后尺寸。因此,结果表明,试验过滤器1具有借助较大过滤介质孔隙尺寸来过滤较小颗粒尺寸(例如,微塑料)的能力。

[0252] 本文所述的过滤器和过滤系统的实施例提供了对来自流体的颗粒的改进过滤。例如,当使用示例1的方法来测量时,本文所述的过滤器和过滤系统按质量计高效地从洗衣机废水过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于90%。尤其,当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤器系统按质量计高效地过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于90%。当使用示例1的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤器系统的一些实施例按质量计高效地过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%或99%。照此,当使用本示例1的方法过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤系统也按质量计高效地从洗衣机废水过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于60%、大于65%、大于70%、大于75%、大于80%、大于85%、大于87%、大于88%和大于89%,包括微塑料。

[0253] 示例2:植绒方法

[0254] 使用第二种试验测试方法以评估用于使用植绒纤维的过滤系统(例如,洗衣机或其它废水系统)的微塑料过滤器的性能。第二种试验方法的规范可以包括以下内容。

[0255] 第二种试验方法描述了一种当使用市售植绒纤维时按质量计确定过滤器性能的程序。过滤后可以基于所需的应用进行指定,所需的应用会是例如由立法、法规或其它指定准确度水平的规则所规定的,例如,过滤后至10μm和其它参数。

[0256] 在图19所示的第二种试验测试方法中,使用泵使含有微塑料尼龙植绒纤维的水从第一储存罐运动通过正被测试的过滤装置。过滤装置将过滤后的水输出到第二储存罐中,在该处水被泵送通过10μm的过滤器,所述10μm的过滤器用于确定纤维的量。第二种试验测试方法的结果可以包括对微塑料过滤(例如,用于洗衣机)的效率的测量。第二种试验测试方法使用质量来表示由过滤装置捕获的颗粒物量。使用10μm的后置过滤器,但是可以基于期望的精度使用其它规范。

[0257] 如图19所示,可以制备第二测试设备900。测试设备可以由各个部件构造,并且沿所示的方向组装起来。这些部件可以包括:

[0258] 水龙头902是标准水龙头。

[0259] 1μm的过滤器906是由Aquaboon制造的聚丙烯熔喷过滤器,其零件号为B01M1LB29B,用于将水从水龙头902过滤到罐908中。

[0260] 待评估的测试设备/过滤器904包括以下装置:

[0261] • “试验过滤器2”—在测试期间待评估的过滤器类似于在图16A和图16C所示的过滤器,并且包括:锥形螺旋线圈,所述锥形螺旋线圈具有一个肋部和在入口(第一开口)侧处的2.5英寸的外径。肋部具有0.60英寸的肋部宽度、0.1875英寸的肋部厚度、90度的肋部角(即,垂直于入口流动方向)、0.75英寸的节距、3.69的耙减小比β/α以及用于从入口侧到出口侧的锥形螺旋线圈的转数为4.5转。在出口侧(第二开口)处的肋部的内径基本上包括锥形螺旋线圈的半径(即,肋部包括在第二开口处的线圈的整个半径,如图16B所示,其中锥形螺旋线圈的颗粒流动路径进给到收集单元中)。锥形螺旋线圈的螺旋角为11.5度。过滤器905的过滤介质网是20μm的孔隙测量的GKD网。锥形螺旋线圈的出口侧(第二开口)包括圆柱形收集单元,所述圆柱形收集单元由与线圈相同的网包围。收集单元具有圆柱形形状,其直

径为2.0英寸并且高度为2.0英寸;在锥形螺旋线圈和收集单元的一个面之间的入口直径为约1.23英寸。收集单元的圆周和锥形螺旋线圈的与收集单元的入口相对的面由与锥形螺旋线圈的圆周相同的20μm的孔隙测量的GKD网封闭。

[0262] • “死端过滤器”—传统的死端过滤器,如图23A所示,其具有与流动方向垂直地布置的20μm的孔隙测量的GKD网(未示出)。

[0263] • “横流过滤器”—锥形横流过滤器,如图23B所示,其具有与试验过滤器2相同的第一开口直径,以及在围绕锥体的锥形部分的圆周形状中的20μm的孔隙测量的GKD网(未示出)。

[0264] • “涡流横流过滤器”—圆锥形的涡流横流过滤器,如图23C所示,

[0265] 其具有在锥体内的三个递减的同心环,并且具有与试验过滤器2相同的第一开口直径和具有围绕锥体的锥形部分的20μm的孔隙测量的GKD网(未示出)。涡流横流过滤器的肋部宽度与肋部间的高度的纵横比为3.69。

[0266] 植绒纤维905是由Donjer制造的市售黑色尼龙植绒纤维,其零件号为716-Black。

[0267] 储存罐908和912是由Aqueon制造的20加仑的罐,其零件号为170925。

[0268] 10μm的过滤器916—用于捕获穿过测试装置904的任何颗粒的后置过滤器,并且是由Membrane Solutions制造的聚丙烯熔喷过滤器,其零件号为MPP-F10-10。10μm的过滤器916被容纳在由Pentair Industries制造的泄压过滤器壳体中,其零件号为B003VT7ERY。

[0269] 泵910和泵914是由Whirlpool Corp制造的市售洗衣机排水泵,其零件号为BPX401-27,工作功率为80瓦并且电流为1.5安。

[0270] 排放部918是废水排放部。

[0271] 部件之间的管道是具有1.0英寸的内径的透明乙烯基管。

[0272] 磅秤(未示出)—使用精度高达0.0001g的称重秤。

[0273] 这些部件如图19所示被组装。

[0274] 为了制备测试设备,罐908和罐912被清洗,以从先前试验清除任何颗粒物或残留物。10μm的后置过滤器916壳体被清洗,以从先前试验清除任何颗粒物或残留物。在每3次至5次试验之后,每个传感器被校准。

[0275] 使用以下步骤执行第二种试验测试方法。将待评估的过滤器904和10μm的过滤器916放入在40℃下的脱水器中,直到测量恒定重量为止。该方法中的“恒定重量”由三次重量测量指示,每次测量之间间隔一小时,促使三次测量的偏差为±0.02g或更小。在每次测量时记录脱水器的湿度。待评估的过滤器904、1μm的过滤器906和10μm的过滤器916中的每个的初始重量都被认为是在测量了三个恒定重量之后的每个过滤器的重量。

[0276] 对两张具有12英寸的宽度的铝箔称重,并且记录重量。对一件10微米的滤纸称重,并且记录重量。对0.5g±0.02g的植绒纤维905称重,并且记录重量。

[0277] 用来自水龙头902的、通过1μm的过滤器906过滤的3.5加仑的水填充罐908。将预先称重的0.5g的植绒纤维905添加到罐908中的水中。

[0278] 使用泵901将纤维-水混合物从罐908通过待评估的过滤器904泵送到罐912中。测量的流量为10.0加仑/分钟,其中流速为约124厘米/秒。

[0279] 对0.5g±0.02g的植绒纤维905称重、将植绒纤维加入到罐908中的3.5加仑的水中并且将纤维-水混合物通过待评估的过滤器905泵入罐912中的过程再进行九次(总共十次

过滤过程试验)。

[0280] 然后,罐908用来自水龙头902的水清洗,所述水通过1μm的过滤器906过滤并且被泵送通过待评估的过滤器904,以确保所有植绒纤维都已经通过待评估得过滤器904过滤到罐912中。这种清洗被执行了三次。

[0281] 然后,来自罐912的水通过泵914和通过10μm的过滤器916被泵入排水部918中。将罐912清洗,并且使用泵914将水泵送通过10μm的过滤器916三次,以确保穿过待评估的装置904的所有植绒纤维905都已经被推动通过装置。

[0282] 将包含穿过待评估的过滤器904的植绒纤维905的10微米的过滤器放置在铝箔片上。然后,通过10微米的滤纸清洗过滤器壳体,以从壳体去除任何残留的植绒纤维,并且将滤纸放在铝箔上。

[0283] 然后,将铝箔上的10微米的过滤器和滤纸在95华氏度下干燥,直到测量到恒定重量为止。

[0284] 然后,使用以下等式计算由待评估的过滤器904过滤的微塑料过滤的效率百分比:

[0285] $$\%过滤效率=\frac{m_{植绒}-\Delta m_{10}}{m_{植绒}}*100$$

[0286] 其中,Δm_{10}对应于10微米的过滤器和滤纸的质量增益,其被测量为$\triangle m_{10}=m_{10最终}-m_{10初始}$,并且$m_{植绒}$对应于引入系统中的微塑料植绒纤维905的总质量,其被测量为:

[0287] $$m_{植绒}=\sum_{i=1}^{n}m_i$$

[0288] 其中,m_i对应于对于10个试验中的每个试验i的微塑料植绒纤维的质量。

[0289] 还确定了由收集单元收集的微塑料量对比在待评估的过滤器904中的锥形螺旋线圈中保留的微塑料量。通过从壳体去除待评估的过滤器904、将收集单元与待评估的过滤器904的锥形螺旋线圈分离,确定待评估的过滤器904的收集单元中的收集的微塑料量。收集单元和锥形螺旋线圈在90华氏度下干燥,直到测量到恒定重量并且记录重量为止。在收集单元中收集的微塑料的百分比由以下等式计算:

[0290] $$\%收集单元中捕获的颗粒=\frac{\Delta m_{cc}}{m_{植绒}}*100$$

[0291] 其中,Δm_{cc}对应于收集单元的质量变化,其如由过滤后的最终质量减去过滤前的收集单元的初始质量来测量,$m_{CC最终}-m_{CC初始}$,并且Δm_{SL}对应于基于收集的微塑料的锥形螺旋线圈的质量变化,其如由过滤后的锥形螺旋线圈的最终质量减去过滤前的锥形螺旋线圈的初始质量来测量$m_{SL最终}-m_{SL初始}$。

[0292] 根据示例2的植绒纤维过滤效率如下表1所示:

[0293]

待测试的装置	试验1（%）	试验2（%）	试验3(%)	平均值（%）	标准偏差(%)
试验过滤器2	99.82	99.81	99.84	99.8	0.02
死端过滤器	99.90	99.19	99.80	99.7	0.4
横流过滤器	99.90	99.90	98.34	99.4	0.9
涡流横流过滤器	99.90	99.25	99.90	99.7	0.4

[0294] 由试验过滤器2在收集单元中收集的纤维百分比如下表2所示：

[0295]

试验	1	2	3	平均	标准偏差
收集单元中的植绒纤维%	83.0%	76.5%	92.4%	84.0%	8.0%

[0296] 如表1所示，试验过滤器2在废水系统中收集了99％以上的植绒纤维，所述植绒纤维模拟了微塑料。试验过滤器2也呈现出正被测试的四个过滤器的最低标准偏差。尽管正被测试的其它过滤器也呈现出高达99％的植绒纤维效率，如由示例2所示，但是试验过滤器设计也有能力借助更大的过滤网孔隙尺寸实现高效率。然而，因为较小的孔隙尺寸限制了通过过滤器的流动，仅仅具有较小孔隙尺寸并不允许这种过滤器用于诸如洗衣机或其它高流量或高流速应用之类的应用，所以可以从正被测试的死端、横流和涡流横流过滤器的网孔尺寸预期99％的过滤效率。因此，网孔尺寸并不指示过滤器提供可接受的过滤操作的能力。例如，如示例3所讨论的，因为流动立即下降至零厘米/秒和加仑/分钟，导致流动故障和压力故障两者，所以死端过滤器不能实现任何功能操作。类似地，尽管具有类似尺寸的锥体，横流和涡流横流过滤器在明显较少的试验之后也失败了，如示例3中所解释的，但是具有与试验过滤器2相同的锥体尺寸。

[0297] 与其它过滤器相比，试验过滤器2示出示例性的性能，但是具有额外的好处，即，通过过滤器的设计，过滤后的微塑料的至少75％被输送到收集单元，并且平均而言，过滤后的微塑料的超过80％被输送送到收集单元。促进过滤后的微塑料/颗粒输送到收集单元具有先前在本领域中未知的若干优点。首先，尤其是在清洁锥形螺旋线圈所需的复杂性下，将过滤后的颗粒收集到收集单元中使装置更容易清洁。例如，图22A至图22D所示的设计进一步有助于清洁收集单元，所述设计允许容易接近收集单元，从而简化了维护和清洁的过程。其次，促进过滤后的微塑料/颗粒输送到收集单元防止过滤后的颗粒积聚在锥形螺旋线圈中，从而延长清洁之间的时间，这是因为锥形螺旋线圈的过滤介质保持相对清洁，并且因此能够继续过滤液体。

[0298] 以下参照示例3讨论试验过滤器2的进一步优势。

[0299] 本文所述的过滤器和过滤系统的实施例提供了对来自流体的颗粒的改进过滤。例如，当使用示例2的方法来测量时，本文所述的过滤器和过滤系统按质量计高效地从洗衣机废水过滤过滤后的微粒子(例如，微塑料)的大于90％。尤其，当使用示例2的方法来测量时，

当过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤器系统按质量计高效地过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于90%。当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤器系统的一些实施例按质量计高效地过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%或99%。照此,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤系统也按质量计高效地从洗衣机废水过滤过滤后的微粒子(例如,微塑料)的大于60%、大于65%、大于70%、大于75%、大于80%、大于85%、大于87%、大于88%和大于89%,包括微塑料。

[0300] 类似地,本文所述的过滤器和过滤器系统的实施例通过促进过滤后的颗粒从锥形螺旋线圈行进到收集单元而提供对来自流体的微粒子的改进过滤。例如,当使用示例2的方法来测量时,当过滤后达到10微米时,本文所述的过滤器和过滤器系统的一些实施例按质量计高效地促进从锥形螺旋线圈输送到收集单元的过滤的微粒子(例如,微塑料)的大于50%、60%、65%、70%、75%、80%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%或95%。

[0301] 示例3:模拟的加载循环公差方法

[0302] 第三种试验测试方法用于评估模拟的过滤循环的次数,例如,洗衣机加载循环,所述次数是给定的微塑料过滤器在过滤器后方产生明显的背压或压力积聚(使得压力影响过滤器、洗衣机或泵的性能)之前可以承受的次数。使用植绒纤维测量洗衣机和过滤循环中的微塑料。第三种试验方法的规范可以包括以下内容。

[0303] 第三种试验方法描述了一种按数量计确定针对重复的过滤循环的过滤器的公差的程序,例如,当使用市售植绒纤维时,过滤来自洗衣机加载循环的废水。

[0304] 在图20所示的第三种试验测试方法中,使用泵以迫使含有微塑料植绒纤维的过滤后的水从储罐通过正被测试的过滤装置。压力传感器测量在待测试的过滤装置后方的压力积聚,而流量传感器测量正被测试的过滤器的出口处的流动(例如,出口开口218处)。第三种试验测试方法的结果会对应于洗衣机加载次数的代表性测量,所述洗衣机加载次数是特定的过滤器在过滤后的材料开始影响过滤器、洗衣机和泵性能(导致在正被测试的过滤器后方产生压力积聚或者流动吞吐量减少)之前可以承受的次数。

[0305] 如图20所示,可以制备第三测试设备1000。测试设备可以由各个部件构造,并且沿所示的方向组装起来。这些部件可以包括:

[0306] 水龙头1002、1μm的过滤器1006、待测试的过滤器(测试装置)1004、植绒纤维1005、泵1010和排放部1018分别在示例2中针对水龙头902、1μm的过滤器906、待测试的过滤器(测试装置)904、植绒纤维905、泵910和排水部918所描述的。连接部之间的管道是具有1.0英寸的内径的乙烯基管,如示例2中所讨论的。

[0307] 织物柔顺剂1007是市售的Ultra GAIN®织物柔顺剂,其具有香味增强剂和微风清香味。

[0308] 电流传感器1012是Poniie PN便携式微型电流传感器以监测电力消耗。

[0309] 压力传感器1014是由SSI Technologies制造的数字压力表传感器,其零件号为MG1-G-a-9V-R。

[0310] 流量传感器1016是由Bonvoisin制造的涡轮流量计,其零件号为Roy-7。

[0311] 为了模拟洗涤循环,首先,对0.405g±0.02g的植绒纤维1005称重,并且记录重量。

接下来,对35g±0.50g的织物柔顺剂1007称重,并且记录重量。添加织物柔顺剂1007以更好地模拟实际衣物对正被测试的过滤器的行为的影响。然后,用来自水龙头1002的、通过1μm的过滤器1006过滤的3.5加仑的水填充罐1008。将测得的植绒纤维1005的重量和织物柔顺剂1007的重量添加到罐1008。将来自水龙头1002的、通过1μm的过滤器1006过滤的额外的3.5加仑的水添加到罐1008,使得罐1008中的总水量达到7.0加仑,所述总水量是在**Whirlpool®**洗衣机加载循环中的典型水量。经由搅拌将溶液充分地混合。水-植绒-柔顺剂溶液通过泵1010并且经由压力传感器1014通过待测试的过滤器1004泵送。过滤后的液体通过流量传感器1016离开待测试的过滤器1004而进入排放部1018中。以15秒的间隔测量和记录在流量传感器1016处的流量(加仑/分钟或gpm)、在压力传感器1014处正被测试的过滤器后方的压力积聚(psi)和在泵1010处的电流(安培,由电流传感器1012测量)。

[0312] 一旦通过泵1010去除所有的水-植绒-柔顺剂溶液,就完成模拟的洗涤加载循环。重复模拟的洗涤加载循环,直到在压力传感器1014处正被测试的过滤器后方的压力积聚测量为3.4psi或更大。3.4psi被选择为在**Whirlpool®**洗衣机发出流动故障信号时的压力积聚。记录结果,并且将结果视为加载循环公差。在确定3.4psi的压力值之后,执行额外的加载循环,直到通过流量传感器1016的流量为0.0厘米/秒为止,在该时刻确定零流量误差或流量故障。

[0313] 下表3示出加载次数,其针对死端过滤器、横流过滤器、涡流横流过滤器和试验过滤器中的每个达到在正被测试的过滤器后方的压力积聚为3.4psi以及直到通过过滤器的流量为0.0加仑/分钟为止两方面。

[0314] 表3:

[0315]

正被测试的过滤器	次数完成以达到 3.4 psi 的压力积聚/压力故障	次数完成以达到 0.0 加仑/分钟的流量故障
试验过滤器 2	8	13
死端过滤器	0	0
横流过滤器	2	3
涡流横流过滤器	2	3

[0316] 从示例2的结果清楚地看出,试验过滤器2的性能明显优于在正被测试的其它死端过滤器、横流过滤器和涡流横流过滤器中的任一者的性能。试验过滤器2示出,与横流过滤器和涡流横流过滤器两者相比,导致压力故障和流量故障的加载次数分别增加了300%和333%。如与在完成甚至一个加载循环之前就失效的死端过滤器相比,试验过滤器2就在压力故障和流量故障两方面的加载次数方面都示出显著的改善。甚至如与横流过滤器和涡流横流过滤器相比,试验过滤器2完成了8个达到压力故障的循环和13个达到流量故障的循环,而横流过滤器和涡流横流过滤器仅完成了2个各自达到压力故障的循环和3个达到流量故障的循环。

[0317] 图22A至图22G示出在该示例3中描述的测试方法的加载循环公差测试、流量、流速和压力的结果。在图22A至图22G中,“死端”结果指的是在测试下的死端过滤器,“横流”结果指的是在测试下的横流过滤器,“涡流横流”结果指的是在测试下的“涡流横流过滤器”,并

且“CLEANR”结果指的是在测试下的试验过滤器2。

[0318] 图22A示出横过每个模拟的洗涤加载循环随着时间的推移在流量传感器1016处测量的流量。图22B示出在测量流量故障(0.0加仑/分钟的流量)之前流量数据对比模拟的加载循环的次数。在图22B中绘制的值是在每个洗涤加载循环结束时确定的值。图22C示出对于试验过滤器2在每次加载时在每个洗涤加载循环中随着时间的推移的流量。

[0319] 图22A中的流量数据示出,试验过滤器2提供了更长的更连续的流量,这表明与所测试的死端、横流和涡流横流过滤器相比堵塞量更小和寿命更长。图22A和图22C示出更大的流量粒度,这示出试验过滤器2具有与其它测试的过滤器的流速相比改进的流速。虽然在早期加载计数中所有过滤器示出随着时间的推移而大致降低的流量,但是从7次加载至13次加载试验过滤器2示出在这些加载中的每个中随着时间的推移而增大的流量,这暗示即使过滤后的颗粒累积在锥形螺旋线圈和收集单元中,试验过滤器2的设计提高了整体流量。在锥形螺旋线圈的设计中生成的涡流提高了过滤和流量。尤其,由试验过滤器2的构型生成的涡流可以使收集的颗粒重新悬浮在锥形螺旋线圈上,从而打开网以用于改善的流动和提高过滤器效率和寿命。这种改善的流量也会是由于试验过滤器2的双重过滤性质,其中过滤后的液体可以通过锥形螺旋线圈或收集单元离开过滤器,这是因为锥形螺旋线圈或收集单元两者都含有过滤介质。

[0320] 图22D示出在流量传感器1016处测量的流速,所述流速是通过每个正被测试的过滤器的过滤后的液体的流速。图22D示出,与所有其它测试的过滤器相比,通过试验过滤器2的流速随着时间的推移保持明显地更高。尤其,如图22D所示,直到在第五次加载之后,通过试验过滤器2的流速没有下降至50厘米/秒以下,而其它测试的过滤器中的每个都在一次加载或零次加载之后具有降低至50厘米/秒以下的流速。流速数据证实,试验过滤器2在高流速下示出改进的性能,并且比其它测试的过滤器明显更久地维持洗衣机应用所需的高流速。尤其,试验过滤器2在其它测试的过滤器中的任一者的五倍时间那么久(经过400%更多次的加载)维持在50厘米/秒或以上的流速。试验过滤器2也经过在测量流量故障之前所测试的横流过滤器和涡流横流过滤器两者的加载次数的多于四倍的加载次数(13次加载对比3次加载,或者加载次数增加了333%)来操作。其它测试的过滤器在高流速下无法高效地发挥功能。因此,其它测试的过滤器也不能在高流量应用中重复地用于过滤颗粒,例如,微塑料。

[0321] 图22E示出在压力传感器1014处随时间测量的、在正被测试的过滤器后方的压力积聚,以确定压力故障,而图22F示出对于每次加载完毕在压力传感器1014处测量的、在正被测试的过滤器后方的相同压力积聚,直到确定流动故障为止。图22F所示的值是在加载循环结束时的压力值。图22G示出对于每次加载在压力传感器1014处随时间测量的在试验过滤器2后方的压力积聚。

[0322] 如图22E至图22G所示,与其它测试的过滤器相比,试验过滤器2示出随着时间的推移明显更少的压力积聚和重复的使用。当针对加载次数测量时,试验过滤器2示出用于压力积聚的明显更浅的斜率。与流量类似,虽然所有过滤器在前几次加载中都示出压力积聚,但是在加载五次之后,试验过滤器2示出对于加载六次至十三次中的每次加载随着时间的推移而减少的压力积聚。这种降低的压力看起来对应于图22A和图22C中所示的流量的增大,这证实了试验过滤器2提供了改进的性能,其具有更好的流动和更少的扰乱。类似地,过滤

器和机器的寿命可以通过这种行为延长,而不引发压力故障,这是因为在几次加载之后在每次加载期间压力随着时间的推移而降低。试验过滤器2的设计促进涡流的形成,以维持过滤后的颗粒处于悬浮状态,并且促进过滤后的颗粒向第二开口前进,在所述第二开口处过滤后的颗粒由收集单元收集。这种设计有助于锥形螺旋线圈的过滤介质保持相对无颗粒累积,由此在流量和流速降低之前延长过滤器的寿命。延长的使用寿命使得试验过滤器2和本文所述的其它实施例的设计优于其它过滤器,例如,死端、横流、圆锥横流和涡流横流过滤器。

[0323] 示例4:聚酯棉和植绒效率测试

[0324] 第四种试验测试方法用于评估过滤器效率。该示例通过确定在过滤前的洗衣机废水和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化,测量了采用试验过滤器2的设计的本发明过滤器的实施例的效率,除了使用15μm(不锈钢GKD网)以外。

[0325] 根据该示例测试的材料是聚酯棉和植绒纤维(与示例2一致)。当选择这些材料中的每种材料的样品时,每个测试的样品的重量是一致的,其中每个测试都是在两个水样上执行的,以确定微塑料分布的变化。微塑料分布的变化用于计算在测试下的过滤装置的过滤效率。每个单独的测试都将采取以下步骤。

[0326] 在测试之前执行以下清洁程序:

[0327] • 用1微米的过滤前的水通过整个系统运行20分钟并且用无绒抹布来彻底地清洁测试设备;

[0328] • 在两次测试之间,用1微米的过滤前的水通过整个系统运行5分钟并且用无绒抹布来冲刷系统;

[0329] • 在使水通过系统运行之后,手动地将任何剩余的水从罐1吹出而使其进入罐2中;

[0330] • 将在测试下的本发明的过滤器倒入罐2中;

[0331] • 手动地将任何剩余的水从罐2吹出而使其进入池中。

[0332] 洗衣机测试:

[0333] 接下来,使用型号为#WFW5605MW的Whirlpool滚筒式洗衣机执行以下洗涤程序:

[0334] • 测试的衣服已经经过了4个预洗循环,在经过本发明的过滤器之

[0335] 前,将总共6次洗涤中的2次试验测试放入系统中以过滤微塑料。• 在测试之前,通过洗衣机运行一个空白加载(没有衣服),这意味着在洗衣机中没有任何东西的情况下进行完整的洗涤循环。

[0336] • 进入洗衣机的水维持在大约30℃±2℃。

[0337] • 对衣服进行称重以使对于每次测试的重量保持在约1.4kg±0.1kg。

[0338] 将所需的测试的衣服材料插入洗衣机滚筒中之后,在Whirlpool洗衣机上选择以下加载设定:

[0339] • 洗涤循环:“正常”

[0340] • 洗什么?“柔和”

[0341] • 低温(1/5)

[0342] • 转速(3/5)~1000RPM

[0343] • 脏污(1/3)“轻”

[0344] 洗衣机的污水被排放到带有盖子的第一储罐(第一储罐和第二储罐两者都包括盖子)中。

[0345] 植绒测试:

[0346] 为了测试植绒材料,执行以下程序:

[0347] • 用3.5加仑的过滤前的水(1μm)填充罐1。

[0348] • 将大约0.5g±0.002g的植绒纤维添加到罐1中。用过滤前的水洗涤植绒盘三次,以去除任何残留的植绒材料。

[0349] • 将罐1填充到总共有7加仑的水已经进入罐中为止,使用流入的流动水将植绒融入水中(无需搅拌棒)。

[0350] 在上述洗涤步骤之后,立即执行以下取样程序,其包括采集第一样品,随后进行“通过过滤器”程序以收集第二样品。

[0351] 取样:

[0352] • 用过滤后的水洗涤搅拌棒。

[0353] • 用无绒抹布擦拭样品瓶的外侧。

[0354] • 用搅拌棒搅拌罐中的水,确保标签端部不进入水中。

[0355] • 在水运动的同时,样品瓶被完全地浸没在水样中。

[0356] • 一旦瓶子被完全地装满,样品瓶就被取回。

[0357] 通过过滤器:

[0358] • 在该程序中,将罐1中的水通过在测试下的本发明的过滤器泵送到罐2中。

[0359] • 将剩余的水从罐1推入罐2中。

[0360] 废水中的纤维的表征与定量

[0361] 使用动态图像分析技术执行所述洗衣机的流出物中的脱落纤维的检测,其被称为“海恩斯坦动态图像分析数据”。用于生成本文的该数据的技术是由J.Haap等人的文章《Microplastic Fibers Released by Textile Laundry:A New Analytical Approach for the Determination of Fibers in Effluents》(Water 2019,11,2088;doi:10.3390/w11102088)中描述了,该文献因其与该技术相关的教导而通过引用并入本文。

[0362] 下表4示出如本文所述的涡流横流过滤器的实施例的效率,其示出如按重量计近91%的聚酯棉颗粒的去除率,这是微塑料过滤的可靠指标,。

[0363]

表4. 按重量计聚酯棉效率(g):				
测试前的重量总和:			测试后的重量总和:	
高计数	低计数		高计数	低计数
0.000293198	0.000222962		2.77927E-05	1.65778E-05
	低侧	平均	高侧	
	87.53%	90.94%	94.35%	

[0364] 从示例4的结果清楚地看出,本发明的试验过滤器非常高效地从流体去除小颗粒,例如,聚酯棉颗粒。图24A至图24D示出表4中关于去除聚酯棉颗粒的效率的结果的图形表示。

[0365] 图24A和图24B示出通过分别确定过滤前的洗衣机废水和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化(按聚酯棉颗粒的数量计)来对示例4中的在测试下的本发明过滤器进行动态图像分析所得的效率测试的结果。图24C和图24D示出通过分别确定过滤前的洗衣机废水和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化(按聚酯棉颗粒的重量计)而在示例4中的相同的在测试下的本发明过滤器上的效率测试的结果。

[0366] 下表5示出如本文所述的涡流横流过滤器的效率,其示出如按重量计超过99%的植绒颗粒的平均去除率。

[0367]

表 5. 按重量计植绒效率（g）:				
测试前的重量总和:			测试后的重量总和:	
高计数	低计数		高计数	低计数
0.007910946	0.006969905		1.79317E-05	2.71281E-08
	低侧	平均	高侧	
	99.74%	99.87%	100.00%	

[0368] 从示例4的结果进一步清楚地看出,本发明的试验过滤器非常高效地去除植绒颗粒。图25A至图25D示出表4中关于去除聚酯棉颗粒的效率所呈现的结果的图形表示。

[0369] 图25A和图25B示出通过分别确定过滤前的洗衣机废水和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化(按植绒颗粒的数量计)在示例4中的在测试下的本发明过滤器上的效率测试的结果。图25C和图25D示出通过分别确定过滤前的洗衣机废水和过滤后的洗衣机废水之间的微塑料分布变化(按植绒颗粒的重量计)在相同的本发明过滤器上的效率测试的结果。

[0370] 与示例1中的试验过滤器1的结果一致,这些数据示出,测量的微塑料过滤效率明显优于Napper论文中描述的最高等级微塑料过滤器的78%的微塑料过滤率。示例4中的试验过滤器的测量的微塑料过滤效率比最高效的现有已知的微塑料过滤器高了至少12%。

[0371] 因此,与现有的过滤器不同,本文所述的过滤器具有显著改进的过滤效率和性能,其能够满足微塑料立法的严格要求,包括按质量计过滤微塑料的大于90%。

[0372] 本公开的设备、系统和方法可以有益地用于过滤应用,其中正被过滤的物质在过滤介质上形成“滤饼”(例如,颗粒的堆积),其导致横过过滤介质的压降增大。本公开的一些实施例的过滤系统可以降低压降,允许用于减少的过滤器清洁和更高的过滤器流量,同时降低诸如溢流或设备损坏的问题的风险。应用包括微塑料过滤、全屋过滤器、灰水过滤器、船过滤器、化学过程过滤、水过滤器、用于回收目的的塑料树脂过滤等。

[0373] 如本文所使用的,除非另有明确地说明以外,术语“或”包含所有可能的元素组合,除了不可行以外。例如,如果规定一部件包括X或Y,那么,除非另有明确说明或不可行以外,该部件可以包括X,或Y,或X和Y。作为第二个示例,如果规定一部件包括X,Y或Z,那么,除非另有明确说明或不可行以外,该部件可以包括X,或Y,或Z,或X和Y,或X和Z,或Y和Z,或X和Y和Z。此外,短语“X和Y之一”或“X或Y之一”应当各自从最广泛的意义上解释为包括X之一,或Y之一,或X之一和Y之一。

[0374] 附图中的框图示出根据本公开的各种示例性实施例的系统、方法和计算机硬件/

软件产品的可能的实施方案的架构、功能和操作。在这方面,示意图中的每个方框都可以表示,可以使用诸如电子电路或电子控制单元的硬件来实现的某些算术或逻辑运算处理。方框还可以表示模块、段或代码的一部分,其包括用于实现指定逻辑功能的一个或多个可执行指令。控制器可以被编程以执行这样的指令。应当理解,在一些实施方案中,方框中指示的功能会按照图中所示的顺序出现。例如,根据所涉及的功能,相继示出的两个方框可以基本上同时地执行或实现,或者两个方框有时可以按相反的顺序执行。一些方框也可以省略。

[0375] 还应当理解,框图的每个方框以及方框的组合可以通过执行指定功能或动作的基于专用硬件的系统来实现,或者通过专用硬件和计算机指令的组合来实现。将应理解,本公开的实施例不限于上文所述和附图所示的确切构造,并且可以在不脱离本公开的范围的情况下进行各种修改和改变。例如,虽然已经在微塑料过滤的背景下讨论了示例,但是本公开的实施例可以可适用于其它形式的物质输送。

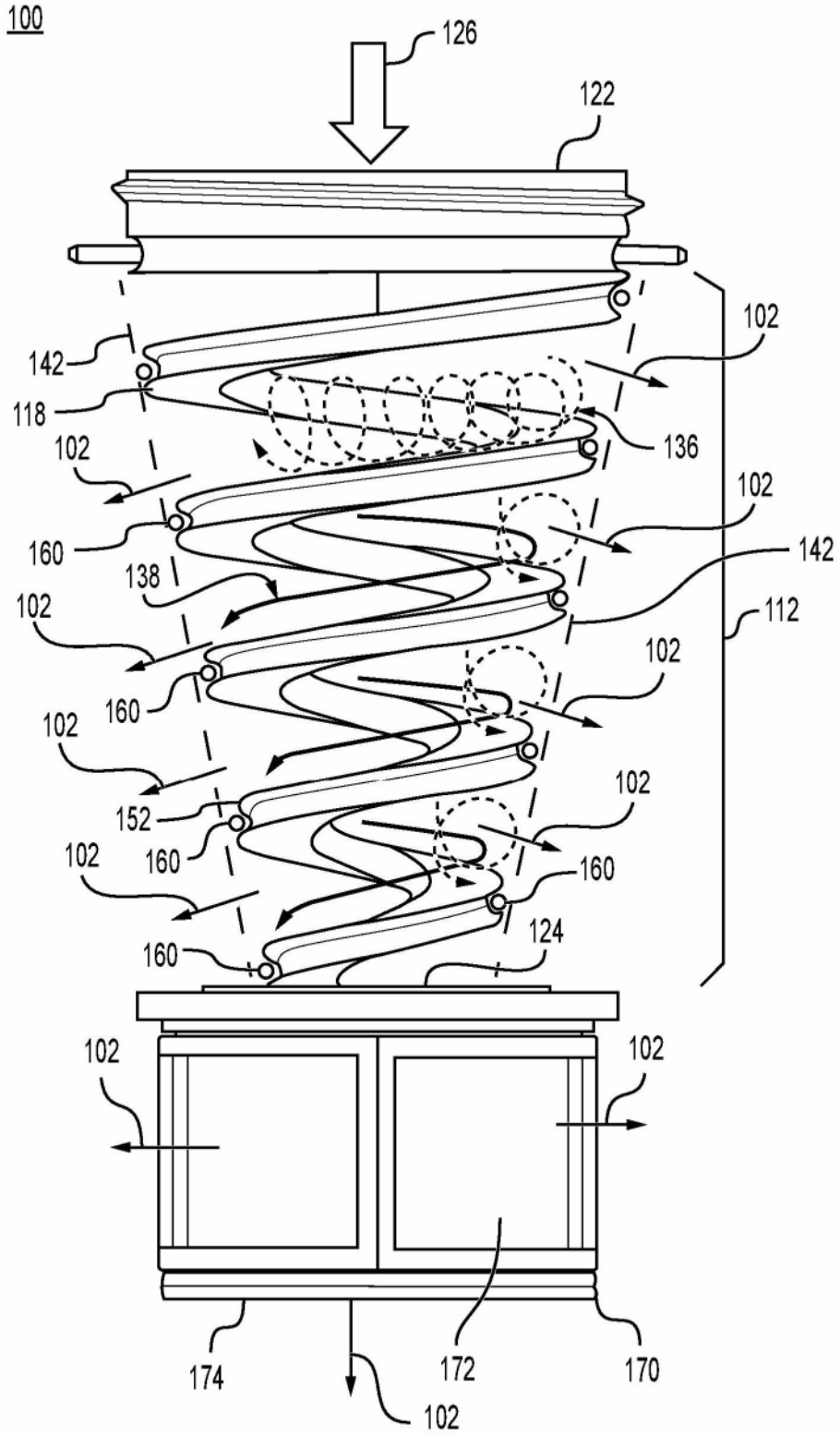


图1

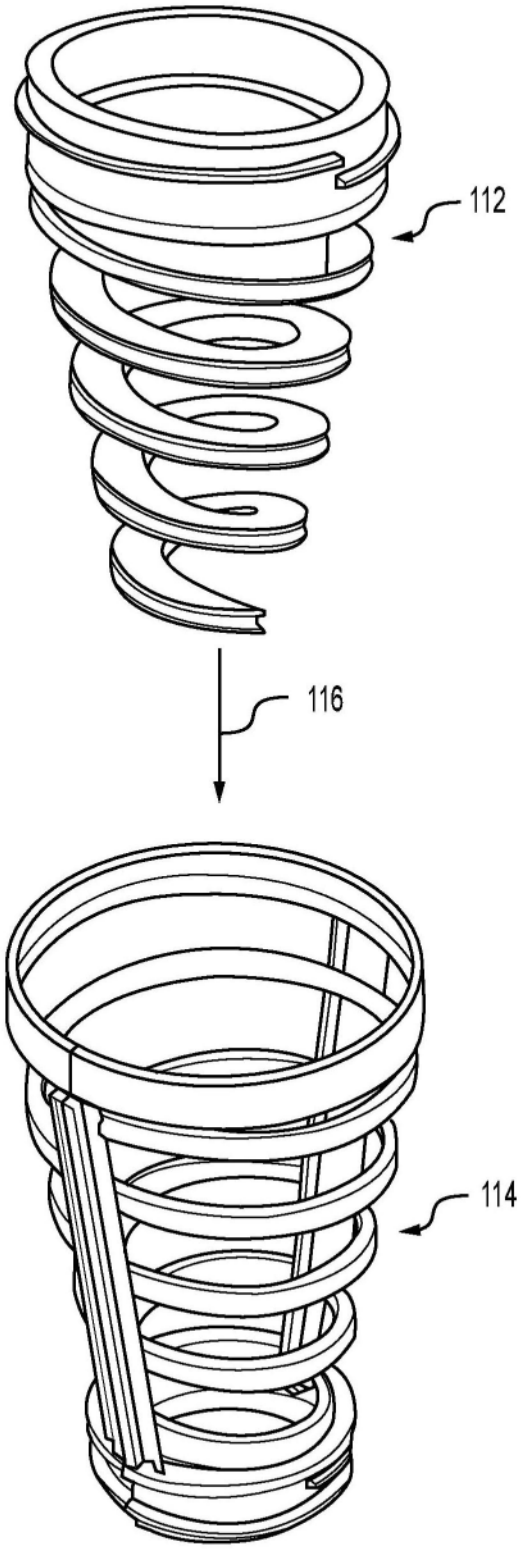


图2

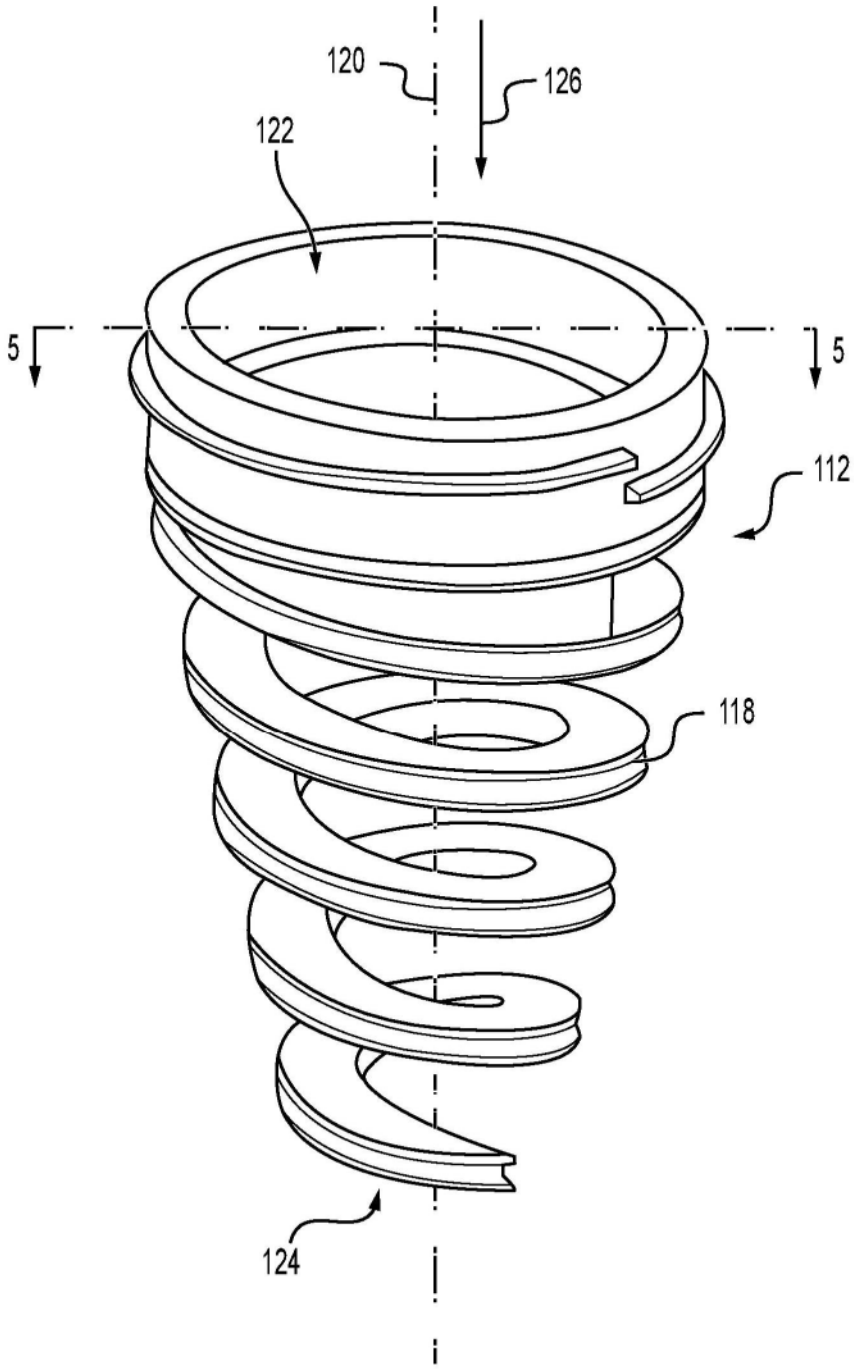


图3A

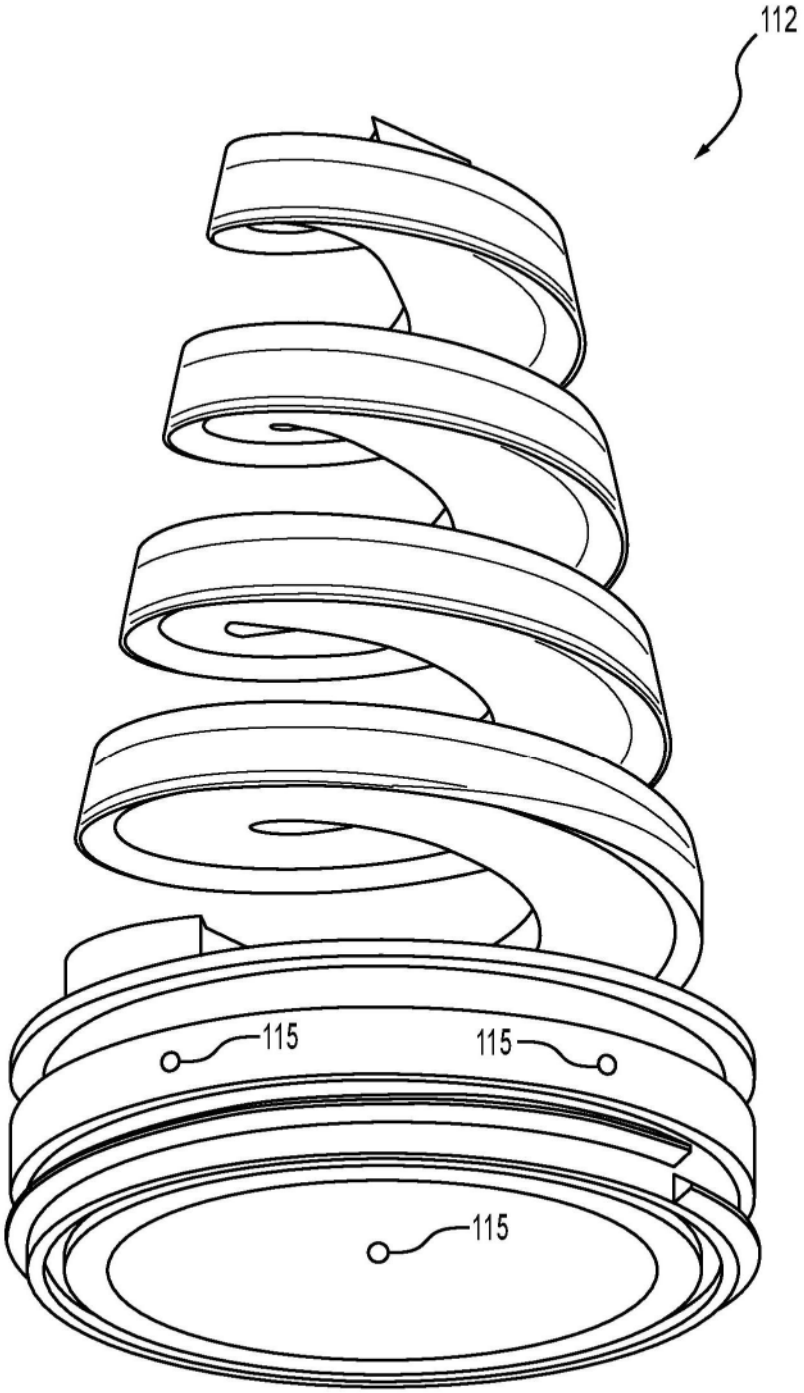


图3B

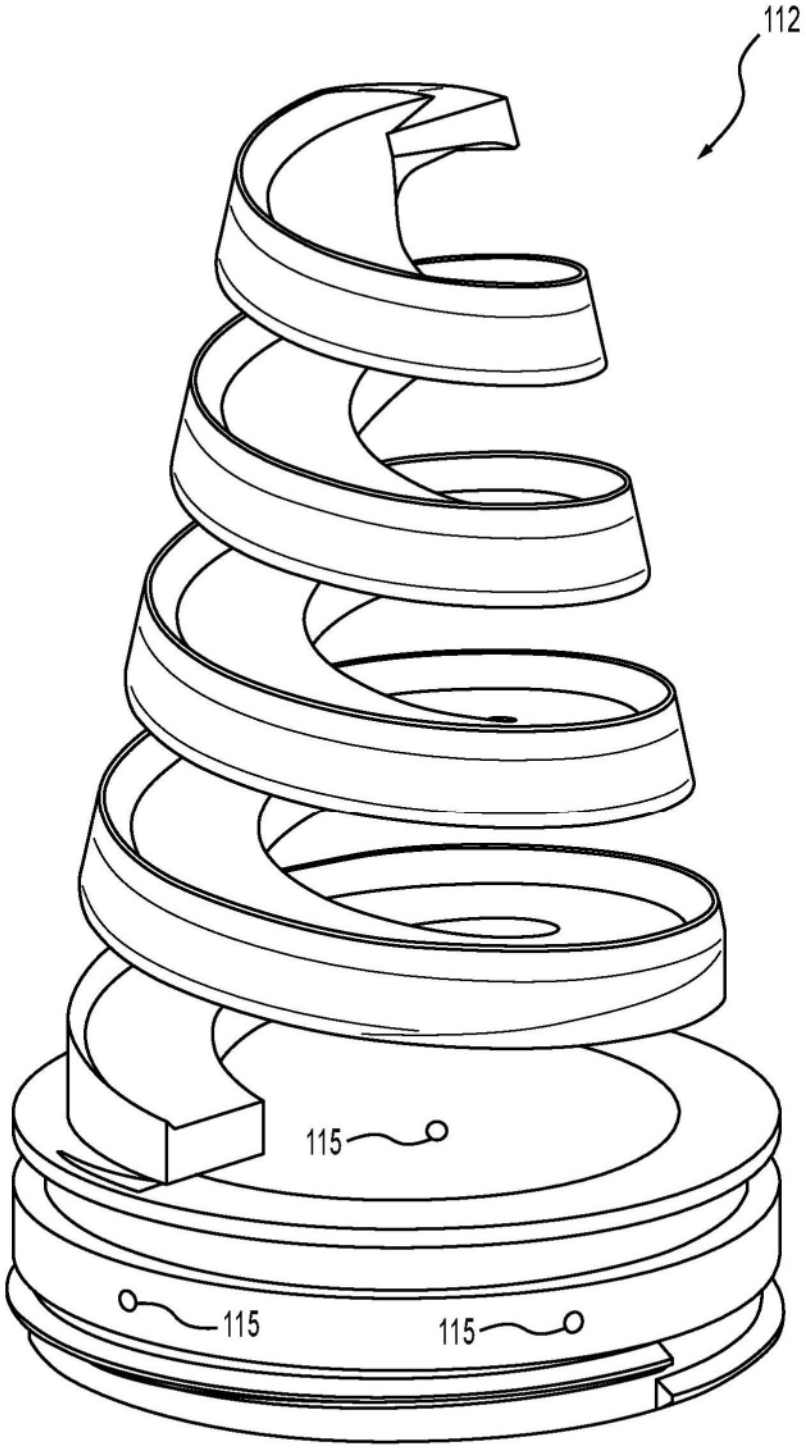


图3C

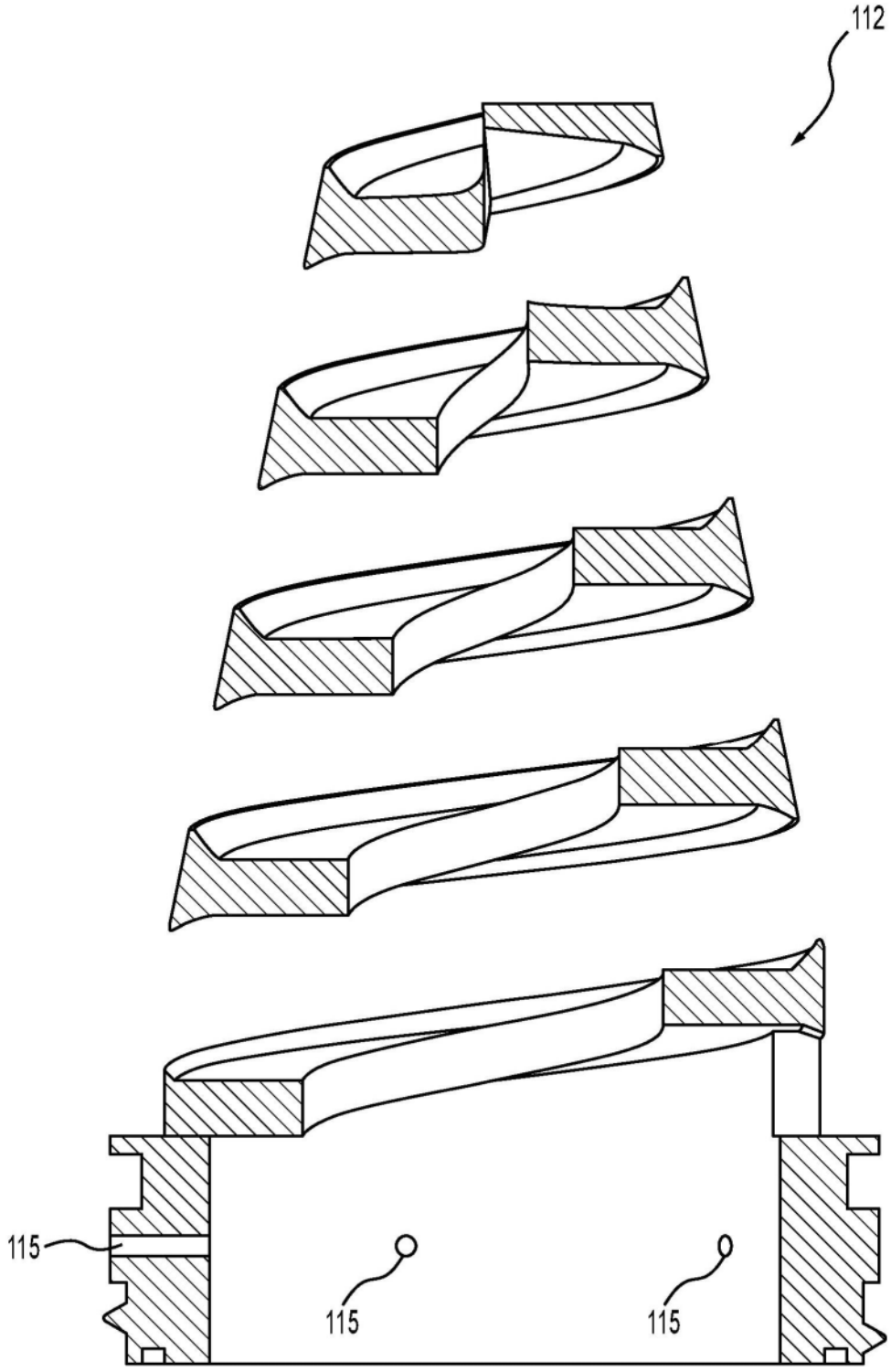


图3D

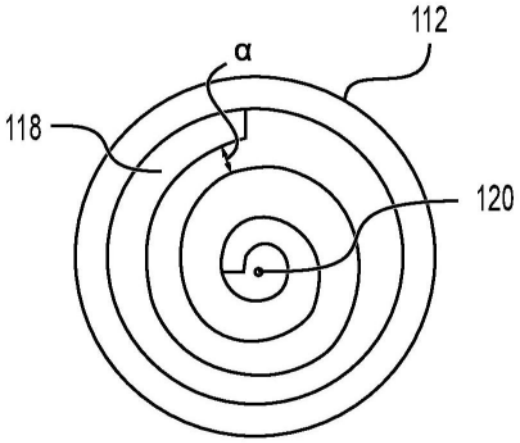


图4A

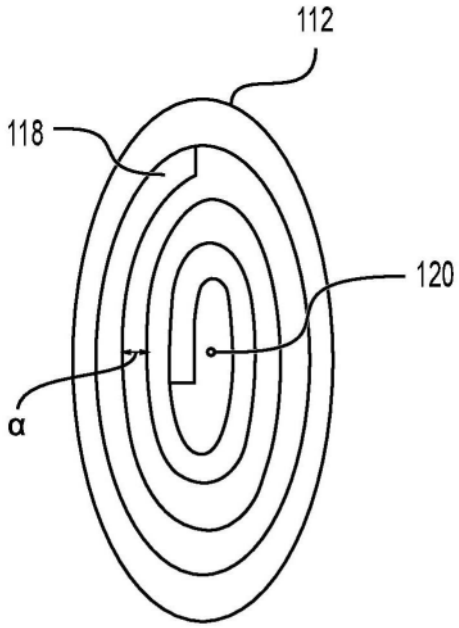


图4B

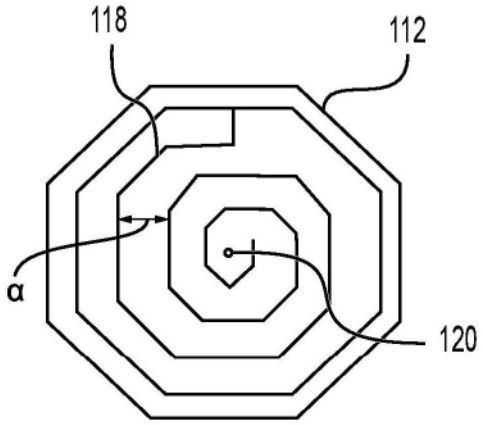


图4C

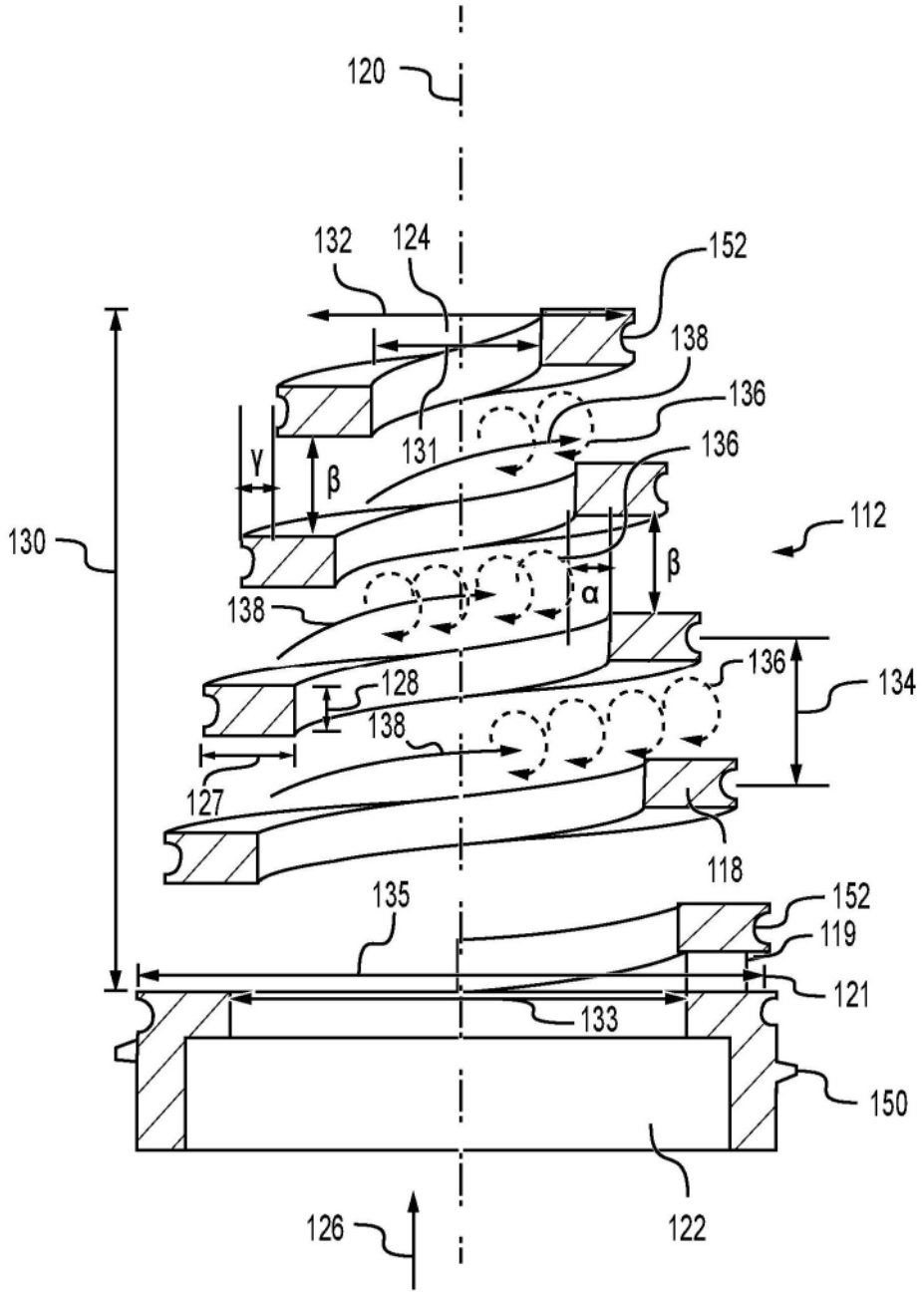

120
132
124
152
138
136
131
136
γ
β
112
130
β
α
138
136
134
128
138
127
118
135
152
119
121
133
150
126
122

图5A

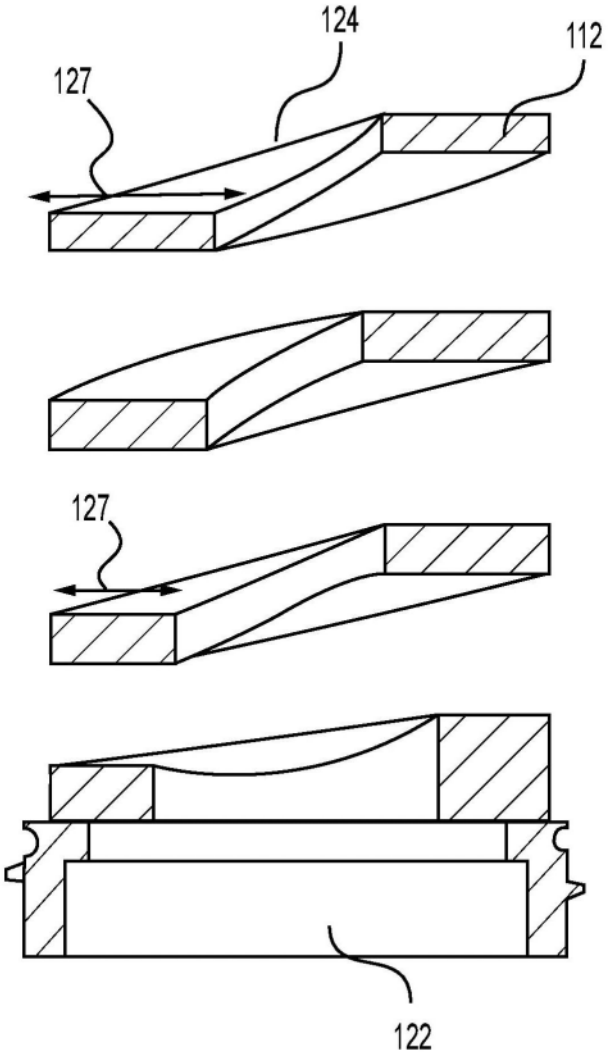


图5B

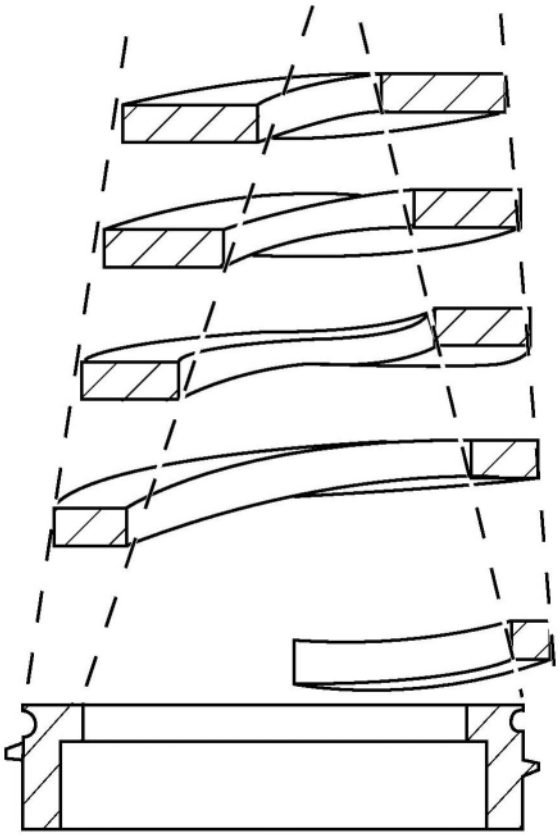


图5C

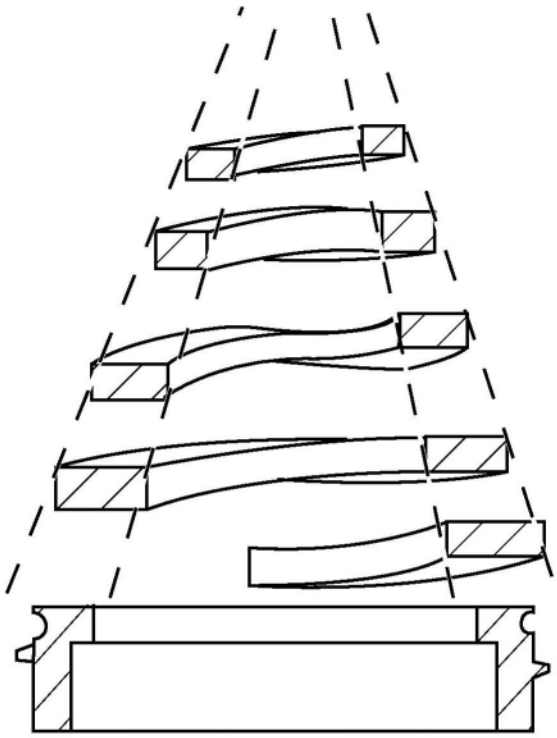


图5D

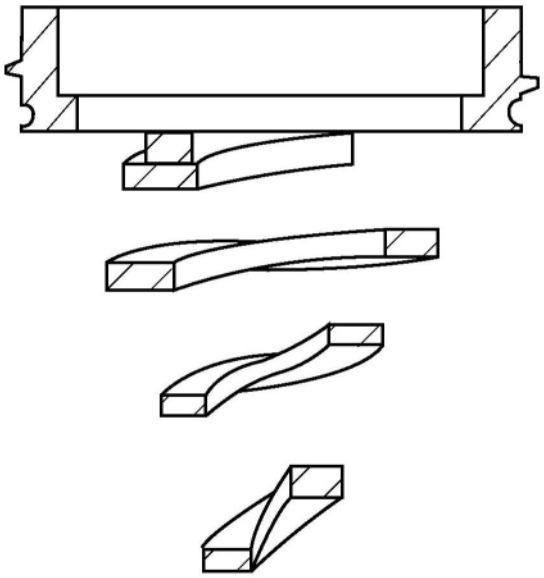


图5E

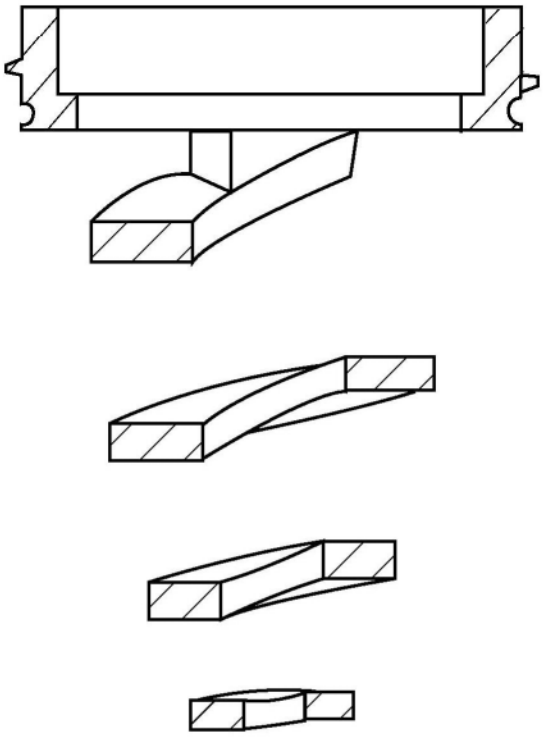


图5F

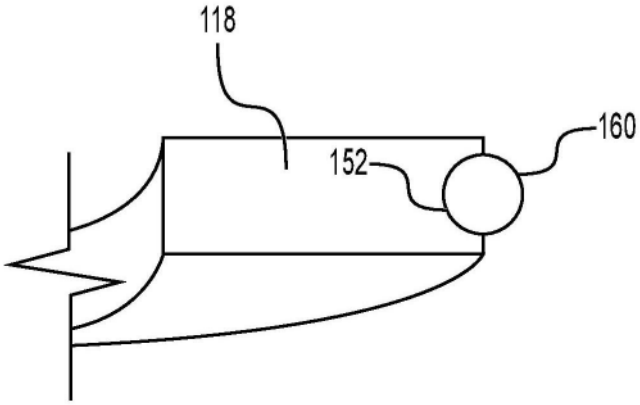


图6

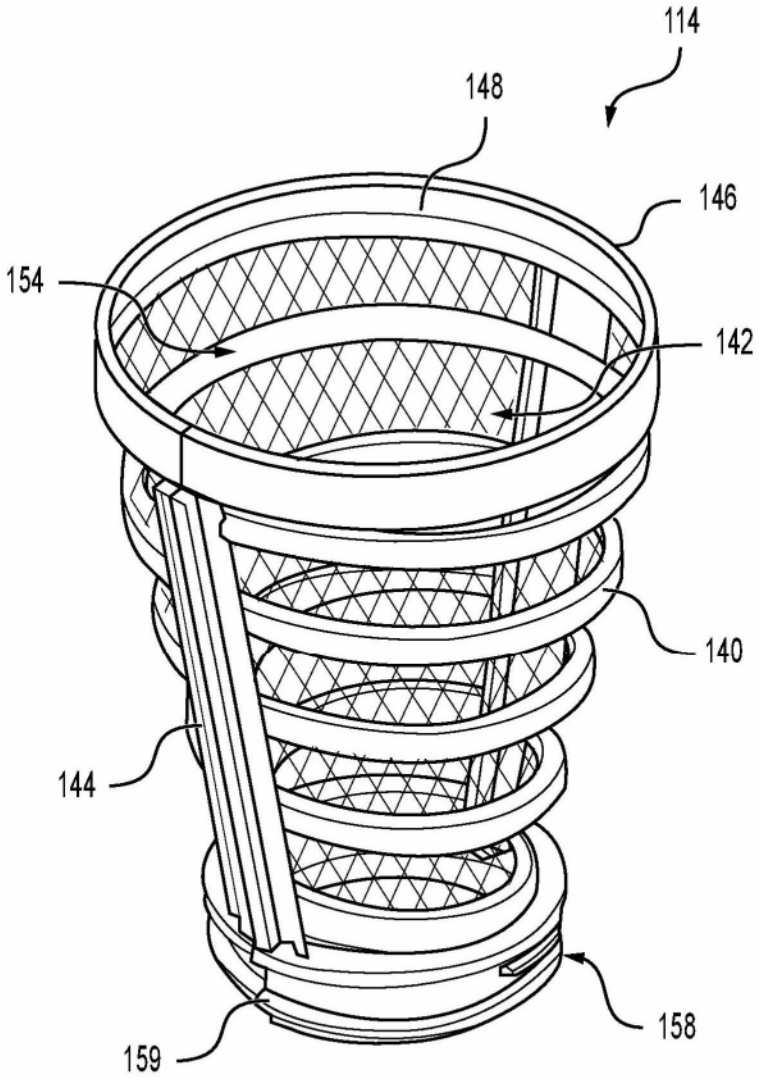


图7

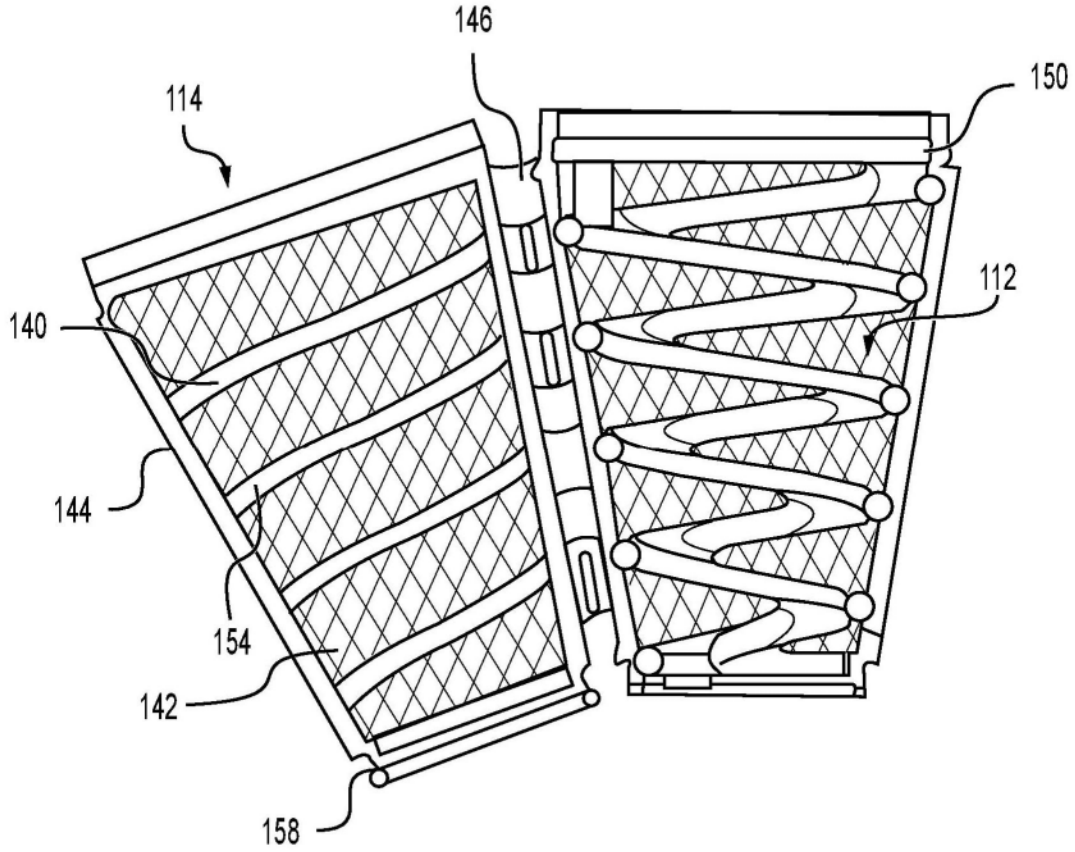


图8

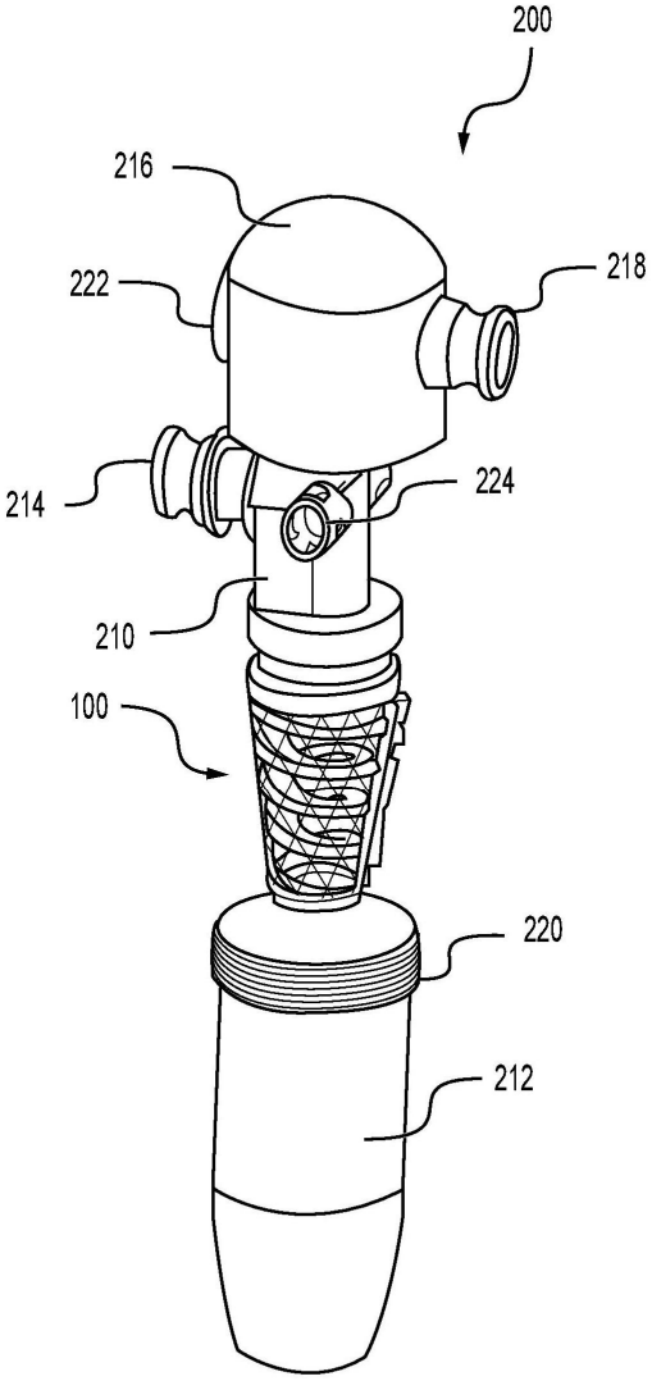


图9A

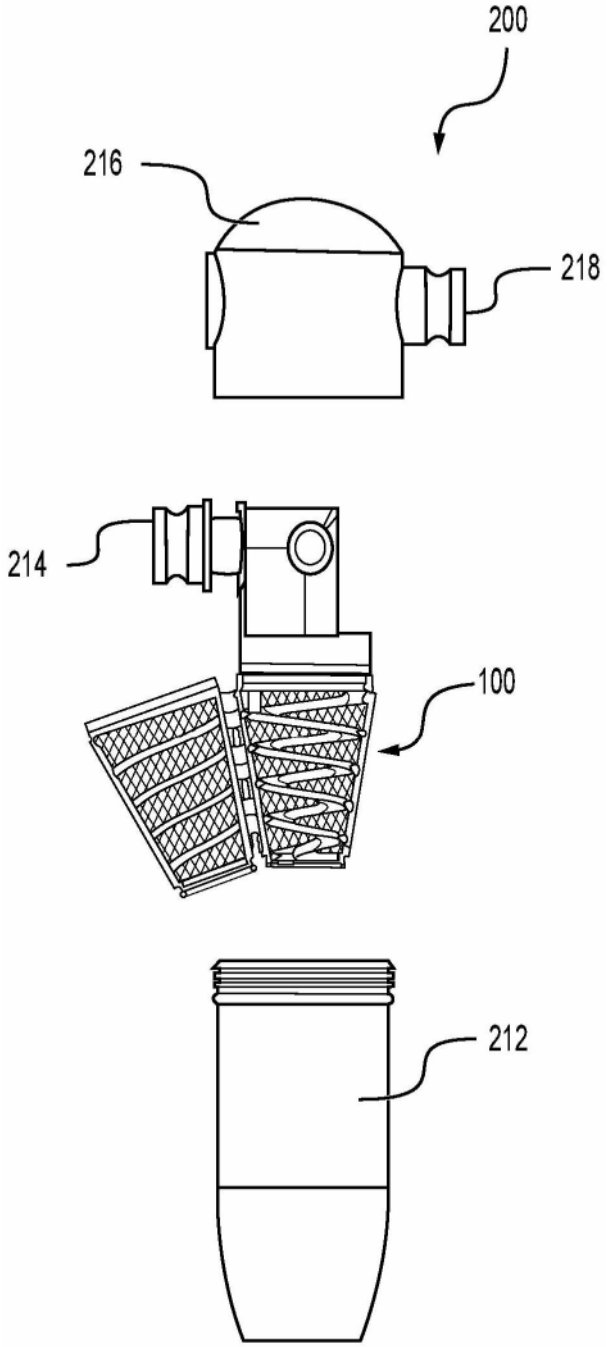


图9B

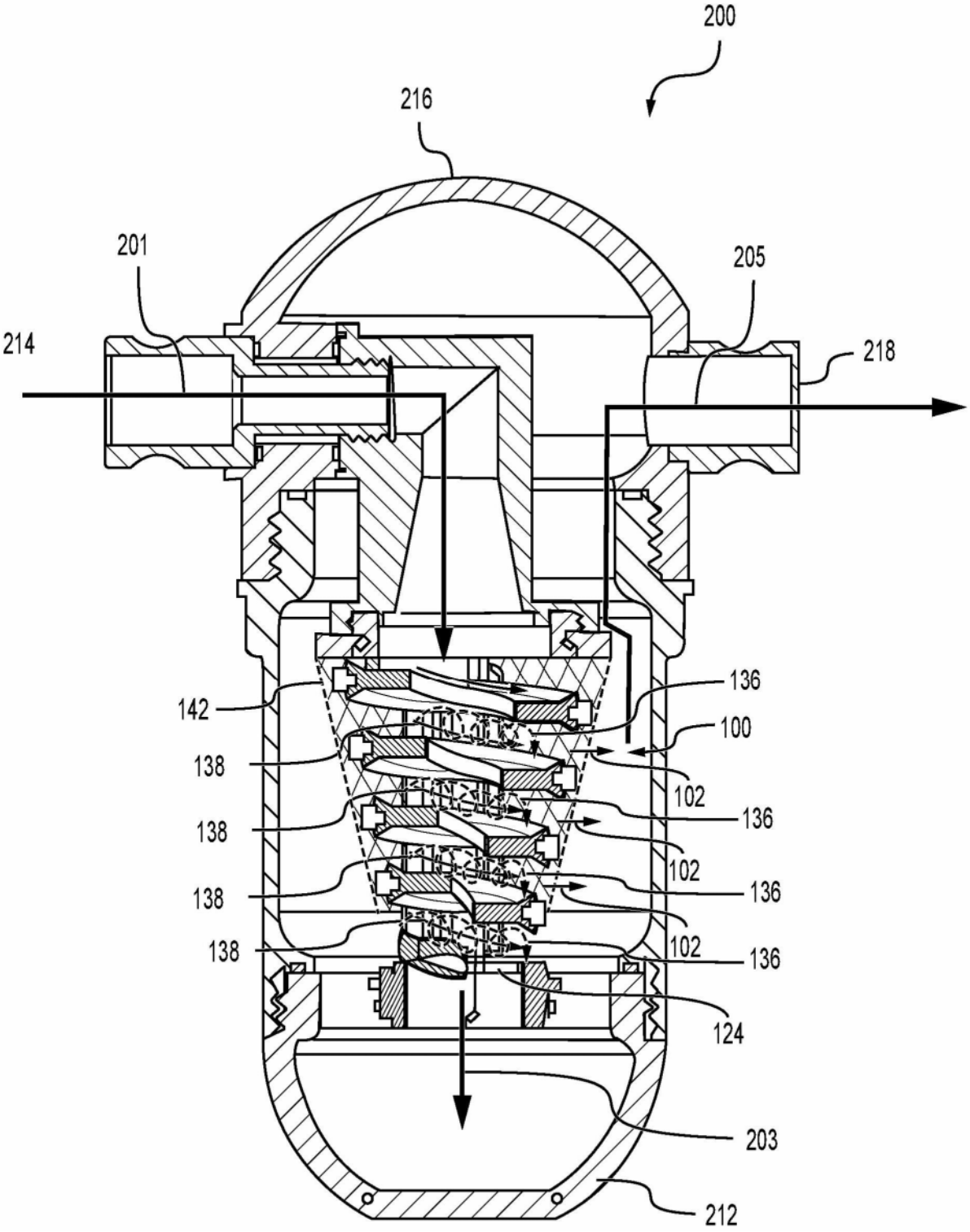

200
216
201
205
214
218
142
136
100
138
102
136
138
102
136
138
102
136
138
102
136
124
203
212

图10A

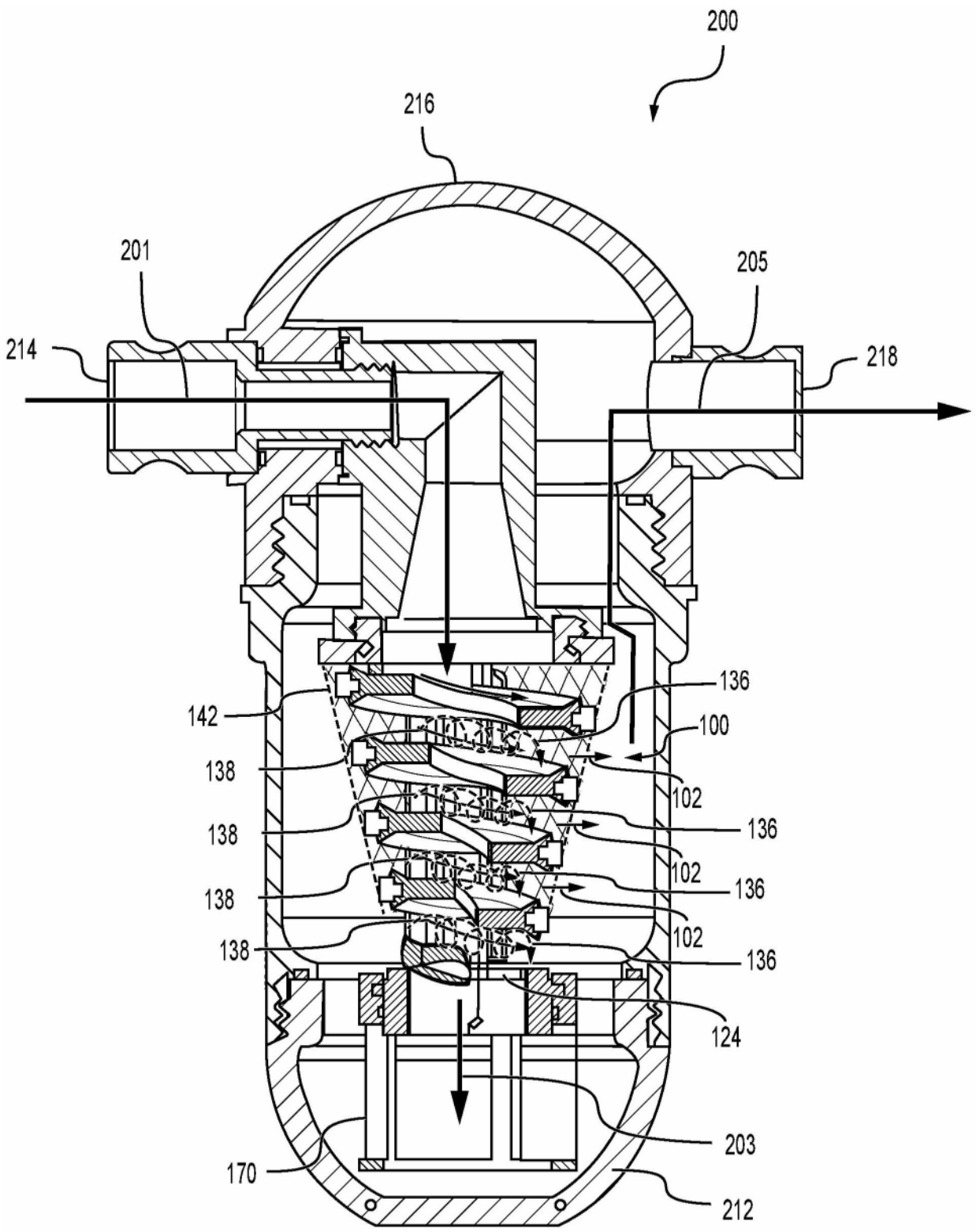

200
216
201
205
214
218
136
142
100
138
102
138
136
102
138
136
102
138
136
124
203
170
212

图10B

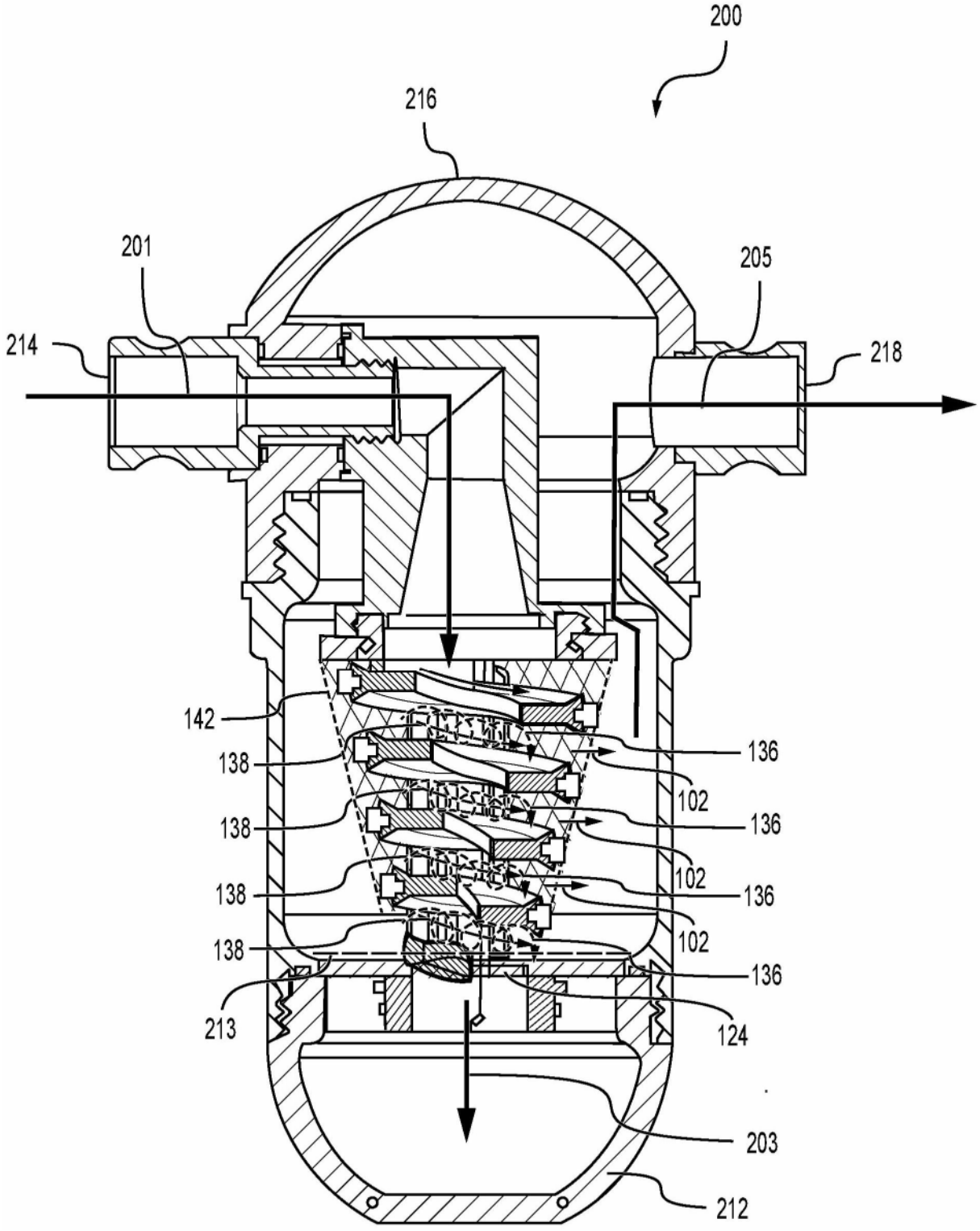

200
216
201
205
214
218
142
138
138
138
138
136
102
136
102
136
102
136
213
124
203
212

图10C

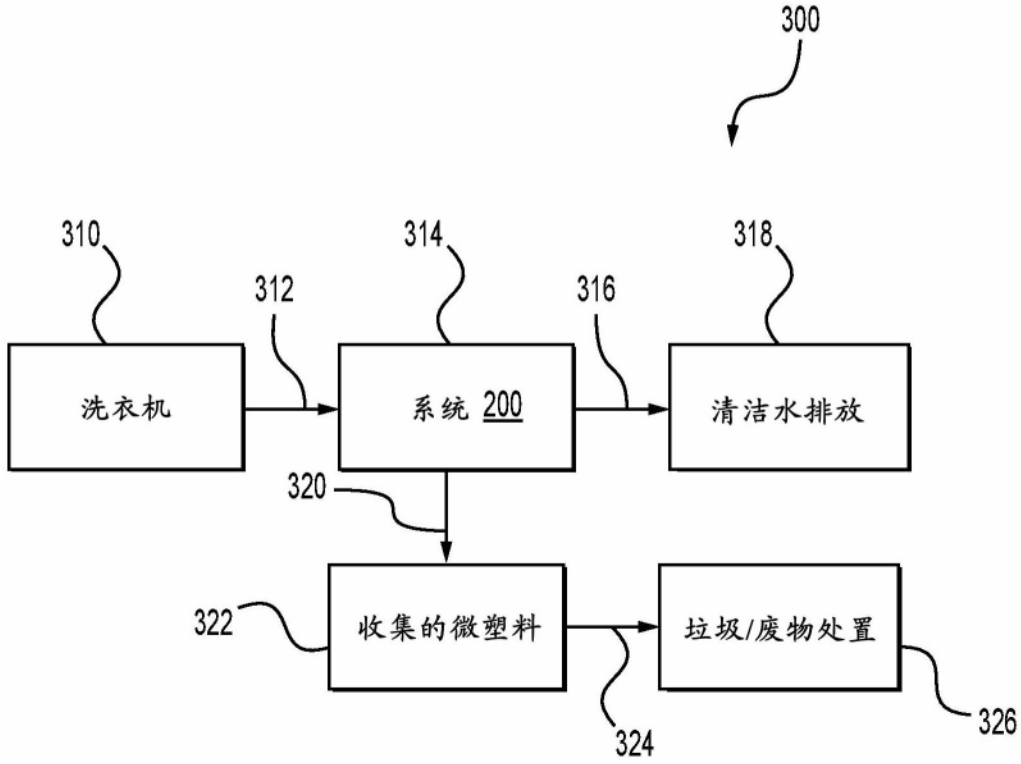

300
310
312
314
316
318
洗衣机
系统 200
清洁水排放
320
322
收集的微塑料
垃圾/废物处置
324
326

图11

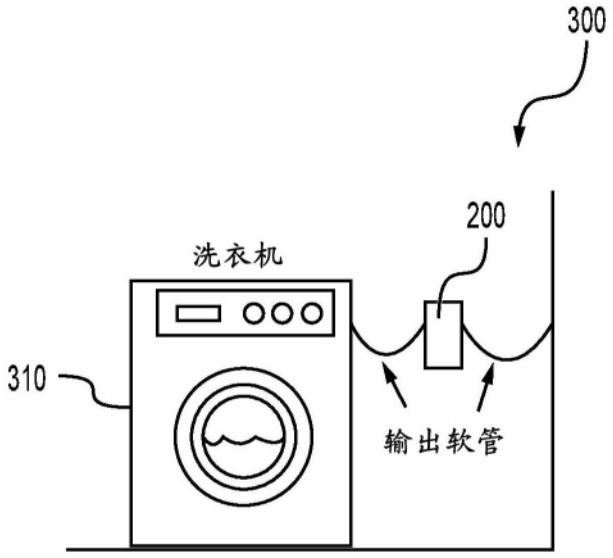

300
200
洗衣机
310
输出软管

图12

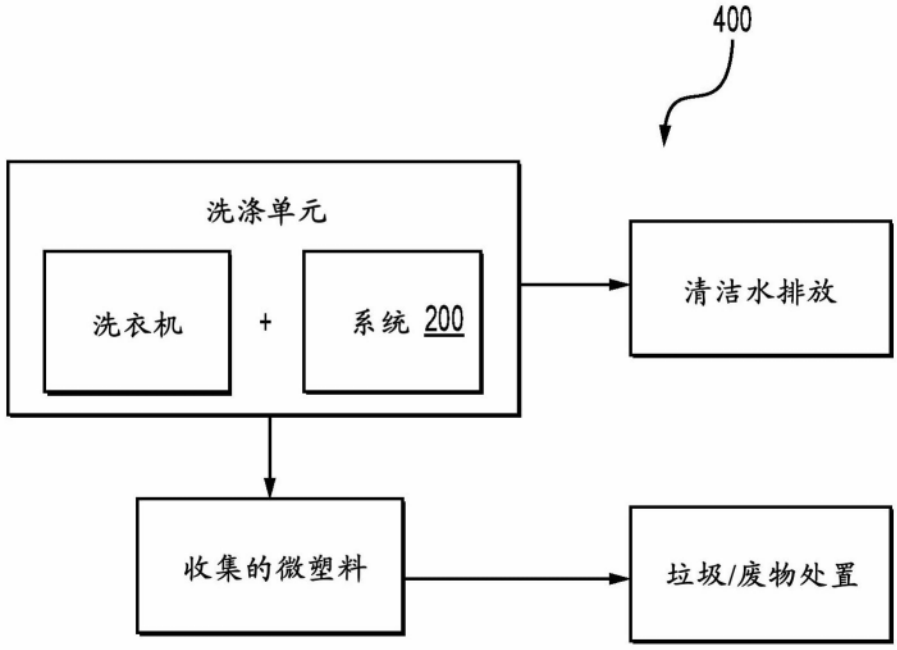

400
洗涤单元
洗衣机
+
系统 200
清洁水排放
收集的微塑料
垃圾/废物处置

图13

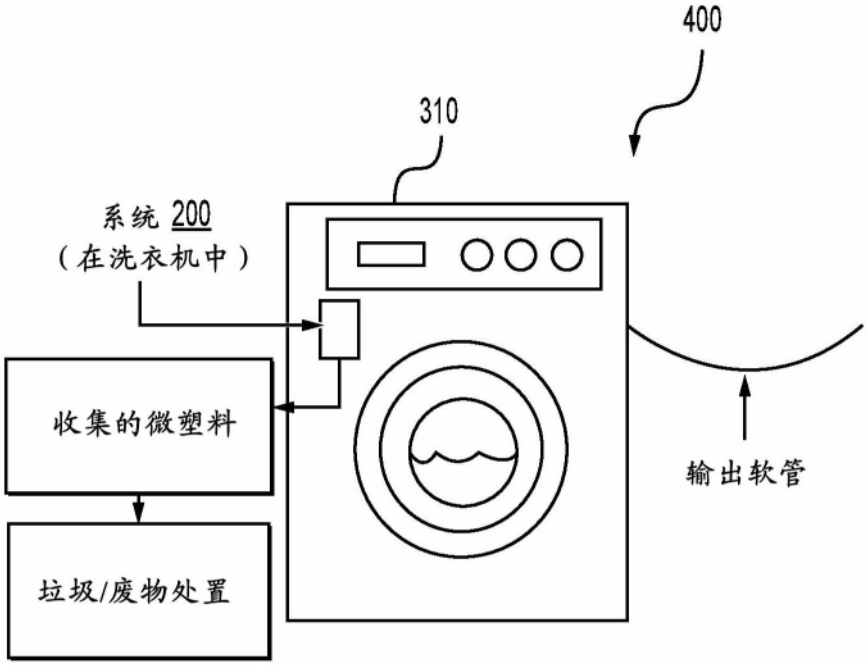

400
310
系统 200
（在洗衣机中）
收集的微塑料
垃圾/废物处置
输出软管

图14

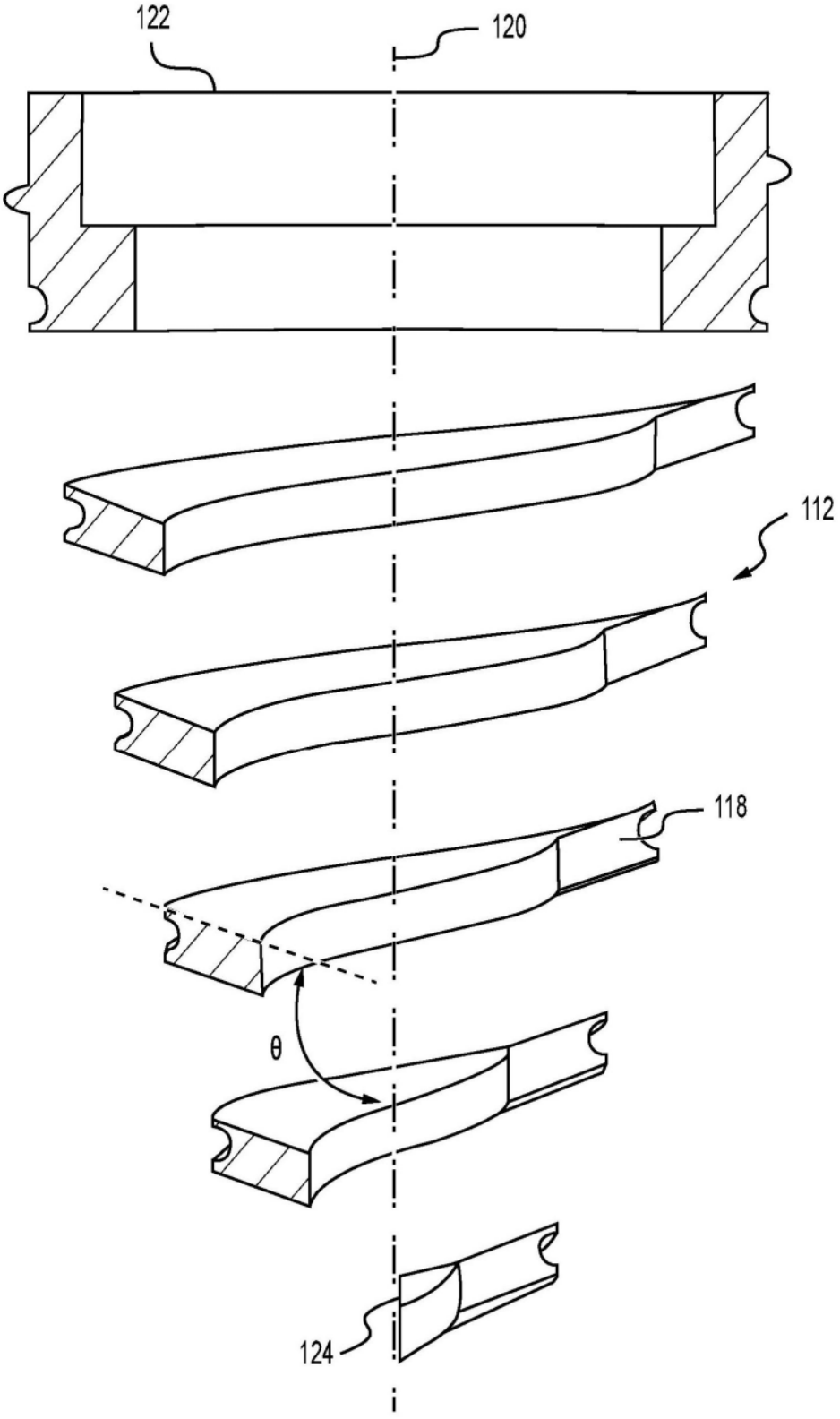


图15

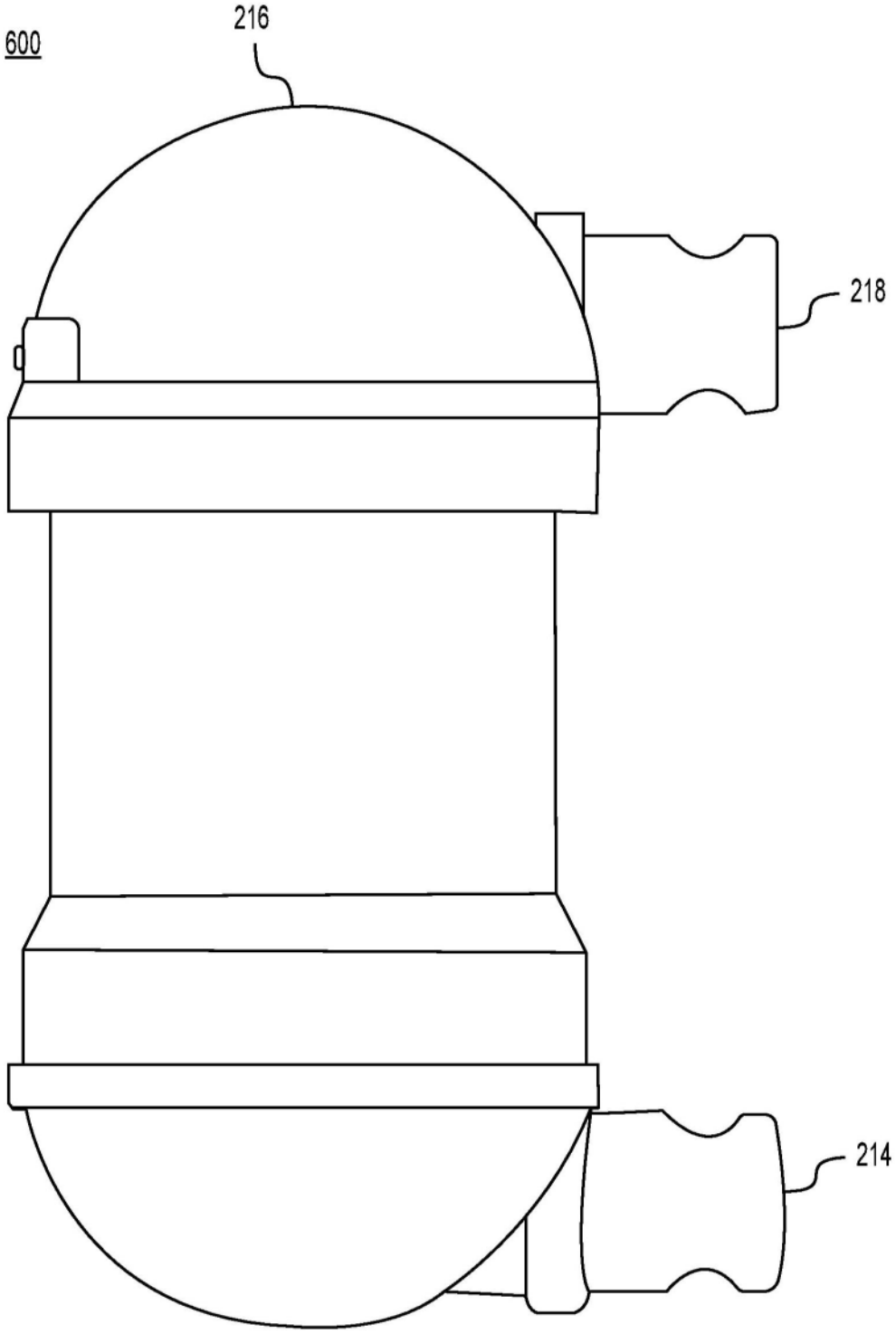


图16A

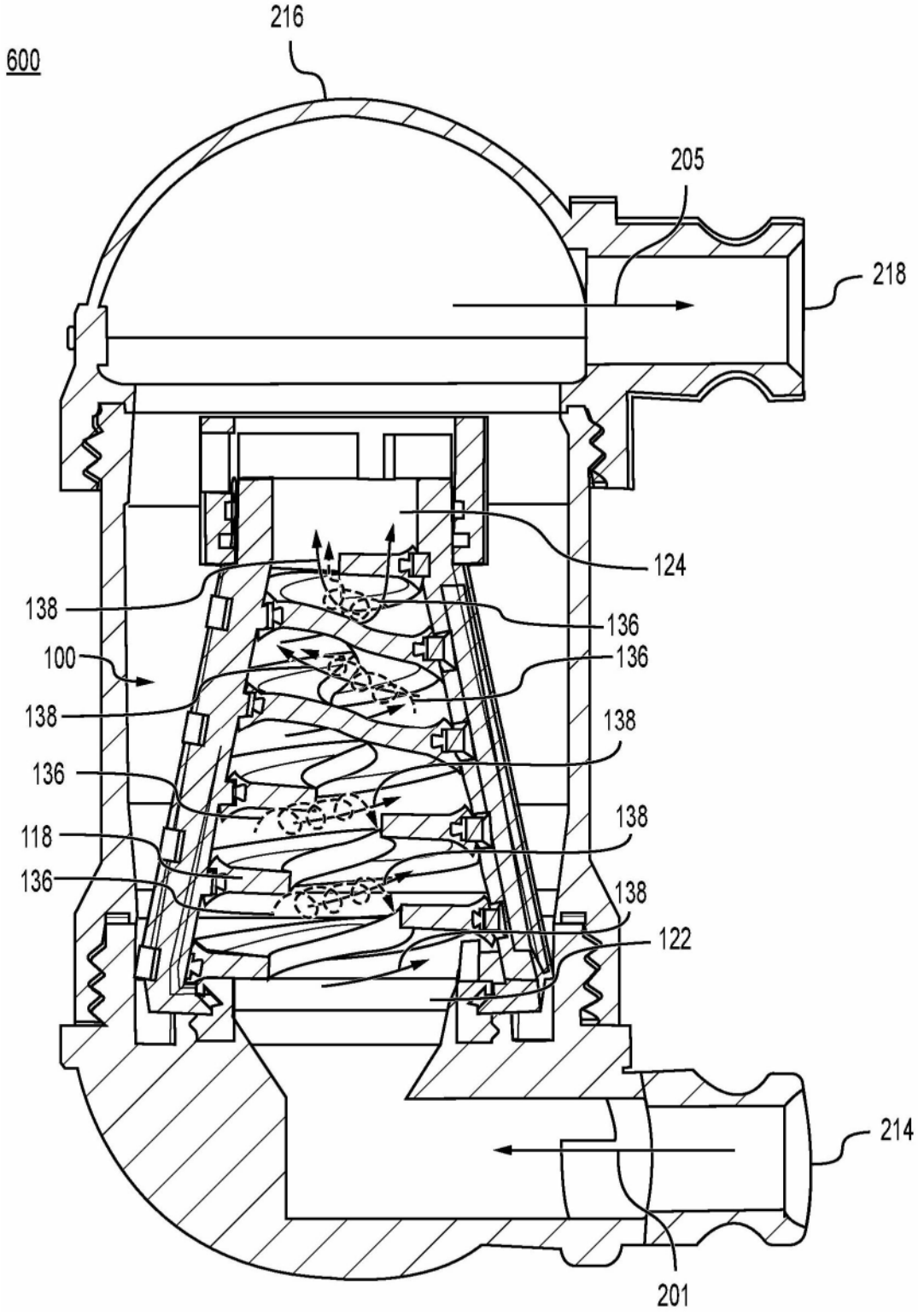

600
216
205
218
124
138
136
100
136
138
138
136
118
138
136
138
122
214
201

图16B

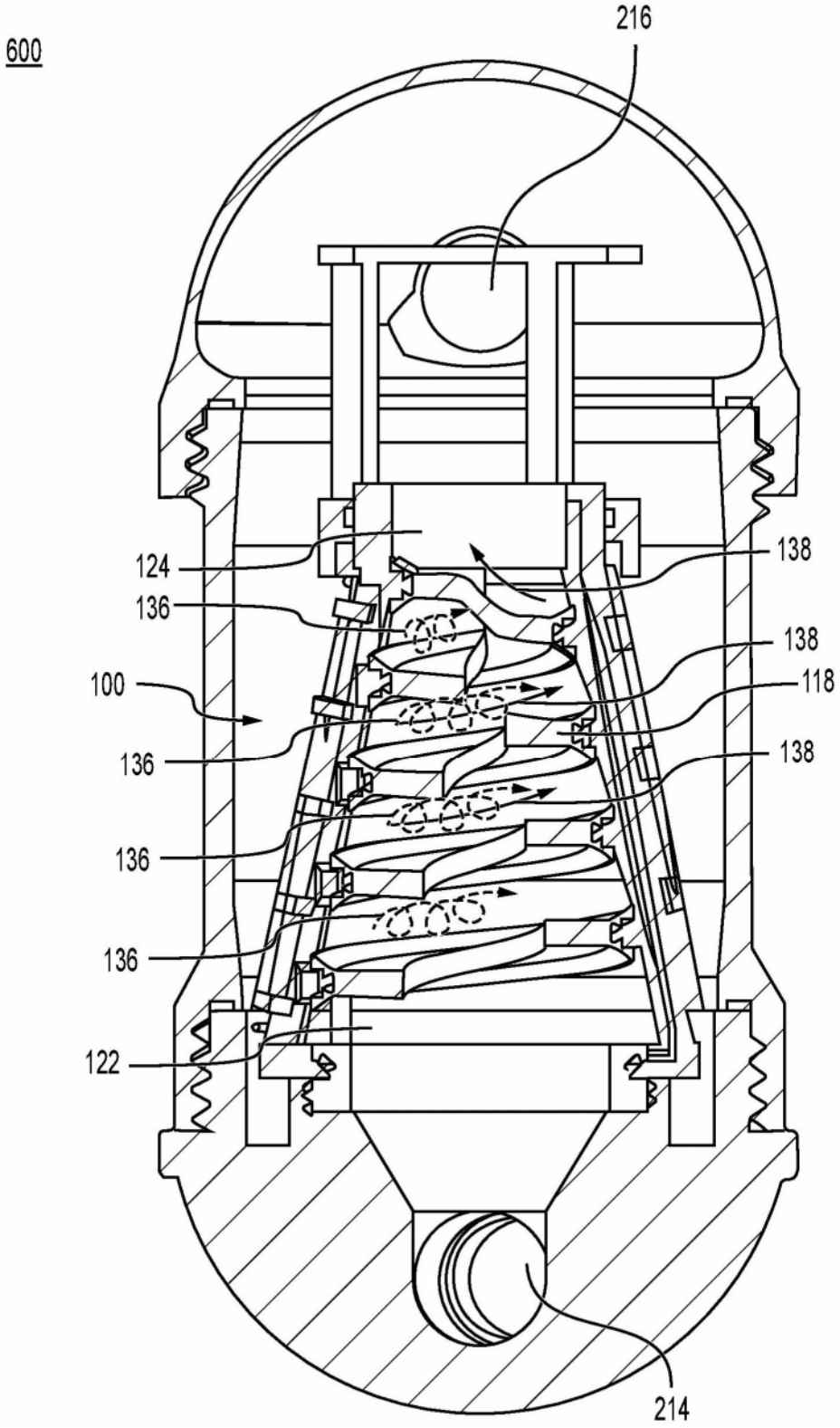


图16C

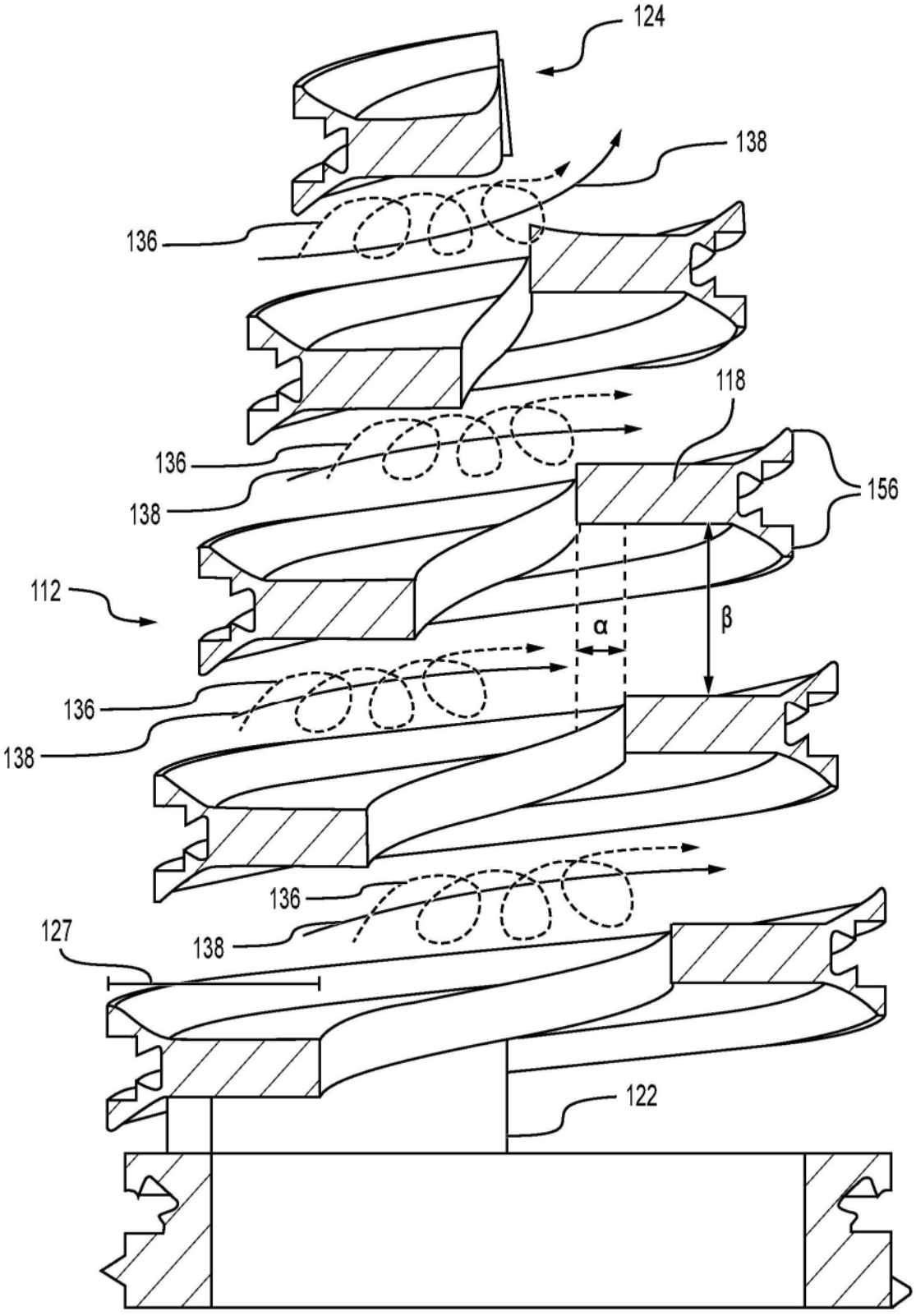


图17

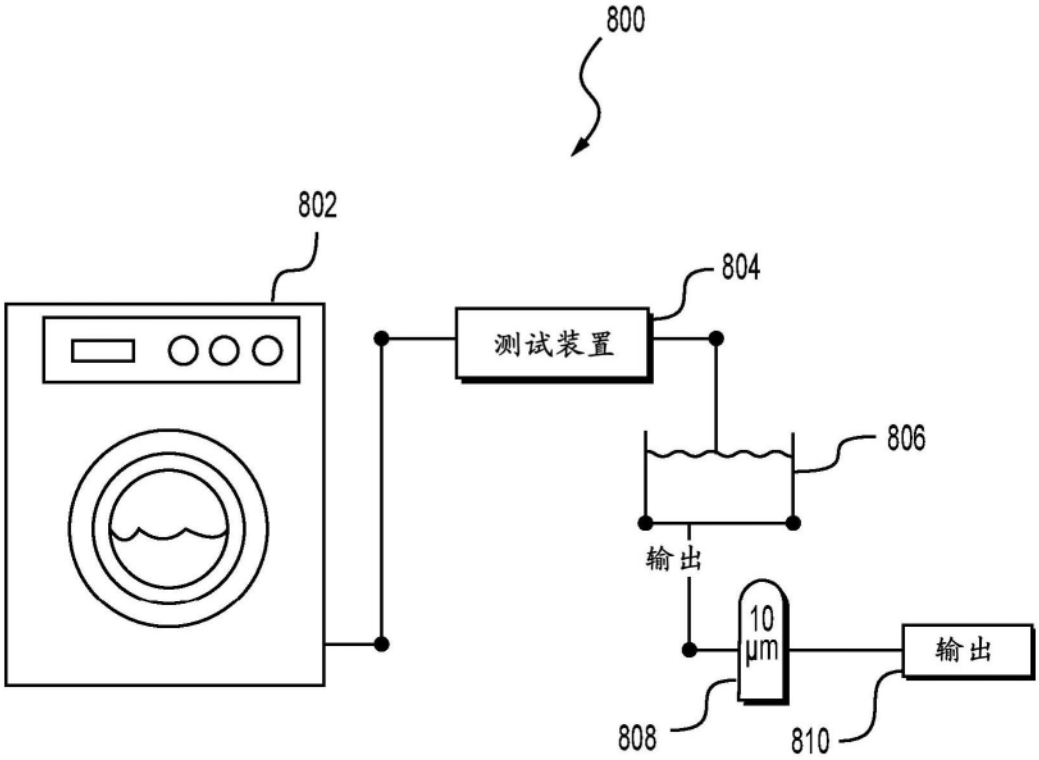

800
802
804
测试装置
806
输出
10 μm
输出
808
810

图18

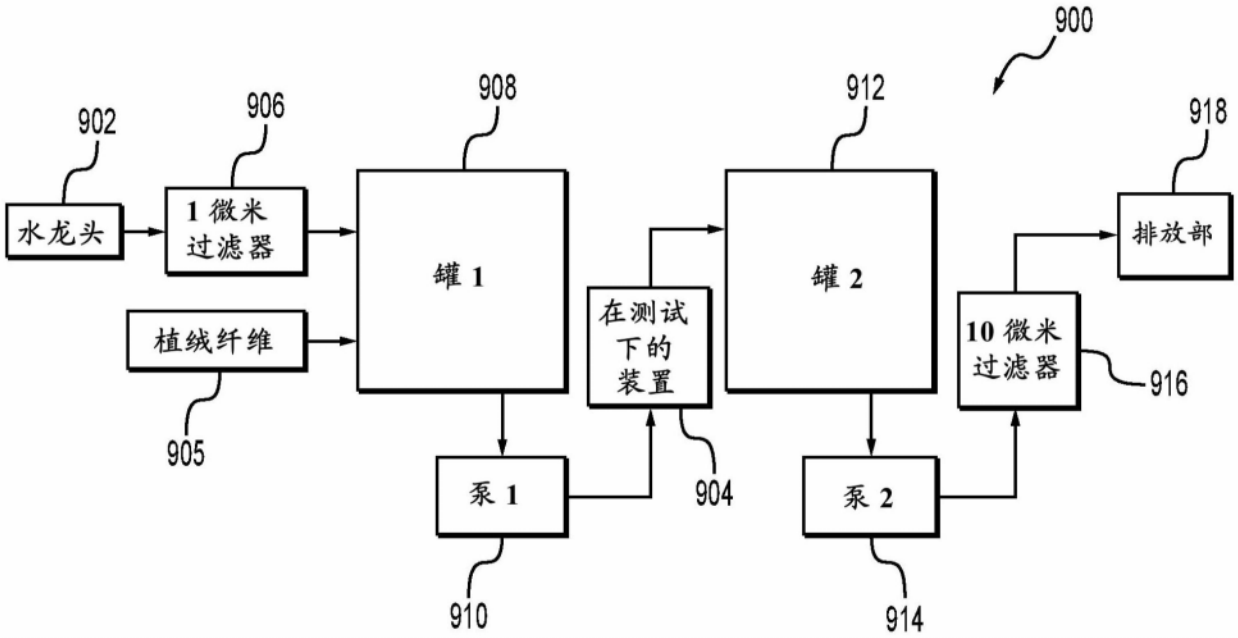

900
902
906
908
912
918
水龙头
1 微米 过滤器
罐 1
罐 2
排放部
植绒纤维
在测试 下的 装置
10 微米 过滤器
916
905
泵 1
904
泵 2
910
914

图19

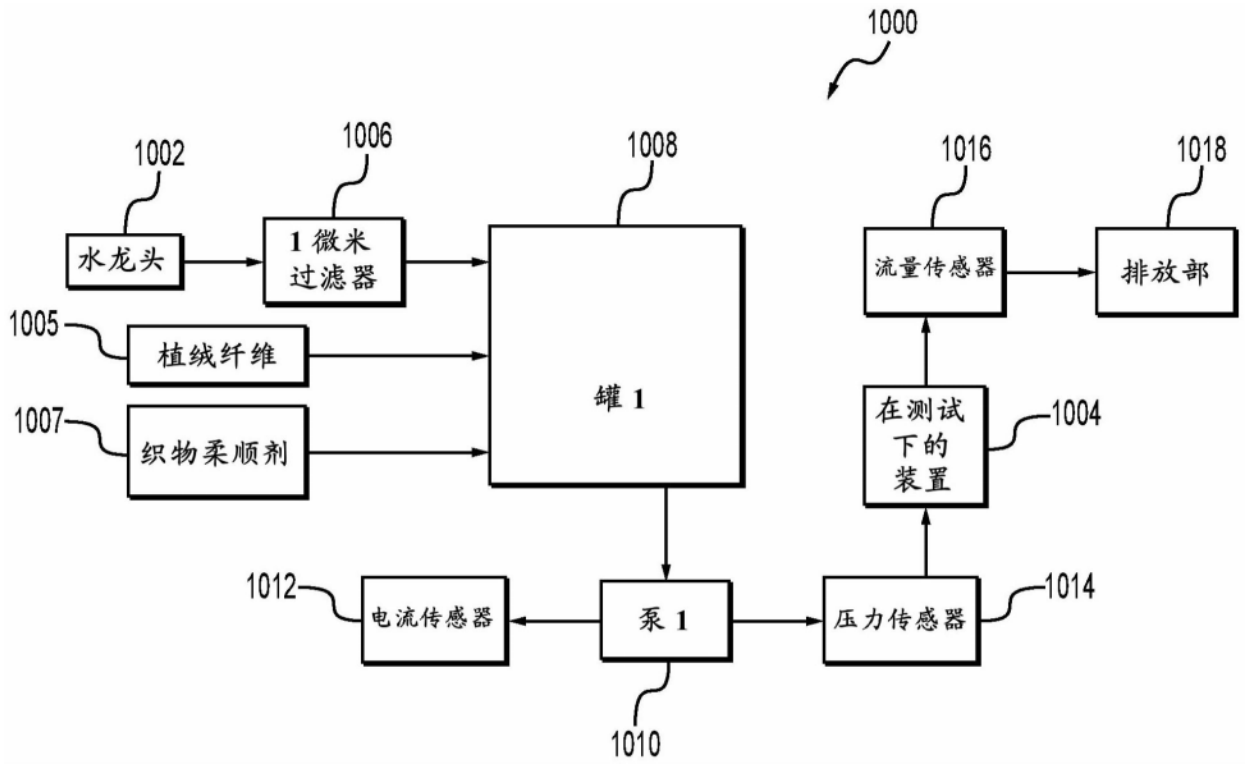

1000
1002
水龙头
1006
1 微米
过滤器
1008
罐 1
1016
流量传感器
1018
排放部
1005
植绒纤维
1007
织物柔顺剂
在测试
下的
装置
1004
1012
电流传感器
泵 1
压力传感器
1014
1010

图20

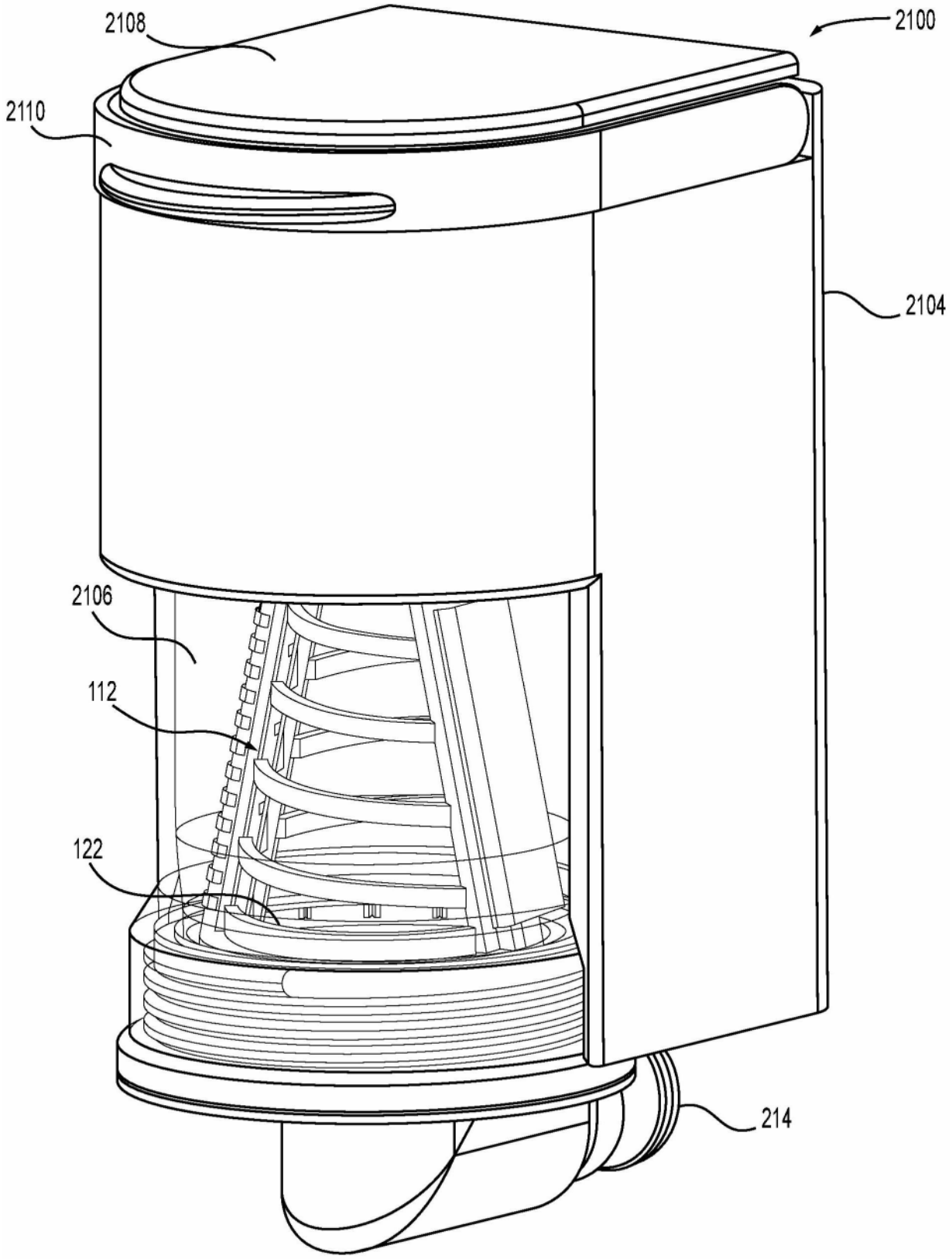


图21A

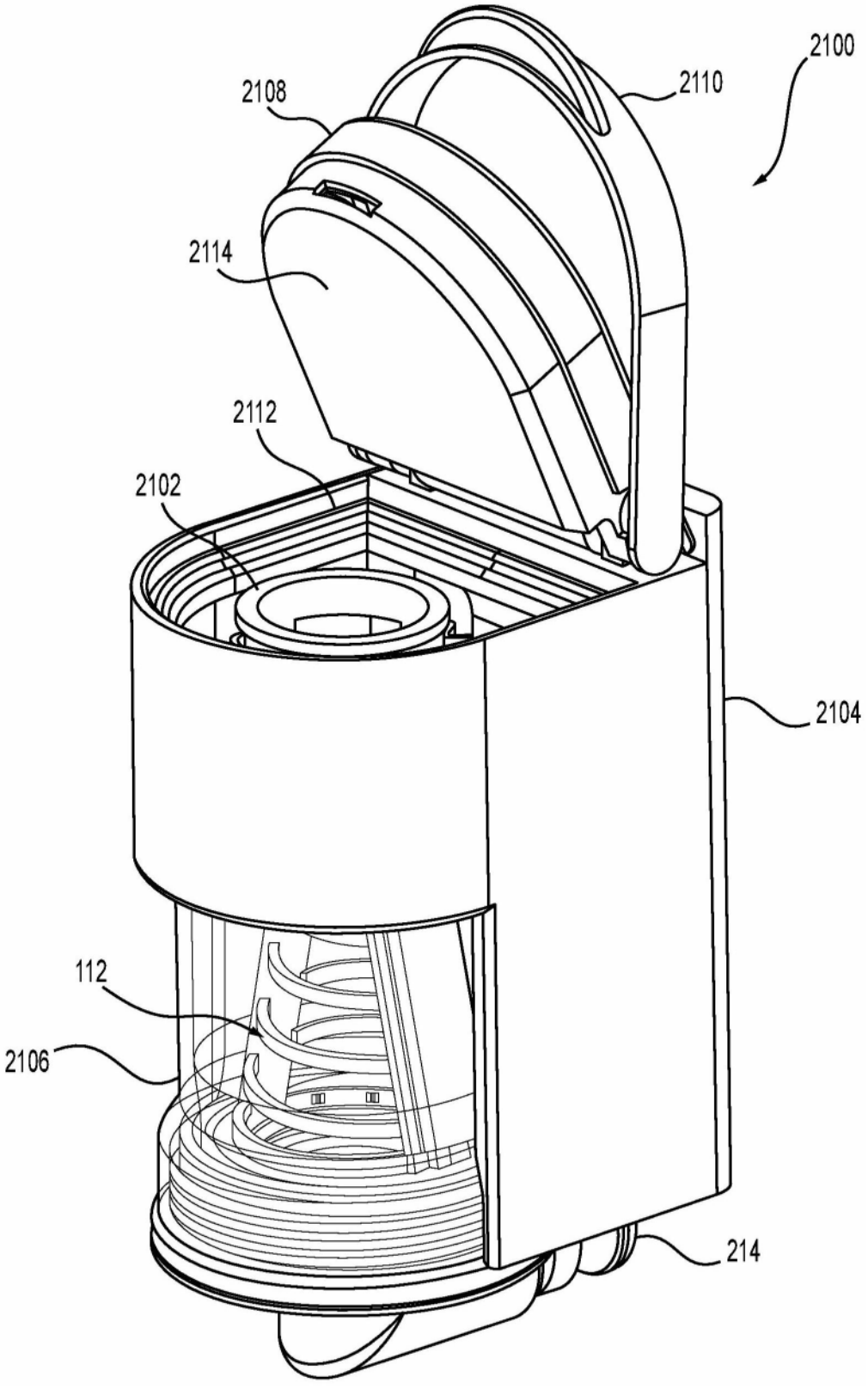


图21B

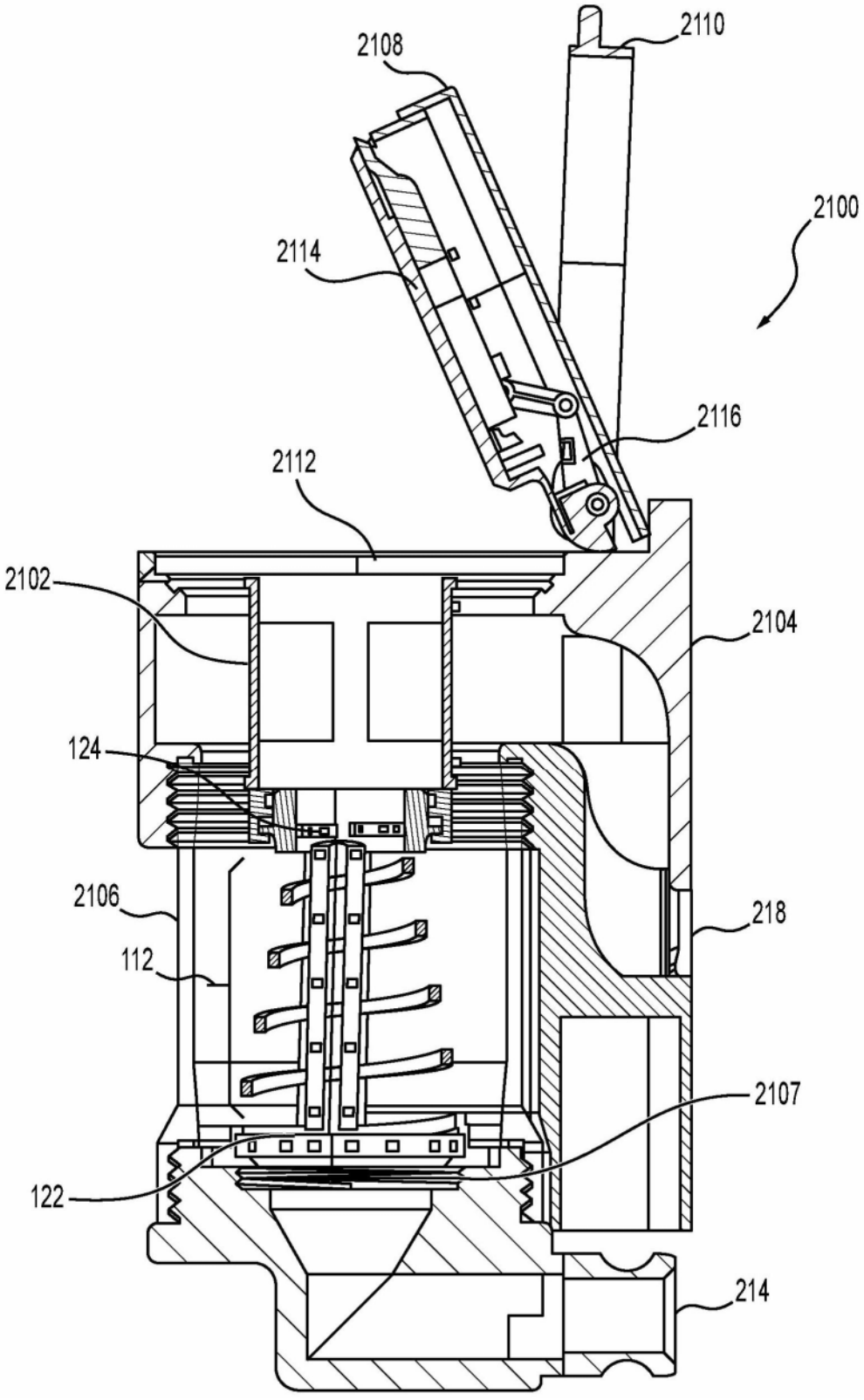

2110
2108
2100
2114
2116
2112
2102
2104
124
2106
218
112
2107
122
214

图21C

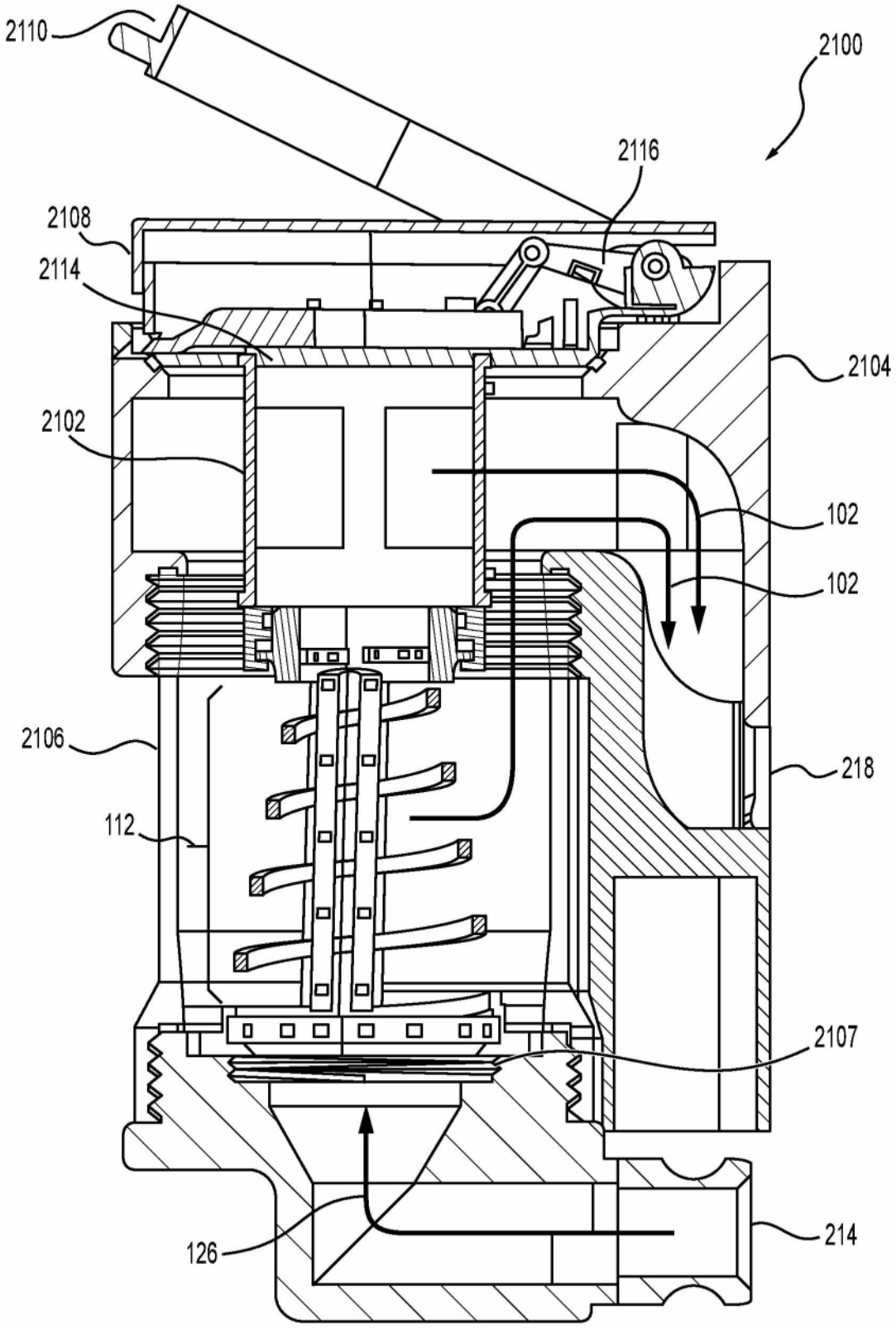

2110
2100
2116
2108
2114
2104
2102
102
102
2106
218
112
2107
126
214

图21D

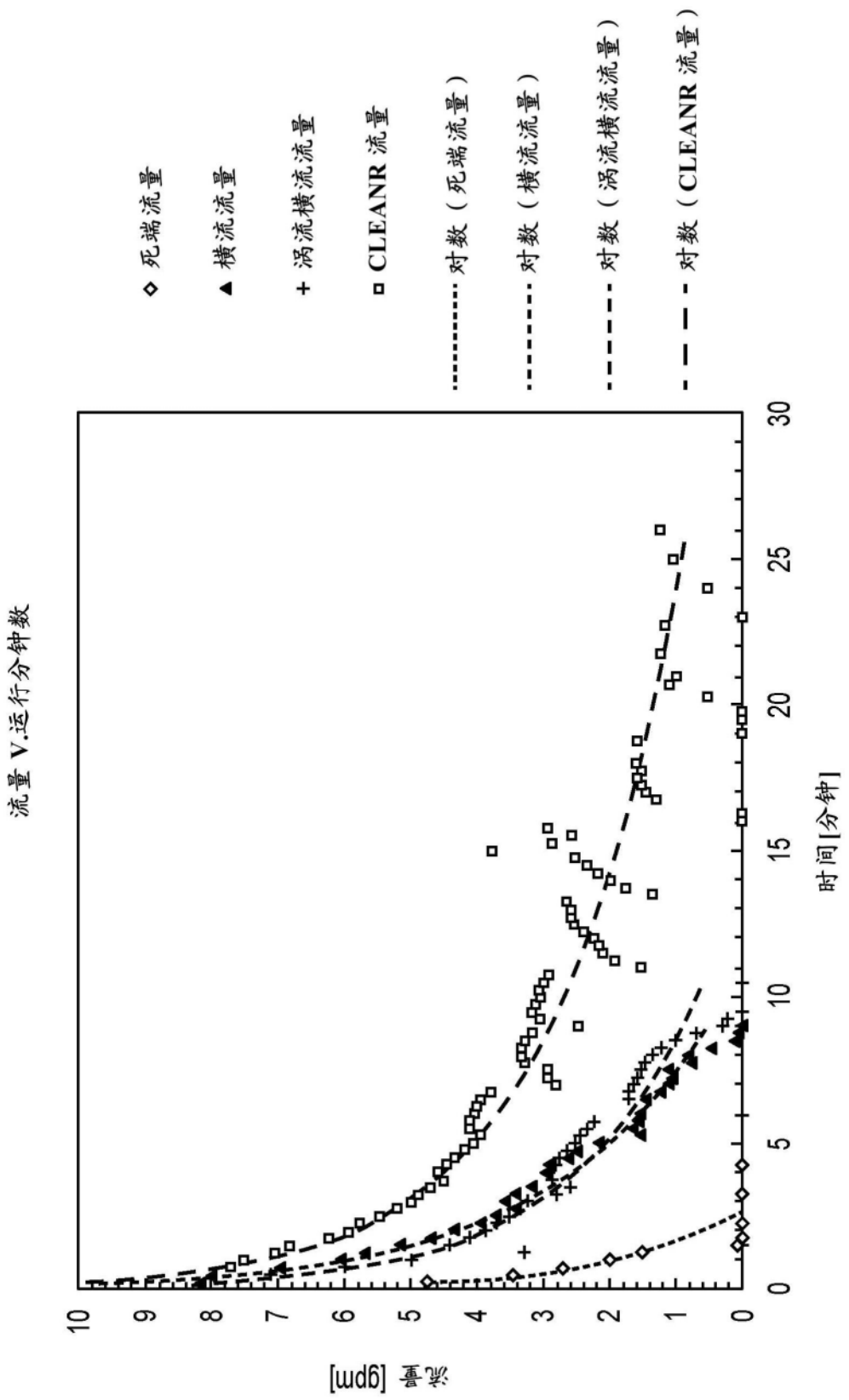

流量 V.运行分钟数
◇ 死端流量
▲ 横流流量
+ 涡流横流流量
▫ CLEANR 流量
..... 对数（死端流量）
------ 对数（横流流量）
- - - - - 对数（涡流横流流量）
- — - — - 对数（CLEANR 流量）
流量 [gpm]
时间[分钟]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
5
10
15
20
25
30

图22A

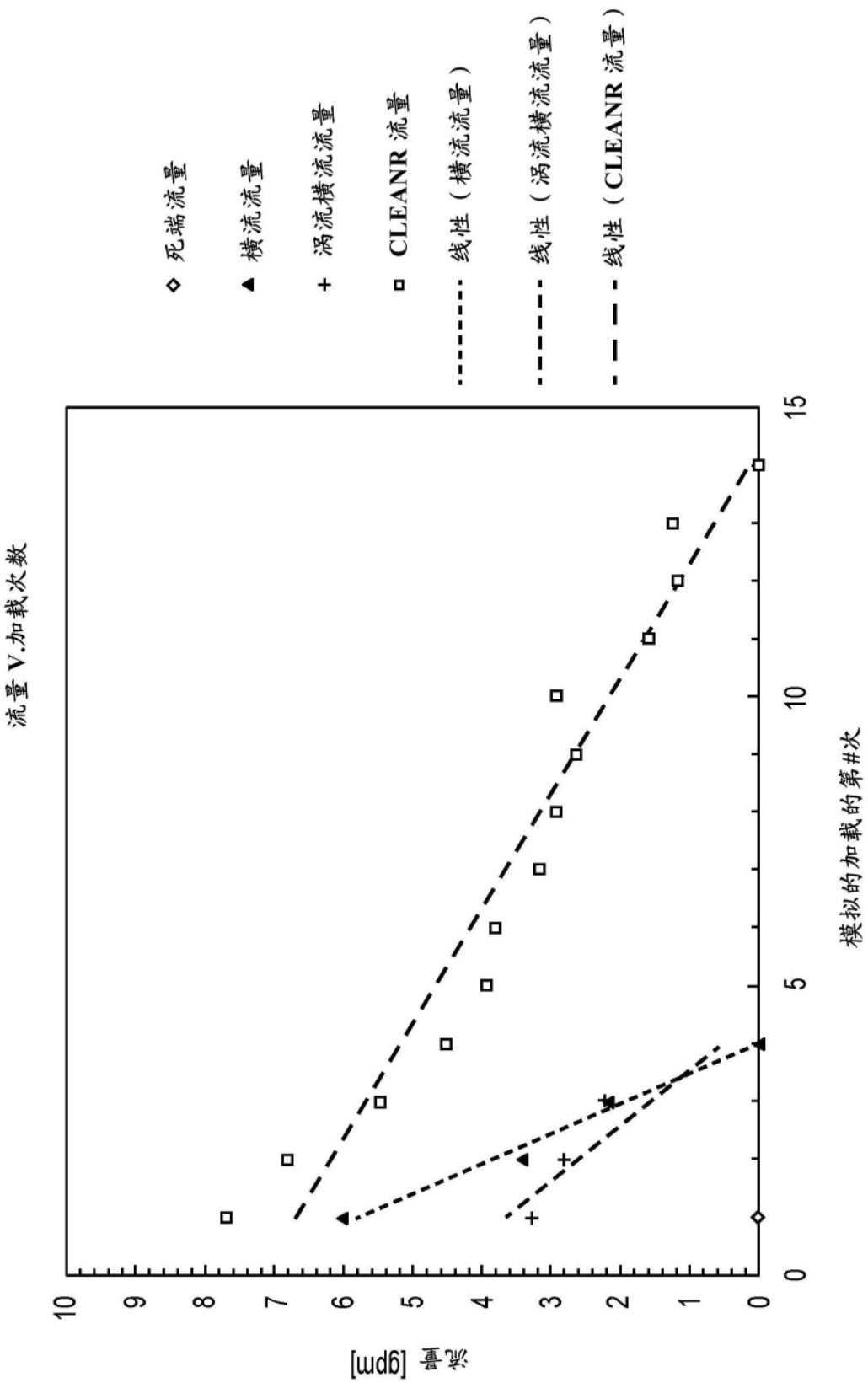

死端流量
横流流量
涡流横流流量
CLEANR 流量
线性（横流流量）
线性（涡流横流流量）
线性（CLEANR 流量）
流量 V.加载次数
模拟的加载的第#次
浓缩 [gpm]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
5
10
15

图22B

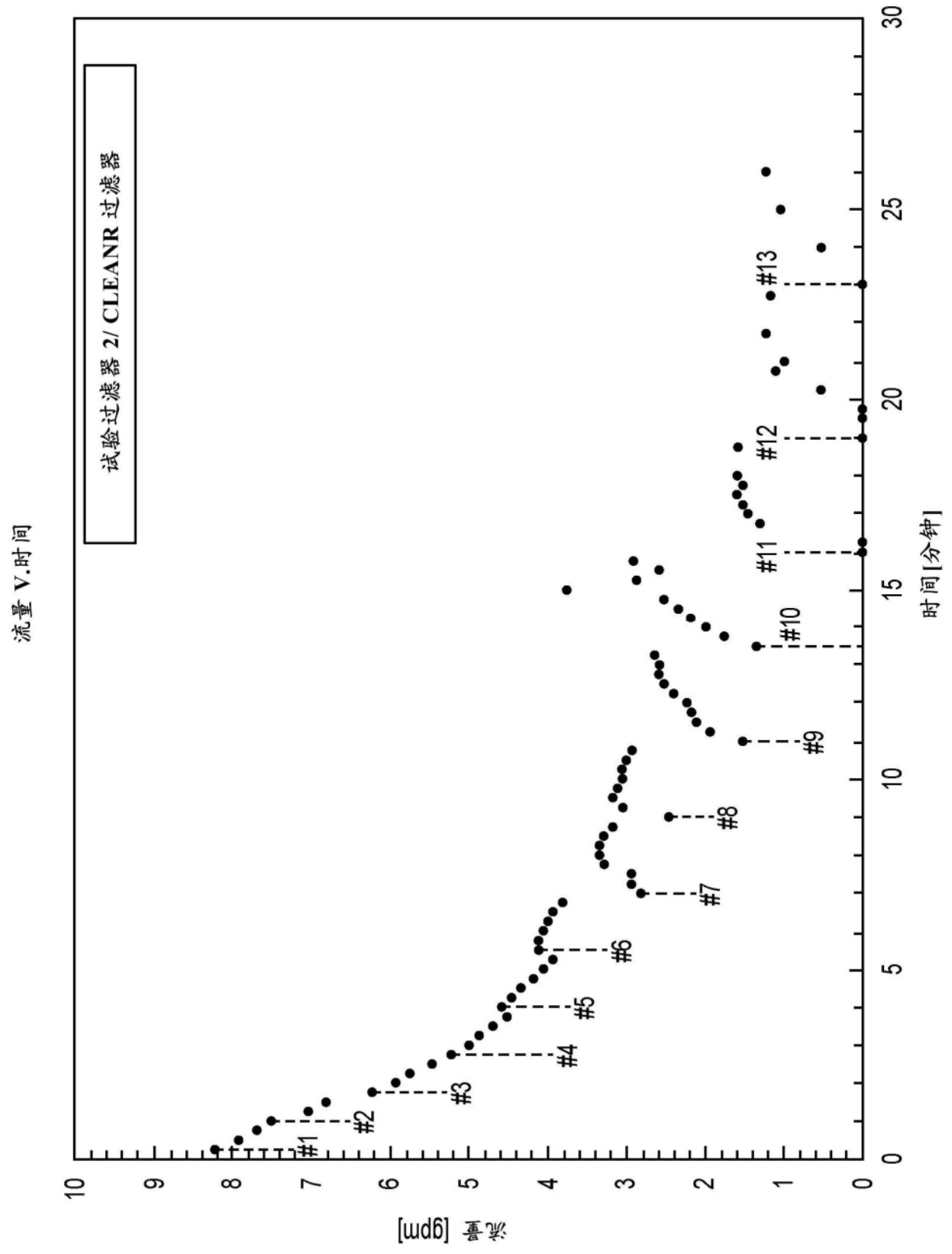

流量 V.时间
试验过滤器 2/ CLEANR 过滤器
流量 [gpm]
时间[分钟]
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
#8
#9
#10
#11
#12
#13
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
5
10
15
20
25
30

图22C

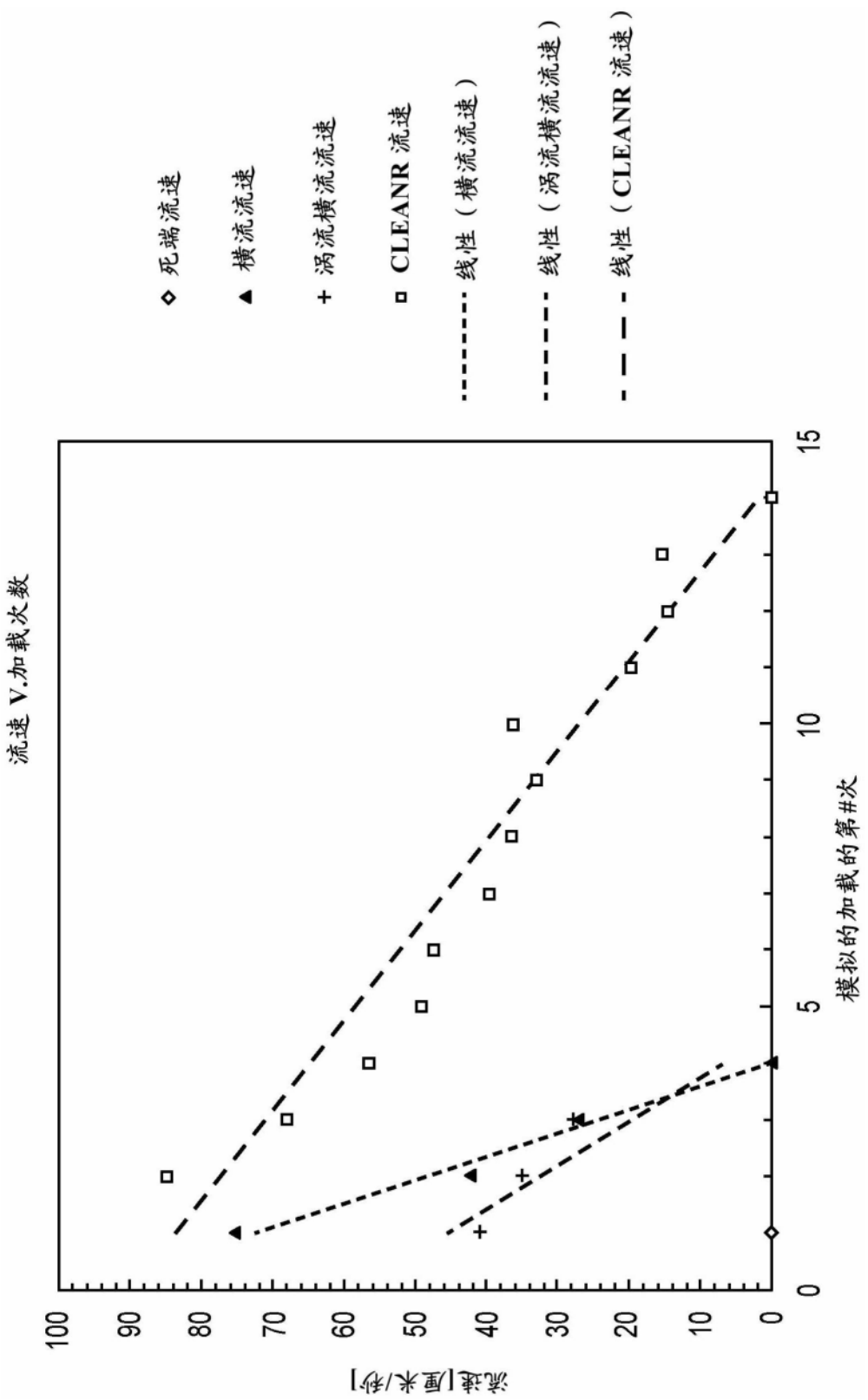

死端流速
横流流速
涡流横流流速
CLEANR 流速
线性（横流流速）
线性（涡流横流流速）
线性（CLEANR 流速）
流速 V.加载次数
模拟的加载的第#次
流速[厘米/秒]
0
5
10
15
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

图22D

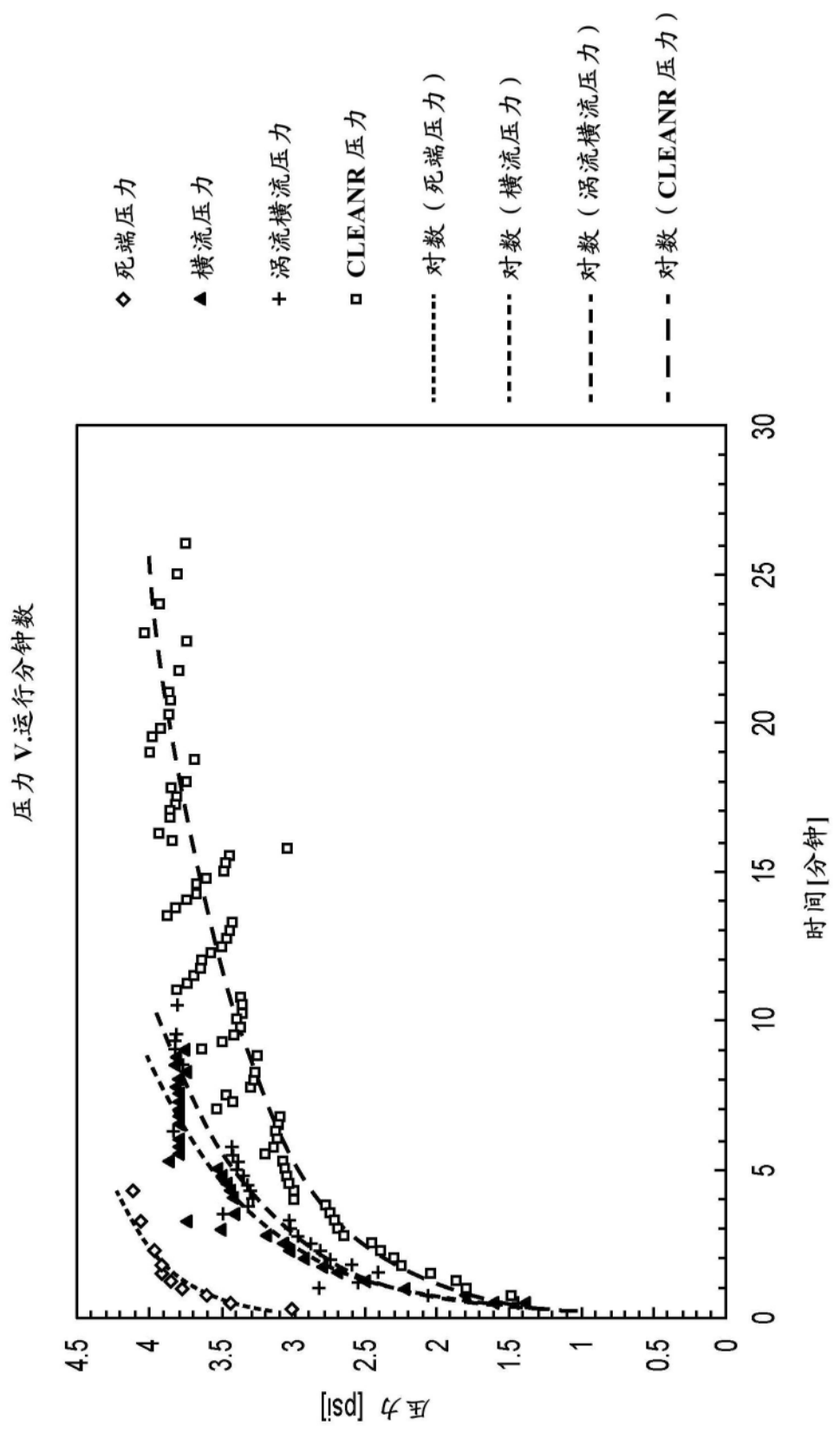

压力 V.运行分钟数
死端压力
横流压力
涡流横流压力
CLEANR 压力
对数（死端压力）
对数（横流压力）
对数（涡流横流压力）
对数（CLEANR 压力）
压力 [psi]
时间[分钟]
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
5
10
15
20
25
30

图22E

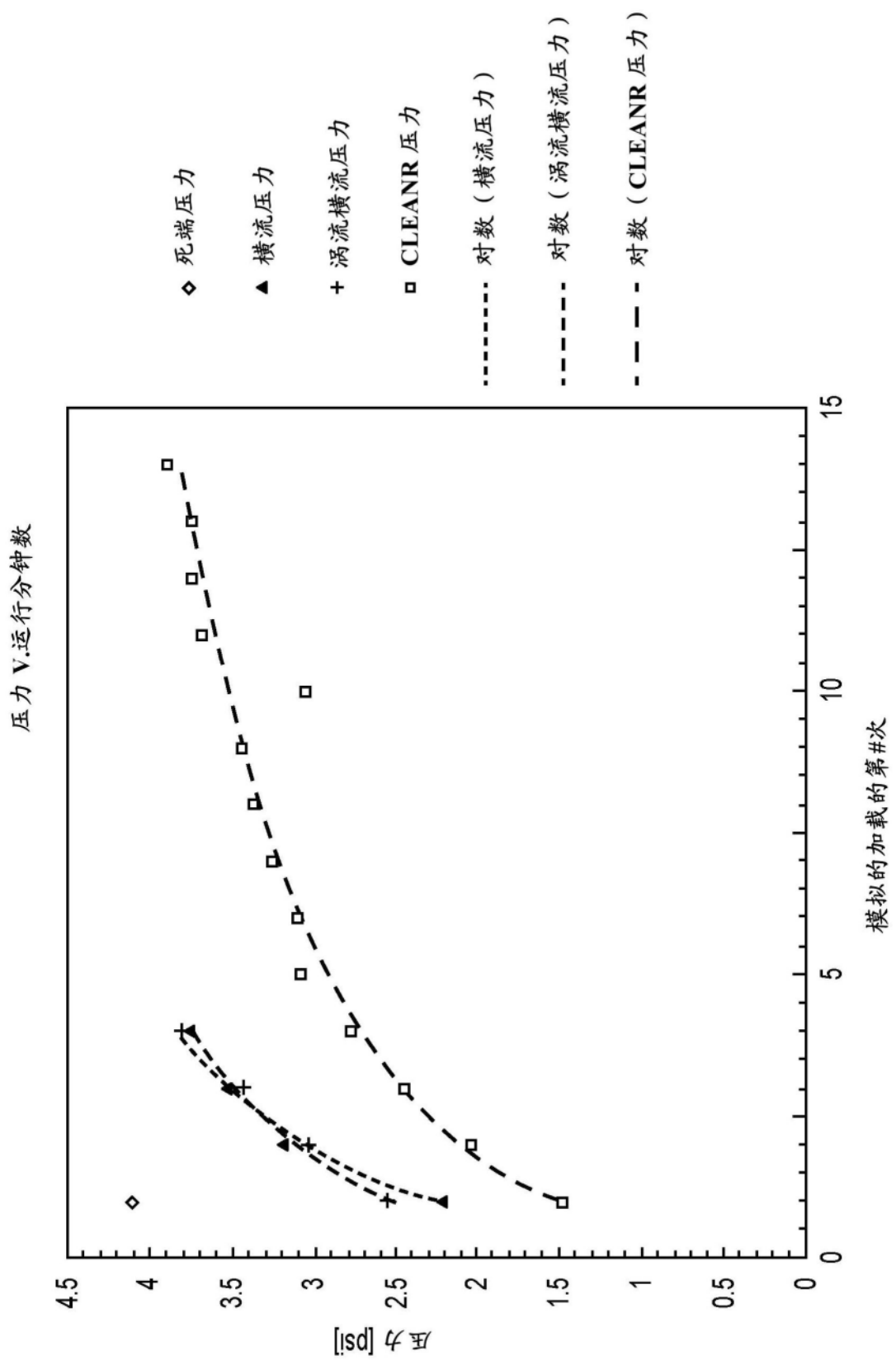

压力 V.运行分钟数
死端压力
横流压力
涡流横流压力
CLEANR 压力
对数（横流压力）
对数（涡流横流压力）
对数（CLEANR 压力）
压力 [psi]
模拟的加载的第#次
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
5
10
15

图22F

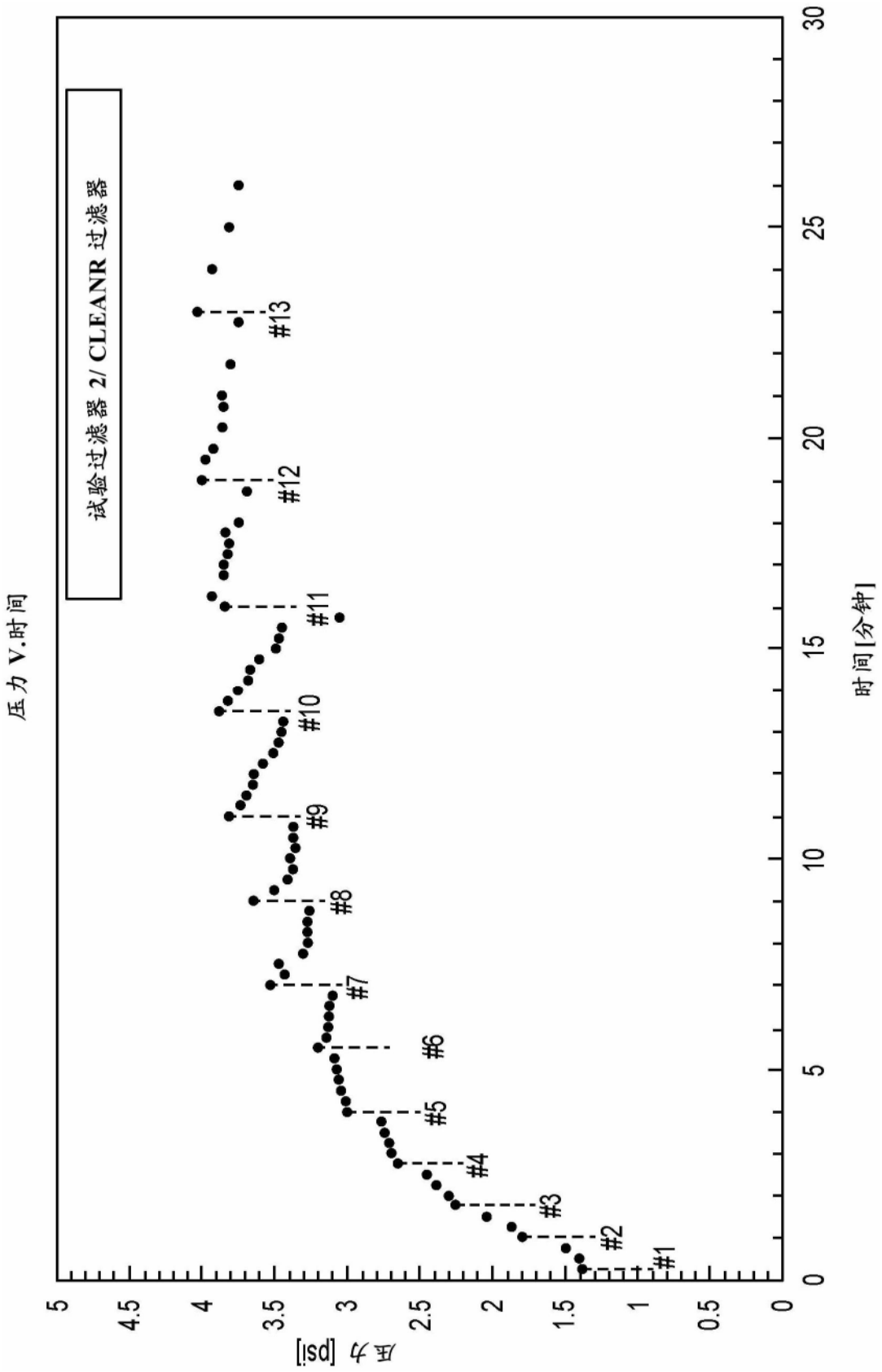

试验过滤器 2/ CLEANR 过滤器
压力 V.时间
压力 [psi]
时间 [分钟]
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
#8
#9
#10
#11
#12
#13
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
0
5
10
15
20
25
30

图22G

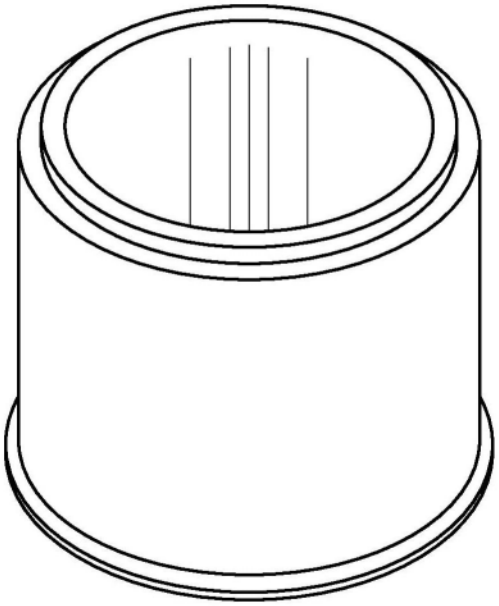


图23A

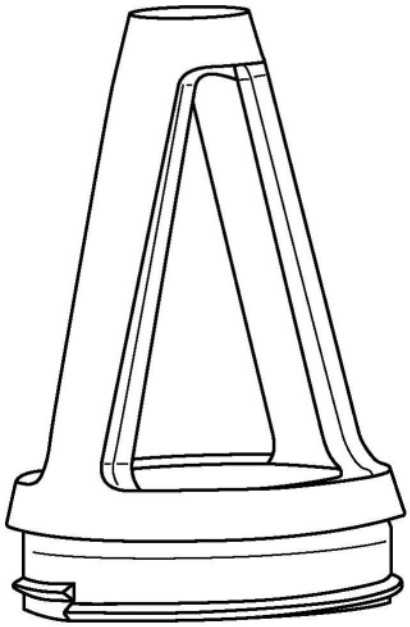


图23B

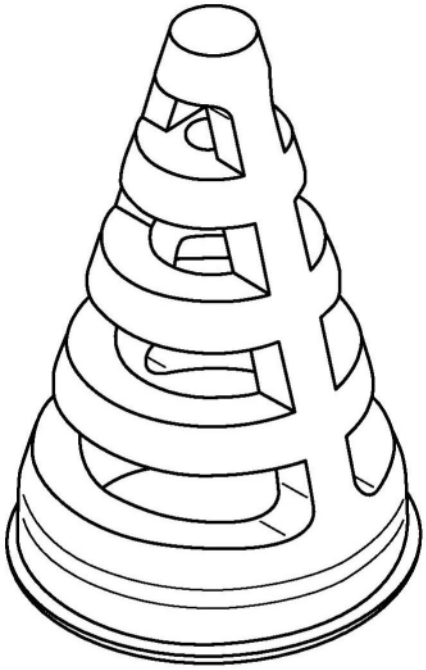


图23C

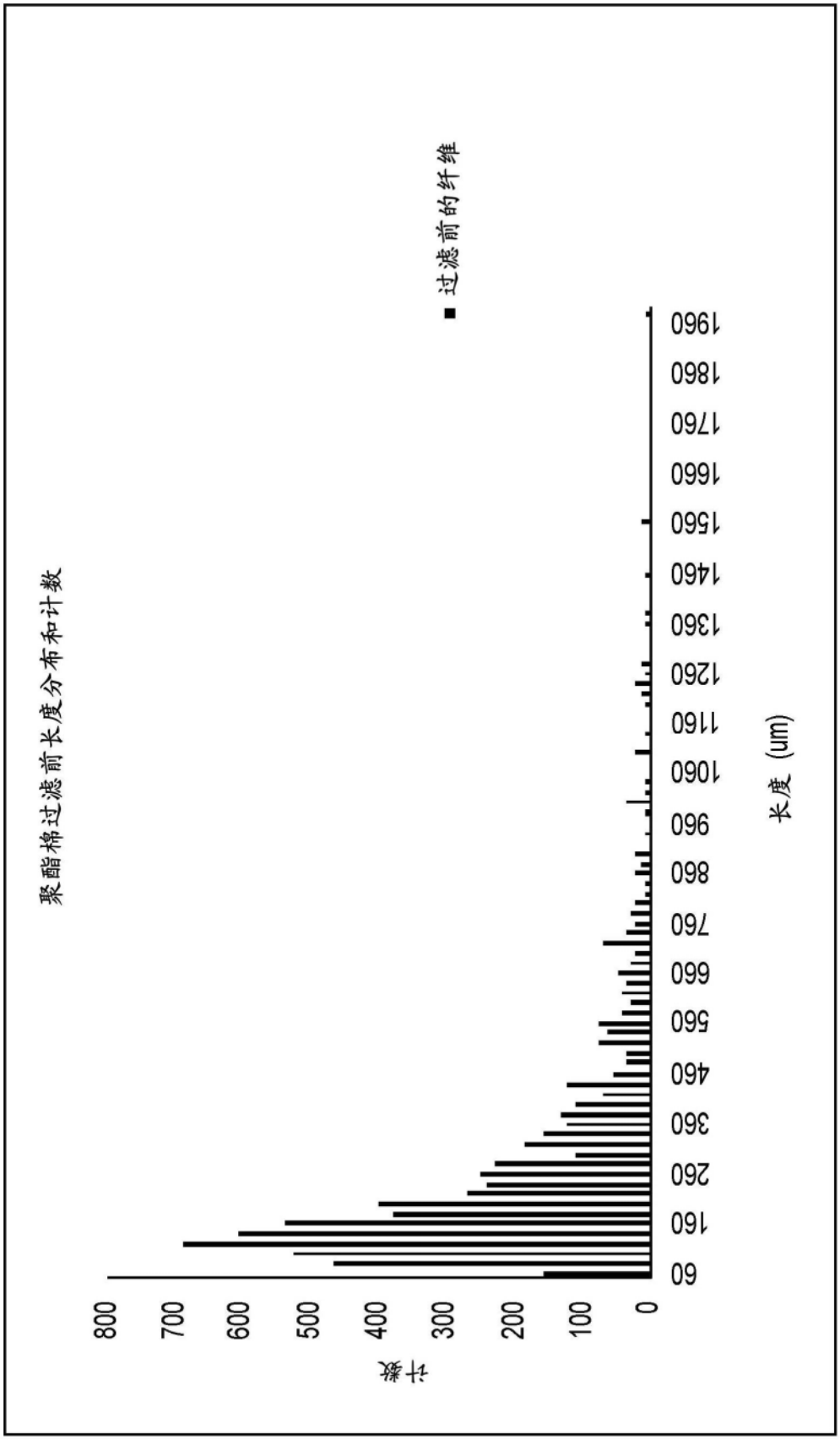

聚酯棉过滤前长度分布和计数
过滤前的纤维
计数
长度 (um)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
60
160
260
360
460
560
660
760
860
960
1060
1160
1260
1360
1460
1560
1660
1760
1860
1960

图24A

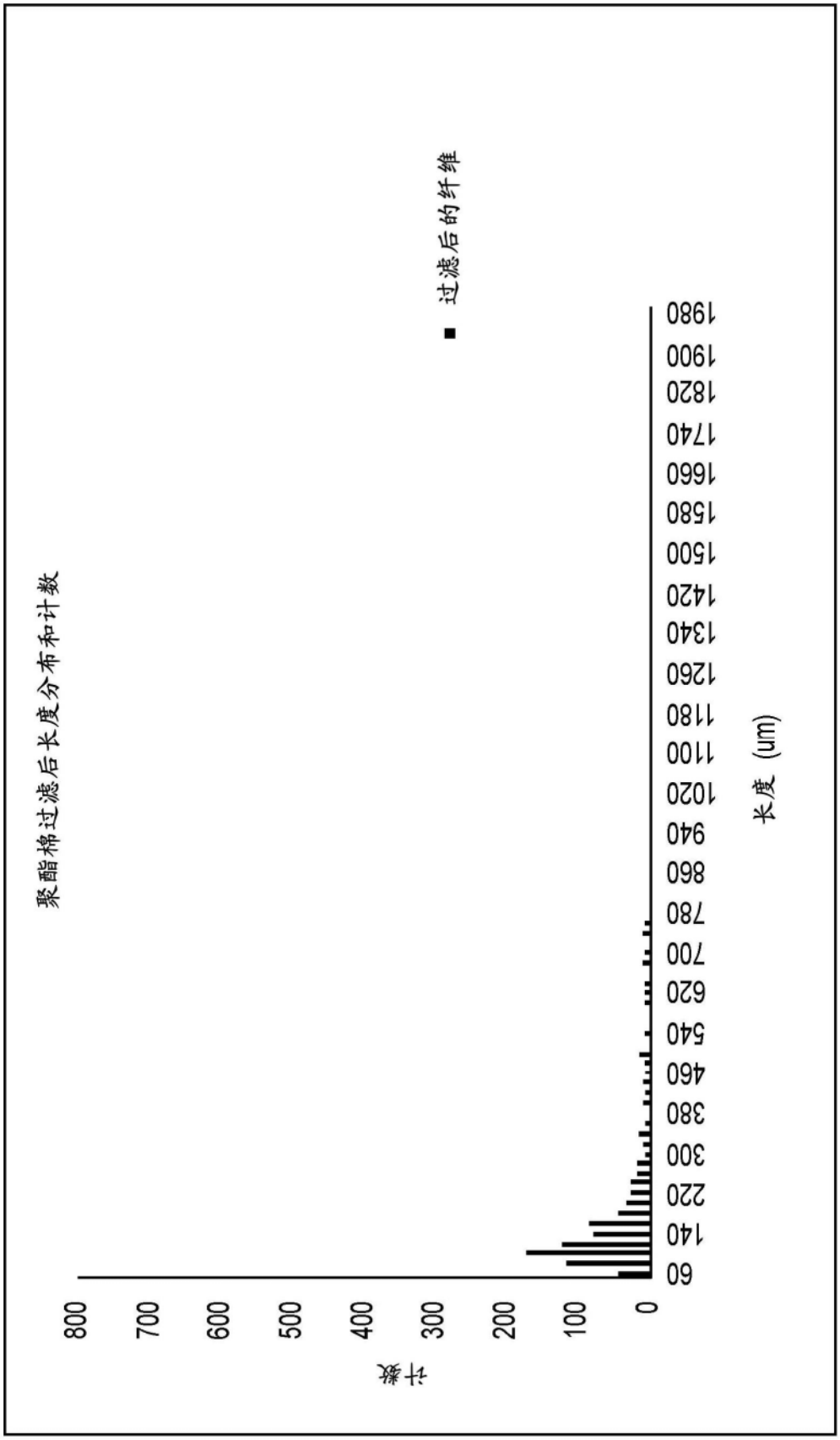

聚酯棉过滤后长度分布和计数
过滤后的纤维
计数
0
100
200
300
400
500
600
700
800
长度 (um)
60
140
220
300
380
460
540
620
700
780
860
940
1020
1100
1180
1260
1340
1420
1500
1580
1660
1740
1820
1900
1980

图24B

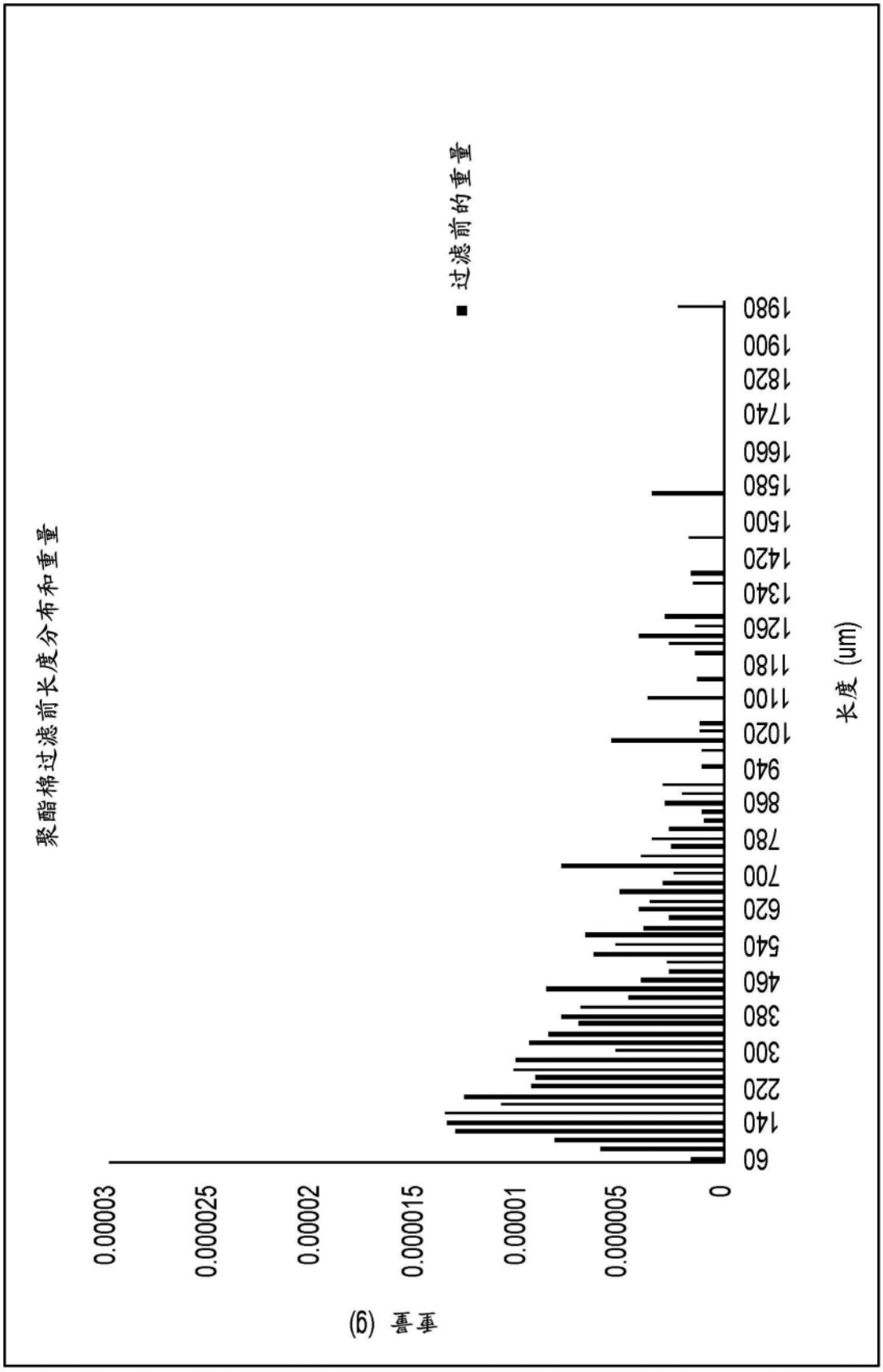

聚酯棉过滤前长度分布和重量
过滤前的重量
重量 (g)
0.00003
0.000025
0.00002
0.000015
0.00001
0.000005
0
长度 (um)
60
140
220
300
380
460
540
620
700
780
860
940
1020
1100
1180
1260
1340
1420
1500
1580
1660
1740
1820
1900
1980

图24C

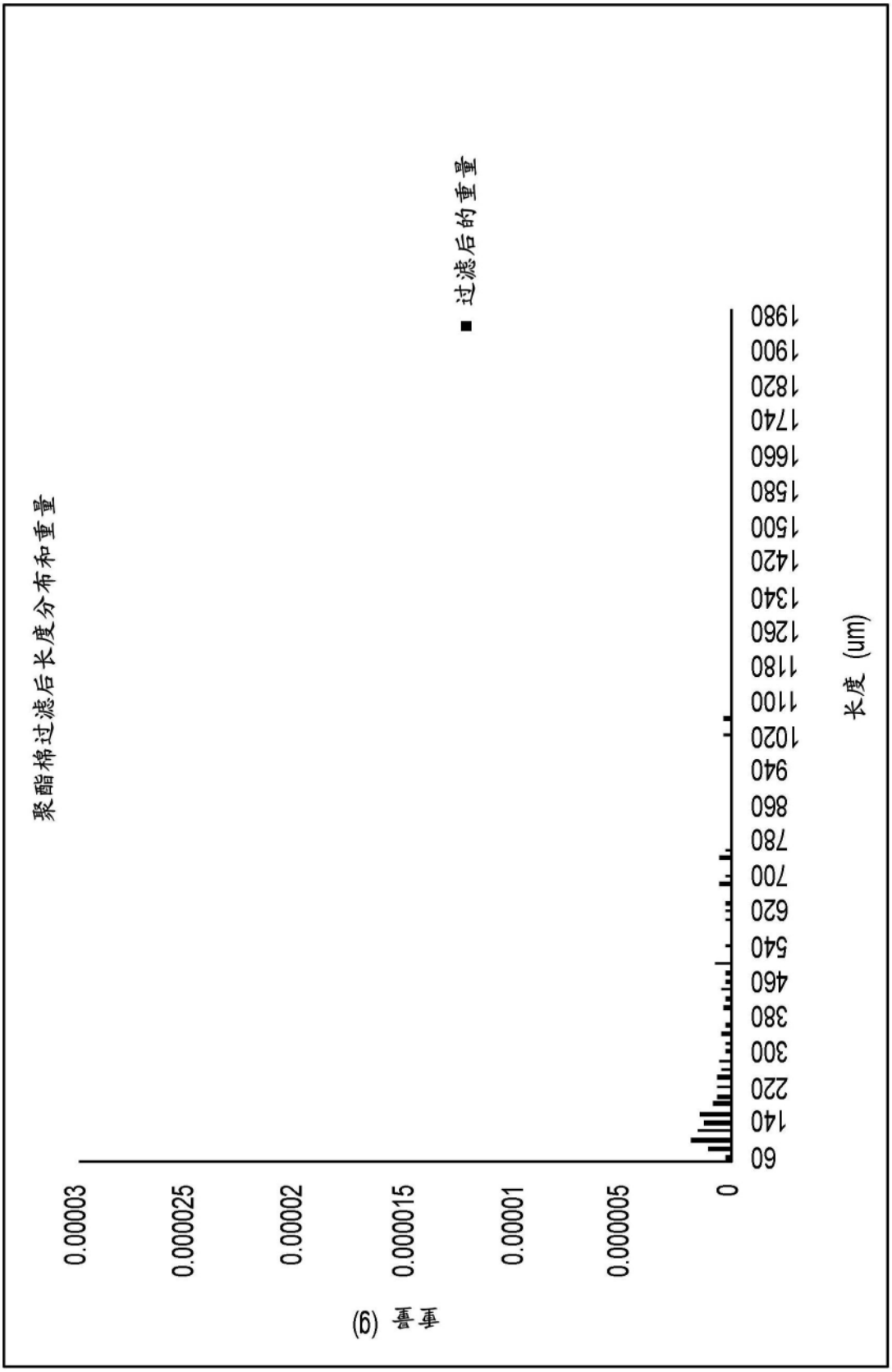

聚酯棉过滤后长度分布和重量
过滤后的重量
重量 (g)
0.00003
0.000025
0.00002
0.000015
0.00001
0.000005
0
长度 (um)
60
140
220
300
380
460
540
620
700
780
860
940
1020
1100
1180
1260
1340
1420
1500
1580
1660
1740
1820
1900
1980

图24D

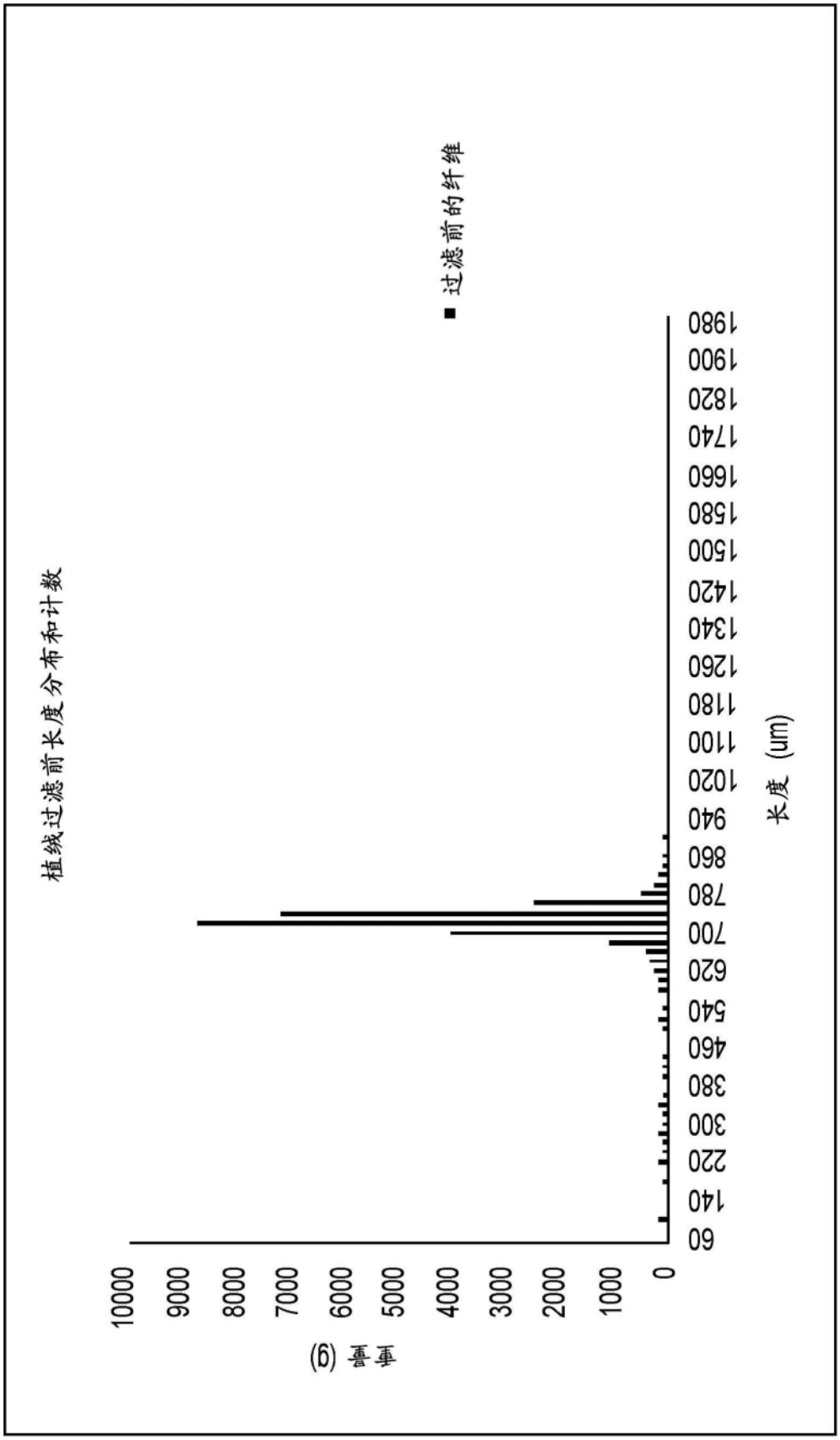

植绒过滤前长度分布和计数
过滤前的纤维
重量 (g)
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
长度 (um)
60
140
220
300
380
460
540
620
700
780
860
940
1020
1100
1180
1260
1340
1420
1500
1580
1660
1740
1820
1900
1980

图25A

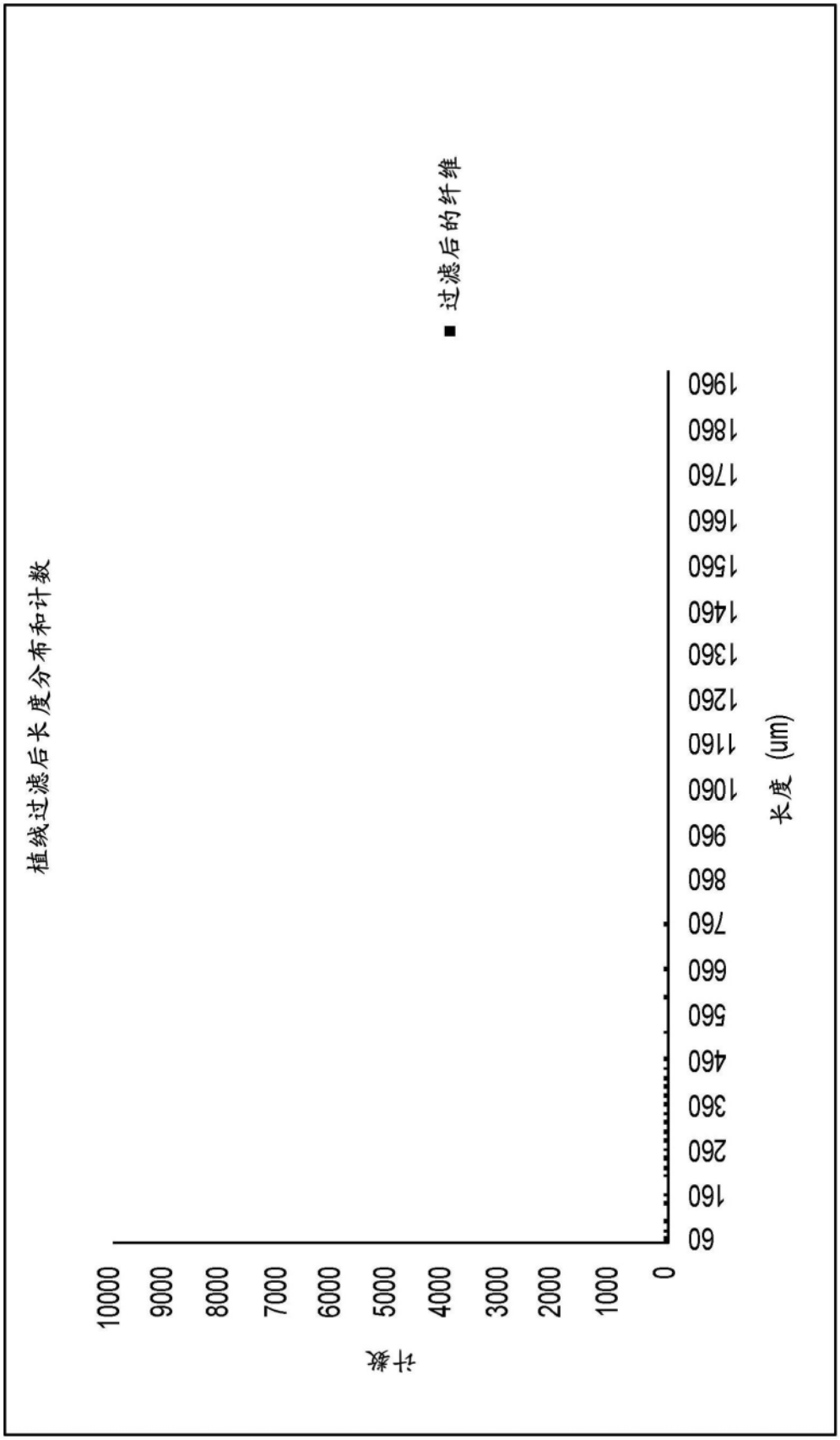

植绒过滤后长度分布和计数
过滤后的纤维
计数
长度 (um)
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
60
160
260
360
460
560
660
760
860
960
1060
1160
1260
1360
1460
1560
1660
1760
1860
1960

图25B

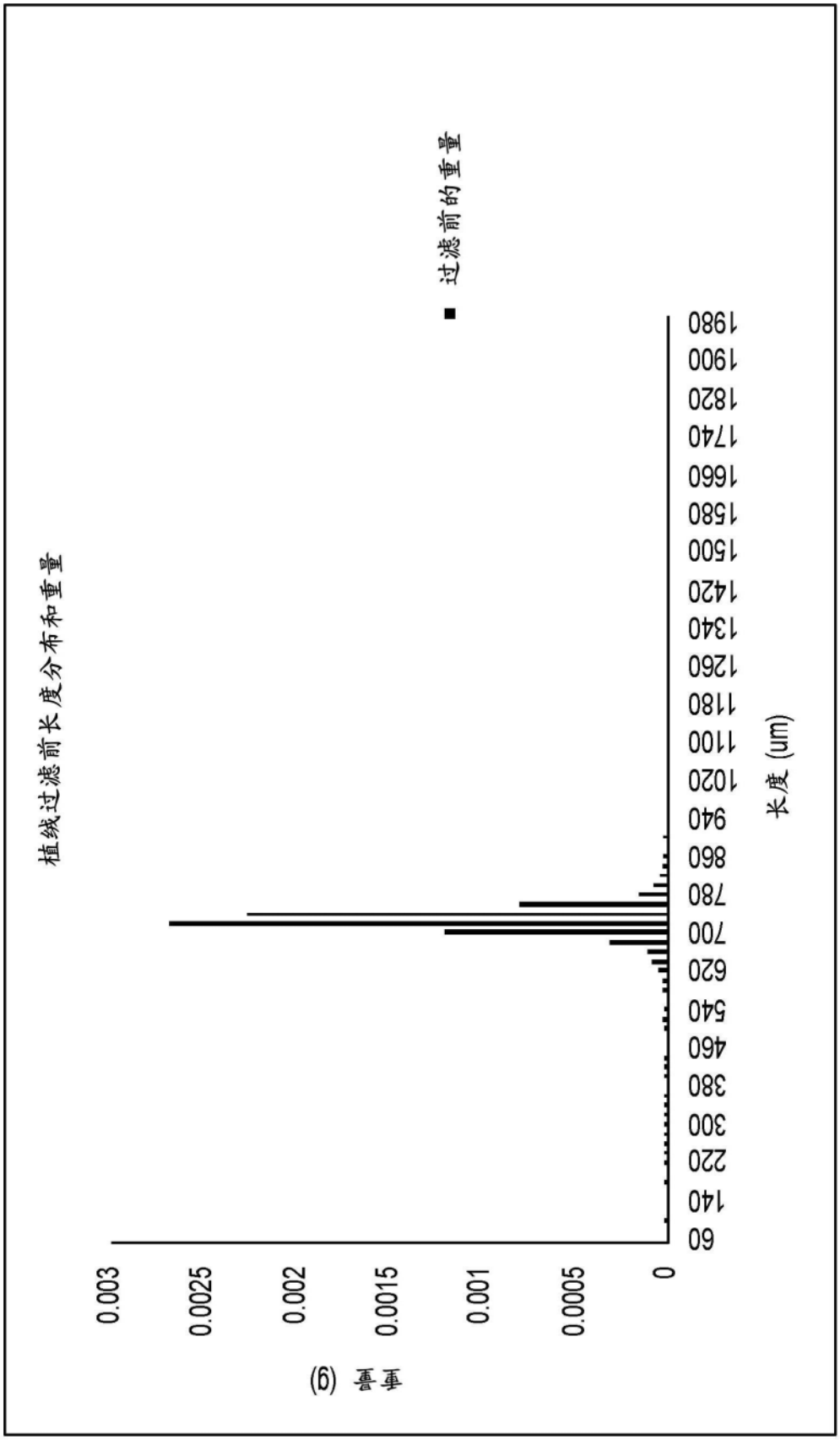

植绒过滤前长度分布和重量
过滤前的重量
重量 (g)
0.003
0.0025
0.002
0.0015
0.001
0.0005
0
长度 (um)
60
140
220
300
380
460
540
620
700
780
860
940
1020
1100
1180
1260
1340
1420
1500
1580
1660
1740
1820
1900
1980

图25C

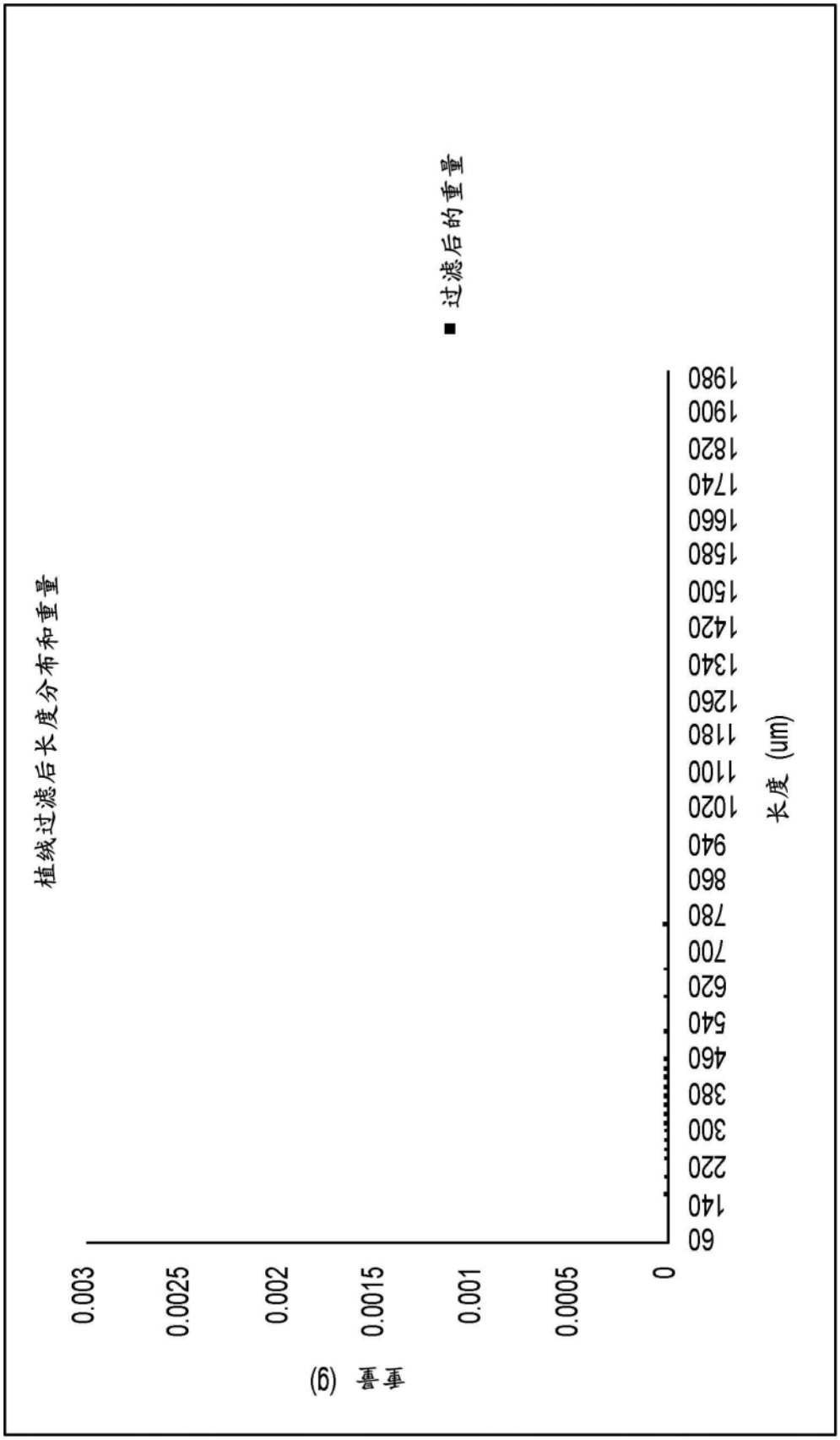

植绒过滤后长度分布和重量
过滤后的重量
重量 (g)
0.003
0.0025
0.002
0.0015
0.001
0.0005
0
长度 (um)
60
140
220
300
380
460
540
620
700
780
860
940
1020
1100
1180
1260
1340
1420
1500
1580
1660
1740
1820
1900
1980

图25D