



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105247014 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201480028310. 2

代理人 郭广迅 李渤

(22) 申请日 2014. 03. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/787293 2013. 03. 15 US

PCT/US2013/062941 2013. 10. 01 US

14/176032 2014. 02. 07 US

C10G 15/00(2006. 01)

C10G 32/00(2006. 01)

B01D 17/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 11. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/030090 2014. 03. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/145349 EN 2014. 09. 18

(71) 申请人 弗雷特等离子实验室公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 T·弗雷特

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

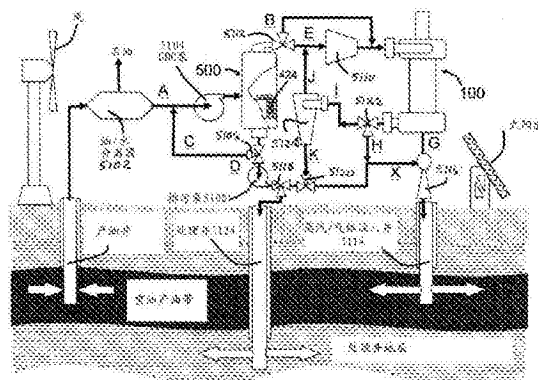
权利要求书6页 说明书43页 附图52页

(54) 发明名称

用于处理采矿副产物的系统、方法和设备

(57) 摘要

本发明提供用于回收采矿流体、提供强化的采油以及处理采出水的各种系统、方法和设备。等离子弧炬和电解池以各种组合使用。所述等离子弧炬包括圆柱形容器，连接至或接近第一端的第一切向入口/出口，连接至或接近第二端的第二切向入口/出口，连接至所述第一端使得第一电极(a)与所述圆柱形容器的纵轴对准并且(b)延伸进入所述圆柱形容器的电极壳体，和连接至所述第二端使得空心电极喷嘴与所述纵轴对准的空心电极喷嘴，所述空心电极喷嘴部分设置在圆柱形容器内部和部分设置在圆柱形容器外部。



1. 一种等离子系统,其包括:

油 / 水分离器;

连接至所述油 / 水分离器的泵输入端;

连接至所述泵输入端的第一三通阀;

具有连接至所述泵的输出端的输入端和连接至所述第一三通阀的底部入口 / 出口的辉光放电室;

等离子弧炬,其包括:

具有第一端和第二端的圆柱形容器,

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口,

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口,

电极壳体,所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准,并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容器,和

空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端;

连接至所述辉光放电室的顶部出口和所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口的第二三通阀;

连接在所述第二三通阀与所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间的压缩机;

连接所述等离子弧炬的第二切向入口 / 出口的第三三通阀;

连接至所述第三三通阀的第四三通阀;

具有连接至所述第三三通阀的切向入口、连接至所述第四三通阀的底流管和连接至所述压缩机的顶流管的旋风分离器;

连接至所述第四三通阀的第五三通阀;和

连接至所述第一三通阀和所述第五三通阀的泵。

2. 一种电解系统,其包括:

油 / 水分离器;

连接至所述油 / 水分离器的泵输入端;

连接至所述泵输入端的第一三通阀;和

辉光放电室,所述辉光放电室具有连接至所述泵输出端的输入端、连接至所述第一三通阀的底部入口 / 出口和连接至空心电极顶部的顶部气体出口。

3. 一种等离子系统,其包括:

等离子弧炬,其包括:

具有第一端和第二端的圆柱形容器,

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口,

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口,

电极壳体,所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准,并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容器,和

空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容

器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端；

油 / 水分离器；

具有连接至所述油 / 水分离器的输入端，和连接至所述等离子弧炬的第二切向入口 / 出口的输出端的泵；和

连接至所述泵输入端和所述等离子弧炬的空心电极喷嘴的三通阀。

4. 一种等离子系统，其包括：

第一等离子弧炬和第二等离子弧炬，每个等离子弧炬包括：

具有第一端和第二端的圆柱形容器，

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口，

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口，

电极壳体，所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准，并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容器，和

空心电极喷嘴，所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准，所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端；

油 / 水分离器；

具有连接至所述油 / 水分离器的输入端，和连接至所述第一等离子弧炬的第二切向入口 / 出口的输出端的泵；

连接至所述泵的输入端和所述第一等离子弧炬的空心电极喷嘴的四通阀；

连接在所述第一等离子弧炬的第一切向入口 / 出口与所述第二等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间的压缩机；

连接至所述第二等离子弧炬的空心电极喷嘴和所述四通阀的喷射器；和

连接至所述第二等离子弧炬的第二切向入口 / 出口和所述压缩机输入端的三通阀。

5. 一种等离子系统，其包括：

等离子弧炬，其包括：

具有第一端和第二端的圆柱形容器，

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口，

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口，

电极壳体，所述电极壳体连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准，并且 (b) 延伸进入圆柱形容器，和

空心电极喷嘴，所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准，所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端；

连接至所述等离子弧炬的空心电极喷嘴和所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口的第一三通阀；

连接至所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口的第二三通阀；

连接至所述第二三通阀的第三三通阀；

具有连接至所述等离子弧炬的第二切向入口 / 出口的输入端和连接至所述第三三通阀的空心电极的输出端的辉光放电室；

连接至所述辉光放电室的气体出口和所述第二三通阀的第四三通阀 ;和

连接至所述第一三通阀、所述第四三通阀、所述第三三通阀和所述辉光放电室的空心电极输入端的热氧化器。

6. 一种等离子系统,其包括 :

第一等离子弧炬和第二等离子弧炬,每个等离子弧炬包括 :

具有第一端和第二端的圆柱形容器,

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口,

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口,

电极壳体,所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准,并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容器,和

空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端 ;

连接在所述第一等离子弧炬的第二切向入口 / 出口与所述第二等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间的浮选池 ;

连接至所述浮选池的漂浮物 / 浮沫出口和所述第二等离子弧炬的空心电极喷嘴的三通阀 ;

连接至所述三通阀的增压泵 ;

连接至所述增压泵的蜗壳入口阀 ;

连接至所述第一等离子弧炬的空心电极喷嘴的石墨电极旋塞阀 ;

连接至所述石墨电极旋塞阀和所述蜗壳入口阀的泵蜗壳 ;和

连接至所述泵蜗壳的电极供给器。

7. 一种等离子系统,其包括 :

第一等离子弧炬和第二等离子弧炬,每个等离子弧炬包括 :

具有第一端和第二端的圆柱形容器,

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口,

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口,

电极壳体,所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准,并且 (b) 延伸进入圆柱形容器,和

空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端 ;

连接在第一等离子弧炬的第二切向入口 / 出口与所述第二等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间的浓缩机 ;和

连接至所述浓缩机的底部、所述第一等离子弧炬的空心电极喷嘴和所述第二等离子弧炬的空心电极喷嘴的三通阀。

8. 一种等离子系统,其包括 :

泵 ;

连接至所述泵的输入端的第一三通阀 ;

具有连接至所述泵的输出端的输入端和连接至所述第一三通阀的底部入口 / 出口的辉光放电室；

等离子弧炬,其包括：

具有第一端和第二端的圆柱形容器，

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口，

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口，

电极壳体,所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准,并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容器,和

空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端；

连接至所述辉光放电室的顶部出口和所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口的第二三通阀；

连接在所述第二三通阀与所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间的压缩机；

增压泵；

连接至所述增压泵的蜗壳入口阀；

连接至所述等离子弧炬的空心电极喷嘴的石墨电极旋塞阀；

连接至所述石墨电极旋塞阀和所述蜗壳入口阀的泵蜗壳；和

连接至所述泵蜗壳的电极供给器。

9. 一种等离子处理系统,其包括：

等离子弧炬,其包括：

具有第一端和第二端的圆柱形容器，

连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口，

连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口，

电极壳体,所述电极壳体连接至所述圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容器的纵轴对准,并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容器,和

空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴连接至所述圆柱形容器的第二端使得所述空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容器的纵轴对准,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容器外部的第二端；

具有入口和出口的螺旋进料器,所述出口与所述空心电极喷嘴的中心线对准；

连接至所述螺旋进料器出口的滤网,其与所述空心电极喷嘴的中心线对准并延伸接近所述空心电极喷嘴；

连接至所述螺旋进料器出口并包围邻近螺旋进料器的滤网的一部分的 T 形管；和

高温容器,所述高温容器连接至所述等离子弧炬和所述 T 形管,使得所述空心电极喷嘴连接至所述高温容器或延伸进入所述高温容器内且所述滤网延伸进入高温容器内。

10. 如权利要求 9 所述的等离子处理系统,其进一步包括自所述螺旋进料单元延伸并与所述空心电极喷嘴的中心线对准的针电极。

11. 如权利要求 9 所述的等离子处理系统,其进一步包括连接至所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口的骤冷器或辉光放电系统。

12. 如权利要求 9 所述的等离子处理系统,其进一步包括连接至所述等离子弧炬的第一切向入口 / 出口的气体源。

13. 如权利要求 9 所述的等离子处理系统,其进一步包括连接至所述螺旋进料单元的入口的泵或传送机。

14. 如权利要求 9 所述的等离子处理系统,其进一步包括连接至所述螺旋进料单元的输出端的处理机或分离器。

15. 如权利要求 9 所述的多模式等离子弧炬,其进一步包括可操作地连接至所述第一电极以相对于所述空心电极喷嘴调节所述第一电极的位置的线性致动器。

16. 如权利要求 9 所述的多模式等离子弧炬,所述圆柱形电极的第一端的第一内径大于所述圆柱形电极喷嘴的第二端的第二内径。

17. 如权利要求 16 所述的多模式等离子弧炬,所述第一内径和所述第二内径形成沉头孔。

18. 如权利要求 16 所述的多模式等离子弧炬,其进一步包括从所述第一内径过渡到所述第二内径的圆柱形电极内的第一锥形部分。

19. 如权利要求 16 所述的多模式等离子弧炬,其进一步包括从所述第一内径过渡到所述圆柱形电极的第一端处的第三内径的圆柱形电极内的第二锥形部分,其中所述第三内径大于所述第一内径。

20. 如权利要求 9 所述的多模式等离子弧炬,所述空心电极喷嘴具有外部法兰。

21. 如权利要求 9 所述的多模式等离子弧炬,其进一步包括围绕所述第一电极的一部分设置并具有与所述第一电极相同的极性的第三电极。

22. 如权利要求 9 所述的多模式等离子弧炬,其进一步包括电连接至所述第一电极和所述空心电极喷嘴的电源。

23. 一种用于处理物料的方法,其包括以下步骤:

提供等离子弧炬和螺旋进料单元;

所述等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容容器,连接至或接近所述第一端的第一切向入口 / 出口,连接至或接近所述第二端的第二切向入口 / 出口,连接至所述圆柱形容容器的第一端使得第一电极 (a) 与所述圆柱形容容器的纵轴对准并且 (b) 延伸进入所述圆柱形容容器内的电极壳体,和连接至所述圆柱形容容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与所述圆柱形容容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在所述圆柱形容容器内部的第一端和设置在所述圆柱形容容器外部的第二端;

具有入口和出口的螺旋进料单元,所述出口与所述中心线对准并且接近所述空心电极喷嘴;

将蒸汽供入第一切向入口 / 出口;

在所述第一电极和所述空心电极喷嘴之间产生电弧;

向所述螺旋进料单元的入口提供物料;和

通过使用所述螺旋进料单元使物料通过所述螺旋进料单元的出口朝向离开所述空心电极喷嘴的蒸汽等离子体移动,来处理物料。

24. 如权利要求 23 所述的方法,其进一步包括在蒸汽被供入所述第一切向入口 / 出口之前将气体注入所述蒸汽内的步骤。

25. 如权利要求 23 所述的方法,其进一步包括将物料泵送或传送至所述螺旋进料单元的入口的步骤。

26. 如权利要求 23 所述的方法,其中所述处理物料的步骤产生流体和惰性玻璃化矿渣。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其中所述物料包括含有采矿流体的采矿副产物,所述流体包括回收的采矿流体,所述惰性玻璃化矿渣包括惰性玻璃化采矿副产物矿渣。

28. 如权利要求 27 所述的方法,其中所述物料包括含有采矿流体的钻屑,所述回收的采矿流体包括回收的钻井液,所述惰性玻璃化采矿副产物矿渣包括惰性玻璃化钻屑矿渣。

29. 如权利要求 26 所述的方法,其进一步包括采用水、压裂返排液或采出水来骤冷所述玻璃化物料步骤。

30. 如权利要求 29 所述的方法,其中所述骤冷所述玻璃化物料产生供给所述第一入口 / 出口中的蒸汽。

31. 如权利要求 26 所述的方法,其进一步包括将所述流体分离成回收流体和水的步骤。

32. 如权利要求 24 所述的方法,其进一步包括采用辉光放电系统来产生蒸汽的步骤。

用于处理采矿副产物的系统、方法和设备

发明领域

[0001] 总的来说,本发明涉及油气生产领域,并且特别涉及用于处理采矿副产物的方法和设备。

[0002] 发明背景

[0003] 烃的生产始于采矿。使用用于油砂开采的大型起重机和卡车进行表面采挖或钻井以开采近地下地层中的烃。在任一种情形中,来自采挖、钻井、完井和 / 或生产烃的副产物包括钻屑、压裂返排水、采出水、以及在油砂表面采挖情况下的大量尾矿(统称为“采矿副产物”)。

[0004] 溶剂和 / 或有价值的钻井流体(统称为“采矿流体”)被用在采挖或钻井工艺中,以除此之外提供液体静压力,冷却和清洗钻头,带出钻屑(例如岩石、土壤、沙子等等),并且在钻机不工作时使钻屑悬浮。大部分钻井流体的成本与原油的成本成正比。因此,油基泥浆(OBM)主要是柴油,合成基泥浆(SBM)是类似于 Shell Rotella® 的合成油。例如,由 Cabot 公司生产的甲酸盐钻井液极其昂贵,但对环境是安全的,不含有固体且可以用在高温高压地层之中。类似地,因为只要流体的钻屑保留率(ROC)低于法规的要求,钻屑可以排放到船外,所以合成基钻井液通常用于海上钻探。

[0005] 离开矿山或矿井的采矿液和采矿副产物的混合物也含有烃。该混合物通常用固体控制系统(例如泥浆振动筛、泥浆气体分离机、除砂器、除泥器、脱气器、清洗机等)进行处理,以基本上将采矿液和烃从采矿副产物中分离出来。但是,这些固体控制系统并不将所有采矿液和烃从采矿副产物中除去。结果,这些有价值的采矿液和烃可能最终在尾矿池、海底或运至处理、回收和处置(TRD)设施。

[0006] 立式离心机通常在海上用于将 ROC 降低至排放限度以下。但是,在立式离心机中,堵漏材料(LCM)和水泥并不能得到有效地处理。其堵塞离心机,离心机必须关闭并进行清洗,因此在水泥胶粘操作期间或者当 LCM 丸粒被用来阻止循环漏失和流体进入地层时,其通常被忽略。另一种处理系统采用热脱附单元,这些热脱附单元体积庞大且具有很多活动部件。类似地,热脱附单元常常采用间接加热,其相对于直接加热是低效的。

[0007] 常常使用空气干燥机和摩擦干燥机,例如 Schlumberger 的(M-I Swaco) Hammermill,但是两者均尚不能成功地回收基液。这是因为两种干燥机均将钻屑粉碎成很细的粉末,其使得难以将基液与细钻屑分离。同样地,因为钻井液含有燃料(柴油、合成油等),空气干燥机会产生爆炸性混合物。虽然 Schlumberger 在市场推出了零排放热脱附 TPS 系统,但是该系统仍然仅实现总烃百分比(TPH)小于 0.5% 的去除。最终,美国能源钻井废料管理信息系统部门(U.S. Department Of Energy's Drilling Waste Management Information System)公布了许多用于处理钻探废料的不同热技术。

[0008] 当原油价格低时,接近限度的 ROC 并不被视为问题。但是,随着新法规压低 ROC 限度加上高原油价格,对于众多油气公司,从采矿副产物中回收采矿流体已经变成优先考虑的事情,并且现在是环境上可持续的目标。此外,一些采矿流体,例如含有铈的甲酸盐钻井液的成本使得从采矿副产物中回收这些采矿流体在经济和生态上都很令人满意。

[0009] 其他与油气资源生产相关的问题包括这样的事实：即产油井通常达到其寿命末期，而地层内仍有相当大量的石油地质储量 (OIP)。生产负责人、地质学家和工程师随后可能决定是否关闭油井或采用包括水驱、蒸汽驱、注入二氧化碳和注入溶剂的强化采油 (EOR) 方法使油井增产。

[0010] 同样地，甚至在油井的峰值产量期间，由于石蜡堵塞生产管道，油井可能必须关闭。这样会导致多个问题，包括产量下降和连接到地面泵的抽油杆的分离或折断。另一个与大多数油气井相关的问题是采出水。当水到达地面时，其从油和气中分离，然后必须在最终处置之前进行处理。

[0011] 最近，主要由于高原油价格，许多勘探公司转向非常规的重油资源 (API<22)，例如油砂沥青、油页岩母质及重油本身。加拿大含有最大量的已知油砂储量，估计超过 1 万亿桶可回收沥青。同样地，最大量的已知非常规石油或烃资源可以在科罗拉多州、怀俄明州和犹他州的绿河地层中找到。全世界油页岩储量估计为约 2.9 ~ 3.3 万亿桶页岩油，而仅绿河地层的储量估计含有 1.5 ~ 2.6 万亿桶。

[0012] 但是，关于再次提起的对油页岩开发的兴趣而出现的问题包括水资源、温室气体排放和基础设施的需求。同样地，加拿大油砂具有其自身的问题，包括非常大的尾矿池和缺乏对从油砂回收的沥青改质的能力。此外，蒸汽辅助重力排流 (SAGD) 工艺利用大量的能源来产生蒸汽。与产生蒸汽有关的两个问题首先是水资源及除去沉积在锅炉管道壁上的染污物，其次是向井底注入蒸汽时回收蒸汽内的潜热。

[0013] 问题在于间接热传递。热通过辐射、对流和传导进行传递。事实上，SAGD 蒸发器和锅炉通过辐射、对流和传导来传递热。虽然锅炉中的火焰通过辐射和对流将热传递给锅炉管道，但经过锅炉管道的热传递仅通过热传导进行。并且在 SAGD 设施中，降低生产成本的障碍是通过锅炉管道的热传导的热传递。

[0014] 当锅炉管道的热传递表面被污染物，例如二氧化硅覆盖时，则热传递减少，并且锅炉和 / 或蒸发器必须关闭进行维修。在 SAGD 设施中，这是常见的问题，特别是对于二氧化硅，现在已被视为不可持续性的。二氧化硅随着油砂同时产生。因此，由挥发性二氧化硅化合物蒸发以及挥发性有机化合物 (VOC) 造成的砂污染是利用传统的以锅炉进行的水处理方法和单程蒸汽发生设备的目前的 EOR 操作中的遗留问题。

[0015] 因此，需要回收采矿流体、提供强化采油和处理采出水的系统、方法和设备。

[0016] 发明概述

[0017] 本发明提供从采矿副产物中回收采矿流体的系统、方法和设备。此外，本发明能够采用蒸汽等离子体将有价值的采矿流体的回收与清洁水的生产相结合。进一步地，本发明可以熔化采矿副产物，例如砂、粘土、钻屑和盐以生产惰性材料。因此，本发明可以为操作者减少或消除从开始到结束的问题。

[0018] 此外，本发明的一个实施方案可以大量地将可利用的天然气裂解成氢和碳，然后以逆流方式使用氢作为等离子体气体用来熔化钻屑和回收液体，实现零或减少的柴油和 / 或天然气发动机排放。这真正开启了绿色钻探和绿色完井的大门。氢可以在现场压缩和存储，以用于完井阶段或者在钻井操作期间使用，以利用氢使柴油发动机烧尽 (lean out) 来减少柴油排放。因此，本发明结合了油气水处理和有价值的资源，例如烃、钻井液、合成气体 (合成气)、氢和清洁水的回收。所有这些可以在闭环系统中实现。

[0019] 此外,本发明提供用于原位和 / 或在井口处将重油改质或部分改质成轻油的系统、方法和设备。

[0020] 本发明还提供用于以非常有效的方式回收油气生产中使用的所有的水,同时减少或消除环境影响,如空气排放,例如燃烧化石燃料以回收化石燃料的系统、方法和设备。

[0021] 例如,本发明提供一种等离子系统,其包括油 / 水分离器,连接至油 / 水分离器的泵的输入端,连接至泵的输入端的第一三通阀,具有连接至泵的输出端的输入端和连接至第一三通阀的底部入口 / 出口的辉光放电室,以及等离子弧炬。等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器;连接至或接近第一端的第一切向入口 / 出口,连接至或接近第二端的第二切向入口 / 出口,连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与圆柱形容器的纵轴对准以及 (b) 延伸进入圆柱形容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。第二三通阀连接至辉光放电室的顶部出口和等离子弧炬的第一切向入口 / 出口。压缩机连接在第二三通阀和等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间。第三三通阀连接至等离子弧炬的第二切向入口 / 出口。第四三通阀连接至第三三通阀。旋风分离器具有连接至第三三通阀的切向入口,连接至第四三通阀的底流管和连接至压缩机的顶流管。第五三通阀连接至第四三通阀。泵连接至第一三通阀和第五三通阀。

[0022] 本发明提供一种电解系统,其包括油 / 水分离器,连接至油 / 水分离器的泵的输入端,连接至泵的输入端的第一三通阀,具有连接至泵的输出端的输入端、连接至第一三通阀的底部入口 / 出口和连接至空心电极顶部的顶部气体出口的辉光放电室。

[0023] 本发明提供一种等离子系统,该等离子系统包括油 / 水分离器和等离子弧炬,所述等离子弧炬具有具有第一端和第二端的圆柱形容器;连接至或接近第一端的第一切向入口 / 出口,连接至或接近第二端的第二切向入口 / 出口,连接至圆柱形容器第一端使得第一电极 (a) 与圆柱形容器的纵轴对准, (b) 延伸进入圆柱形容器的电极壳体,和连接至圆柱形容器第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。泵具有连接至油 / 水分离器的输入端,以及连接至等离子弧炬的第二切向入口 / 出口的输出端。三通阀连接至泵的输入端和等离子弧炬的空心电极喷嘴。

[0024] 本发明提供一种等离子系统,所述等离子系统包括油 / 水分离器以及第一等离子弧炬和第二等离子弧炬。每个等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器,连接至或接近第一端的第一切向入口 / 出口,连接至或接近第二端的第二切向入口 / 出口,连接至圆柱形容器第一端使得第一电极 (a) 与圆柱形容器的纵轴对准并且 (b) 延伸进入圆柱形容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。泵具有连接至油 / 水分离器的输入端,以及连接至第一等离子弧炬的第二切向入口 / 出口的输出端。四通阀连接至泵的输入端和第一等离子弧炬的空心电极喷嘴。压缩机连接在第一等离子弧炬的第一切向入口 / 出口与第二等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间。喷射器连接至第二等离子弧炬的空心电极喷嘴和四通阀。三通阀连接至第二等离子弧炬的第二切向入口 / 出口和压缩机的输入端。

[0025] 本发明提供一种包括等离子弧炬的等离子系统,所述等离子弧炬具有具有第一端和第二端的圆柱形容器,连接至或接近第一端的第一切向入口/出口,连接至或接近第二端的第二切向入口/出口,连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极(a)与圆柱形容器的纵轴对准并且(b)延伸进入圆柱形容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。第一三通阀连接至等离子弧炬的空心电极喷嘴和等离子弧炬的第一切向入口/出口。第二三通阀连接至等离子弧炬的第一切向入口/出口。第三三通阀连接至第二三通阀。辉光放电室具有连接至等离子弧炬的第二切向入口/出口的输入端和连接至第三三通阀的空心电极的输出端。第四三通阀连接至辉光放电室的气体出口和第二三通阀。热氧化器连接至第一三通阀、第四三通阀、第三三通阀以及辉光放电室的空心电极的输入端。

[0026] 本发明提供一种包括第一等离子弧炬和第二等离子弧炬的等离子系统。每个等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器,连接至或接近第一端的第一切向入口/出口,连接至或接近第二端的第二切向入口/出口,连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极(a)与圆柱形容器的纵轴对准并且(b)延伸进入圆柱形容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。浮选池连接在第一等离子弧炬的第二切向入口/出口与第二等离子弧炬的第一切向入口/出口之间。三通阀连接至浮选池的漂浮物/浮沫出口以及第二等离子弧炬的空心电极喷嘴。增压泵连接至三通阀。蜗壳入口阀连接至增压泵。石墨电极旋塞阀连接至第一等离子弧炬的空心电极喷嘴。泵蜗壳连接至石墨电极旋塞阀和蜗壳入口阀。电极供给器连接至泵蜗壳。

[0027] 本发明提供一种包括第一等离子弧炬和第二等离子弧炬的等离子系统。每个等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器,连接至或接近第一端的第一切向入口/出口,连接至或接近第二端的第二切向入口/出口,连接至圆柱形容器第一端使得第一电极(a)与圆柱形容器的纵轴对准并且(b)延伸进入圆柱形容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。浓缩机连接在第一等离子弧炬的第二切向入口/出口与第二等离子弧炬的第一切向入口/出口之间。三通阀连接至浓缩机的底部、第一等离子弧炬的空心电极喷嘴和第二等离子弧炬的空心电极喷嘴。

[0028] 本发明提供一种等离子系统,其包括泵,连接至泵的输入端的第一三通阀,具有连接至泵的输入端的输入端和连接至第一三通阀的底部入口/出口的辉光放电室,以及等离子弧炬。等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器,连接至或接近第一端的第一切向入口/出口,连接至或接近第二端的第二切向入口/出口,连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极(a)与圆柱形容器的纵轴对准,并且(b)延伸进入圆柱形容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。第二三通阀连接至辉光放电室的顶部出口和等离子弧炬的第一切向入口/

出口。压缩机连接在第二三通阀与等离子弧炬的第一切向入口 / 出口之间。增压泵连接至蜗壳入口阀。石墨电极旋塞阀连接至等离子弧炬的空心电极喷嘴。泵蜗壳连接至石墨电极旋塞阀和蜗壳入口阀。电极供给器连接至泵蜗壳。

[0029] 本发明提供一种包括等离子弧炬和螺旋进料单元的等离子处理系统。等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器, 连接至或接近第一端的第一切向入口 / 出口, 连接至或接近第二端的第二切向入口 / 出口, 连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与圆柱形容器的纵轴对准, 并且 (b) 延伸进入圆柱形容器的电极壳体, 以及连接至圆柱形容器第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴, 所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。螺旋进料单元具有入口和出口, 出口与所述中心线对准并且接近空心电极喷嘴。

[0030] 此外, 本发明提供一种包括等离子弧炬、螺旋进料器、滤网、T 形管和高温容器的等离子处理系统。等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器, 连接至或接近第一端的第一切向入口 / 出口, 连接至或接近第二端的第二切向入口 / 出口, 连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与圆柱形容器的纵轴对准, 并且 (b) 延伸进入圆柱形容器的电极壳体, 以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴, 所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。螺旋进料器具有入口和出口, 出口与空心电极喷嘴的中心线对准。滤网连接至螺旋进料器的出口, 与空心电极喷嘴的中心线对准并延伸接近空心电极喷嘴。T 形管接合至螺旋进料器的出口并包围邻近螺旋进料器的滤网的一部分。高温容器连接至等离子弧炬和 T 形管, 使得空心电极喷嘴连接至或延伸进入高温容器, 并且滤网延伸进入高温容器。

[0031] 此外, 本发明提供一种采用等离子弧炬和螺旋进料单元来处理物料的方法。以其最简单的形式, 等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容器, 连接至或接近第一端的第一切向入口 / 出口, 连接至或接近第二端的第二切向入口 / 出口, 连接至圆柱形容器的第一端使得第一电极 (a) 与圆柱形容器的纵轴对准, 并且 (b) 延伸进入圆柱形容器的电极壳体, 以及连接至圆柱形容器的第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容器的纵轴对准的空心电极喷嘴, 所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。螺旋进料单元具有入口和出口, 出口与所述中心线对准并且接近空心电极喷嘴。蒸汽被供应至第一切向入口 / 出口, 电弧在第一电极和空心电极喷嘴之间生成。物料 (例如含有采矿流体的采矿副产物) 被提供至螺旋进料单元的入口, 并且通过使用螺旋进料单元使物料经过螺旋进料单元的出口朝向离开空心电极喷嘴的蒸汽等离子体移动, 对物料进行处理。处理产生流体 (例如回收的采矿流体, 如回收的钻井液等) 和惰性玻璃化矿渣 (例如惰性玻璃化采矿副产物渣, 如惰性玻璃化钻屑等)。

[0032] 下面参照附图对本发明进行详细的描述。

[0033] 附图简述

[0034] 结合附图, 参照下面的描述, 可以更好地理解本发明的以上优点和另外的优点, 其中:

[0035] 图 1 是根据本发明的一个实施方案的等离子弧炬的图解;

[0036] 图 2 是根据本发明的一个实施方案将固体氧化物电池与液体电解质电池进行对

比和对照的横截面视图；

[0037] 图 3 是示出根据本发明的一个实施方案的辉光放电室的工作曲线的图；

[0038] 图 4 是根据本发明的一个实施方案的辉光放电室的横截面视图；

[0039] 图 5 是根据本发明的另一个实施方案的辉光放电室的横截面视图；

[0040] 图 6 是根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物等离子弧炬系统的横截面视图；

[0041] 图 7 是根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物等离子弧炬系统的横截面视图；

[0042] 图 8 是根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物转移电弧等离子体炬的横截面视图；

[0043] 图 9 是根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物非转移电弧等离子炬的横截面视图；

[0044] 图 10 是示出采用本发明的一个实施方案处理的尾矿池的水和固体分析结果的表格；

[0045] 图 11 是根据本发明的另一个实施方案的多模式等离子弧炬的横截面视图；

[0046] 图 12 示出根据本发明的另一个实施方案与多模式等离子弧炬一起使用的第二电极；

[0047] 图 13A- 图 13F 是根据本发明的另一个实施方案的空心电极喷嘴的各种形状的横截面视图；

[0048] 图 14 是根据本发明另一个实施方案用于多模式等离子弧炬的阳极喷嘴法兰安装总成的横截面视图；

[0049] 图 15 是根据本发明的另一个实施方案的双第一电极配置的横截面视图；

[0050] 图 16 示出根据本发明的另一个实施方案操作多模式等离子弧炬的第一电极的位置；

[0051] 图 17 是根据本发明的另一个实施方案用于按五种不同模式运行多模式等离子弧炬的系统的方框图；

[0052] 图 18 是根据本发明的另一个实施方案具有各种附属设备的多模式等离子弧炬的图解；

[0053] 图 19 是根据本发明的另一个实施方案具有各种附属设备的多模式等离子弧炬的图解；

[0054] 图 20 是根据本发明的另一个实施方案用于连续将电极送入旋风反应器的系统、方法和设备；

[0055] 图 21A 公开根据本发明的另一个实施方案的微波顶部注入旋风反应器，而图 21B 公开微波侧面注入旋风反应器；

[0056] 图 22 公开根据本发明的另一个实施方案的用于将微波和滤饼直接共注入旋转的等离子体中的系统、方法和设备；

[0057] 图 23 公开根据本发明的另一个实施方案的共注入的微波和滤饼可以直接送入等离子体中，等离子体然后流入旋风分离器并能够在注入旋风分离器之前对过滤用焦炭进行预处理；

[0058] 图 24 公开根据本发明的另一个实施方案的用于将来自 ArcWhirl® 炬 100 的等离子体直接注入旋风分离器的眼 (eye) 的系统、方法和设备；

[0059] 图 25 公开根据本发明的另一个实施方案的供给物料，例如滤饼或石油饼可以通过切向入口注入旋风分离器内；

[0060] 图 26 公开根据本发明的另一个实施方案的用于连续运行 ArcWhirl® 炬的系统、方法和设备；

[0061] 图 27 公开了根据本发明的另一个实施方案的用于通过使用电导线圈加热阳极喷嘴将额外的 EMR 和热添加到离开 V3 的气流的装置；

[0062] 图 28 公开了根据本发明的另一个实施方案的两台串联的 ArcWhirls®, 用于构成按不同的模式运行两个相同的多模式等离子炬的独特系统；

[0063] 图 29 公开根据本发明的另一个实施方案使用能够根据应用和期望的终端产品而按不同模式来运行的两台管道串联 ArcWhirls® 的另一种构造；

[0064] 图 30 公开根据本发明的另一个实施方案用于燃烧和 / 或骤冷由多模式等离子 ArcWhirl® 炬生成的产品的装置；

[0065] 图 31 公开根据本发明另一个实施方案用于通过沿多模式 ArcWhirl® 炬的纵轴对准的螺旋钻和针电极使待处理的物料逆流的装置；

[0066] 图 32A 公开了根据本发明另一个实施方案与图 1 的 ArcWhirl® 炬相似的独特配置，其采用图 14 所示的电极和活塞构造，可以作为反吹炬运行；

[0067] 图 32B 公开了根据本发明的另一个实施方案的系统，该系统可以通过用液压 / 气压端口替代弹簧并将电极活塞与电极棒电隔离来采用两个独立的电源供电；

[0068] 图 33B 根据本发明的另一个实施方案通过将三个电极、电极棒、电极活塞和电极喷嘴分别电连接至位于地表的 AC 源的三线电源线 L1、L2 和 L3 来实现使用交流电 (AC) 运行；

[0069] 图 35 公开了根据本发明的另一个实施方案使用多模式 ArcWhirl® 炬 100 作为串联电路内的电阻器的液体电阻器；

[0070] 图 36 公开了根据本发明的另一个实施方案的用于强化采油的独特系统、方法和设备；

[0071] 图 37 公开了根据本发明的另一个实施方案也可以被用于为 EOR 或为等离子钻井而生成井内蒸汽的三相 AC 等离子 ArcWhirl® 井内工具；

[0072] 图 38 公开了根据本发明的另一个实施方案的新型物料处理系统，该系统使用与大型 ArcWhirl® 炬并联的可变等离子电阻器 (VPR)；

[0073] 图 39 公开根据本发明的另一个实施方案用于将碳弧气刨炬改装和转换成 ArcWhirl® 炬的系统、方法和设备；

[0074] 图 40 公开了根据本发明的另一个实施方案用于采用康达效应 (Coanda Effect) 在石墨电极周围包裹等离子体的独特的系统、方法和设备；

[0075] 图 41 公开了根据本发明的另一个实施方案的另一种用于采用康达效应来将电弧转移至石墨电极从而维持和限制等离子体的系统、方法和设备；

[0076] 图 42 公开了根据本发明的一个实施方案的逆流蒸汽等离子体；

[0077] 图 43 是根据本发明的另一个实施方案的闭环采矿废料蒸汽等离子系统的方框图；

[0078] 图 44 是根据本发明的另一个实施方案的闭环采矿废料蒸汽等离子系统的方框图；

[0079] 图 45-49 是根据本发明采用各种形式的螺旋进料器的各种蒸汽等离子处理系统的图解；

[0080] 图 50 是根据本发明的各种实施方案用于处理物料的方法的流程图；

[0081] 图 51 是根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物辉光放电室和等离子弧炬强化采油系统的横截面视图；

[0082] 图 52 是根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物辉光放电室强化采油系统的横截面视图；

[0083] 图 53 是根据本发明的另一个实施方案的 ArcWhirl[®] 辉光放电室强化采油系统的横截面视图；

[0084] 图 54 是根据本发明的另一个实施方案的 ArcWhirl[®] 辉光放电室和 ArcWhirl[®] 等离子炬强化采油系统的横截面视图；

[0085] 图 55 是根据本发明的另一个实施方案的 ArcWhirl[®] 等离子炬和固体氧化物辉光放电室强化采油系统的横截面视图；

[0086] 图 56 是根据本发明的另一个实施方案的双 ArcWhirl[®] 等离子炬和浮选池系统的横截面视图；

[0087] 图 57 是根据本发明的另一个实施方案的双 ArcWhirl[®] 等离子炬和浓缩机系统的横截面视图；和

[0088] 图 58 是根据本发明的另一个实施方案的 SOGD ArcWhirl[®] 改质装置的横截面视图。

[0089] 发明详述

[0090] 虽然本发明的各种实施方案的形成和使用在下文进行详细讨论,但是应当理解,本发明提供了许多可应用的发明构思,这些发明构思可体现在各种各样的特定上下文中。在此讨论的具体的实施方案仅仅示例性地说明形成和使用本发明的具体方式,并不限定本发明的范围。

[0091] 现在参照图 1,根据本发明的一个实施方案的等离子弧炬 100 被示出。等离子弧炬 100 是第 7,422,695 号美国专利(在此通过引用全部并入)公开的产生不可预料的结果的 ARCWHIRL[®] 装置的改进版本。更具体地,通过将排气蜗壳 102 连接至容器 104 的底部,封闭涡流探测器,用空心电极喷嘴 106 替代底部电极,电弧得以维持,同时通过空心电极喷嘴 106 放出等离子体 108,不管有多少气体(例如空气)、流体(例如水)或蒸汽 110 被注入

等离子弧炬 100 中。此外,当阀门(未示出)连接至排气蜗壳 102 时,从空心电极喷嘴 106 排出的等离子体 108 的质量流量可以通过限制阀门(未示出)同时采用线性致动器 114 调节第一电极 112 的位置来控制。

[0092] 结果,等离子弧炬 100 包括具有第一端 116 和第二端 118 的圆柱形容器 104。切向入口 120 连接至或接近第一端 116,切向出口 136(排气蜗壳)连接至或接近第二端 118。电极壳 122 连接至圆柱形容器 104 的第一端 116 使得第一电极 112 与圆柱形容器 104 的纵轴 124 对准,延伸进入圆柱形容器 104,并能够沿着纵轴 124 移动。而且,线性致动器 114 连接至第一电极 112 以按照箭头 126 所示沿着圆柱形容器 124 的纵轴调节圆柱形容器 104 内的第一电极 112 的位置。空心电极喷嘴 106 连接至圆柱形容器 104 的第二端 118,使得空心电极喷嘴 106 的中心线与圆柱形容器 104 的纵轴 124 对准。空心电极喷嘴 106 的中空部分 128 的形状可以是圆柱形或圆锥形。此外,空心电极喷嘴 106 可以延伸至圆柱形容器 104 的第二端 118 或者如所示的延伸进入圆柱形容器 104。如图 1 所示的,切向入口 120 是连接至圆柱形容器 104 的第一端 116 的蜗壳,切向出口 136 是连接至圆柱形容器 104 的第二端 118 的蜗壳,电极壳体 122 连接至入口蜗壳 120,空心电极喷嘴 106(圆柱形配置)连接至排放蜗壳 102。注意,等离子弧炬 100 未按比例显示。

[0093] 电源 130 电连接至等离子弧炬 100,以使第一电极 112 充当阴极,而空心电极喷嘴 106 充当阳极。电源 130 的电压、功率和类型取决于等离子弧炬 100 的尺寸、配置和功能。气体(例如空气)、流体(例如水)或蒸汽 110 被引入切向入口 120,以在圆柱形容器 104 内形成涡流 132 并经切向出口 136 作为排出物 134 离开。涡流 132 通过环绕圆柱形容器 104 内部的气体(例如空气)、流体(例如水)或蒸汽 110 的涡流、旋转、气旋或回旋流的角动量引起的惯性(与磁约束相反的惯性约束)限制了容器 104 内的等离子体 108。在启动期间,线性致动器 114 移动第一电极 112 以接触空心电极喷嘴 106,然后将第一电极 112 抽回以产生电弧,电弧形成等离子体 108,等离子体 108 通过空心电极喷嘴 106 排出。在操作期间,线性致动器 114 可以调节第一电极 112 的位置以改变等离子体 108 的排放或导致第一电极 112 延长使用。注意,电感耦合感应线圈可以被添加到如本文所述的蒸汽等离子单元的各种部件。

[0094] 现在参照图 2,显示了根据本发明的一个实施方案将固体氧化物电池 200 与液体电解质电池 250 进行对比和对照的横截面视图。实验采用液体电解质电池 250 进行。碳阴极 202 被连接至线性致动器 204,以将阴极 202 提升或降低至碳阳极坩埚 206 内。额定 150 安培的 ESAB ESP 150 直流电源和 370VDC 的开路电压(“OCV”)用于测试。对电源进行“改装”以在 OCV 下工作。

[0095] 为了确定阴极 202 上的鞘辉光放电长度以及测量安培数和伏特数,电源被打开,然后线性致动器 204 用于将阴极 202 降低到水和小苏打的电解质溶液内。虽然可以获得稳定的辉光放电,但是电压和安培数太不稳定而难以记录。同样地,由于不稳定的电流,电源不断地激增和脉动。阴极 202 一旦下降得太深,辉光放电便停止,电池即进入电解模式。此外,由于沸腾可能很迅速地出现,电解质会起泡并越过碳坩埚 206 的侧面,铸造用砂被加入以减少坩埚 206 内的泡沫。

[0096] 8”直径的阳极坩埚 206 用砂填充,然后电解质被加到坩埚内。打开电源,阴极 202 被下降到砂和电解质内。出乎意料的是,辉光放电立即形成,但此时,似乎从阴极 202 侧向

展开。生成大量的蒸汽,使得不能看见辉光放电已通过砂延伸了多远。

[0097] 接着,砂采用平常可得的透明花纹弹珠替代。当阴极 202 被下降至弹珠和小苏打/水溶液内时,电解质开始慢慢地沸腾。电解质一旦开始沸腾,便可看见辉光放电蛛网遍及弹珠,如固体氧化物电池 200 所示。虽然这是在比所公开和公布低得多的电压下完全出乎意料的,但是完全出乎意料的是,直流电源无论如何不会飙升、脉动或不稳定地工作。基于各种测试显示根据本发明的辉光放电室的工作曲线的图示于图 3 中。相对于由目前已知的电-等离子、等离子电解或辉光放电反应器发展形成的辉光放电图和曲线,该数据完全不同于目前公开的数据。辉光放电室能够蒸发或浓缩液体,同时产生蒸汽。

[0098] 现在参照图 4,显示了根据本发明的一个实施方案的辉光放电室 400 的横截面视图。辉光放电室 400 包括具有第一端 404 和第二端 406 的导电圆柱形容器 402,以及至少一个入口 408 和一个出口 410。空心电极 412 与圆柱形容器 402 的纵轴对准并且至少从圆柱形容器 402 的第一端 404 延伸至第二端 406。空心电极 412 还具有入口 414 和出口 416。第一绝缘体 418 围绕空心电极 412 将圆柱形容器 402 的第一端 404 密封并在圆柱形容器 402 与空心电极 412 之间保持大体上等距的间隙 420。第二绝缘体 422 围绕空心电极 412 将圆柱形容器 402 的第二端 406 密封并在圆柱形容器 402 与空心电极 412 之间保持大体上等距的间隙 420。非导电性颗粒材料 424 被放置在间隙 420 内,其中非导电性颗粒材料 424(a) 允许导电性液体在圆柱形容器 402 与空心电极 412 之间流动,且 (b) 防止电辉光放电期间圆柱形容器 402 与空心电极 412 之间的电弧。每当 (a) 辉光放电室 400 连接至电源使得圆柱形容器 402 为阳极,而空心电极 412 为阴极,以及 (b) 导电液被引入间隙 420 内时,产生电辉光放电。

[0099] 容器 402 可以由不锈钢制造,而空心电极可以由碳制造。非导电性颗粒材料 424 可以是弹珠、瓷珠、分子筛介质、砂、石灰石、活性炭、沸石、锆、氧化铝、岩盐、坚果壳或木屑。电源可在 50 ~ 500 伏 DC 或在 200 ~ 400 伏 DC 的范围内工作。在电辉光放电期间,阴极 412 可以达到至少 500℃、至少 1000℃或至少 2000℃的温度。导电液包括水、采出水、废水、尾矿池水或其他合适的液体。导电液可以通过将电解质,例如小苏打、苏打石、石灰、氯化钠、硫酸铵、硫酸钠或碳酸加到液体来制造。

[0100] 现在参照图 5,根据本发明另一个实施方案的辉光放电室 500 的截面图被示出。辉光放电室 500 包括具有第一端 404 和封闭的第二端 502 的导电圆柱形容器 402,靠近第一端 404 的入口 408,位于封闭的第二端 502 的中心的出口 410。空心电极 504 与圆柱形容器的纵轴对准并且至少从第一端 404 延伸进入圆柱形容器 402。空心电极 504 具有入口 414 和出口 416。第一绝缘体 418 围绕空心电极 504 将圆柱形容器 402 的第一端 404 密封并在圆柱形容器 402 与空心电极 504 之间保持大体上等距的间隙 420。非导电性颗粒材料 424 被放置在间隙 420 内,其中非导电性颗粒材料 424(a) 允许导电液在圆柱形容器 402 与空心电极 504 之间流动,并且 (b) 防止电辉光放电期间圆柱形容器 402 与空心电极 504 之间的电弧。每当 (a) 辉光放电室 500 连接至电源使得圆柱形容器 402 为阳极,而空心电极 504 为阴极,以及 (b) 导电液被引入间隙 420 内时,产生电辉光放电。

[0101] 注意,图 4 和图 5 中示出的辉光放电室 500 的配置可以如 2014 年 3 月 14 日提交的申请号为 18/486,626、名称为“高温电解辉光放电装置 (High Temperature Electrolysis Glow Discharge Device)”的美国专利申请中所阐述的变化。这些变化可以用作本专利说

说明书和附图所涉及的任何辉光放电室 500。

[0102] 以下实施例将展示性能、实用性以及完全不显而易见且意想不到的结果。

[0103] 实施例 1—黑液

[0104] 现在参照图 6, 示出根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物等离子弧炬系统 600 的横截面视图。等离子弧炬 100 通过喷射器 602 被连接至室 500。室 500 再次采用小苏打和水的溶液充满。泵通过三通阀 604 和喷射器 602 连接至等离子弧炬 100 的第一蜗壳 31。喷射器 602 将室 500 抽真空。离开等离子弧炬 100 的等离子体的尺寸急剧增加。因此, 在室 500 内产生不可压缩气体 B。当透过观察镜 33 观察时, 等离子弧炬 100 内的电弧的颜色因由 Hi Temper™室 500 产生的气体而改变。接着, 调节三通阀 604 以允许空气和水 F 流进等离子弧炬 100 的第一蜗壳 31 内。额外的质量流量增加了从等离子弧炬 100 离开的等离子体 G。数根不锈钢圆棒被放置在等离子体 G 的尖端处并被熔化以展示系统的性能。同样地, 通过将其放置在等离子流 G 内进行木材碳化。其后, 从等离子弧炬 100 离开的等离子体 G 被引入旋风分离器 610 内。经由第二蜗壳 34 从等离子弧炬 100 离开的水和气体 I 经阀门 606 流入水力旋流器 608。这样实现快速混合并用水洗涤气体以减少任何有害污染物的排放。

[0105] 从制浆造纸厂得到的含有 16% 固体的黑液样品以足够的量被加到辉光放电室 500, 以覆盖花纹弹珠 424。与其他辉光放电室或电等离子系统相比, 固体氧化物辉光放电室并不需要预热电解质。ESAB ESP 150 电源被打开, 手工记录伏特数和安培数。简要参照图 3, 室 500 的电源一旦打开, 安培计即被限定在 150。因此, ESAB 电源得名 ESP150。其额定在 150 安培。电压稳定在 90 ~ 100VDC 之间。沸腾一旦出现, 电压稳定地上升至 0CV (370VDC), 同时安培数下降至 75。

[0106] 辉光放电室 500 一直工作, 直到安培数降至几乎为零。甚至在小于 10 的极低安培数下, 电压仿佛被锁定在 370VDC。将室 500 冷却, 然后打开以检查弹珠 424。令人惊讶的是, 并没有看得见的液体留在室 500 内, 但是所有弹珠 424 被黑色残渣包覆或焦化。带有黑色残渣的弹珠 424 被送去做分析。在运送期间, 残渣在容器的底部且已从弹珠 424 脱落。分析列在下表中, 其展示了一种用于浓缩黑液和焦化有机物的新方法。在初始固体浓度是 16% 的情况下, 仅采用一个蒸发步骤将固体被浓缩至 94.26%。注意, 硫 (S) 留在残渣中并不离开室 500。

[0107] 总固体% 94.26

[0108] 灰% / ODS 83.64

[0109] ICP 金属扫描 : 基于 ODS 报告结果。

[0110]

金属扫描	单位	F80015
铝, Al	mg/kg	3590*
砷, As	mg/kg	<50
钡, Ba	mg/kg	2240*
硼, B	mg/kg	60
镉, Cd	mg/kg	2
钙, Ca	mg/kg	29100*
铬, Cr	mg/kg	31
钴, Co	mg/kg	<5
铜, Cu	mg/kg	19
铁, Fe	mg/kg	686*
铅, Pb	mg/kg	<20
锂, Li	mg/kg	10
镁, Mg	mg/kg	1710*
锰, Mn	mg/kg	46.2
钼, Mo	mg/kg	40
镍, Ni	mg/kg	<100
磷, P	mg/kg	35
钾, K	mg/kg	7890
硅, Si	mg/kg	157000*
钠, Na	mg/kg	102000
锶, Sr	mg/kg	<20
硫, S	mg/kg	27200*
钛, Ti	mg/kg	4
钒, V	mg/kg	1.7
锌, Zn	mg/kg	20

[0111] 表一黑液的结果

[0112] 本方法可以用于浓缩来自制浆造纸纤维厂的黑液,以便后续再次碱化。

[0113] 从图 3 可看出,如果所有的液体从室 500 蒸发并且仅采用固体电解质工作,则从阴极到阳极可能出现电弧络(arc over)。这已进行测试,在这种情形下,击出一个贯穿不锈钢容器 402 的孔。通过 (1) 监测室内的液面并不让其流干;(2) 监测安培数(低安培数=低液面),可轻易预防电弧络。如果电弧络是希望的,或者室必须设计成产生电弧络,则容器 402 应由碳制造。

[0114] 实施例 2 一连接至固体氧化物电池的 ARCWHIRL[®]等离子炬

[0115] 现在参照图 7, 示出根据本发明的另一个实施方案的固体氧化物等离子弧炬系统 700 的横截面视图。等离子弧炬 100 通过喷射器 602 连接至室 500。室 500 再次采用小苏打和水溶液充满。泵 23 将小苏打和水溶液从空心电极 504 的出口 416 再循环至室 500 的入口 408。泵 22 通过三通阀 604 和喷射器 602 连接至等离子弧炬 100 的第一蜗壳 31。空气压缩机 21 被用于将空气连同来自泵 22 的水 F 引入三通阀 604 内。开启泵 22, 水 F 流入等离子弧炬 100 的第一蜗壳 31 并穿过全景现场玻璃视镜 33, 然后经由第二蜗壳 34 离开炬 30。等离子弧炬 100 通过将碳阴极棒 (-NEG) 32 推动以接触并且完全短路至正碳阳极 (+POS) 35 而启动。很小的等离子体 G 从阳极 35 出来。接着, 高温等离子电解反应器 (室) 500 被启动以产生等离子气体 B., 在发生沸腾时, 电压再次爬升到 OCV (370VDC), 气体开始流动到等离子弧炬 100。喷射器 602 将室 500 抽真空。从等离子弧炬 100 离开的等离子体 G 的尺寸急剧增加。因此, 在室 500 内产生不可压缩气体 B。当透过观察镜 33 观察时, 等离子弧炬 100 内的电弧的颜色因由 Hi Temper™室 500 产生的气体而改变。接着, 调节三通阀 604 以允许来自压缩机 21 的空气和来自泵 22 的水流入等离子弧炬 100 内。额外的质量流量增加了从等离子弧炬 100 离开的等离子体 G。数根不锈钢圆棒被放置在等离子体 G 的尖端处并被熔化以展示系统的性能。同样地, 通过将其放置在等离子流 G 内进行木材碳化。经由蜗壳 34 从等离子弧炬 100 离开的水和气体流入水力旋流器 608。这样实现快速混合并用水洗涤气体以减少任何有害污染物的排放。

[0116] 接着, 系统被关闭, 第二个旋风分离器 610 被连接至如图 1 所示的等离子弧炬 100。固体氧化物等离子弧炬系统被再次打开, 可以看到等离子体 G 在旋风分离器 610 内循环。在旋转的等离子体 G 的眼或涡流内是没有任何可见的等离子体的中央核心。

[0117] 旋风分离器 610 被移出以进行另一个测试。为了确定如图 6 所示的固体氧化物等离子弧炬系统的性能, 泵 22 被关闭, 系统仅靠由压缩机 21 提供的空气和由固体氧化物室 500 产生的气体 B 工作。接着, 三通阀 606 被缓慢关闭, 以迫使所有气体穿过炬形成从中空碳阳极 35 离开的大等离子体 G。

[0118] 接着, 三通阀 604 被缓慢关闭以切断通向等离子弧炬 100 的气流。所发生的事情完全是不可预期的。来自观察镜 33 的光强急剧增加, 闪耀的等离子体从等离子弧炬 100 排放出来。当采用焊接护罩观察时, 电弧被吹出等离子弧炬 100 外并在周围回卷 (wrap back) 至阳极 35。因此, 固体氧化物等离子弧炬系统将产生适用于焊接、熔化、切割、喷涂和化学反应, 例如热解、气化和水气变换反应的气体 and 等离子体。

[0119] 实施例 3 — 磷石膏池水

[0120] 磷酸盐工业确实地在佛罗里达州、路易斯安那州和德克萨斯州留下将花费数年才能清除的遗留物—石膏堆和池水。在每个堆的顶部是池塘。池水从池塘向下再循环回到工厂, 然后与石膏混合成浆, 以向上推升堆并使石膏沉积在池塘中。这个循环持续下去, 石膏堆的高度在增加。石膏作为副产物由矿石提炼工序产生。

[0121] 对于每个石膏堆, 都存在两个主要的环境问题。首先, 池水具有很低的 pH。未经中和不能排放。其次, 磷石膏含有很少量的氨。因此, 不能用于或回收用于其他工业。P₂O₅ 化肥例如磷酸氢二铵 (“DAP”) 和磷酸氢铵 (“MAP”) 的生产期间产生的过量的水和氨污染必须在排放之前进行处理。过量的池水含有大约 2% 磷酸盐—一种有价值的商品。

[0122] 从休斯敦磷肥公司 (Houston phosphate fertilizer company) 获取池水样品。池

水被加到固体氧化物室 500 内。固体氧化物等离子弧炬系统被配置成如图 6 所示。三通阀 606 被调节至仅使空气流入等离子弧炬 100,同时通过喷射器 602 对室 500 抽真空。中空阳极 35 被阻断以使流向水力旋流器 608 的气流 I 最大化,所述水力旋流器 608 具有带有小收集容器的封闭底部。水力旋流器 608 被浸入槽内以冷却和回收可凝结气体。

[0123] 结果公开在图 10 中一尾矿池水的结果。该测试的目的是证明固体氧化物辉光放电室可以浓缩尾矿池水。现在转到浓缩倍率,在 Hi Temper™室 500 的底部内, P_2O_5 百分比被浓缩高达 4 倍,得到 8.72%的最终浓度。如图中示出的初始样品是无色的轻微混浊液体。从 Hi Temper 500 回收的底部沉积物或浓缩物是含有沉降物的深绿色液体。沉降物被过滤并被报告为固体(保留在 Whatmann#40 滤纸上)。回收为固体的 SO_4 百分比从 3.35% 上升至 13.6%,浓缩倍率是 4。但是,作为固体回收的钠的百分比从 0.44% 上升至 13.67%,浓缩倍率是 31。

[0124] 室 500 内使用的固体氧化物或固体电解质 424 是花纹弹珠(氧化钠)。花纹弹珠由钠玻璃制造。不受理论的限制,认为弹珠被磷酸结合高温辉光放电部分溶解。由于由不锈钢容器 402 形成牺牲阳极,铬酸盐和钼继续向上循环并保留在溶液中。注意:由于室的高度低,出现了因采用喷射器 602 对室 500 抽真空造成的带出。在图 10 的第一运行(第 1 行的 Hi Temper),极少的氟到达顶部。从一开始即存在一个问题,即氟可能跑出顶部外。同样地,大约 38%的氨到达顶部。认为所有的氨会闪燃并流向顶部。

[0125] 从尾矿池浓缩 P_2O_5 以随后回收为有价值的商品酸和化肥的方法已被公开。

[0126] 现在,回到黑液样品,不受理论限制,认为黑液可以仅通过采用作为室 500 内的固体氧化物电解质 424 的 CaO 或石灰石重新碱化。生产纸浆和纸的本领域技术人员将真正地理解不必运转石灰窑带来的益处和成本节约。但是,如果浓缩后的黑液必须气化或热氧化以除去所有的碳物质,则弹珠 424 可以采用等离子弧炬 100 进行处理。回过去参照图 6,包覆有浓缩黑液的弹珠 424 或仅是浓缩黑液被注入到等离子弧炬 100 与旋风分离器 610 之间。这将使黑液转化成绿液或者可能是白液。弹珠 424 可以流进等离子弧炬喷嘴 31 内并在旋转的石灰水中骤冷并经由蜗壳 34 排出进入水力旋流器 608 进行分离并回收白液和弹珠 424 两者。石灰将与 NaO 反应生成苛性钠和不溶性碳酸钙沉淀。

[0127] 实施例 4 —用于 EOR 和工业蒸汽使用者的蒸发、蒸气压缩和蒸汽生成

[0128] 转至图 4,多种油田废水在室 400 内被蒸发。为了加强蒸发,蒸气压缩机(未示出)的吸入端可以连接至上出口 410。蒸气压缩机的排放物可以连接至 416。不受理论的限制,认为合金例如由 Kanthal®公司生产的 Kanthal®作为管状阴极 412 可以经受住室的强效应,从而通过蒸气压缩机的排放物流过管状阴极 412 获得配有过热器的新型蒸气压缩机。这种设备、方法和工艺可以广泛地用在整个上游油气工业,以处理油田产生的废水和压裂返排液。

[0129] 几种不同的不锈钢管件作为阴极 12 在室 500 内进行测试。相比于鞘辉光放电,管件并不会熔化。事实上,当管件被抽出时,注意到在每个弹珠与管接触的地方有标记。

[0130] 这产生全新的使用辉光放电来处理金属的方法。

[0131] 实施例 5 —处理管件、条、棒、管道或导线

[0132] 有很多不同的公司运用辉光放电来处理金属。但是,很多公司都因电弧络和待涂覆、待处理或待除垢的材料的熔化而悲剧性地失败了。无法控制电压的问题导致了尖峰电

压。仅通过简单地向室加入砂或任何固体氧化物并将管阴极 12 送入穿过如图 2 中配置的室 500 内,管件、棒、管道、条或导线能够以很高的进料速率进行处理。

[0133] 实施例 6 —固体氧化物等离子弧炬

[0134] 确实存在对能够用脏水或重度污染的水来工作的很简单的等离子炬,所述脏水或重度污染的水例如直接从厕所排出的污水,其可能含有厕纸、卫生巾、粪便、致病菌、尿液和药物。能够依靠上述水工作的等离子炬系统可以潜在地显著影响废水设备和维护这些收集系统、泵站和废水处理设施的未来成本。

[0135] 通过将受污染的废水转化成气体并使用气体作为等离子气体也可以缓解几个其他不断增长的问题—去往填埋场的城市固体废弃物、剪下的草和修剪下来的树枝、医疗废弃物、化学废料、炼油厂油罐底物、油田废弃物例如钻屑、以及常见的日常生活垃圾。可以同时处理固体废弃物和液体,或者可以加热工艺液体,同时气化生物质或煤炭,或者可以利用废水来生产等离子切割气体的简单的炬系统可能会一夜之间改变众多的行业。

[0136] 一个特别的行业是金属工业。金属工业需要极大量的能源和独特的气体来加热、熔化、焊接、切割和机械加工。

[0137] 现转到图 8 和图 9,根据本发明优选实施方案的真正新型的炬 800 将被公开。首先,通过将等离子弧炬 100 偶联至室 500 来构造固体氧化物等离子炬。等离子弧炬蜗壳 31 和电极 32 从喷射器 602 和视镜 33 脱离。等离子弧炬蜗壳 31 和电极组件 32 被连接到室 500 容器 402 上。观察镜 33 用同轴型异径管 33 替代。应当理解,电极 32 与蜗壳 31 和容器 402 电隔离。电极 32 连接至线性致动器(未示出)以引发电弧。

[0138] 现在将公开如图 8 所示的固体氧化物转移电弧等离子炬 800 的连续运行以用于切割或熔化导电工件。液体流进泵的吸入侧并进入室 500 内。停止泵。第一电源 PS1 被打开,从而使室 500 通电。室 500 一旦进入辉光放电且生成气体,阀 16 就开启,允许气体进入蜗壳 31 内。蜗壳 31 赋予气体旋流。放置开关 60 使得第二电源 PS2 连接至工件,PS2 的 - 负极连接至 PS1 的 - 负极,而 PS1 被连接至室 500 的居中的阴极 504。整个炬被下降以便导电喷嘴 13-C 接触并使工件接地。现在 PS2 被通电,炬则从工件上升起。阴极 504 与工件之间形成电弧。

[0139] 使电弧居中—如果电弧为切割的目的必须居中,则 PS2 的 - 负极导线可以连接至通向电极 32 的开关 60 的导线。虽然针对该操作,一系列的开关并未被示出,但是将理解的是,作为手动开关来自 PS2 的负极导线的替代,与 60 相似的电气开关可以用于自动化目的。+ 正极导线可以如图所示仅通向工件。可以使用较小的电极 32,以便其可以滑进并穿过中空阴极 504,以接触工件并引发电弧。导电喷嘴 802 可以采用非传导的屏蔽喷嘴替代。这种设置实现仅采用废水而不用其他气体的精密切割。

[0140] 转向图 9,固体氧化物非转移电弧等离子炬 800 主要用于熔化、气化和加热物料,同时使用受污染液体作为等离子气体。调节开关 60 使得 PS2+ 导线供给电极 32。电极 32 现在再次作为阳极进行工作。其必须与容器 402 电隔离。当气体通过开启阀门 16 而开始流动时,蜗壳 31 促使气体旋转或旋流。阳极 32 被降低以接触居中的阴极 504。阴极 32 与阳极 504 之间形成电弧。阳极可以是中空的,电线可以穿过阳极 504 接入用于等离子喷涂、焊接或起弧。

[0141] 整个炬采用自身的气体进行再生冷却,从而提高了效率。同样地,废液用作等离子

气体,降低了处置和处理成本。最后,等离子体可以用于使煤炭、生物质气化或通过采用氢和蒸汽等离子体对天然气进行蒸汽重整来产生大量的合成气。

[0142] 图 8 和图 9 均明确地展示了一种新型固体氧化物等离子弧炬,该固体氧化物等离子弧炬结合了高温电解的效率和转移弧等离子炬及非转移弧等离子炬两者的性能。

[0143] 实施例 7 —多模式等离子弧炬

[0144] 现在参照图 11,示出根据本发明的一个实施方案的多模式等离子弧炬 1100。多模式等离子弧炬 1100 是一种被改造成包括图 5 的辉光放电室 500 的部分属性的图 1 的等离子弧炬 100。多模式等离子弧炬 1100 包括具有第一端 116 和第二端 118 的圆柱形容器 104。切向入口 120 连接至或接近第二端 118,而切向出口 136 连接至或接近第一端 116。电极壳体 122 连接至圆柱形容器 104 的第一端 116 使得第一电极 112 与圆柱形容器 104 的纵轴 124 对准,延伸进入圆柱形容器 104,并能够沿纵轴 124 被移动。而且,线性致动器 114 连接至第一电极 112 以如箭头 126 表示的沿圆柱形容器 124 的纵轴对圆柱形容器 104 内的第一电极 112 的位置进行调节。空心电极喷嘴 106 连接至圆柱形容器 104 的第二端 118,使得空心电极喷嘴 106 的中心线与圆柱形容器 104 的纵轴 124 对准。在所示的实施方案中,切向入口 120 是连接至圆柱形容器 104 的第二端 118 的蜗壳,切向出口 136 是连接至圆柱形容器 104 的第一端 116 的蜗壳,电极壳体 122 连接至出口蜗壳 102,而空心电极喷嘴 106 (圆柱形配置) 连接至入口蜗壳 120。注意,多模式等离子弧炬 1100 未按比例显示。

[0145] 在圆柱形容器 402 和空心电极喷嘴 106 之间保持大体上等距离的间隙 420。在一些实施方案中,非导电性颗粒材料 424 放置在间隙 420 内,其中任选的非导电性颗粒材料 424 允许导电液在圆柱形容器 402 与空心电极喷嘴 106 之间流动。在其他实施方案中,未使用非导电性颗粒材料 424。注意,通过增大液体接触面积,使用非导电性颗粒材料 424 提高了设备的效率,但并不是必需的。如果圆柱形容器 402 是金属的,非导电性颗粒材料 424 可以在电辉光放电期间防止圆柱形容器 402 和空心电极喷嘴 106 之间产生电弧。如图 13A-13F 和图 16 所示,空心电极喷嘴 106 的中空部分 128 的形状可以根据需要改变,以提供希望的工作结果。可以使用其他的形状。

[0146] 电源 130 电连接至多模式等离子弧炬 1100,以便第一电极 112 充当阴极,空心电极喷嘴 106 充当阳极。电源 130 的电压、功率和类型取决于多模式等离子弧炬 1100 的尺寸、配置和功能。

[0147] 在一些实施方案中,第二电极 1102 和第二线性致动器 1110 可以作为 (+) 阳极,例如石墨电极沿着纵轴 124 加入,以完全短路至第一电极 112 (-) 阴极。这种配置允许连续供给电极 112 和 1102 用于连续负荷运行和 / 或延长阳极喷嘴 106 的寿命。像第一电极 112 一样,第二电极 1102 可以如箭头 126b 所示使用第二线性致动器 1110 在沿着纵轴 124 的任一方向上移动。此外,如图 12 所示,第二电极 1102 能够通过使第一电极 112 和第二电极 1102 一起完全短路然后将它们分开以拉出电弧而在等离子弧模式下运行。

[0148] 现在参照图 13A-图 13F,示出空心电极喷嘴 106 的 shape 的各种实例。图 13A 示出直的空心电极喷嘴 106a。图 13B 示出直的空心电极喷嘴法兰 106b。图 13C 示出锥形的空心电极喷嘴 106c。图 13D 示出锥形的空心电极喷嘴 106d。图 13E 示出空心电极喷嘴沉孔法兰 106e。图 13F 示出空心电极喷嘴沉孔外部锥形法兰 106f。注意,图 12 示出空心电极喷嘴沉孔 106。本领域技术人员将领会其他可以使用的形状。图 14 示出用于使用法兰 1402a、

1402b 作为连接装置将 (+) 空心电极喷嘴 106 固定至等离子弧炬 100 或 1100 的蜗壳的方法。将理解的是,保持并固定 (+) 空心电极喷嘴 106 的任何形式的连接器将足以用在本发明中。同样地,在 (+) 空心电极喷嘴 106 的两侧使用连接器或法兰允许其被翻转并用作凸出型或异径型连接喷嘴。

[0149] 现在参照图 15,示出根据本发明另一个实施方案的双第一电极 1500。双第一电极 1500 是第一电极 112 和直径更大但更短的第三电极 1502 的组合,第三电极 1502 或者电连接至第一电极 112 或者是电源 130(与第一电极 112 极性相同)。第三电极 1502 可以如箭头 126c 所示的独立于第一电极 112 向上和向下移动。并且,第三电极 1502 可以物理连接第一电极 112。第三电极 1502 提供另外的电极表面积以提升工艺。

[0150] 现在参照图 11 和图 16,流体、浆料、液体 / 气体混合物或其他可泵送的物料 1104 被引入切向入口 120 直至圆柱形容器 104 内的希望的液面 1106,液面 1106 可以根据希望的工作结果而改变。注意,实际液面在工作中将通常发生波动。在启动期间,线性致动器 114 将第一电极 112 移动以接触空心电极喷嘴 106 或第二电极 1102,然后二者之一在那里离开第一电极 112(完全短路电阻加热模式 1600) 或者将第一电极 112 抽回特定的距离但仍保持低于希望的液面 1106。线性致动器 114 可以调节第一电极 112 的位置以便在完全短路电阻加热 1600 模式、埋弧模式 1602、电解模式 1604 或辉光放电模式 1606 下运行多模式等离子弧炬 1100。随着流体 1104 根据这四种运行模式之一被加热,气体或蒸汽 1108 将升起并通过切向出口 136 离开。液体 1104 可以通过使流体 1104 流经空心电极喷嘴 106 并经由切向入口 120 重新进入圆柱形容器 104 进行再循环。注意,第五个运行模式是如图 1 所述并示出的等离子弧模式。

[0151] 现在参照图 17,示出根据本发明按五种运行模式运行等离子弧炬 100 或 1100 的系统 1700 的图解。系统 1700 包括等离子弧炬 100 或 1100、三个三通阀 1702a、1702b、1702c 和泵和 / 或压缩机 1704。第一三通阀 1702a 连接至位于等离子弧炬 100 或 1100 的第一端 116 处的入口 / 出口(取决于运行模式),并且具有第一阀门入口 / 出口 1708a(取决于运行模式)。第二三通阀 1702b 连接至位于等离子弧炬 100 或 1100 的第二端 118 处的入口 / 出口(取决于运行模式),并且具有第二阀门入口 / 出口 1708b(取决于运行模式)。第三三通阀 1702c 连接至空心电极喷嘴 106 的外端,并且具有第三阀门入口 / 出口 1708c(取决于运行模式)。三通阀 1702a、1702b、1702c 中的每一个均连接至泵和 / 或压缩机 1704 的排出端 1706。流体、浆料、液体 / 气体混合物或其他可泵送 / 可压缩物料 1104 进入泵和 / 或压缩机 1704 的吸入口 1710。三通阀 1702 经调节以按五种模式运行等离子弧炬 100 或 1100,同时采用线性致动器 114 调节第一电极 112。

[0152] 运行模式 1:等离子弧

[0153] a. 来自泵 / 压缩机 1704 的压缩和 / 或加压液体 1104 流入三通阀 1702a,然后进入等离子弧炬 100 或 1100。

[0154] b. 三通阀 1702b 被完全打开以使流体流出等离子弧炬 100 或 1100,并且到达出口 1708b。

[0155] c. 三通阀 1702c 被完全打开以流到出口 1708c。

[0156] d. 确保 (-) 第一电极 112 完全短路至 (+) 空心电极喷嘴 106。

[0157] e. 确保形成涡旋辉光。

- [0158] f. 打开电源 130。
- [0159] g. 使用线性致动器 114 拉回 (-) 第一电极 112, 以形成电弧。
- [0160] h. 电弧从 (-) 转移到 (+)。
- [0161] i. 流经 (+) 空心电极喷嘴 106 的涡旋气体形成等离子体。
- [0162] j. 很小的等离子体可以通过出口 1708c 排出。
- [0163] k. 三通阀 1702b 可以被节流以增加 / 减少穿过 (+) 空心电极喷嘴 106 和出口 1708c 的等离子流。
- [0164] l. 三通阀 1702b 可被关闭以使所有流体流进 (+) 空心电极喷嘴 106 和出口 1708c 内。
- [0165] 运行模式 2 :电阻加热
- [0166] a. 来自泵 / 压缩机 1704 的压缩和 / 或加压液体 1104 流入三通阀 1702b, 然后进入等离子弧炬 100 或 1100。
- [0167] b. 三通阀 1702a 被完全打开以流出等离子弧炬 100 或 1100, 然后到达出口 1708a。
- [0168] c. 三通阀 1702b 被节流以使流体非常缓慢地流进等离子弧炬 100 或 1100。
- [0169] d. 三通阀 1702 被关闭。
- [0170] e. (-) 第一电极 112 完全短路至 (+) 空心电极喷嘴 106。
- [0171] f. 打开电源 130。
- [0172] g. 电阻模式开始。
- [0173] h. 蒸汽经三通阀 1702a 和出口 1708a 离开。
- [0174] 运行模式 3 :埋弧
- [0175] a. 阀门如上述运行模式 2 保持对准。
- [0176] b. 电源 130 仍然开启。
- [0177] c. (-) 第一电极 112 被缓慢地在内部从 (+) 空心电极喷嘴 106 拉出。
- [0178] d. 系统从电阻加热模式切换至埋弧模式。
- [0179] e. 三通阀 1702c 可以被打开以使来自泵 / 压缩机 1704 的加压液流经 (+) 空心电极喷嘴 106 并流入等离子弧炬 100 或 1100。
- [0180] f. 蒸汽穿过出口 1708a 离开等离子弧炬 100 或 1100。
- [0181] 运行模式 4 :电解
- [0182] a. 阀门如与上述运行模式 2 保持对准。
- [0183] b. 电源 130 仍然开启。
- [0184] c. 利用线性致动器 114 将 (-) 电极 112 缓慢地在内部进一步从 (+) 空心电极喷嘴 106 拉出。
- [0185] d. 系统从埋弧模式切换到电解模式。
- [0186] 运行模式 5 :辉光放电
- [0187] a. 阀门如上述运行模式 2 保持对准。
- [0188] b. 电源 130 仍然开启。
- [0189] c. 利用线性致动器 114 将 (-) 电极 112 缓慢地在内部进一步从 (+) 空心电极喷嘴 106 拉出。
- [0190] d. 监测电源 130 的电压。

[0191] e. 当电压升高至开路电压 (“OCV”) 时, 系统即在辉光放电模式下运行。

[0192] f. 安培数将会降低。

[0193] g. 三通阀 1702b 和三通阀 1702c 可以被调节以便利用泵 / 压缩机 1704 使加压流通过为流体再循环流到而对准的三通阀 1702b 或三通阀 1702c 和 / 或三通阀 1702b 和三通阀 1702c 进入等离子弧炬 100 或 1100。

[0194] h. 蒸汽从等离子弧炬 100 或 1100 离开并到出口 1708a 外。

[0195] 如图 18 和图 19 所示, 通过将各种各样的设备 1802 连接至空心电极喷嘴 106 的外部或三通阀 1702c, 可以使等离子弧炬 100 或 1100 适于诸多的应用中。例如, 附属装置 1802 的部分清单包括可单独或以任何组合的方式连接至 (+) 阳极喷嘴 106 的旋风分离器 1802a (入口、涡流收集器、顶流或底流)、蜗壳 1802b、泵 / 压缩机 1802c、滤网 1802d、喷流器 / 喷射器 1802e、十字管 1802f、螺旋进料器 1802g、阀门 1802h、T 形管 1802i、电极和线性致动器 1802j、导波器 1802k 或 RF 线圈 1802l。其他设备 1802 可以包括但不限于: 容器、法兰、盖、舱口、电极针、喷射器、螺旋压力机、螺旋钻、活塞给料机、混合器、挤出机、T- 燃烧锅炉、焦炭塔、气化炉、管道、导管、管件、浸没熔炼炉、回转窑、火箭喷嘴、热氧化器、旋风燃烧室、预燃室、冰螺旋锥缸、涡轮燃烧室、脉冲爆震发动机、燃烧排气管 / 烟囱、热氧化器、火炬、水箱、原污水水管、废水进水 / 出水管道 / 导管、厌氧蒸炼器进水 / 出水管道、污泥压滤机 / 离心机入口 / 出口管、饮用水管使用点或进入点、储水槽、CNC 切割 / 焊接台、直接接触热水器、湿气氯气管线 / 管道、油气井口、油气产水管道、船舶压载水管线、发动机燃料管路、泡沫浮选入口 / 出口、罐槽 / 容器内延伸的导管、埋在罐槽 / 容器内的导管、多孔管、楔形丝筛网、油井滤网、过滤器、活性炭过滤器、陶瓷过滤器、催化裂化催化剂回收管线、医院真空抽吸泵、冷却塔管道、汽水分离器、过热器、锅炉水给水管道、RO 截留管、真空室入口 / 出口、灰水排放管、船舶压载水入口 / 出口管、舱底污水入口 / 出口管、厕所排放管、磨床 / 切碎机 / 浸渍器排放管和 / 或厨房水槽垃圾处理器出口管、用于氢缓解 (氢点火器) 的核反应堆安全壳建筑、红外加热元件 / 管道、进料加热器、炉和 / 或焦炭煅烧炉。将理解的是, 将设备 1802 连接至中空阳极喷嘴 106 的连接装置可以选自现有技术中已知的任何类型的连接设备, 包括法兰、快速接头、除了使用带有快速接头例如卫生型夹具的旋风分离器之外的焊接。

[0196] 图 19 展示一些设备 1802 可以如何连接至等离子弧炬 100。系统 1900 是等离子弧炬 100 或 1100, 其具有连接至中空阳极喷嘴 106 外部的旋风分离器 1802a 和连接至旋风分离器 1802a 的蜗壳 1802b。系统 1902 是等离子弧炬 100 或 1100, 其具有连接至中空阳极喷嘴 106 外部的滤网 1802d。系统 1904 是等离子弧炬 100 或 1100, 其具有连接至中空阳极喷嘴 106 外部的喷流器 / 喷射器 1802e。系统 1906 是等离子弧炬 100 或 1100, 其具有连接至中空阳极喷嘴 106 外部的 T 形管 1802i 以及连接至 T 形管 1802i 的螺旋进料器 1802g。系统 1908 是等离子弧炬 100 或 1100, 其具有连接至中空阳极喷嘴 106 外部的 T 形管 1802i, 以及连接至 T 形管 1802i 的螺旋钻 1914 和旋风分离器 1802a。系统 1910 是等离子弧炬 100 或 1100, 其具有连接至中空阳极喷嘴 106 外部的 T 形管 1802i 以及带有连接至 T 形管 1802i 的线性致动器 1802j 的阳极电极。同样参照图 12, 带有线性致动器 1802j 的阳极电极 1102 与阳极喷嘴 106 组合构成停止阀, 使进 / 出 (+) 阳极喷嘴的流量得以被控制。

[0197] 本发明的等离子弧炬 100 已经在五种模式下进行测试并与连接至 (+) 阳极喷嘴的各种附属设备一起运行。现在将对这些测试的结果进行说明。

[0198] 蒸汽等离子弧模式

[0199] 参照附图 17,三通阀 1702a 和 11702b 连接至图 1 公开的等离子弧炬 100 的切向入口 118 和切向出口 136。在采用如所示进行连接的三通阀 1702b 进行测试的过程中,当阀门 1702b 被完全关闭时,图 1 的等离子体 108 被从等离子弧炬 100 排出并采用光学高温计进行测量。采用由图 6 和图 7 所示的室 500 产生的气体,等离子体 108 的温度经测量为 +3000°C (+5400° F)。仅采用空气,等离子体 108 经测量为 +2100°C (+3800° F)。该系统采用连接至等离子弧炬 100 的陶瓷 T 形管 1802i 运行。同样地,滤网 1802d 被连接至等离子弧炬 100。在连接至等离子弧炬 100 之前,采用制粒机产生的木质颗粒被放在滤网 1802d 中。蒸汽等离子体将木质颗粒完全碳化。带有连接的滤网 1802d 的等离子弧炬 100 对于偏远和 / 或单独存在的水处理和黑水 (原污水) 应用特别有用。

[0200] 电阻加热 / 完全短路模式

[0201] 等离子弧炬 100 或 1100 在电源 130 位于关闭位置的情况下通过阴极 112 至阳极喷嘴 106 完全短路来启动。接着,通过点动泵 1704,容器 104 被部分地填充。接着,电源 130 被打开,使系统在电阻加热模式下运行。本系统的益处是,如果水和 / 或废水中存在氯化钠,防止气体 (例如氯气) 的形成。对流体、水和 / 或废水进行热处理,即通常所称的巴氏杀菌。

[0202] 埋弧氧化和燃烧模式

[0203] 如果系统拟在埋弧模式下运行,仅将阴极 112 从阳极喷嘴 106 抽出。埋弧将立即形成。这样将因水的裂解而产生不可冷凝的气体,例如氢和氧。为了帮助在电弧的周围产生气体涡流,可以在泵与入口 1702a 或 1702b 之间用注射器 (未示出) 加入气体,例如但不限于甲烷、丁烷、丙烷、空气、氧、氮、氩、氢、二氧化碳、氩、生物气和 / 或臭氧或其任意组合。然而,众所周知的是,当采用紫外光照射时,过氧化氢会转变成氧和水。因此,等离子弧炬 100 或 1100 会使过氧化氢转变成自由基和氧,以便作为高级氧化系统来运行。

[0204] 另一方面,本发明的埋弧模式理想地适用于埋弧燃烧。众所周知,埋弧燃烧对于加热流体是很有效的。同样地,众所周知且理解的是,气体和冷凝物随来自油井和气井的重油一起产生。此外,油砂泡沫浮选工艺产生尾矿和废水以及残留溶剂和沥青。留在采出水和 / 或泡沫浮选工艺中剩余的化石燃料可以有利地用在本发明中。因为等离子弧炬 100 或 1100 是旋风分离器,所以较轻的烃将抵达等离子体中心。因此,通过将空气鼓入等离子弧炬 100 或 1100,其可以作为埋弧燃烧器来运行。

[0205] 例如,为了确保电弧不被熄灭,可以将第二电极 1102 添加到如系统 1910 中所示的等离子弧炬 100 或 1100 (图 19)。空气和 / 或空气 / 燃料混合物可以流入 T 形管 1802i 内并转化成旋转的等离子弧焰。待加热的流体将进入一个蜗壳内,同时连同热的燃烧气体离开其它蜗壳。另一方面,空气 / 燃料可以添加到进入等离子弧炬 100 或 1100 的流体。三通阀 1702b 将被关闭。因此,燃烧气体和水的混合物将流经阳极喷嘴并从 T 形管 1802i 离开。蜗壳 1802b 或旋风分离器 1802a 可以替代 T 形管 1802i 来使用。如果使用旋风分离器 1802a,则等离子弧炬 100 或 1100 可以作为炬运行,同时将等离子体射入旋风分离器 1802a 内的水旋涡流的涡旋中。第二 (+) 电极 1102 的益处是确保电弧保持居中并不被熄灭。来自 T 形管 1802i、蜗壳或旋风分离器 1802a 的排出物将流入槽 (未示出) 或立管内,从而实现完全混合并将来自不可凝结气泡的热转移至水 / 液体。

[0206] 电解模式

[0207] 为了过渡到电解模式,电极 112 从阳极喷嘴 106 或阳极电极 1102 撤出预定的距离。这个距离通过记录图 3 的图所示的电源的安培数和伏特数轻易地确定。液面 1106 通过点动泵 1704 或使用维持恒定液面的变速驱动泵使液体流入等离子弧炬 100 或 1100 来保持恒定。

[0208] 虽然未被示出,但是可以将接地夹固定至容器 104,以保持容器 104 与阴极 112 之间的等距间隙 420,前提是容器由导电材料制造。但是,为了安全目的,可以保持在阳极喷嘴 106 和阴极 112 之间的等距间隙 420 并将容器 104 电隔离。玻璃和 / 或陶瓷衬里容器和管道是整个工业内常用的。

[0209] 通过在电解模式下运行,这就使氧化物产生,尤其是如果存在氯化钠或者氯化钠被添加到水中就产生次氯酸钠(漂白剂)。漂白剂通常在海上生产平台上用来消毒舷侧突出部(sponsoon)水、饮用水和原污水。由于电解发生在(+)阳极喷嘴 106 与(-)阴极电极 112 之间的等距间隙 420 之间或之内,因此本发明克服了与在生产平台或船舶上用于压舱水消毒的电解剂相关的问题。

[0210] 通过安装两个或两个以上等离子弧炬 100 或 1100,一个可以在埋弧燃烧模式下工作,而另一个则在电解模式下工作。埋弧炬等离子燃烧器 1910 可以配置成如图 19 所示,具有 T 形管 1802i 和电极 1802j,并且空气喷射器可对由等离子弧炬 100 或 1100 产生的氢进行虹吸。在燃烧模式下使用等离子弧炬 100 或 1100 的另一个益处是由等离子弧炬和电极产生的紫外(UV)光将除去水中的氯,从而免去了向水中添加还原剂。

[0211] 一个简单但有效的原污水系统可通过将等离子弧炬 100 或 1100 连接至常用的过滤容器来构建,在所述过滤容器中,滤网将直接联接至等离子弧炬 100 或 1100。参照图 19,在系统 1902 中,等离子弧炬 100 或 1100 被联接至滤网 1802d。然后,滤网 1802d 被插入常用的过滤容器内,直到滤网 1802d 法兰处。等离子弧炬 100 或 1100 在电解模式下运行使原污水流过阳极喷嘴并进入滤网。固体可能被捕获在滤网内。

[0212] 滤网可以用数种方法进行清洗。首先,滤网可以简单地被回洗。其次,滤网可以通过简单地将等离子弧炬 100 或 1100 置于等离子弧模式下以及对固体进行蒸汽重整或采用空气等离子体焚烧固体而进行清洁。但是,可以使用第三种方法,该方法实现回洗和辉光放电的组合。

[0213] 辉光放电模式

[0214] 为了过渡到辉光放电模式,液面 1106 通过节流三通阀 1702b 来降低,直至等离子弧炬 100 或 1100 进入辉光放电。这可以通过观察伏特数和安培数容易地确定。在辉光放电时,电源电压将处在或者接近于开路电压。但是,为了快速地从电解过渡到辉光放电,阴极电极被抽出直至电源处于开路电压(OCV)。这可以通过经观察镜观察辉光放电或观察电压表来确定。

[0215] 这种新颖的特征也实现了故障安全操作。如果泵 1704 被关闭或流体流动被停止,则所有的水都将通过等离子弧炬 100 或 1100 的阳极喷嘴 106 排放。电流将停止,从而系统将不会产生任何气体例如氢。

[0216] 为了控制液面,与三通阀 1702c 组合的变速驱动泵可以用来控制液面以维持在并且在辉光放电模式下运行。另一个故障安全特征,例如弹簧,可以加到线性致动器,以便系

统发生故障时阴极已被完全撤出。

[0217] 运行模式可以逆转,从辉光放电模式到电解模式再到电弧模式,然后到电阻加热模式。通过简单地从容器 104 内的水位 1106 以上的阴极 112 开始,然后缓慢地使阴极 112 下降以接触液体的表面,等离子弧炬 100 或 1100 将立即进入辉光放电模式。不断地降低阴极 112 将使系统切换到电解模式,再到电弧模式,再到电阻加热模式。

[0218] 现在,为了将等离子弧炬 100 或 1100 作为等离子弧炬运行,水/液体流可以反向,排料三通阀 1702c 被完全打开以使等离子从等离子弧炬 100 或 1100 排出。添加阳极电极 1102 将有助于维持电弧。但是,如果水中夹带足够量的气体并形成气体涡旋,则可以在等离子弧炬模式下使水/液体流经等离子弧炬 100 或 1100。

[0219] 虽然该配置并不需要颗粒介质,但是将理解的是可以添加颗粒介质以提高性能。同样地,此前未公开的是,这种配置总是用于通过使流动反转穿过系统来吹扫容器并除去颗粒介质。参照图 1,出口 136 用作入口,而入口 120 用作出口。这种配置将用于任何液体,无论液体是否比流经系统的水和/液体更稠或更稀。如果物料密度大于所述液体,则颗粒材料将流经 120。如果物料比所述液体稀,则其将流经喷嘴。

[0220] 特别地,急需解决方案的偏远应用是饮用水处理和黑水(原污水)处理。例如,偏远水和废水应用可以在不具备集中式水和废水处理设施的海上钻机、海上生产平台、船舶、船舱、大本营、军事据点/军营、沙漠中的小村庄和/或干旱环境以及众多的发展中国家中找到。另一个偏远的应用是风电场和太阳能电场产生的电。同样地,未在生产中的油气井例如滞留气可以认为是一种偏远的应用。另外,自然灾害例如飓风或海啸过后,基本服务例如垃圾/废物回收、水处理和废水处理设施可能被毁坏,因而除了处理堆积的废物以外,急需进行水消毒和原污水处理。

[0221] 本发明的发明人已经采用 ESAB EPW360 电源对该配置进行了测试。EPW360 是“斩波”型直流电源,运行频率为 18000 赫兹。上述配置将电压维持在极其稳定的状态。排放物 134 采用阀门进行节流。无论阀门是开启、关闭或者节流,电压均保持非常稳定。同样地,EPW360 电流控制电位计被下调至低于 30 安培,放置电极以保持 80 伏。这就相当于额定大约为 2400 瓦的电源。EPW360 额定在 360 安,开路电压 360VDC。在最大的额定功率 129600 瓦 DC 时,则: $129600 \div 2400 = 54$ 。

[0222] 因此,本发明的等离子弧炬 100 清楚地展示了在没有任何外加电子控制器例如二级高频电源的情况下,操作弹性(turn down)比为 54。这在等离子炬领域几乎是闻所未闻的。例如,Pyrogenesis 出售运行范围是 8 ~ 25kw(操作弹性比为 3:1)的 25Kw 的炬。进一步地,本发明的等离子弧炬 100 并不需要任何冷却水。Pyrogenesis 炬需要采用去离子水进行冷却。使用去离子(“DI”)水是因为 DI 水首先流进一个电极,然后流进炬的护罩或炬的另一部分。因此,DI 水用来避免通过冷却介质将电从阴极传导至阳极。此外,热消耗是使用间接冷却的等离子炬的另一个障碍。间接冷却的等离子炬可以使高达 30% 的总输入功率消耗在冷却液体中。

[0223] 图 1、6、7 公开的等离子弧炬 100 是当联接至辉光放电室 500 和/或任何蒸汽源时形成电离蒸汽/氢等离子体的液体/气体分离器和极端蒸汽过热器。如图 6 和图 7 公开的,等离子弧炬 100 可以轻易地通过操控阀门 604 和 606 进行控制。而且,图 1 所示的等离子弧炬 100 与回吹炬相似。例如,(-) 阴极 112 将通过调节线性致动器 114 来完全短路并关

闭经过(+)阳极喷嘴106的流动。但是,通过将控制阀604添加到排放物134,这就实现等离子弧炬100在电阻加热模式下运行。

[0224] 现在参照图20,示出一种用于连续地在旋风反应器中供给电极的系统、方法和设备。例如,电极供给器A沿ArcWhirl® 100的纵轴在线地且逆流地供给至第一电极。另一方面,电极可以彼此垂直地供给至另一个如电极供给器B所示的电极。将理解的是,处理已经预热的供给物料例如来自重油、沥青或石油焦气化器的骤冷滤饼,可能仅一个多模式弧炬100是必需的。同样地,来自延迟焦化器的石油焦可以采用本发明的系统、方法和设备容易地进行等离子蒸汽重整。

[0225] 用于对来自油砂气化器的高含水量的滤饼预处理的优选方法是采用电磁辐射(EMR)。具体地,该优选的EMR处在射频频谱内并且更具体地处在微波范围内。特别地,理想的频率范围为915MHz至2.45GHz。

[0226] 众所周知并理解的是,极性材料将吸收微波和离子化的气体,例如等离子体。用于提高等离子体和/或用于联接等离子体和待处理的物料的理想反应器公开于图22中。图21A公开了将微波从顶部注入旋风反应器,而图21B公开了将微波从侧面注入旋风反应器。

[0227] 回到图6,用于本发明的理想的旋风分离器606公开在图20和图21中。特别地,图21公开了多入口或多出口旋风分离器,该旋风分离器包括4个用以稳定旋转的流体旋流的入口/出口。

[0228] 此外,参照图1的公开为第一端116和第二端118的切向入口蜗壳,理想的旋流生成器通常被称为涡流生成器或旋风分离器,其公开在图21A和图21B中。多入口/出口可使旋流稳定,而不会形成常见于单入口旋风分离器上的压力梯度。此外,许多旋风分离器利用内旋壳(involute)来增强物质的分离。但是,内旋壳进料壳在壁流体弯曲界面处易受腐蚀。另一方面,本发明采用这样的液体喷射速率,其彼此冲击以预防壁腐蚀,同时也消除了压力梯度。单入口旋风分离器产生压力梯度,使较不稠的流体的搅动的末尾部分流出并搅动着180从旋风分离器的入口离开。在许多应用中,压力梯度不会影响旋风分离器的运行。

[0229] 但是,当电弧的稳定或居中是至关重要的时,则产生压力梯度可以导致等离子体的回旋中心不稳定。因此,电弧被熄灭,或者在更坏的情境下,电弧可能被推离阳极喷嘴并转移至壁或容器上。这就可以导致反应器容器的熔化。因此,使用如图20和图21所示的陶瓷电绝缘器。

[0230] 当图21所示的多入口/出口陶瓷旋风分离器用作图6所示的旋风分离器601时,被注入旋风分离器的等离子体可以得到增强并且被与射频能量偶联。但是,关键的是陶瓷在915MHz至2450MHz(2.45GHz)的微波频率范围内对EMR是可渗透的或透明的。将理解的是,微波可被直接注入回旋流的眼或穿过对微波透明的陶瓷侧。容器的壳体应由微波阻断材料或不透明材料制造。

[0231] 图22公开用于将微波和滤饼共同直接注入旋转的等离子体中的系统、方法和设备。在进入回旋液体的眼之前,微波将对物料进行预处理。波导管指引微波垂直于滤饼的行进方向。螺旋进料器将物料直接推进等离子体的眼。

[0232] 现转到图23,共注入的微波和滤饼可以直接供给入等离子体中,等离子体然后流入旋风分离器并允许在注入旋风分离器100之前对过滤用焦炭进行预处理。

[0233] 图 24 公开用于将来自 ArcWhirl® 炬 100 的等离子体直接注入旋风分离器的眼的系统、方法和设备。供给物料例如滤饼首先采用在射频范围内,特别地在微波频率范围内的 EMR 进行预处理,然后采用输送装置例如螺旋进料器直接注入热的离子化的等离子气流中。骤冷液体可用于对等离子体与供给物料之间的反应进行骤冷。

[0234] 转到图 25,同时参照图 21,可以通过切向入口将供给物料例如滤饼或石油饼注入旋风分离器中。同样地,供给物料可以在注入等离子体之前采用微波进行预处理。

[0235] 图 26 公开用于连续运行等离子 ArcWhirl® 炬的系统、方法和设备。通过安装第二阳极电极和线性致动器,电弧可以从 100 的第一电极转移到阳极喷嘴,然后转移至阳极电极。这样就实现极高的操作弹性比。

[0236] 实施例 8 一带有阳极电极、线性致动器的 ARC WHIRL® 炬

[0237] 以下具有不可预料的结果的实施例将清楚地展示新颖并不显而易见的多模式等离子炬。如图 1 和图 11 所示的 ArcWhirl® 炬电连接至 ESAB ESP150 等离子电弧电源 (“PS”)。改变 ESP150 PS 以在与完全短路类似的负载组模式下工作。图 1 的 ArcWhirl® 炬采用电压峰值工作,这对于非转移弧炬是常见的,因为电弧在阳极喷嘴周围跳跃。维持电弧所需的最小安培数是 50 安培。

[0238] 但是,当如图 11 所公开的添加外加阳极电极 1102 时,电流电位计在小于 30 安培的电流负载下被旋转至其最小位置处。采用配有 #13 屏蔽罩的焊工头盔,电弧清晰可见并确实在碳凿电极之间转移。电弧被维持在稳定的状态。这样再次使得经过阳极喷嘴的流体流速不受限制,而不会熄灭电弧。

[0239] 实施例 9 一用于煅烧和蒸汽重整石油焦炭的混合微波预处理 ARCWHIRL® 炬

[0240] 利用图 20 和图 21 的多入口 / 出口旋风分离器,将从油砂气化器产生的压缩滤饼形式的、含水量为 85% 的石油焦炭采用图 6 所示的空气 ArcWhirl® 等离子炬点燃。焦炭数秒内被灼烧至赤热,但被用作热绝缘体。但是,随着石油焦炭颗粒从大块上脱离,颗粒与颗粒的碰撞使大块粉碎。当暴露到空气等离子体时,较小的颗粒立即灼烧赤热。因此,这就产生用于处理随精炼厂中的延迟焦化装置产生的石油焦炭和由骤冷气化油砂沥青产生的合成气而产生的滤饼的系统、方法和设备。

[0241] 接着,石油焦炭被放在由 Ambrel 50/30 EKOHEAT® 感应电源供电的感应线圈内。EKOHEAT® 电源额定为:

[0242] 最大功率 (kW) 50

[0243] 频率 (kHz) 15 ~ 45

[0244] 线电压 (Vac) 360 ~ 520, 三相

[0245] 最大输入 (kVA) 58

[0246] 在上述频率范围内的射频并不联接至石油焦炭。石油焦炭对 15 ~ 45kHz 频率范围内的 EMR 是透明的。

[0247] 接着,取自同一批含有钒和镍的石油焦炭的样品被放入在 2.45GHz 的频率下运行

的标准微波炉内。在微波炉通电的数秒钟内,微波炉内闪过电弧和火花,产生亮白的道道闪光。微波炉运行 15 秒钟。打开门后,石油焦炭在浮动并且闪烁赤热的点。

[0248] 然后,样品被压碎并放回微波炉内。与第一样品进行对比和对照时,接下来发生的是完全出乎意料的。石油焦炭开始变红热,然后突然爆发出橙色的火焰。在数秒内,橙色火焰转变成蓝色火焰。

[0249] 另一项测试通过将 Pyrex[®] 盖放在样品上以排除空气来完成。将带有盖的石油焦炭样品放回微波炉内并辐射 15 秒钟。最初观察到橙色火焰,仅持续了几秒钟,然后熄灭,在无氧的条件下,石油焦炭开始灼烧变红热。

[0250] 将样品从微波炉取出,然后使之空气冷却 2 小时。然而,2 个小时后,在压碎的石油焦炭样品内部的颗粒仍旧发光红热。

[0251] 这种在注入等离子炬之前的微波炉处预处理工艺步骤产生用于煅烧、氧化和蒸汽重整的全新的系统、方法和设备。相当简单地通过将微波炉与石油焦炭结合并使微波炉的任何泄漏辐射等离子弧可以得到高效且几乎无泄漏的混合微波等离子炬。按其最简单的解释,任何形式的石油焦炭包括煤炭均可以用作感受器来点燃和维持等离子体。将蒸汽等离子体添加到经预处理的赤热石油焦炭得到用于生产大量氢和 / 或合成气的系统。

[0252] 实施例 10 —混合微波辉光放电蒸汽 / 氩水煤气系统

[0253] 如前面公开的,仅采用微波炉将石油焦炭加热到红热。同样地,采用图 4 和图 5 公开的固体氧化物高温辉光放电室可以产生大量的蒸汽 / 氢。因此,这就产生基于期望的终产品用于处理石油焦炭的完全非显而易见且独特的系统。

[0254] 返回至图 22-26,蒸汽和氢可以采用在辉光放电模式下运行的 ArcWhirl[®] 来产生。蒸汽 / H₂ 混合物离开喷嘴 V3 并立即与采用微波辐照的赤热焦炭接触。因此,这种新颖的工艺是生产水煤气的独特方法,例如

[0255] $\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4 + \text{CO} (\Delta H = +131\text{kJ/mol})$ 。

[0256] 如果需要蒸汽等离子体,则多模式 ArcWhirl[®] 炬被切换至等离子弧模式。另一种在辉光放电模式下运行的多模式 ArcWhirl[®] 炬将被放置在上游以产生用于在等离子弧模式下运行的 ArcWhirl[®] 蒸汽 / H₂。

[0257] 这种配置公开在图 6 中,其中 ArcWhirl[®] 100 和旋风分离器 610 采用图 20 至图 27 公开的任一种配置替代。选自图 18 的附属设备可以是为实施本发明而作为图 6 的改型的微波导波管、螺旋进料器(螺旋钻)和旋风分离器。

[0258] 图 27 公开了通过采用感应线圈加热阳极喷嘴来将另外的 EMR 和热添加到离开 V3 的气流的装置。这样就能够保护阳极喷嘴并简单地使用射频能量来加热石墨喷嘴。

[0259] 图 28 公开了两个串联的 ArcWhirls[®], 用于构成用于在不同的模式下运行两个相同的多模式等离子炬的独特的系统。

[0260] 图 29 公开使用能够根据应用和期望的最终产品而以不同模式来运行的两台管路串联的 ArcWhirls[®] 的另一种配置。

[0261] 图 30 公开用于燃烧和 / 或熄灭由多模式等离子 ArcWhirl® 炬生成的产品的装置。通过将 ArcWhirl® 炬 100 连接至外周喷射器 / 喷流器,当骤冷流体流进第二压缩机和 / 或泵中时,产品可以被骤冷。但是,通过使空气经由第二压缩机流进外周喷射器 / 喷流器,合成气可以被热氧化或燃烧。极热的火焰将以很高的速度离开外周喷射器,这种很高的速度可以用于推力、加热和转动能。

[0262] 图 31 公开用于通过沿多模式 ArcWhirl® 炬的纵轴对准的螺旋钻和针电极使待处理物料逆流的装置。回到图 11 和实施例 8,另外的针电极可实现高的操作弹性比。外周喷射器 / 喷流器实现基于期望的解决方案的快速骤冷或热氧化。虽然未示出,可以再次将微波引入针管内以便在注入蒸汽等离子体或如果在辉光放电室 (“GDC”) 模式下仅注入蒸汽中之前,对物料,例如石油焦炭进行预处理。

[0263] 实施例 11 — 回吹 ARCWHIRL® 炬

[0264] 图 32A 公开了与图 1 的 ArcWhirl® 炬 100 相似的独特配置,其采用图 15 所示的可以作为反吹炬运行的电极和活塞配置。回吹等离子炬是熟知并充分理解的。通过将弹簧包括在活塞后面,这样就保持电极活塞与电极喷嘴接触,以便在完全短路下运行。虽然未示出,电极棒可以单独地采用线性致动器进行控制。当必需在另一种模式下运行时,切向出口上的阀门被节流,从而迫使电极活塞从电极喷嘴移开。如果例如空气或蒸汽流进炬,则将在电极棒、电极喷嘴与电极等离子体之间形成等离子弧。

[0265] 如此前公开的,回吹炬和所有其他等离子炬的主要问题是缺少对等离子气体的节流。在进入炬之前,对气体进行调节。但是,本发明的回吹炬对排放切向出口的气体进行调节。因此,这样就得到高的操作弹性比。同样地,电极活塞实现在任何前述模式下运行——电阻加热、等离子弧、辉光放电、电解和埋弧。

[0266] 现在参照图 32B,通过采用液压 / 气压端口替代弹簧并且使电极活塞与电极棒电隔离,系统可以采用两个独立的电源供电。因此,这使得相同的系统可以在独立的模式下运行。例如,通过将另一根如图 11 所示的电极棒 1102 添加到电极喷嘴的排出口,则电极喷嘴和电极活塞可以通过使用电解质而在辉光放电模式下运行,同时两根电极棒可以在等离子弧模式下运行以将蒸汽 / H₂ 混合物转化成蒸汽 / H₂ 等离子体。这种配置并不需要等距间隙之间的固体氧化物。

[0267] 实施例 12 — 三相交流 ArcWhirl® 炬

[0268] 到现在为止,本发明已经公开的是使用直流电源。但是,图 33B 所公开的发明允许通过将三个电极、电极棒、电极活塞和电极喷嘴分别电连接至位于地表的 AC 源的三线电源线 L1、L2 和 L3 来使用交流电 (“AC”) 运行。

[0269] 实施例 13 — 多模式等离子电阻器

[0270] 图 34 公开了新颖且非显而易见的采用多模式 ArcWhirl® 炬 100 作为串联电路内的电阻器的液体电阻器。液体电阻器是熟知并且充分理解的。同样地,阻抗绕线型电阻器是熟知并且充分理解的。

[0271] 绕线型电阻器通常产生废热。同样地,液体电阻器产生蒸汽和 / 或热水作为废热。

包含电阻器的电源常常不被设计用于利用废热。但是,本发明已经明确地表明,多模式炬可以由电解质制备蒸汽/ H_2 。同样地,当 ArcWhirl[®] 炬 100 在辉光放电模式运行时,其按照非常可预见的方式运行。例如,ESAB ESP150 已经与 ArcWhirl[®] 炬 100 以及图 4 和图 5 所示的设备一起运行。当作为辉光放电室(“GDC”)运行时,仅必需的控制参数是泵或线性致动器或二者的组合。

[0272] 参照图 3 中的图,液面决定了电流(安培数)。同样地,如图 12 所示的 ArcWhirl[®] 配置的电极深度将决定电流和电压。控制液面和电极深度会通过改变电压和电流来给出对不同的电阻的精确控制。因此,将本发明用作可变电阻器能够通过将蒸汽/ H_2 混合物用作单独的 ArcWhirl[®] 炬 100 中的等离子气体或用作普通的加热目的来回收热。

[0273] 实施例 14 —用于热、氢和 380VDC 建筑物的可变等离子电阻器

[0274] 本发明的可变等离子电阻器(“VPR”)的示例性的应用是用于将三相交流电整流成 380 伏直流电(VDC)。现在回到图 35,可变等离子电阻器可以带负载,特别是 380VDC 负载并联放置。通过在稳定状态下作为 GDC 来运行时使水在 VPR 内以低液位流动,则使用仅少量的电流,从而为酒店服务产生少量的热量,同时为建筑物提供了全电流负载。当需要更多的热量时,水被加到 VPR 中,从而增加蒸汽/ H_2 的生成但减少了供给 380VDC 建筑物的可用电流。

[0275] 实施例 15 —使用可变等离子电阻器加热器的井内强化采油

[0276] 图 36 公开了用于强化采油的独特的系统、方法和设备。回到实施例 4,图 4 和 5 的 GDC 公开了产生用于强化采油(“EOR”)的蒸汽的地面方法。该设备非常适合于利用直流电源来地面生产蒸汽。因电压下降,从电源到 ArcWhirl[®] 炬的直流电导线的长度受到限制。

[0277] 但是,当二极管(整流器)以本发明的 GDC 封装时,井内加热工具的直径可以足够小以插入井眼内。因此,从 GE、Boret 和 Schlumberger 获取的广泛使用的井内电源线可以用来将交流电供应给集成的整流器可变电阻器等离子加热器。同样地,通过选择合适的用于地层的电解质,可以产生氢、蒸汽和 CO_2 ,以通过产生不可凝结的气体来维持地层内的压力。

[0278] 实施例 16 —等离子 ARCWHIRL[®] 模式下的等离子钻孔

[0279] 图 36 示出的配置可以用于在井内产生真正的等离子弧。首先,将采用独立的 GDC 在地表产生蒸汽,然后蒸汽将沿井孔流入用于等离子钻孔的等离子 ArcWhirl[®] 工具。这样就能够通过将地层熔化并产生矿渣消除钻机上常见的全泥浆系统,所述将地层熔化并产生矿渣导致原孔体积减少 90% 的体积。在前面的测试中,本发明的发明人熔化了钻屑并实现了 90% 的体积减少。因此,熔渣将形成陶瓷型壳体。理想的 ArcWhirl[®] 设计可以是回吹活塞或是图 32 和图 33 所示的气压/液压活塞。

[0280] 图 37 公开了三相交流电等离子 ArcWhirl[®] 井下工具,该三相交流电等离子 ArcWhirl[®] 井下工具还可以用于为 EOR 或为等离子钻孔生成井内蒸汽。图 33B 示出的 ArcWhirl[®] 可以采用三相交流电源运行。同样地,图 11 可以配置为采用三相交流电源运行。

[0281] 图 38 公开了新型物料处理系统,该系统使用与大型 ArcWhirl®炬并联连线的可变等离子电阻器(VPR)。大部分直流电流会流入碳电极 112 和碳电极喷嘴(未示出)中,而 VPR-1 至 VPR-4 与碳电极 112 和喷嘴(未示出)并联连线,但独自运行以产生可排入大型 ArcWhirl®炬的蒸汽、氢、已消毒的水、臭氧、空气等离子体、氧等离子体和热水,它们从它们各自的出口排出。

[0282] 实施例 17 — 用于将碳弧气刨炬转换为等离子炬 / 焊机的等离子 ARCWHIRL® 装备

[0283] 图 39 公开了用于将碳弧气刨炬改装和转换成 ArcWhirl®炬的系统、方法和设备。带有等离子 ArcWhirl®改装装备的碳弧气刨炬目前可以在多种模式下运行,用于碳弧气刨、等离子气刨、等离子焊接、等离子标记、等离子喷涂、等离子镀层和等离子切割应用。

[0284] 现转到图 39,碳弧气刨炬例如 Arcair® N7500 系统经由 Arcair®炬头喷嘴偶联到 ArcWhirl®的第一端 116。因此, Arcair®气刨炬则变成了 ArcWhirl® 100 的电极壳 122 和线性致动器 114 两者。

[0285] 等离子 ArcWhirl®转换装备现在可以使标准的现成的碳弧气刨炬作为非转移等离子弧炬、等离子焊机、等离子喷涂机、等离子切割机和等离子标记机来运行。当连接至相同的在辉光放电模式运行的等离子 ArcWhirl®时,则该系统可以采用蒸汽 / 氢等离子体运行。这样就为降低切除铸件冒口、等离子蒸汽 / 氢切割厚钢板和铝板、蒸汽等离子体预热铸构、蒸汽等离子热处理和蒸汽等离子体重整开启了大门。

[0286] 此外,等离子 ArcWhirl®气刨和焊接炬可以作为惰性蒸汽 / 氢等离子体焊机运行。例如,碳电极可以用钨电极替代。等离子弧可以采用蒸汽 / 氢气进行限制。等离子 ArcWhirl®炬不同于所有其他通过使用排出阀节流流经喷嘴的气体的等离子炬。这就实现极高的操作弹性比,同时还允许基于从喷嘴离开的等离子气体的速度进行焊接和切割。相当简单地,为了焊接,节流阀可以完全开启,从而允许低速等离子射流从喷嘴离开。为了等离子切割,将节流阀关闭,从而迫使流经喷嘴的所有气体产生极高速度的等离子射流,以便将残渣切割并吹到一边。

[0287] 实施例 18 — ARCWHIRL®康达效应等离子体

[0288] 图 40 公开了独特的用于采用康达效应(Coanda Effect)将等离子体包围在石墨电极四周的系统、方法和设备。康达效应是指液体射流被吸引到邻近表面的倾向。该原理以罗马尼亚空气动力学先驱 Henri Coandă 命名, Henri Coandă 首次确认了这一现象在飞行器开发中的实际应用。双 ArcWhirls®炬 100 将电弧偶联到石墨电极,从而可以以极其稳定的电压 24/7 运行。等离子体包围在石墨电极四周并进入康达等离子间隙 39108。待处理的物料被直接供给进入等离子间隙 39108。

[0289] 图 41 公开了另一种采用 Coanda 效应将电弧转移至石墨电极从而维持和限制等离

子体的系统、方法和设备。虽然示出两个 ArcWhirl[®] 炬,但是将理解的是,作为康达效应等离子系统运行必需仅一根炬。ArcWhirl[®] 炬电弧将其自身连接至中央的石墨电极,同时等离子体包围在电极四周。因此,这样就实现将大的中央电极和小的电极供给到炬内进行连续负载运行。

[0290] 实施例 19 — 从采矿副产物回收采矿流体

[0291] 现在转到图 42,图 1 的蒸汽等离子单元的实施方案被公开为显示温度相对相图的图的逆流等离子系统 4200。等离子炬 100 被连接到供给单元 4202。等离子炬 100 可以选自直流电弧炬、交流电弧炬、微波炬、电感耦合等离子炬和 / 或其任意组合。供给单元 4202 可以选自旋转压榨机、液压机、带油井滤网的螺旋钻、带烧结金属滤网的混凝土泵和 / 或任何用于输送固体同时将液体与固体分离的装置。正如所示,供给单元 4202 包括连接至螺旋进料器 1802g 输出端的滤网 1802d,在所述输出端处,滤网 1802d 的一部分被包在 T 形管 1802i 内。等离子炬 100 的纵轴 124 优选地与供给单元 4202 的纵轴对准。含有采矿流体(例如钻井液等)的采矿副产物(例如钻屑等)(统称 4204)被供给进入供给单元 4202 的入口 4206,在此螺旋进料器 1802g 将采矿副产物推向等离子炬 100 的喷嘴 106。

[0292] 使蒸汽 4208 流进等离子 ArcWhirl[®] 炬 100 的切向入口 120,在等离子 ArcWhirl[®] 炬 100 内蒸汽 4208 被转化成蒸汽 4210 并经喷嘴 106 离开。众所周知的是,有 4 种状态的物质:固体、液体、气体和等离子体。图 4200 公开了蒸汽等离子体 4210 接触含有采矿流体(例如钻井液等)的副产物(例如钻屑等)(统称 4204)时经历的相态,所述含有采矿流体(例如钻井液)的副产物(例如钻屑)(统称 4204)逆流流至蒸汽等离子体 4210。当蒸汽 4208 经过切向入口 120 进入 ArcWhirl[®] 炬 100 时,蒸汽 4208 从四周横穿、通过,并形成等离子弧(“PA”)。从喷嘴 106 离开的离子化气体是蒸汽等离子体(“SP”)4210。如图 17-18、图 22-图 27、图 30-图 31 和图 39 所示,可以将阀门连接至 ArcWhirl[®] 炬 100 的切向出口 136。这样实现对从喷嘴 106 离开的蒸汽等离子体 4210 进行节流和控制。因此,这样实现 100:1 的系统操作弹性比。此外,切向出口 136 允许含有采矿流体(例如钻井液等)的采矿副产物(例如钻屑等)(统称 4204)一路回流进入 ArcWhirl[®] 炬 100。这个特征使等离子 ArcWhirl[®] 炬与目前上市并销售的其他所有等离子炬拉开了距离。ArcWhirl[®] 炬也可以作为蒸汽 / 水骤冷反应器运行。

[0293] 当蒸汽等离子体 4210 横穿滤网 1802d 并直接接触含有采矿流体(例如钻井液等)的采矿副产物(例如钻屑等)(统称 4204)时,蒸汽等离子体 4210 放出其部分热,然后其温度被降低,形成超热蒸汽(“SS”)。当超热蒸汽通过滤网 1892d 逆流流至含有采矿流体(例如钻井液等)的采矿副产物(例如钻屑等)(统称 4204)进入 T 形管 1802i 时,超热蒸汽继续放出热并被转化成湿蒸汽(“WS”)。然后,湿蒸汽放出其最后剩余的可用潜热并可能冷凝成热水(“HW”)。通过对 T 形管 1802i 的排放出口 4212 进行抽真空,热水洗涤来自采矿副产物(例如钻屑等)的采矿流体(例如钻井液等),而不会将基液裂解成轻馏分。这对于基液的回收和再利用是非常重要的。采矿流体(例如钻井液等)和热水 4214 经 T 形管 1802i 的排放出口 4212 离开。蒸汽等离子体 4210 继续处理或“焚烧”采矿副产物(例如钻

屑等),使得被处理后的副产物(例如钻屑等)4216是惰性的并在体积上大大减低,以及或者落下穿过滤网1802d或从滤网1802d的末端离开。

[0294] 现在参照图43,示出根据本发明的一个实施方案的闭环钻井液回收系统、方法和设备4300的方框图。来自钻机泥浆系统和/或摇动床室4304的采矿流体、烃和采矿副产物4302达到页岩摇动器4306。采矿流体4308返回钻机泥浆系统4304,而钻屑(具有残留的采矿流体和烃的采矿副产物)4204从摇动器4306上落下并进入泥浆/钻屑泵/输送机系统4310。泵/输送机系统4310可以是水泥/混凝土泵、离心泵、螺杆泵、螺旋输送机、螺旋钻、喷射器、喷流器、柱塞进料器、气动输送机和/或任何用于将钻屑(带有残留采矿流体和烃的采矿副产物)4204从摇动器4306输送到逆流等离子系统4200的传输装置。供选择地,水4312或回收的采矿流体和/或水4314可以加到钻屑(带有残留采矿流体和烃的采矿副产物)4204来形成浆料4316以使物料更容易地流过逆流等离子系统4200。

[0295] 逆流等离子系统4200产生回收的采矿流体和热水4214,回收的采矿流体和热水4214返回至钻机泥浆系统4304和/或被用作泥浆/钻屑泵/输送机4310内的动力流体4314,用于生产待输送回等离子系统4200的浆料4316。回收的采矿流体和热水4214还可以作进一步的处理和/或分离4316,在这种情形下,回收的采矿流体4318可以被存储或被送回到钻机泥浆系统4304。等离子系统4200加热并熔化采矿副产物或钻屑,产生熔渣4216,所述熔渣在水骤冷系统4320中进行骤冷。用于水骤冷系统4320的理想流体是来自已经被水力压裂的油井的压裂返排水4322a或来自生产井的采出水4322b,但也可以使用其他来源。这能够对水进行回收和循环,而不将其注入处理井内。来自气体源4324的气体(例如惰性气体、氢、合成气等)也可以注入等离子系统4200内。

[0296] 从可以用在建筑和冶金应用,例如油井钻孔所在的农场道路、牧场或房产中的水骤冷单元或容器(骤冷器)4320移除惰性玻璃化矿渣4326。

[0297] 矿渣4326可适用于磨碎并用作巩固油井的水泥添加剂。同样地,矿渣4326的另一个供选择的应用可以是作为支撑剂或支撑剂成分。因此,矿渣4326是充分燃烧的陶瓷材料。从而,矿渣4326作为水泥或支撑剂添加剂可以使物料返回油井内。将理解的是,压裂返排水4322a和/或采出水4322b含有不溶的盐和氯化物。因此,可以对骤冷水进行浓缩,从而仅有浓盐水4328需要通过注入井进行处理。这将减少运输成本。

[0298] 水骤冷单元或容器(骤冷器)4320可以额定压力。因此,蒸汽和/或热水的混合物4208可以在骤冷容器4320内产生。这样使热水、蒸汽和/或两者的组合流到等离子系统4200和/或流到冷却器/冷凝器4330。将理解的是,冷却器/冷凝器4330可以使用任何用作热交换流的流体。从冷却器/冷凝器4330离开的清洁水4332作为钻孔水和/或压裂水用于再利用和再循环。

[0299] 图44是本发明的等离子系统4400的另一个实施方案,其公开了用于容纳玻璃化熔融固体4216的高温容器4402。逆流等离子炬100、滤网1802d、螺旋进料器1802g和T形管1802i的运行参照图42进行说明。采矿流体和热水4214从T形管1802i的出口流出,进入一级分离系统4404,一级分离系统4404将回收的采矿流体从水中分离。提取的采矿流体4318可以进一步采用脱气装置4408分离成回收采矿流体(产品)4318和气体(例如氢)4406。回收的采矿流体(产品)4318可以进料返回泥浆系统或被存储。气体4406则可以用来改质用于柴油发动机、燃气轮机、锅炉、热氧化器等的燃料来源。来自一级分离系统

4404 的水被供给到泵或压缩机 4410,以用作喷射器 4412 的动力流体。

[0300] 高温容器 4402 收集从滤网 1802d 落下的玻璃化固体 4216 并且使蒸汽和气体能够被提取到三通气体再循环阀 4414。喷射器 4412 用于骤冷和回收来自玻璃化固体 4216 的热量。使产生的玻璃化固体浆料 4416 流入图 5 的辉光放电系统 500 内。辉光放电系统 500 产生蒸汽和氢 4418,蒸汽和氢 4418 用作连接至逆流等离子炬 100 的切向入口 120 的热压缩机 4420 的动力气体。冷却的玻璃化固体 4216 从辉光放电系统 500 的底部离开。来自三通气体再循环阀 4414 的蒸汽和气体被供给到热压缩机 4420 和 / 或将蒸汽 4204 供给至螺旋进料器 1802g。来自辉光放电室 500 的氢还可以与柴油和 / 或天然气共同供给至发动机以通过贫燃烧来减少燃烧排放物。

[0301] 图 45 是本发明 4500 的另一个实施方案。空心轴螺杆压榨机 4502 是熟知并且充分理解的。虽然用于将固体与液体分离的滤网并未被示出,但是将理解的是可以在系统 4500 中安装一个滤网。在空心轴内,安装针电极 4504 用于 ArcWhirl[®]炬 100 的连续 24/7 运行。这种配置允许第一电极 112 和针电极 4504 朝向彼此供给。同样地,这种配置使电弧从喷嘴 106 转移至针电极 4504,从而使电弧位于两个电极中间。因此,将电弧“吹”出是极其困难的,因为电弧被限制在电极之间。钻屑或其他采矿副产物被引入进料器入口 4506 并被压向由 ArcWhirl[®]炬 100 内的电弧生成的等离子体。正如前面公开的,钻屑可以直接返排进入 ArcWhirl[®]炬 100 内。

[0302] 各种其他采用不同类型螺旋进料器的蒸汽等离子体的实施方案示于图 46-49 中。图 46 示出本发明的实施方案 4600,其中 Trojan UV 的 Salsnes 过滤器 4602(参见第 6,942,786 号美国专利,将其全部内容引入本文)被连接至 ArcWhirl[®]炬 100。图 4 的辉光放电系统 400 连接在 Salsnes 过滤器 4602 的出口与 ArcWhirl[®]炬 100 的切向入口 120 之间。

[0303] 类似地,图 47 示出本发明的实施方案 4700,其中 Trojan UV 的 Salsnes 过滤器(参见第 6,942,786 号美国专利,)被连接至 ArcWhirl[®]炬 100。图 5 的辉光放电系统 500 具有接合至连接于 Salsnes 过滤器 4602 的出口的泵 4702 的入口以及连接至压缩机 4704 的出口,压缩机 4704 连接至喷射器 4706。混合器 4708 也连接在 Salsnes 过滤器 4602 的出口(过滤的废水)与辉光放电系统 500 之间,以将氧化剂与过滤的废水混合以产生流出物。来自 Salsnes 过滤器 4706 的废气被排出并流至喷射器 4706 以被注入 ArcWhirl[®]炬 100 的切向入口 120。来自 ArcWhirl[®]炬 100 切向出口 136 的废气流至流出物。

[0304] 图 48 示出本发明的实施方案 4800,其中滤网清洗巨型螺旋钻 4802(参见第 7,081,171 号美国专利,将其全部内容引入本文)连接至 T 形管 1802i,T 形管连接至 ArcWhirl[®]炬 100。图 4 的辉光放电系统 400 连接在滤网清洗巨型螺旋钻 4802 的出口与 ArcWhirl[®]炬 100 的切向入口 120 之间。滤网洗涤巨型螺旋钻 4802 将待处理物料分离成流体和固体。流体被供给并与岩盐或海水混合以形成电解质,电解质然后被供进进入辉光放电系统 400。辉光放电系统 400 产生漂白剂和蒸汽。蒸汽被输入 ArcWhirl[®]炬 100 的切

向入口 120。固体被向上推进 T 形管 1802i 中,在此处来自 ArcWhirl® 炬 100 的等离子体与固体反应并使固体玻璃化。

[0305] 类似地,图 49 示出本发明的实施方案 4900,其中滤网清洗巨型螺旋钻 4902(参见第 7,081,171 号美国专利)连接至弯曲 T 形管 1802i,该弯曲 T 形管 1802i 连接至 ArcWhirl® 炬 100。图 4 的辉光放电系统 400 连接在滤网清洗巨型螺旋钻 4802 的出口与 ArcWhirl® 炬 100 的切向入口 120 之间。滤网洗涤巨型螺旋钻 4802 将待处理物料分离成流体和固体。流体被供给进入辉光放电系统 400。辉光放电系统 400 产生流出物和蒸汽。蒸汽被输入 ArcWhirl® 炬 100 的切向入口 120。来自 ArcWhirl® 炬 100 的等离子体 108 与固体反应并使固体玻璃化,产生合成气。安装针电极 4904 以用于 ArcWhirl® 炬 100 的连续 24/7 运行。这种配置允许第一电极 112 和针电极 4904 朝向彼此供给。同样地,这种配置使电弧从喷嘴 106 转移至针电极 4904,从而使电弧居于两个电极中间。因此,将电弧“吹”出是极其困难的,因为电弧被限制在电极之间。

[0306] 如图 42-49 图示以及图 50 所示的,本发明提供用于处理物料的方法 5000。在方框 5002 内提供等离子弧炬和螺旋进料单元,其可以是图 1、图 11 和图 42-图 49 示出的任何一种实施方案、它们的任意组合,或由本领域技术人员所认可的变型。以最简单的形式,等离子弧炬包括具有第一端和第二端的圆柱形容容器,连接至或接近第一端的第一切向入口/出口,连接至或接近第二端的第二切向入口/出口,连接至圆柱形容容器的第一端使得第一电极(a)与圆柱形容容器的纵轴对准并且(b)延伸进入圆柱形容容器的电极壳体,以及连接至圆柱形容器第二端使得空心电极喷嘴的中心线与圆柱形容容器的纵轴对准的空心电极喷嘴,所述空心电极喷嘴具有设置在圆柱形容器内部的第一端和设置在圆柱形容器外部的第二端。螺旋进料单元具有入口和出口,出口与所述中心线对准并且接近空心电极喷嘴。在方框 5004 中,蒸汽被供应至第一切向入口/出口。在方框 5006 中,电弧在第一电极和空心电极喷嘴之间产生。在方框 5008 中,物料(例如含有采矿流体的采矿副产物等)被提供至螺旋进料单元的入口。在方框 5010 中,通过采用螺旋进料单元将物料经螺旋进料单元的出口朝向离开空心电极喷嘴的蒸汽等离子体移动来对物料进行处理。该处理产生流体(例如回收的采矿流体,如回收的钻井液等)和惰性的玻璃化矿渣(例如惰性玻璃化采矿副产物矿渣,例如惰性玻璃化钻屑等)。

[0307] 其他步骤可包括但不限于:(a)在蒸汽被供应进入第一切向入口/出口之前,将气体注入蒸汽内;(b)将物料泵送或传送到螺旋进料单元的入口;(c)用水、压裂返排水或采出水骤冷玻璃化物料;(d)骤冷玻璃化物料产生蒸汽,将蒸汽供给进入第一切向入口/出口;(e)将流体分离成回收的流体和水;和/或(f)采用辉光放电系统产生蒸汽。根据图 42-图 49,另外的步骤对本领域技术人员而言是显而易见的。

[0308] 实施例 20 一针对重油的强化采油

[0309] 在 SAGD 设施中,降低生成成本的障碍是锅炉管道内经由热传导发生的热传递。这个问题是间接热传递。热通过辐射、对流和传导进行传递。事实上,SAGD 蒸发器和锅炉经由辐射、对流和传导来传递热量。虽然锅炉中的火焰通过辐射和对流将热传递给锅炉管道,但经过锅炉管道的热传递仅通过热传导进行。

[0310] 当锅炉管道表面的热传递被污染物,例如二氧化硅包覆时,热传递就被减少,锅炉和 / 或蒸发器必须关闭进行维修。在 SAGD 设施中,这是常见的问题,特别是对于二氧化硅,并且现在已被认为是不可持续性的。二氧化硅伴随着油砂同时产生。因此,经由挥发性二氧化硅化合物蒸发以及挥发性有机化合物 (“VOC”) 造成的砂污染是利用传统的采用锅炉的水处理方法和单程蒸汽发生设备的目前的 EOR 运行的遗留问题。

[0311] 如果不堵塞的蒸发器、锅炉、蒸汽发生器和 / 或系统、方法和设备可以使用直接来自油 / 水分离器的水并产生 100% 质量或超热蒸汽,则这就省去了与水处理和化石燃烧点火的单程蒸汽发生器和锅炉相关的需求和运行成本。简单地说,其降低了现有 SAGD 设施的生产成本以及用于新建设施的资本费用。

[0312] 此外,如果同样的系统可以仅靠电尤其是来自可再生资源例如风能、太阳能、水能或甚至是生物质的电来运行,则这样实现减少的、零空气排放和 / 或碳中和操作。此外,如果相同的所有电力系统能够产生氢,则这就为在井口或原位改质开启了大门。因此,真实的动力并不在于 \$60/ 桶的石油,而在于在井口生产更高质量的油,而没有运行大型水处理设施和大型改质装置的相关问题及成本。

[0313] 本发明提供可以用直接来自油 / 水分离器的采出水运行的辉光放电电极蒸发器和锅炉。而且,本发明提供偶联到等离子过热器用于产生很高质量的蒸汽 (大约为 100%) 和氢的电极蒸发器和 / 或锅炉。

[0314] SAGD 设施是指饱和蒸汽或作为低于 100% 质量的蒸汽的湿蒸汽。例如,85% 质量的蒸汽按其含义说就是 85% 蒸汽和 15% 的水分和 / 或水的蒸汽。另一方面,100% 蒸汽仅仅是蒸汽,不含有水分 / 水。在 SAGD 运行中,很少使用或听到过热蒸汽这一术语。同样地,SAGD 运行中经常使用的另一个术语是“蒸汽油比” (“SOR”)。SOR 最依赖于基于原油价格计算和预测可盈利运营的数量。简单地说,生产蒸汽的成本基于水处理和当前燃料价格。而利用天然气由油砂生产沥青因许多的原因而不再可行。

[0315] 如果水处理厂可以省去,并且燃料价格可以降低或省去,则这就为更加可持续的 SAGD 工厂开启了大门。如果仅有的残余废料是盐水,则这就有助于省去与搬运和处理废料相关的成本。

[0316] 改质是重油生产的另一个主要障碍。重油需要改质来降低粘度以生产可销售的可在现代的精炼厂精炼的“原油”。改质设备的建造、维护和运行非常昂贵。改质价差与术语“裂解价差”类似,是来料原产品例如沥青的价值比改质沥青一合成原油的价值。正是改质价差使重油生产商承担了大规模的建设项目,例如改质设备。

[0317] 虽然改质设备将生产管道质量的合成原油,但是对炼焦原油不利的一面是产生焦炭。而焦炭无法通过管道移动。因此,这是被搁置的副产品,如果能在 EOR 工序中用作燃料将改变关于使用清洁燃烧天然气生产重油的策略。

[0318] 现转到图 51, SOGD 等离子 EOR, 同时参照图 1、图 4、图 5、图 6 和图 7, 具体参照单元 100、400、500、600 和 700, 公开了用于重油的强化采油的电气系统。来自油 / 水分离器 5102 的采出水 A 流入辉光放电室 (GDC) 泵 5104, 然后进入固体氧化物高温辉光放电电解室 500。室 500 可以如图 4、图 5 或图 52 所示配置。用于强化采油的很好的颗粒介质 424 是石油焦炭, 通常称为“石油焦”。石油焦可以在未经处理的状态或煅烧状态下使用。

[0319] 石油焦炭通过重石油工艺物料流和残留物的热分解进行生产。焦化操作中最常

用的三种原料是：(1) 减压原油（真空渣油）；(2) 热焦油；以及 (3) 渣析油（催化裂化的澄清油）(Onder and Bagdoyan, 1993)。这些原料被加热至热裂化温度和压力 (400kPa 下 485 ~ 505℃)，在该温度和压力生成石油液体和气体产物料流。从这个工序剩下的物料是固体的浓缩碳物质、石油焦炭 (Ellis and Paul, 2000b ; EC, 2003)。关于石油焦的附加信息可见于：(1) 美国石油研究院向 EPA 提交的题目为“Petroleum Coke Category Analysis and 20 Hazard Characterization (石油焦炭种类分析和危害表征)”的报告 (2007 年 12 月 28 日)，见于：<http://www.epa.gov/hpv/pubs/summaries/ptrlcoke/cl2563rr2.pdf>；(2) 关于石油焦炭低水平毒性的 EPA 报告，见于：[http://www.epa.gov/chemrtk/hpvis/hazchar/Category Petroleum % 20Coke June 2011.pdf](http://www.epa.gov/chemrtk/hpvis/hazchar/Category%20Petroleum%20Coke_June2011.pdf)；以及 (3) 题为“ELECTRICAL PROPERTIES OF PETROLEUM COKE FROM PIPELINE CRUDE OIL (来自管线原油的石油焦炭的电学特性)” (1976 年 9 月) 的 NASA 报告，见于：http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19760024217_1976024217.pdf。

[0320] 第 8,087,460 号美国专利公开了采用石油焦炭作为两个电极和 / 或电导体之间的电阻器，原位对油页岩进行电阻式加热的工艺。另外，专利说明书部分地陈述，“作为供选择的方案，国际专利公开申请 WO 2005/010320 教导使用导电裂缝来加热油页岩”。加热元件通过形成井眼然后水力压裂井眼四周的油页岩地层来构建。裂缝充满了构成加热元件的导电物质。煅烧石油焦炭是示例性的适合的导电物质。优选地，在从水平井眼延伸的垂直方向上产生裂缝。电流可以传导通过每口井的井跟 (heel) 至井端 (toe) 的导电性裂缝。电路可以通过附加的与靠近井端的一个或更多个垂直裂缝相交的卧式井来完成，以提供相反的电极性。WO 2005/010320 方法创建了通过应用电热来人工催熟油页岩的“原位烤箱”。热传导使油页岩加热至超过 300℃ 的转化温度，引起人工催熟。

[0321] 本发明可以利用未经处理的或煅烧的石油焦炭作为颗粒介质 424。

[0322] 回到图 51，主要由含有少量氢和其他不可凝结的气体 (“NCG”) 的蒸汽组成的气体混合物 B 在室 500 内生成。液体被从室 500 经过三通阀 5106 排空。液体 C 可以再循环至 GDC 泵 5104 的吸入侧和 / 或液体 D 可以流进排污泵 5108 的吸入口。室 500 内产生的不可凝结的气体 (NCG) 基于除添加到水中的电解质以外的采出水内的离子。例如，如果存在碳酸钠和 / 或碳酸氢钠，则所产生的 NCG 可能是氢和二氧化碳。此外，未经处理的石油焦 424 内的挥发性物质将产生额外的气体。同样地，高温辉光放电将对电极附近的石油焦进行蒸汽重整，从而增加了合成气的产生。

[0323] 此外，可以添加电解质例如硫酸以改变室 500 内产生的气体的组成。室 500 可以与蒸汽压缩机 5110 一起通过使气体 E 经由三通阀 5112 流到压缩机 5110 而作为蒸发器运行。另一方面，室 500 可以采用高压给水 GDC 泵并打开三通阀 5112 以使气体 B 绕过蒸汽压缩机 5110 而作为锅炉运行。但是，将理解的是室 500 可以采用蒸汽压缩机和泵而作为混合蒸发器锅炉运行。

[0324] 气体 E 和 / 或 B 随后从室 500 流入等离子 ArcWhirl 炬 100 内。使蒸气过热，然后转化成蒸汽 / NCG 等离子体 G。然后排入注入井 5114 用于强化采油 (EOR)。喷射器 5116，此后意指并包括但不限于热压缩机、喷射器、注射器、混合器和过热降温器，可以连接至等离子体 G 排出口。可以连接喷射器 5116 使得流体 X 或 G 是动力流体。喷射器的操作和使用是熟知且充分理解的，因而不需要作进一步解释。

[0325] 当碳酸钠用作 GDC 500 内的电解质时,对蒸汽 / 氢等离子体 G 进行光学高温计测量。测量的温度为 +3000°C (+5400° F)。因此,通过使阀门 5118 和 5120 对准经由排污泵 5108 对浓缩排污 D 进行返混实现零排放进入处理井。

[0326] 本发明的等离子弧炬可以采用阀门来节流。这在等离子切割行业内是全然没有听说过的。通过在 ArcWhirl® 炬 100 的排出蜗壳上设置阀门 5122,流经图 1 所示的阳极喷嘴 106 的流体量可以从 0% 调节至 100%。因此,图 1 公开的 ArcWhirl® 等离子炬具有无穷大的操作弹性比。在采用合适的供电情况下,通过从阴极 112 至阳极喷嘴 106 简单地完全短路从而关闭经过阳极喷嘴 106 的空心部分 128 的流动,其可以在电阻加热模式下运行。结果,所有的流体均作为排放物 134 经由蜗壳 102 穿过出口 118 切向地离开炬 100。

[0327] 再次采用适合的供电, ArcWhirl® 炬可以在电阻加热模式下运行。因此,任何正在紧密接近和 / 或接触阳极 106 和 / 或阴极 112 的流体将被从电阻元件排放的 EMR 以及经由邻近电阻元件的加热气体和 / 或流体产生的传导或对流加热。将理解的是,如果 ArcWhirl® 炬 100 在连续电阻加热模式下运行,则阳极 106 应与容器 104 和蜗壳 102 电隔离。电阻加热也常常指焦耳加热。

[0328] 正如先前公开的,100% 的蒸汽质量对降低 SAGD 设施中的 SOR 是至关重要的。图 1 公开的等离子 ArcWhirl® 炬是可以采用线性致动器和连接至切向出口的三通阀 606 进行控制的液体 / 气体分离器以及极限蒸汽过热器。正如先前公开的,当线性致动器 114 使阴极电极 112 按箭头 126 所示向阳极喷嘴 106 移动时,阴极电极 112 至阳极喷嘴 106 就会完全短路。因此,不会有流体流经喷嘴 106。阴极电极 112 和阳极喷嘴 106 的组合构成了阀门。当完全短路时,该阀门即处于关闭位置。当线性致动器 114 将阴极电极 112 远离阳极喷嘴 106 移动时,该阀门打开。正如先前公开的,当在关闭和完全短路位置时,供电被开启。再次的完全短路导致电极的电阻加热。当阴极电极 112 远离阳极喷嘴 106 移动时,在阴极 112 与阳极 106 之间形成电弧。如果流体从切向出口 118 排出 134,则很小的等离子体 108 将从阳极喷嘴 106 排出。

[0329] 现返回到图 51,三通阀 5122 连接至 ArcWhirl® 炬 100 的切向出口 118。采用如所示连接的三通阀 5122 进行测试时,当阀门 5122 被完全关闭时,等离子体 108 从 ArcWhirl® 炬 100 排出并采用光学高温计进行测量。采用室 500 产生的气体,等离子体 108 的温度测量为 +3000°C (+5400° F)。仅采用空气,等离子体 108 测量为 +2100°C (+3800° F)。如示出的在 700 中的系统采用陶瓷喷射器 5116 运行。陶瓷喷射器 5116 实际上是 Bausch Ceramics 提供的陶瓷 T 形管。但是,等离子体 G 的速度足以通过 T 形管的垂直入口抽真空,因此其作为喷射器运行。到目前为止,陶瓷 T 形管尚未破裂并已在快速加热和冷却中留存下来,而未有老化的迹象。

[0330] 本发明提供用于强化采油 (EOR) 的高质量蒸汽 (大约 100%)。如果操作者希望降低如图 1 所示的等离子体 108 以及图 51 中表示为 G 的温度,除了打开三通阀 5122 以将作为气体 I 排放至旋风分离器 5124,或者气体 H 并且用注射喷射器 5116 抽回进入等离子体 G 以外,还可以调节电源的安培数和 / 或伏特数。但是,如果需要最高蒸汽质量,例如极

端蒸汽等离子体 G, 则三通阀 5122 将被关闭。为了降低注入井内的蒸汽的温度并提高质量流量, 则排污液流 D 可以与等离子蒸汽 /NCG 等离子体 G 混合。这样将省去了通过使用三通阀 5118 排入注入井的处理。排污泵 5108 确保了液体 G 被加压并可以用作喷射器 5116 的动力流体 X。针对该应用的理想的注射喷射器 5116 是外周喷射器, 例如由宾夕法尼亚州费城的 Derbyshire Machine 公司生产的 **PeriJet**[®] 喷射器。将理解的是, 通过使用单个射流喷射器, 等离子体 G 可以用作喷射器 5116 的动力流体。如果来自室 500 的排污物 G 必须排入处理井 5126 内, 则三通阀 520 将被打开, 用以注入处理井内。可以将三通阀 5120 打开, 以使来自旋风分离器 5124 的流体底流 K 流入喷射器 5116 内。来自旋风分离器 5124 的顶流 I 将流入进入压缩机 5110 的气体 E。

[0331] 等离子 **ArcWhirl**[®] 炬 100 具有几乎无穷大的操作弹性。例如, 通过调节三通阀 5122, 流经如图 1 所示的阳极喷嘴 106 且被转化成等离子体 G 的流体量可以是进入 **ArcWhirl** 炬 100 的总流量的 0 到 100%。参照图 1 和图 51, **ArcWhirl** 炬 100 可以按照以下步骤进行启动和运行:

[0332] 1. 完全打开三通阀 5122, 以使排放物经过第二蜗壳。

[0333] 2. 使阴极电极至充当阀门的阳极完全短路, 以防止流动进入阳极喷嘴。

[0334] 3. 当进入 **ArcWhirl**[®] 的蒸汽 /NCG 流已经确立时, 打开电源并将阴极电极缓缓撤出, 在阴极电极与阳极之间建立电弧。

[0335] 4. 电压将随着阴极与阳极之间距离的增加而升高。

[0336] 5. 可以采用电源的电位计对安培数进行调节。

[0337] 6. 接着, 缓慢关闭三通阀 5122, 以使所有的蒸汽 /NCG 必须流经阳极喷嘴。

[0338] 7. 可以对三通阀 5122、阴极位置和与阳极的距离、以及电位计进行调节, 以无限地控制从 **ArcWhirl**[®] 炬排出的蒸汽 /NCG 等离子体 G 的体积和温度。

[0339] 将显示采用可再生能源和石油焦生产重油的独特而非显而易见的方法。可再生能源可以是太阳能、风能、水能和 / 或生物质的形式。生物质将转化成等离子 **BioChar**[™], 而合成气将被提供进行贫燃烧 (参见第 8,074,439 号美国专利)。此外, 任何废弃物料, 例如市政固体废弃物可以转化成本发明中使用的燃料和能源。此外, 由改质沥青产生的焦炭将是采用本发明进行贫燃烧的理想燃料。同样地, 如先前所述的焦炭是用在 GDC 室中的理想的颗粒介质 424。但是, 将理解的是, 颗粒状石油焦可以采用喷射器 5116 直接注入等离子体 G 中, 从而在沿注入井 5114 向下移动时被蒸汽重整。

[0340] 另一方面, 焦炭可以进行等离子蒸汽重整。通过向合成气添加氧, 焦炭将被燃烧并产生高温蒸汽和二氧化碳 (“CO₂”)。蒸汽和 CO₂ 将再次流入注入井 5114 用于强化采油 (EOR)。用于将焦炭和氧添加到偶联的采用氧燃烧的等离子蒸汽重整的很好的配置是在第 7,622,693 号美国专利中公开的 **PlasmaWhirl**[®] 反应器。通过在反应器上设置三根或更多炬, 等离子体将受到限制并可以实现焦炭的完全气化和氧化燃烧。为了仅产生合成气, 可以减少氧。

[0341] 现转到图 52, 用于强化采油 (EOR) 的 SOGD 室—通过利用本发明公开的强化采油系统、方法和设备, 可以省去现有技术中公开的整个水处理列组以及单程蒸汽发生器和 / 或

锅炉。来自产油井的油和水被供给至油和水分离器 5200, 在油和水分离器内, 油被从混油水中分离出来。用泵 5201 将混油水供给进入辉光放电室 400 的入口 408。石油焦被用作很多工业的燃料。很多石油公司将其推崇为碳封存装置。但是, 通过将石油焦用作辉光放电室 400 内的颗粒介质 424, 一部分石油焦将被蒸汽重整并转化成不可凝结的气体。同样地, 选自但不限于空、氧、过氧化氢、臭氧的氧化剂可以通过再循环管线 5202 添加到混油水或直接通过现有技术中已知的装置直接加入容器 402 的入口 408 中。

[0342] 氧化剂将与蒸汽重整石油焦 424 形成的合成气反应。结果, 将必须添加石油焦补料以取代颗粒状石油焦 424。这样就不需要从容器内除去颗粒介质石油焦 424。石油焦内的金属, 例如镍和钒可以包覆至管状阴极 412 和 / 或可以经由出口 410 排放并经由三通阀 5204 排出用于回收为有价值的金属。

[0343] 在不受理理论限制的情况下, 认为石油焦 424 内的硫将被转化成三氧化硫, 然后转化成硫酸和 / 或硫酸钠。因此, 另一种有价值的商品可以采用本文公开的 GDC 400 回收。

[0344] 出于 EOR 的目的, 离开 410 的气体被回路循环并使 5206 直接流进管状阴极 412。正如先前公开的, 管状阴极 412 将在超过 1000℃ 并且高出许多金属的熔点的温度下发光。但是, 离开 GDC 400 的气体的典型温度基于 GDC 400 内的压力。例如, 当将小苏打作为电解质且将砾石作为颗粒介质 424 在一个大气压下运行时, 温度在 100℃ 处或稍高于 100℃。在不受理理论限制的情况下, 认为温度上升到标准沸点以上部分是因为 GDC 400 内氧和氢的产生, 从而一经氧化就释放出额外的热量。这样就导致通过使用石油焦 424 作为颗粒物质并采用管状阴极 412 使气体 5206 过热而使 GDC 400 作为浸没式燃烧器运行。气体 5206 将向下流经该管状阴极并成为过热气体, 然后流进注入井内用于 EOR 目的。

[0345] 参照图 53 一用于 EOR 的 ArcWhirl® GD 室—ArcWhirl® 100 已经经过了测试并作为不含颗粒介质的辉光放电电解室运行。通过将图 1 与图 4 和图 5 进行细致的对比和对照, 这三个系统的唯一的区别是其中物料直线地或切向地流入各个系统处的装置, 以及缺少可移动电极。来自产油井的油和水被供给至油和水分离器 5200, 在油和水分离器 5200 内, 油被从混油水中分离出来。用泵 5201 将混油水供给至辉光放电室 400 的入口 408 中。如前所述的, 等离子 ArcWhirl® 炬可以轻易地进行配置并在 4 种不同的模式下运行而用于 EOR: (1) 电阻加热; (2) 电弧; (3) 电解; 和 / 或 (4) 辉光放电。

[0346] 等离子 ArcWhirl® 可以以前述任意模式进行配置和运行, 仅需要用于将如图 1 所示的出口 134 改为如图 12 所示的入口 120 的阀门和 / 或歧管 (未示出)。现在, 通过使阀门 5302 从关到开地进行循环, ArcWhirl® GDC 将显示在所有 4 种模式下运行。同样地, 未示出的是, 阀门将连接至出口 118。

[0347] ArcWhirl® GDC 通过电源处于关闭状态使阴极至阳极发生完全短路而启动。接着, 通过点动泵, 将容器部分充满。接着, 打开电源, 使系统在电阻加热模式下运行。本系统的益处是, 如果混油水中存在氯化钠, 则避免气体, 例如氯气的形成。饱和气体将作为排放物 5304 离开出口 118, 到另一个 ArcWhirl® 炬或 GDC 进行过热处理或到锅炉和 / 或注入井。

[0348] 如果系统拟在电弧模式下运行, 仅将阴极从阳极撤出。埋弧将立即形成。这样将通过将水裂解而产生不可凝结的气体, 例如氢和氧。为了帮助在电弧气体例如但不限于甲

烷、丁烷、丙烷、空气、氧、氮、氩、氢、二氧化碳、氙、生物气和 / 或臭氧或其任意组合的气体的周围形成气体涡流,可以在泵与入口 120 之间增加注射器(未示出)。但是,众所周知的是,当采用紫外光照射时,过氧化氢会转变成氧和水。因此, ArcWhirl® 将使过氧化氢转化成自由基和氧。另外,众所周知的是,气体和冷凝物随重油一起产生。因此,可以使部分气体流入 ArcWhirl® GDC 以形成等离子涡旋。本发明已经清楚地展示了用于使等离子炬在电弧模式下运行并从电阻加热模式转变为电弧模式的系统、方法和设备。

[0349] 为了转变为电解模式,电极被撤出远离阳极预定的距离。这个距离通过记录图 3 的图所示的电源的安培数和伏特数容易地确定。通过点动泵使液体流入 ArcWhirl® GDC 或采用维持恒定液面的变速驱动泵来使液面保持恒定。虽然未在图 53 中示出,但是可以将接地夹固定至容器上以保持容器与阴极之间的等距间隙,前提是容器是由导电材料制造的。但是,出于安全目的,可以在阳极和阴极之间维持等距间隙并将容器电隔离。玻璃和 / 或陶瓷衬里容器和管道是许多工业内常用的。

[0350] 为了过渡到辉光放电,增加阴极与阳极之间的距离直至 ArcWhirl® GDC 进入辉光放电。这可以通过观察伏特数和安培数容易地确定。在辉光放电时,电源电压将处在或者接近于开路电压。但是,为了快速地从电解过渡为辉光放电,阀门 5302 被打开以允许 ArcWhirl® GDC 100 将液体排出而调整液位进行辉光放电。这种新颖的特征也实现了故障安全操作。如果泵被关闭且所有的水从 ArcWhirl® 排出,则该系统将不会产生任何气体。同样地,变速驱动泵可以用于控制液面,以维持并在辉光放电模式下运行。另一个故障安全特征,例如弹簧,可以增加至线性致动器,以使系统发生故障时阴极被完全撤出。

[0351] 注意,运行模式可以逆转,从辉光放电到电解再到电弧,然后到电阻加热。通过简单地从位于容器内的水面以上的阴极启动,然后缓慢降低阴极以接触液体表面, ArcWhirl® GDC 将立即进入辉光放电模式。不断地降低阴极将使系统切换到电解模式,再到电弧模式,再到电阻加热模式。

[0352] 现在,为了使 ArcWhirl GDC 作为等离子炬运行,水 / 液体流被反转,排污阀门 5302 被打开以允许等离子体从 ArcWhirl® GDC 排出。但是,如果水中夹带足够量的气体并形成气体涡旋,则可以使水 / 液体流经 ArcWhirl® GDC 100。但是,如果出口 118 被堵住或下游阀门被关闭,则将使所有液体 / 水流过阳极喷嘴。电阻加热、电弧、电解或辉光放电运行模式将根据水 / 液体的电导率进行确定。

[0353] 虽然该配置并不需要颗粒介质,但是将理解的是可以添加颗粒介质以提高性能。同样地,先前未公开的是,这种配置常常用于通过使流动反转穿过系统来吹扫容器并除去颗粒介质;出口 118 用作入口,而入口 120 用作出口。该配置将用于任何液体,无论液体是否比流经系统的水和 / 或液体更稠或更稀。如果物料密度大于所述液体,则颗粒材料将流经 120。如果物料比所述液体稀,则其将流过喷嘴。

[0354] 现在参照图 54 — 用于 EOR 的双 ArcWhirl® — 第二个 ArcWhirl® 等离子炬 100 可以串联放置和 / 或与 ArcWhirl® GDC 500 并联,以便作为完整的系统 5400 运行。将理解

的是,这两个单元均通过管道串接使得任一个是 GDC 而另一个是等离子炬和 / 或两个单元均作为辉光放电室或等离子炬而并联运行。歧管、阀门和集管是很常见的,其使过滤器、泵和设备可以并联和 / 或串联运行。

[0355] 双 ArcWhirl[®] 系统 5400 对 EOR, 尤其是对 SAGD 应用极其有用, 因为标准的高压和低压蒸汽分离器可以经改装并转化成 ArcWhirl[®] GDC 500 和 ArcWhirl[®] 等离子炬 100。通过在 GDC 500 和炬 100 之间增加蒸汽压缩机, 来自出口 5402 的气体可以压缩达到注入井的压力要求。炬 100 再次借助连接至压缩机再循环管线的排放阀 5404 进行控制。此外, 来自 GDC 500 单元经过喷嘴 5406 的排放物可以经由四通歧管 5408 流到泵再循环, 或者作为排污流至注入井或者流至喷射器以便与等离子体 5410 混合然后排入注入井内。因此与等离子体混合实现了零排放系统, 而不仅仅是零液体排放系统。

[0356] 实施例 21 一油气水处理一采出水、压裂返排液、尾矿水和精炼废水

[0357] 在油气 (O&G) 工业, 很多应用都需要蒸汽注入。例如, 来自产油井的采出水和当前主要的压裂返排液的问题。压裂返排液问题必须采用简单的方案来解决。相比之下, 现有的系统复杂且昂贵。

[0358] 现在转到图 55, 通过将本发明与现在的发明人的等离子热氧化器, 第 8, 074, 439 号美国专利偶联, 处理压裂返排液和 / 或采出水的成本可以通过将石油焦和 / 或活性炭用作 GDC 400 中的颗粒介质 424 而得以降低。

[0359] 使气体、流体 (采出水、压裂返排液) 和 / 或燃料和 / 或其任意组合的混合 (混合物) 流入 ArcWhirl[®] 100 的入口。使该混合物暴露于波能。等离子体 108 再次从阳极喷嘴排出并进入第 8, 074, 439 号美国专利的热氧化器中。该混合物从 ArcWhirl[®] 100 排出 B 并流入辉光放电室 400。优良的颗粒介质 424 选自含碳物质例如活性炭、果壳、木屑、生物炭和 / 或石油焦。GDC 400 颗粒介质将捕获并过滤混合物内的有机物和固体。混合物穿过气体出口作为气体和 / 或经由液体出口作为液体离开。气体可以经由三通阀流至混合阀和 / 或流至热氧化器的压缩机。经压缩的气体流过三通节流阀以便供给到等离子体 108 中或再循环回 ArcWhirl[®] 100 内。

[0360] 进入混合阀的气体可以流回 ArcWhirl[®] 100 的入口中。接着, 如第 8, 074, 439 号美国专利所公开的, 将氧化剂与热等离子体结合用以在热氧化器、图 7 的等离子火箭、泵内进行贫燃烧, 或者用以将热气体转化成转动能。返回到本发明的图 16, 同时观察第 8, 074, 439 号美国专利的同流换热器, 并将其与 GDC 400 比较, 通过使氧化剂流经热的管状阴极, GDC 400 实际上作为同流换热器运行。热的氧化剂 E 通过出口离开并到达氧化剂三通阀。氧化剂可以流至混合阀并流至气体三通阀或者流至 ArcWhirl[®] 100 的入口。但是, 在一般的操作中, 氧化剂将从氧化剂三通阀流到第 8, 074, 439 号美国专利的热氧化器旋风分离器和 / 或燃烧室。

[0361] 完全公开的是来自第 8, 074, 439 号美国专利的废气可以直接排入水中。因此, 这通过在涡轮上增设废气管将涡轮增压器的涡轮的废气排至水下实现对水进行浸没式加热。这可以在本发明图 55 的 GDC 400 的液体出口最终的预处理工序中完成。本发明的图 55

已经公开了新颖的用于处理混油水例如采出水、压裂返排液、来自油砂地表开采的尾矿水、SAGD 水和精炼厂废水的方法。

[0362] 现在转到图 56 一双 **ArcWhirl**[®] 浮选一本发明理想地适用于浮选池。浮选池例如溶气浮选 (“DAF”) 池、诱导气浮选 (“IGF”) 池和 / 或泡沫浮选池是许多工业常用的。DAF 常见于废水处理工业。IGF 常见于精炼厂、油气生产平台和油气聚集设备 / 井台。泡沫浮选池常见于金属业和矿业。同样地, 泡沫浮选池广泛用在油砂地表开采工业中。

[0363] 本发明通过增加第一 **ArcWhirl**[®] 以产生紫外光、氧化剂例如臭氧和还作为浸没式热氧化器运行而显著地提高了浮洗池的性能。例如, 通过将氧化剂例如空气或氧添加到液体 110 入口, 将有助于将厌氧污染物例如烃推向电弧。电弧周围旋转的烃和氧化剂的气态混合物将形成等离子体并将在由旋转的水形成的涡旋内被燃烧。 **ArcWhirl**[®] 因此得名。包括水、固体和热燃烧气体的混合物随后被直接排入浮选池内。将漂浮物和浮沫收集到汇集集管内并排入三通阀内。然后, 漂浮物 / 浮沫可以循环回到 **ArcWhirl**[®] 紫外 / 臭氧氧化器或回到第二 **ArcWhirl**[®] 浸没式热氧化器。再次如先前所公开的, 可将来自第二 **ArcWhirl**[®] 的等离子体 108 排放至第 8, 074, 439 号美国专利的热氧化器内。

[0364] 但是, 漂浮物 / 浮沫可以采用增压泵在压力下增压并排入石墨电极旋塞阀中。旋塞阀组件是 **ArcWhirl**[®] 等离子炬独有的, 原因在于其实现电极的连续供给。因此, 并不需要像普通的所有其他电极型的等离子炬一样将等离子炬关闭以替换电极。电极供给器由供给器外壳组成, 在供给器外壳内, 牵引供给器抓住第二电极。

[0365] 通过增加除阳极喷嘴之外的第二电极, 电弧不必将自身连接到阳极喷嘴而被充分地稳定。所有非转移电弧等离子炬均根据流经喷嘴的气体的体积和速度而在运行和功率方面受限。这可以容易地通过吹向任何的火焰特别是蜡烛进行解释。吹太狠, 蜡烛就会熄灭。但是, 通过在涡流的中心内且在两个电极之间直接产生电弧, 可以实现不受限的流体 / 气体流量的连续运行。因此, 泵蜗壳的使用会将漂浮物 / 浮沫切向地引入 **ArcWhirl**[®] 100 内, 从而增强涡流和旋流。将理解的是, 泵蜗壳将按照与液体出口 110 的入口相同的方向进行定向。

[0366] 现在返回到牵引供给器, 它的运行与任何履带式传送带系统类似。通过将履带推到一起以压紧电极, 履带使电极根据履带的方向移进和移出。正如先前所公开的, 石墨电极被拧在一起, 与整个油气工业见到的钻管相似。同样地, 可以使用包含整个盘管钻探工业常见的牵引驱动系统的盘管钻机。金属管将用作牺牲阳极。这样能够引入微粒化铁。当臭氧和 / 或过氧化氢与微粒化铁特别是氧化铁组合时, 就会发生已知的反应, 反应形成称为羟自由基的超强氧化剂。该反应常常被称为芬顿试剂。

[0367] 电极可以经由直流电机和 / 或发电机上常用的直流电刷电连接至阳极导线电缆。阳极导线经由电源供电通孔联接到外壳。对于安全措施, 用于驱动牵引驱动系统的电机可以是空气工作电机或气动工作电机。本发明的牵引驱动电极供给器还可以用作阴极。但是, 将理解的是, 牵引供给器必须与供给器外壳电隔离并且应当与电极电隔离。

[0368] **ArcWhirl**[®] 浸没式热氧化器也可以包括本发明的牵引驱动电极供给器。第二

ArcWhirl®的目的是确保污染物被去除到允许排放水平以下或者在水再循环和再利用的限度之内。第二 **ArcWhirl®**在再利用之前改善水。

[0369] 参照图 57, 双 **ArcWhirl®** 浓缩机— **ArcWhirl®** 被连接至油砂开采工业中常用的浓缩机。尾矿水仍可能含有萃取溶剂例如石脑油和 / 或沥青质, 并且必须在排入尾矿池之前从尾矿中除去。但是, 为了水的再利用和 / 或再循环, 溶剂必须从水中除去。因此, 这样使溶液变得复杂, 因为溶剂将会留在水和 / 或尾矿中。

[0370] 但是, 本发明提供独特的用于解决水再循环和尾矿干燥问题的系统、方法和设备。油砂尾矿池问题是熟知的, 并且也是遗留问题, 如果不解决, 将会出于若干原因而使地表开采不可持续。首先, 从阿萨巴斯卡河 (Athabasca River) 抽出大体积的水是不可持续的。其次, 一部分有价值的资源沥青仍与尾矿混在一起且未从池中回收。

[0371] 返回至图 57, 通过将作为浸没式燃烧器 **ArcWhirl®** 运行, 与水和尾矿一起残留的溶剂和沥青可以被燃烧来对水进行加热。同样地, 正如先前所公开的, 空气等离子体在大大高于 4000° F 下工作, 从而使砂熔化和玻璃化。通过将玻璃化的玻璃倾倒入水中, 这可以将能源回收用于熔化玻璃。因此, 本发明产生用于再循环的热水和惰性玻璃颗粒, 从而一同省去了尾矿池。

[0372] 本发明产生不可预料的结果在于石油焦可以随氧化剂一起供给至 **ArcWhirl®** 中。由于石油焦的密度将能够传送到等离子涡流, 则这样就实现浸没式燃烧。同样地, 另一个理想且几乎完美全的石油焦进料点是通过阳极喷嘴或通过空心阴极。为什么这里是好的石油焦进料点? 简单地说, 石油焦被碳弧的极端温度煅烧, 然后变得具有导电性。因此, 石油焦变成了 **ArcWhirl®** 内的自耗电电极。此外, 随着石油焦被蒸汽重整然后被燃烧, 其向进入 **ArcWhirl®** 的流体 110 添加了大量的热。本发明产生新的且未被公开的石油焦作为自耗电电极以及为用于水处理的浸没式燃烧提供热的用途。

[0373] 石油焦的进料机构示于图 56。石油焦经由再循环穿过喷射器而通过注射进入增压泵吸入口而被料浆给料。然后, 石油焦浆料直接供给进入阳极喷嘴内。

[0374] 实施例 22—用于重油的 SOGD **ARCWHIRL®** 改质装置

[0375] 现在参照图 58 — SOGD **ArcWhirl®** 改质装置—通过对重油进行改质生产石油焦。因此, 使用石油焦作为 GDC 500 的颗粒介质 424 来将石油焦气化和蒸汽重整而使用石油焦提高改质。此外, 其提供了改质所需的氢。而且, 由于 GDC 500 和 **ArcWhirl®** 等离子炬改质装置 100 均采用直流电源工作, 因此图 19 公开的系统、方法和设备对于可再生能源地区是理想的。例如, 中东和北非 (“MENA”) 的太阳能辐射足以驱动等离子 EOR 和井口改质装置用于日间运行, 同时将石油焦用于夜间运行。将天然气用于 EOR 和改质不被认为是可持续的。如果天然气价格升高, 则气田将被关闭。

[0376] 共同参照图 51 和图 58, 图 51 的 EOR 系统可以依靠太阳能和风能工作来回收石油, 而图 58 公开的改质装置可以在井口或在井台上改质重油。在图 51 中, 重油增压泵将重油供应给石墨电极旋塞阀总成。使用石油焦作为颗粒材料 424 在 GDC 500 产生的蒸汽和氢将

被压缩,然后流进 ArcWhirl[®]改质装置 100。氧化剂例如氧气可以用于部分地燃烧重油以减少向 ArcWhirl[®] 100 提供的电功率。高压和极热的改质油将流进旋风闪蒸分离器。瓦斯油将从重油馏分中分离并被浓缩成合成油。

[0377] 回到图 51,同时也参照图 56 和图 57 中的浸没燃烧 ArcWhirl[®]设备,将石油焦用作颗粒介质 424 得到独特的采用蒸汽、氮和二氧化碳的用于 EOR 的系统、方法和设备。通过压缩机入口经由三通阀按化学计量向 GDC500 内添加空气,GDC 500 产生的氢和二氧化碳将在 ArcWhirl[®] 100 内燃烧。因此,很少或没有氧将沿井内流入注入井。本发明的 EOR 系统仅仅通过向系统内添加空气或氧化剂就能够注入蒸汽、氢、氮、二氧化碳或其组合。

[0378] 图 58 公开的本发明采用木屑和替代增压泵的螺旋钻进料器运行。使 GDC 500 产生的蒸汽和氢的混合物流入 ArcWhirl[®] 100 内,形成超过 3000°C (5400° F) 的蒸汽等离子体。由测试得到的结果清楚地表明,该系统不仅能够改质重油,而且能够产生适用于费-托 (Fischer Tropschs, FT) 燃料的合成气。因此,这样使微型精炼厂能够安装在井口或井台上。

[0379] 重油含有大量的硫。GDC 500 将产生用于洗涤在 ArcWhirl[®]改质装置中产生的 H₂S 和硫物质的苛性钠。但是,理想的电解质是稀硫酸。在不受理论限制的情况下,认为 H₂S 将通过使几个如图 14 所示的 ArcWhirl[®] GDC100 系统作热气体净化系统在辉光放电、电解或电弧模式下运行而被转化为三氧化硫。

[0380] 硫酸是用于本发明的辉光放电室的优良电解质,因为其电导率并不会随着浓度的增大而降低。它是用于本发明的提供该益处的唯一电解质。因此,本发明还包括通过生产硫酸来处理来自重油改质的大量硫黄堆的系统、方法和设备。

[0381] 木材已经利用如图 7 所示配置的辉光放电室 500 产生的气体用等离子弧炬 100 进行碳化。此外,最近的测试已经显示,将从使用辉光放电室 500 内小苏打的 PlasmaArcWhirl 炬 100 离开的气体用作等离子气体,产生采用光学高温计测量的 2900°C (5250° F) 的等离子体 G 温度。同样地,使锯末直接流入蒸汽 / 氢等离体子 G 并形成具有以下合成气表格所示的组成的生产合成气:

[0382]

成分	样品 1 浓度%	样品 2 浓度%	样品 3 浓度%
H ₂	38.702591	23.993687	31.965783
O ₂	7.603821	3.777238	5.671720
N ₂	5.730443	4.424545	4.803373
CH ₄	1.042843	3.770582	2.923456
CO	9.465042	14.879737	10.633168
CO ₂	30.015818	33.110154	32.207613
H ₂ /CO	4.08/1	1.61/1	3.01/1

[0383] 由本发明产生的合成气现准备用于采用第 8, 074, 439 号美国专利公开的等离子 ArcWhirl[®] 涡轮发动机进行贫燃烧。同样地, 将理解的是, 可以采用费-托催化剂或任何合适的将合成气转化为液体燃料的方法和/或催化剂将合成气转化为液体生物燃料。另一方面, 合成气可以与油混合并进行改质以符合管道石油质量标准。

[0384] 合成气和/或热气体和焦炭由等离子 ArcWhirl[®] 炬的等离子体羽 G 产生。热合成气和/或热气体被用来使连接至压缩机、泵、发电机和或混合器的涡轮机旋转。参照全部内容引入本文的第 8, 074, 439 号美国专利, 等离子 ArcWhirl[®] 涡轮机' 439 可以在贫燃烧模式下工作, 以便仅驱动涡轮增压器用于经由图 51 公开的蒸气压缩机 5110 提供压缩。

[0385] 额定为 35kw 的如图 7 所示的系统 700 仅在 9kw-hr 下运行以用于等离子蒸汽重整木屑以转化为等离子 BioChar[™]。通过仅使用 100 的等离子体羽来气化木屑, 木材中的碳作为用于水处理的 BioChar[™] 的有用的形式分离。废气温度测量为超过 900℃ 并直接倾倒入再循环水浴中。整个方法显示了对于每 1kw 的来自市电的能量, 可以在作为热水的水中回收 2kw 能量。

[0386] 由本发明产生的生物炭经目检分析, 并被确定为适用于水处理目的的 BioChar[™]。因此, 正如先前所公开的, 等离子 BioChar[™] 可以用作本发明图 4- 图 9 和图 51- 图 58 所示的辉光放电室 400 或 500 的介质。BioChar[™] 制造了出色的水过滤助剂并且可以与石油焦共同使用。

[0387] 在优选和供选择的实施方案中对本发明的设备和方法的前述说明, 以及本发明可有益地应用的方法的前述实施例意在说明而非出于限制目的。本发明易于在以下权利要求中列举的本发明的全部范围内做出进一步的变型和供选择的实施方案。

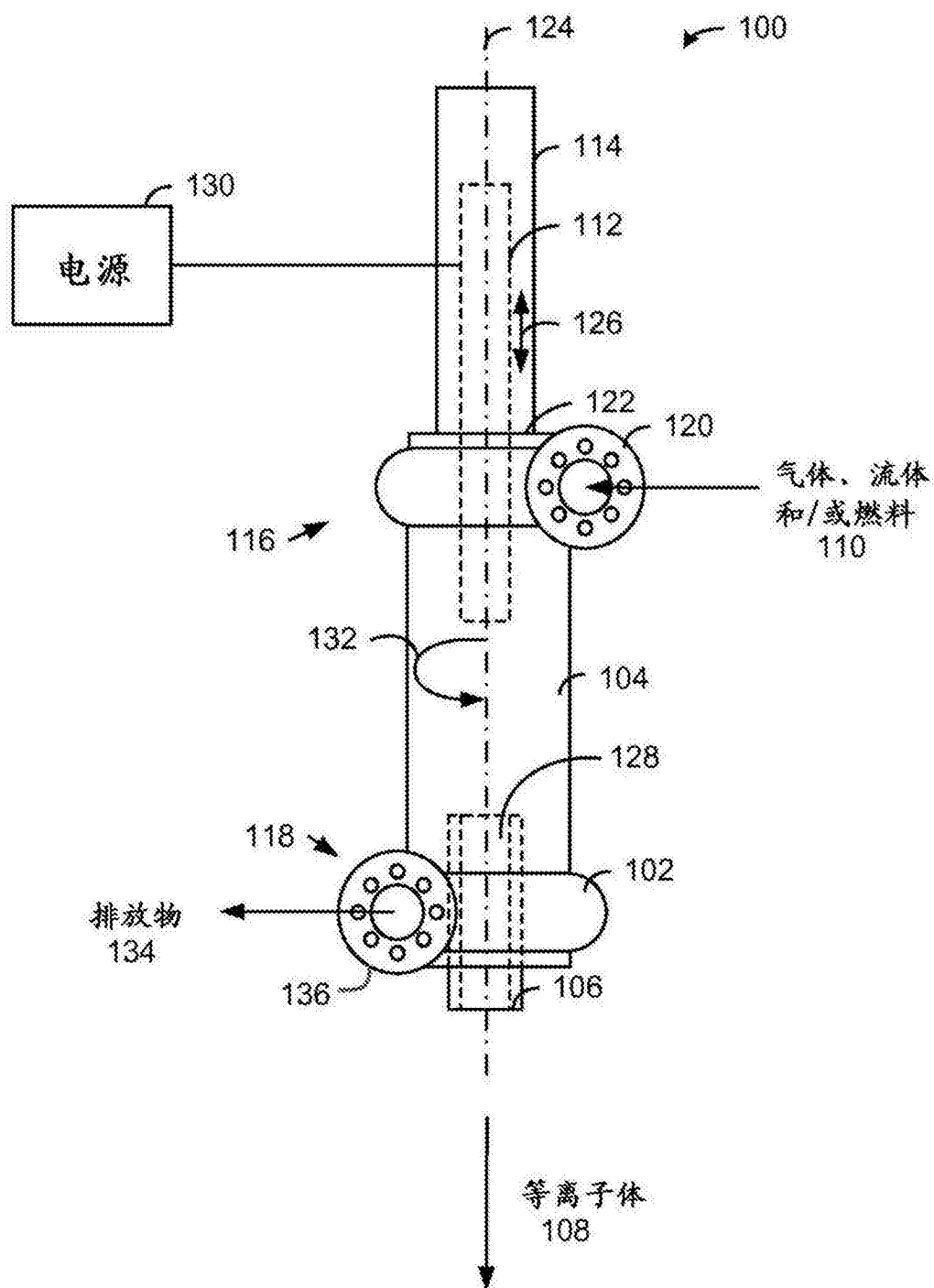


图 1

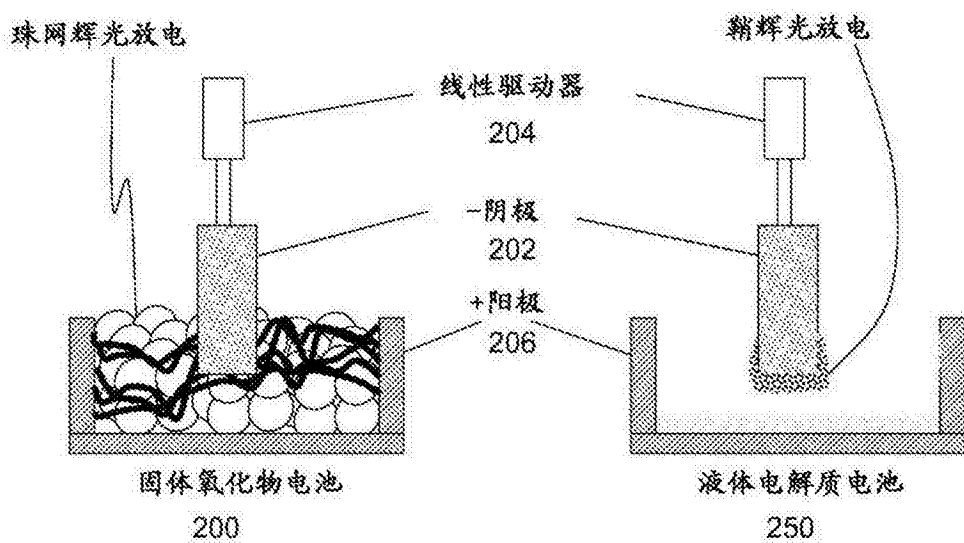


图 2

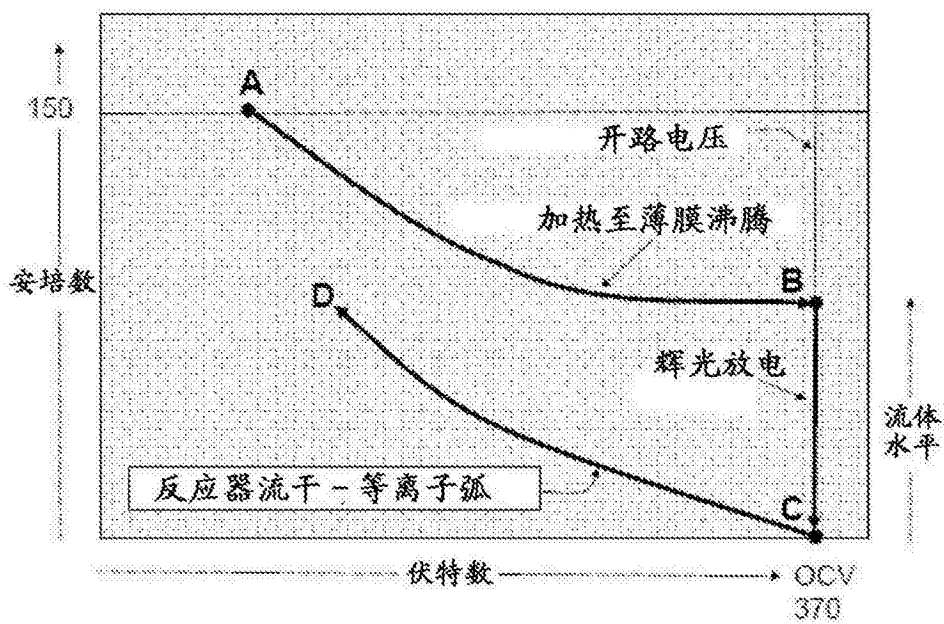


图 3

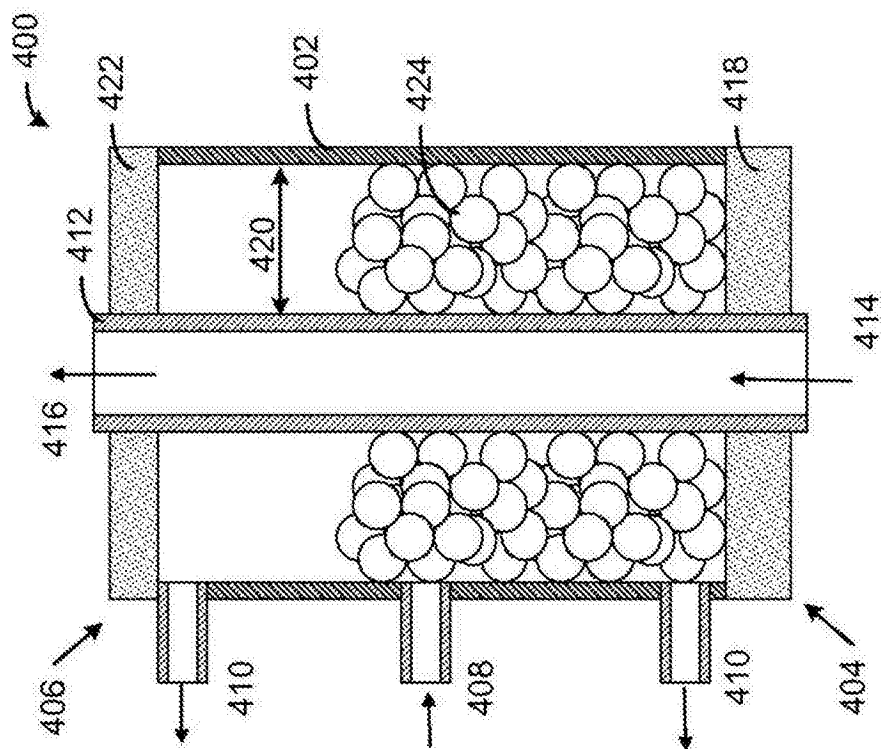


图 4

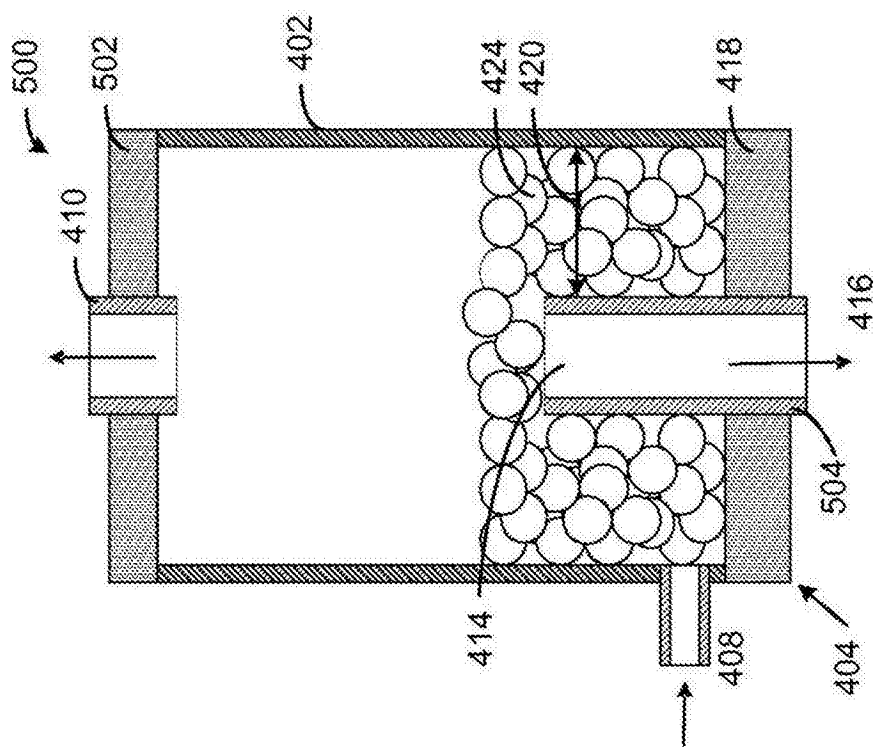


图 5

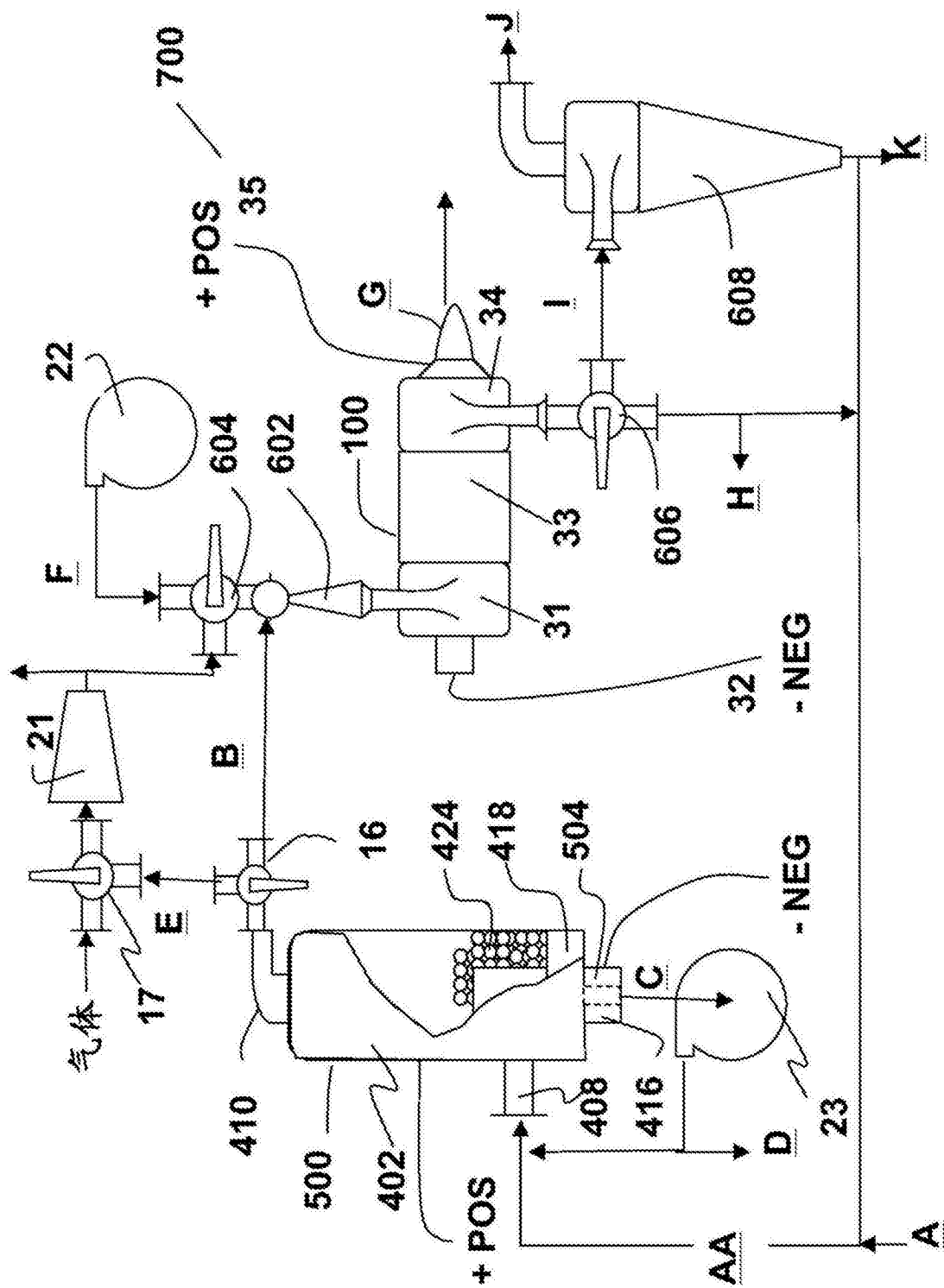


图 7

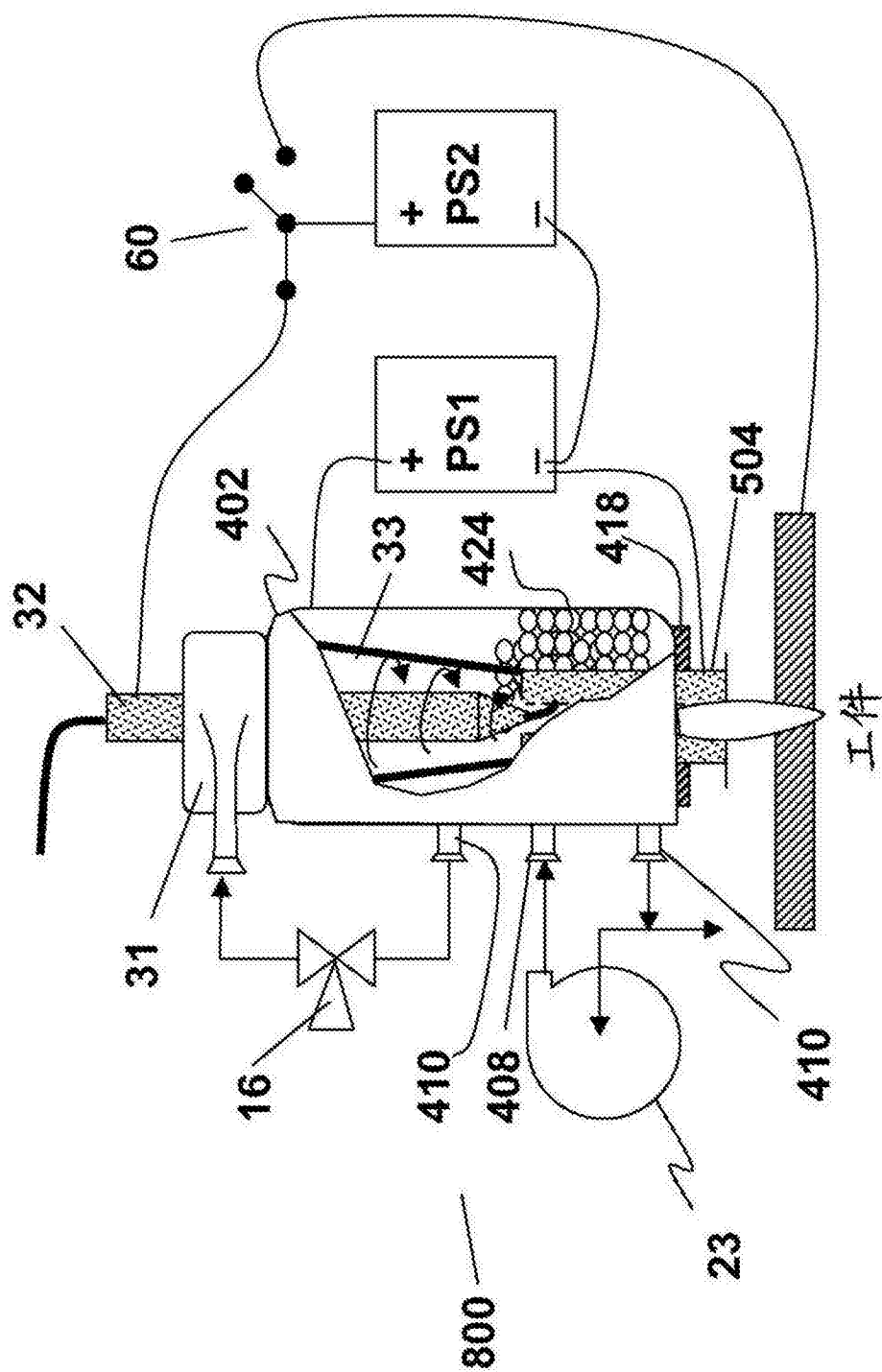


图 9



尾矿池水结果

滤液:

样品	日期	pH	SG	Cr	%M	ppm F	%Fe2O3	%SO4	ppm NH3	%P2O5	%Si	%MgO	%Al2O3	%CaO	%Na	%K	As	Cd	Co	Cu	Mn	Ni
A 尾矿池水	10-30	1.4	1.0468	4.0	0.14	7.021	0.01	0.40	1.210	2.17	0.06	0.04	0.31	0.25	0.25	0.03	7.0	0.7	0.0	3.5	1.0	3.0
1 高温 (Hi Temper)	11-06	2.3	1.0303	0.0	0.03	103	0.00	0.01	0.01	0.30	0.01	0.03	0.00	0.05	0.05	0.01	2.3	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
2 (Hi Temper Arc Whirl) 反应器, 等离子体	11-06	1.7	1.0303	18.3	0.03	3.483	0.02	0.24	708	0.69	0.03	0.02	0.01	0.17	0.14	0.02	5.5	0.0	0.0	7.9	0.2	14.0
3 高温空气流满旋	11-06	1.5	1.0403	73.4	0.16	5.570	0.06	0.52	1.630	2.30	0.04	0.05	0.01	0.36	0.26	0.03	7.3	0.3	0.0	15.7	0.6	42.8
4 底部沉积物 反应器关	11-06	1.2	1.1000	607.3	0.15	14.400	0.76	1.28	4.340	5.72	0.03	0.06	0.02	0.98	0.24	0.04	12.4	4.1	4.0	19.3	7.9	356.7
5 高温气体膨胀 (Booth) 气体, 电极开, 等离子体	11-06																					

回收用于分析的样品不足。

浓缩液
(C00第1箱)

167	3	2	31	3	3	4	1	4	2	3	1	1	2	8	400	4	7	120
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图例 (或留在Wastewater40号滤液)

样品	日期	ppm 干基	%P2O5	%SO4	%MgO	%Al2O3	%Fe2O3	%CaO	%Na	%K	%Si	ppm H
A 尾矿			3.30	3.35	0.06	0.45	0.09	3.58	0.44	0.05	0.08	14
1 高温 (Hi Temper)		2.7	0.0	0.2	0.02	0.02	1.09	0.2	0.23	0.02	0.02	0.0
2 (Hi Temper Arc Whirl) 反应器, 等离子体		2.7	1.6	0.5	0.04	0.02	0.30	0.4	0.31	0.03	0.03	0.0
3 高温空气流满旋		4.0	2.5	0.7	0.04	0.10	0.93	1.0	0.32	0.04	0.04	0.0
4 底部沉积物 反应器关		29.1	1.8	13.6	0.03	0.25	0.35	5.7	13.67	2.76	0.85	0.0
5 高温气体膨胀 (Booth) 气体, 电极开, 等离子体												

回收用于分析的样品不足。

图 10

Pb	Se	Mn	U	V	Zn	Ti	外观
0.0	3.0	12.0	14.0	7.4	20.2	1.7	无色，轻微混浊可固化细粉
0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	透明，浅黄色或浅棕色
0.0	2.7	4.2	2.2	1.3	13.4	0.0	透明，浅黄色或浅棕色
0.0	2.0	18.5	12.0	5.4	49.5	13.7	很浅的棕色
0.0	1.3	112.7	41.1	26.4	384.4	7.7	深棕色，有沉淀
0	0	0	3	4	18	0	
0	0	7	1	2	24	0	

图 10(续)

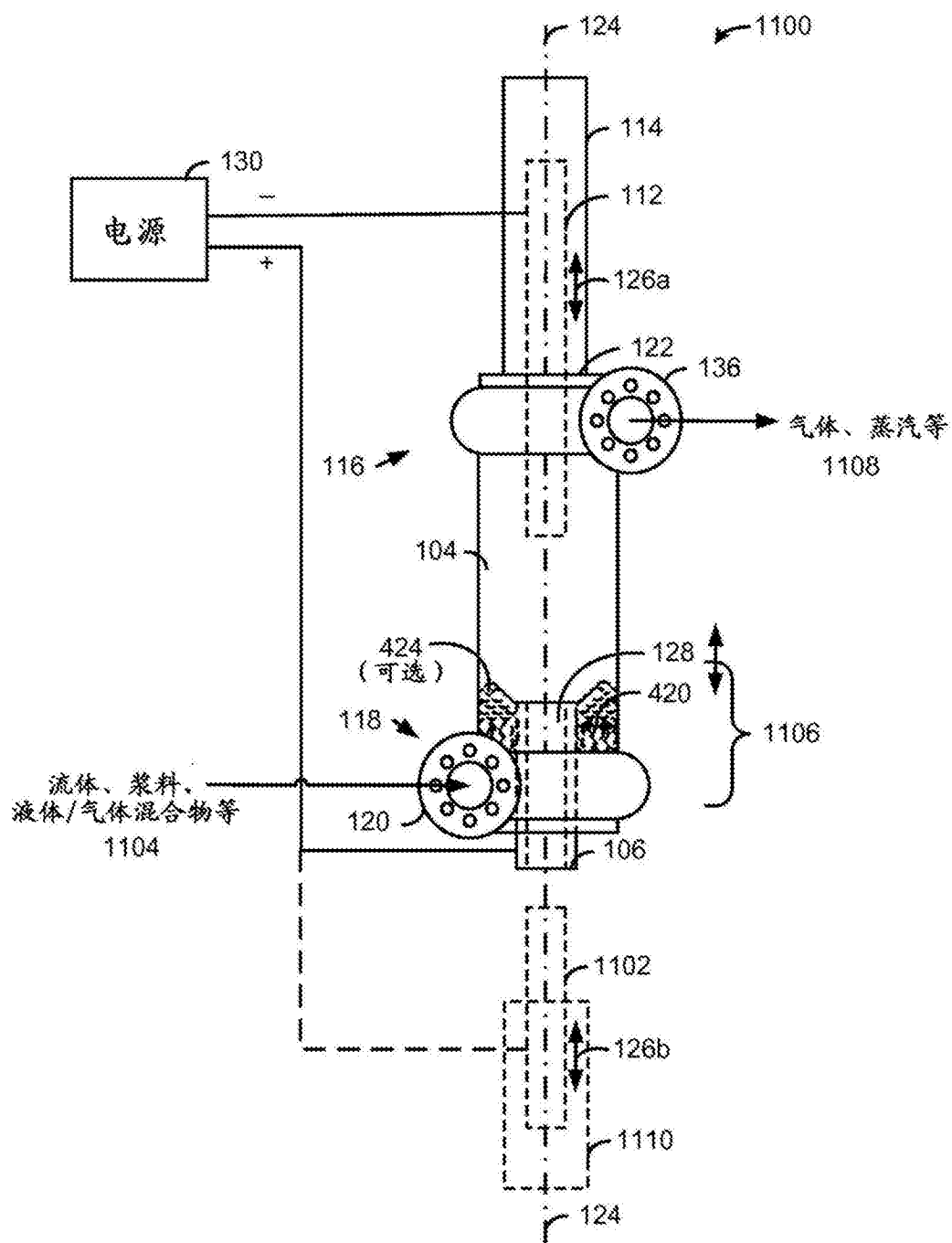


图 11

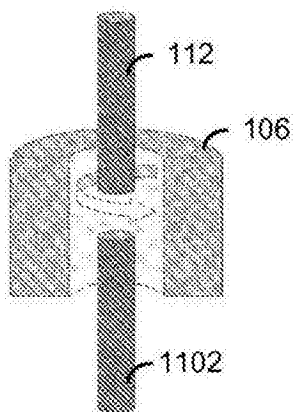


图 12

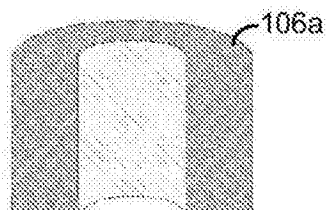


图 13A

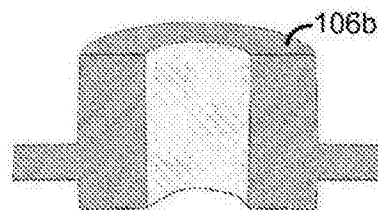


图 13B

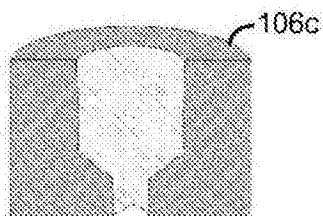


图 13C

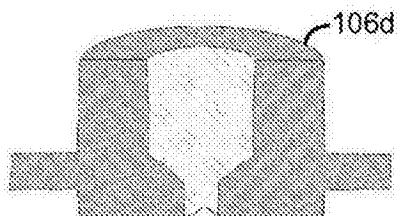


图 13D

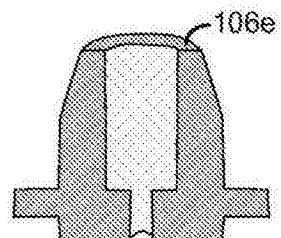


图 13E

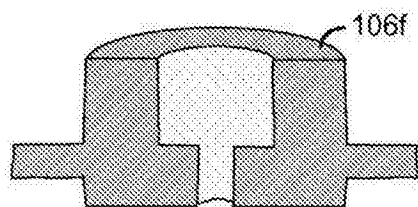


图 13F

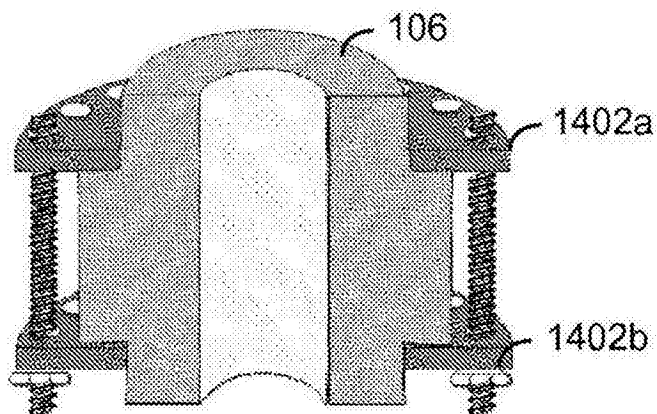


图 14

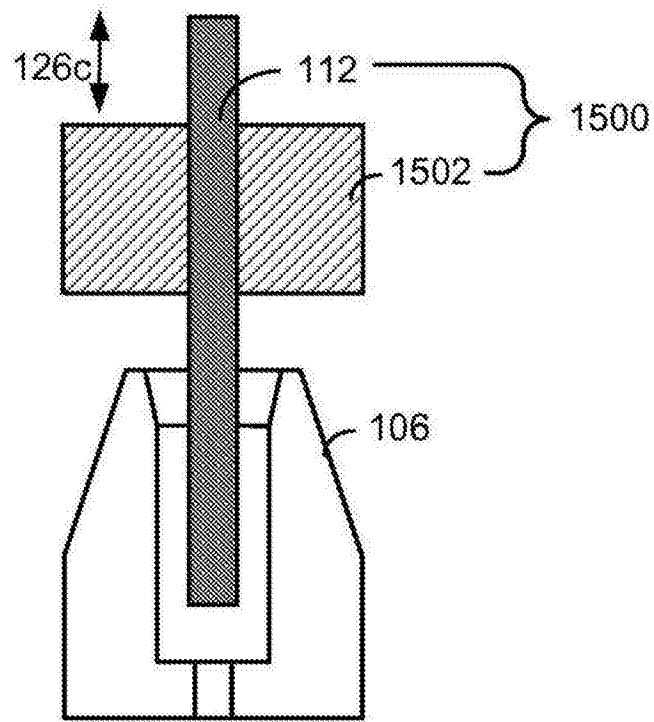


图 15

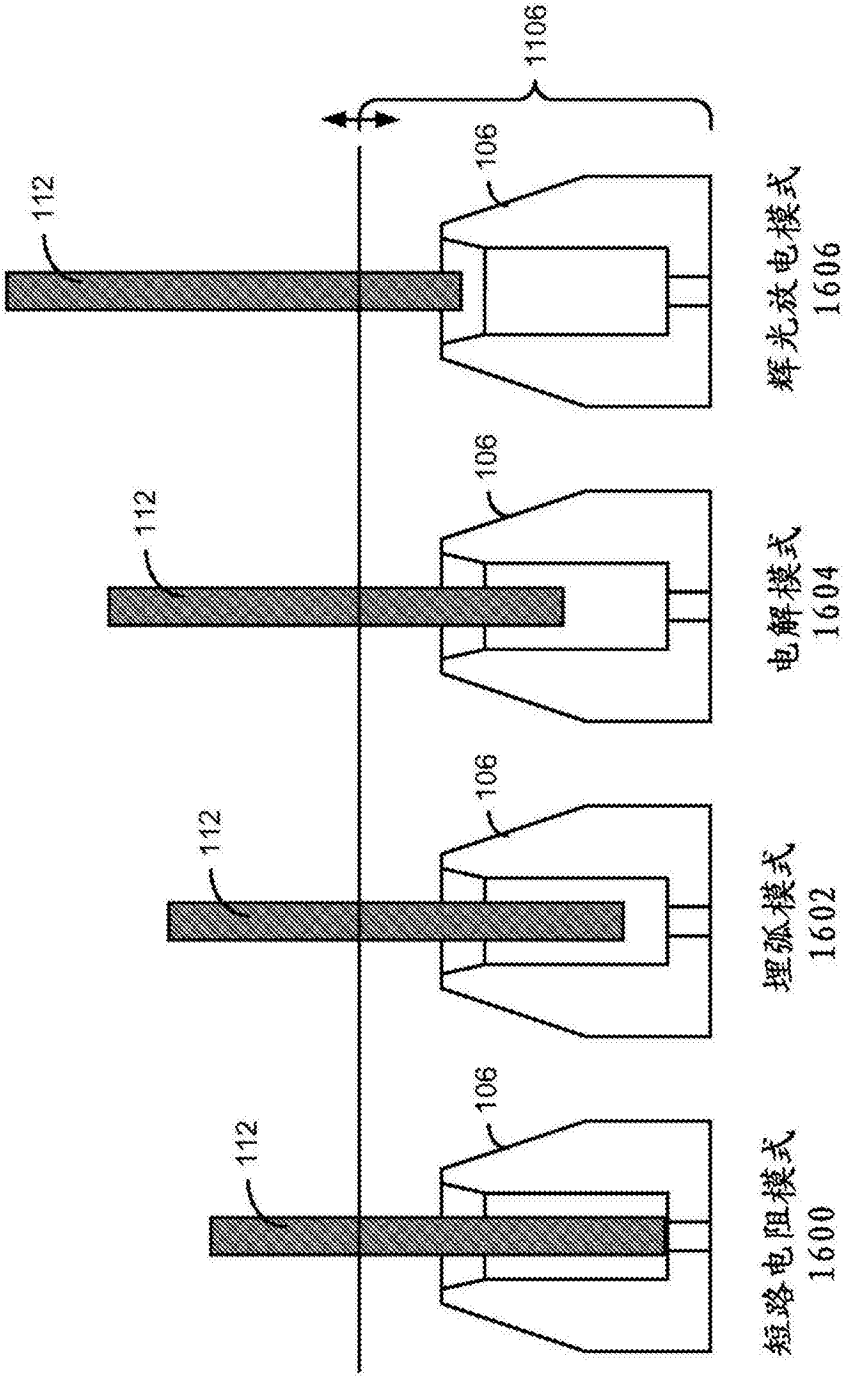


图 16

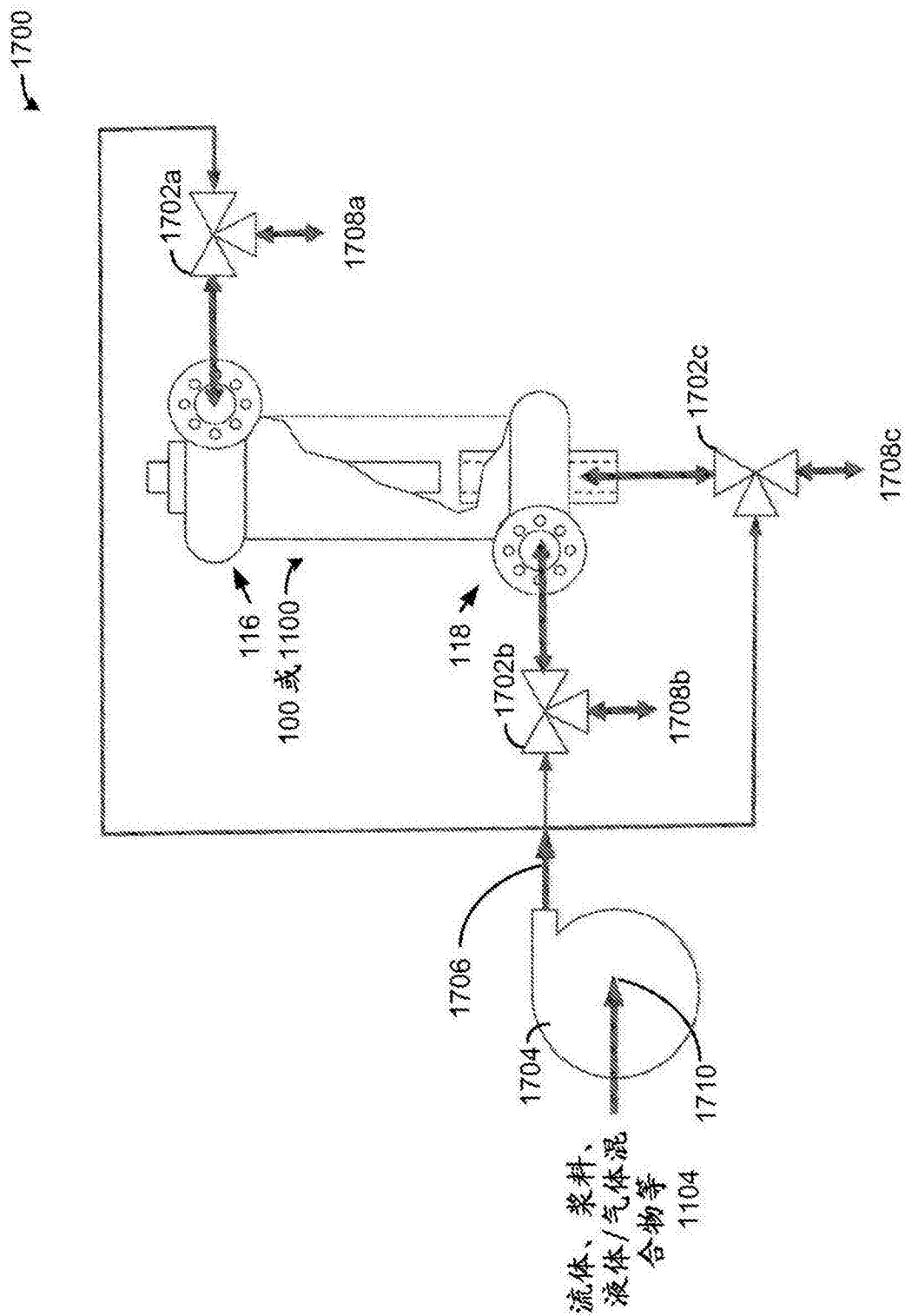


图 17

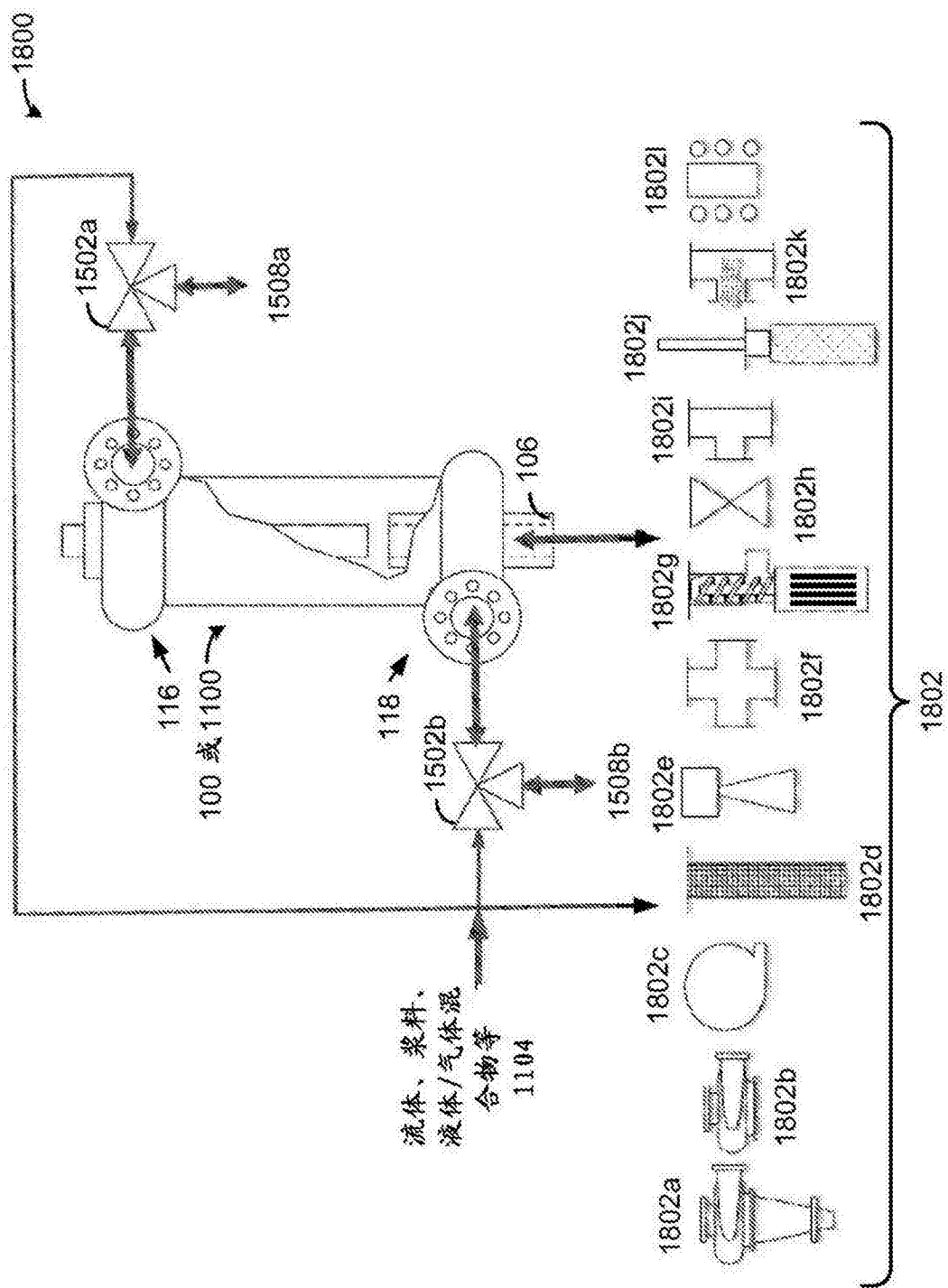


图 18

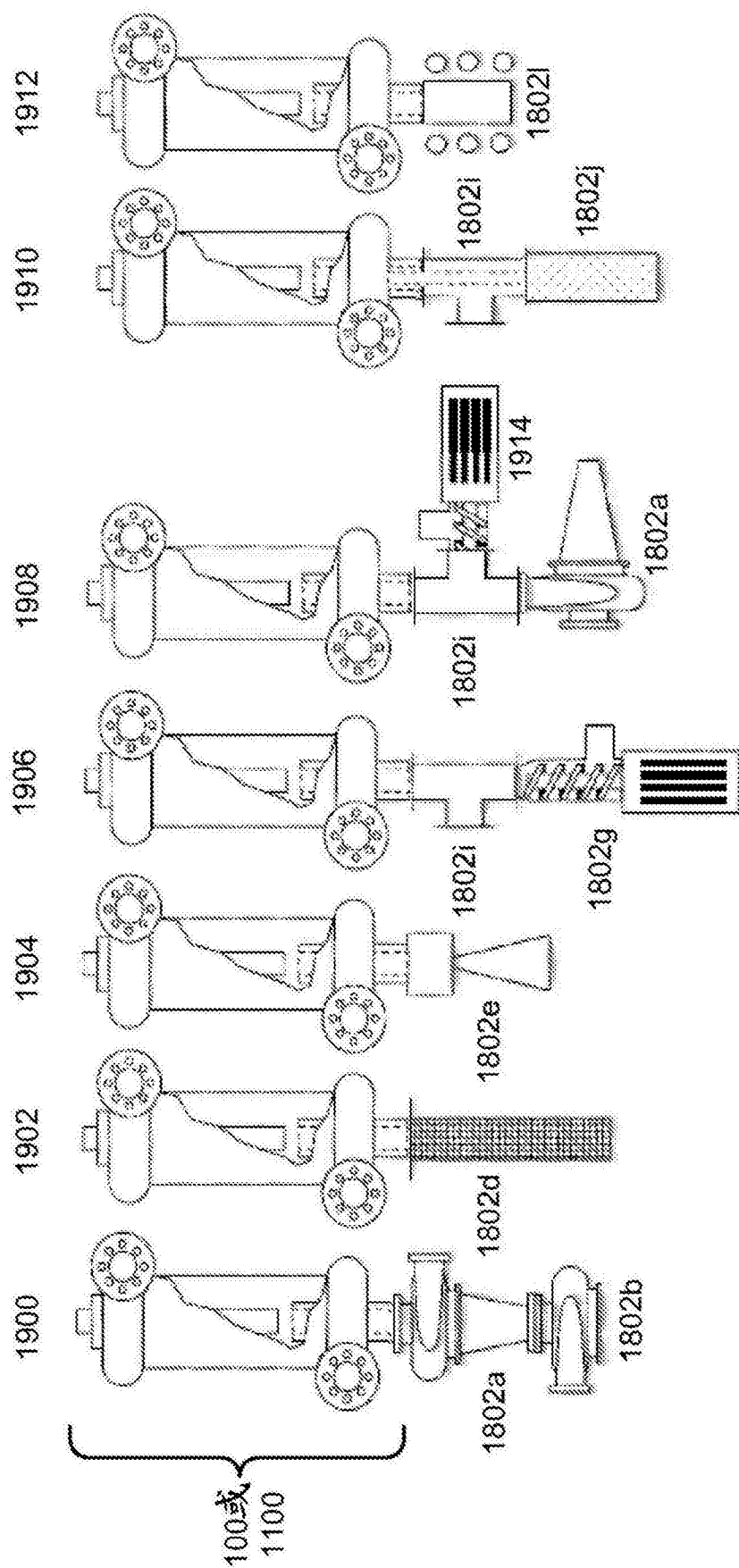


图 19

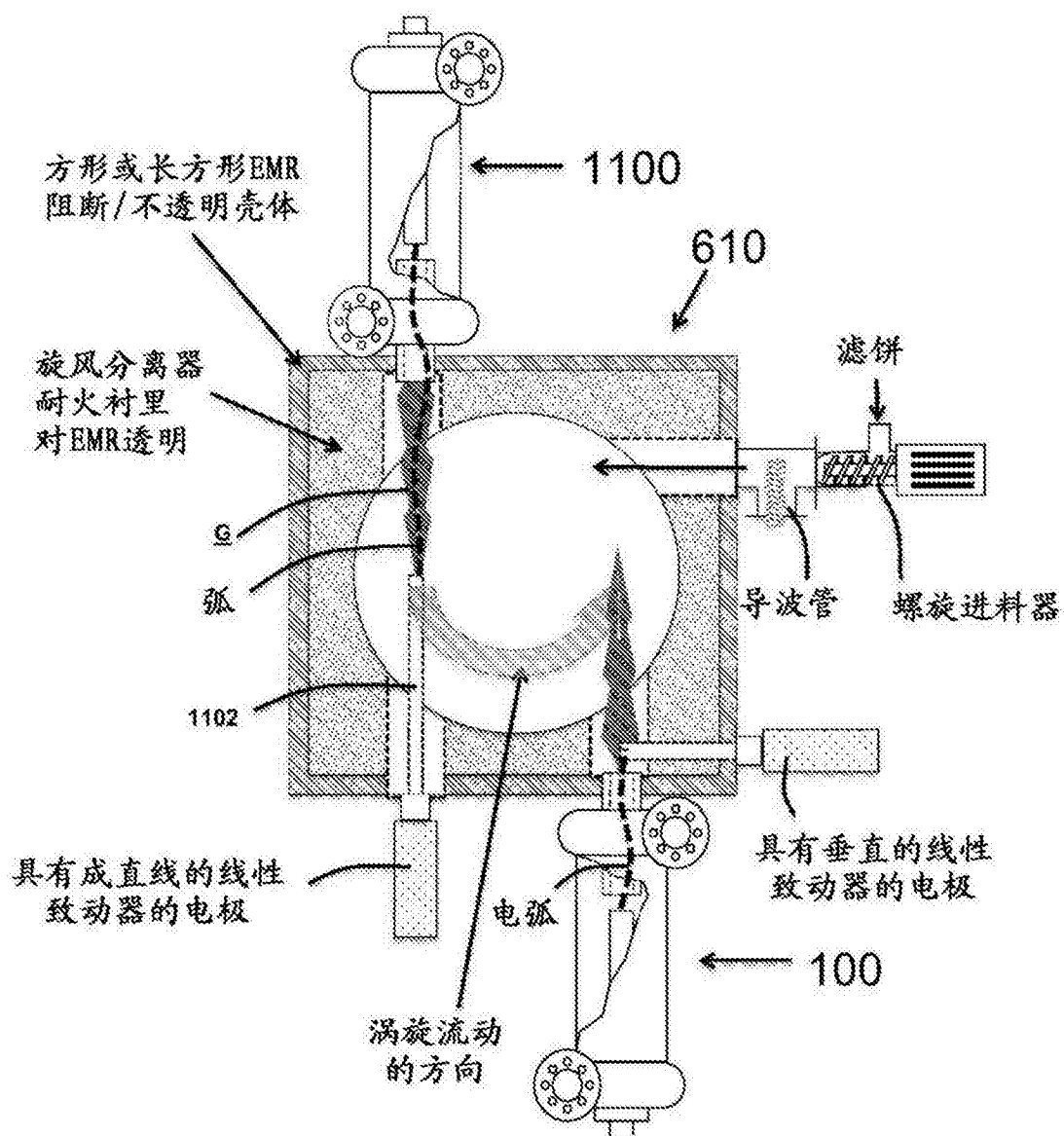


图 20

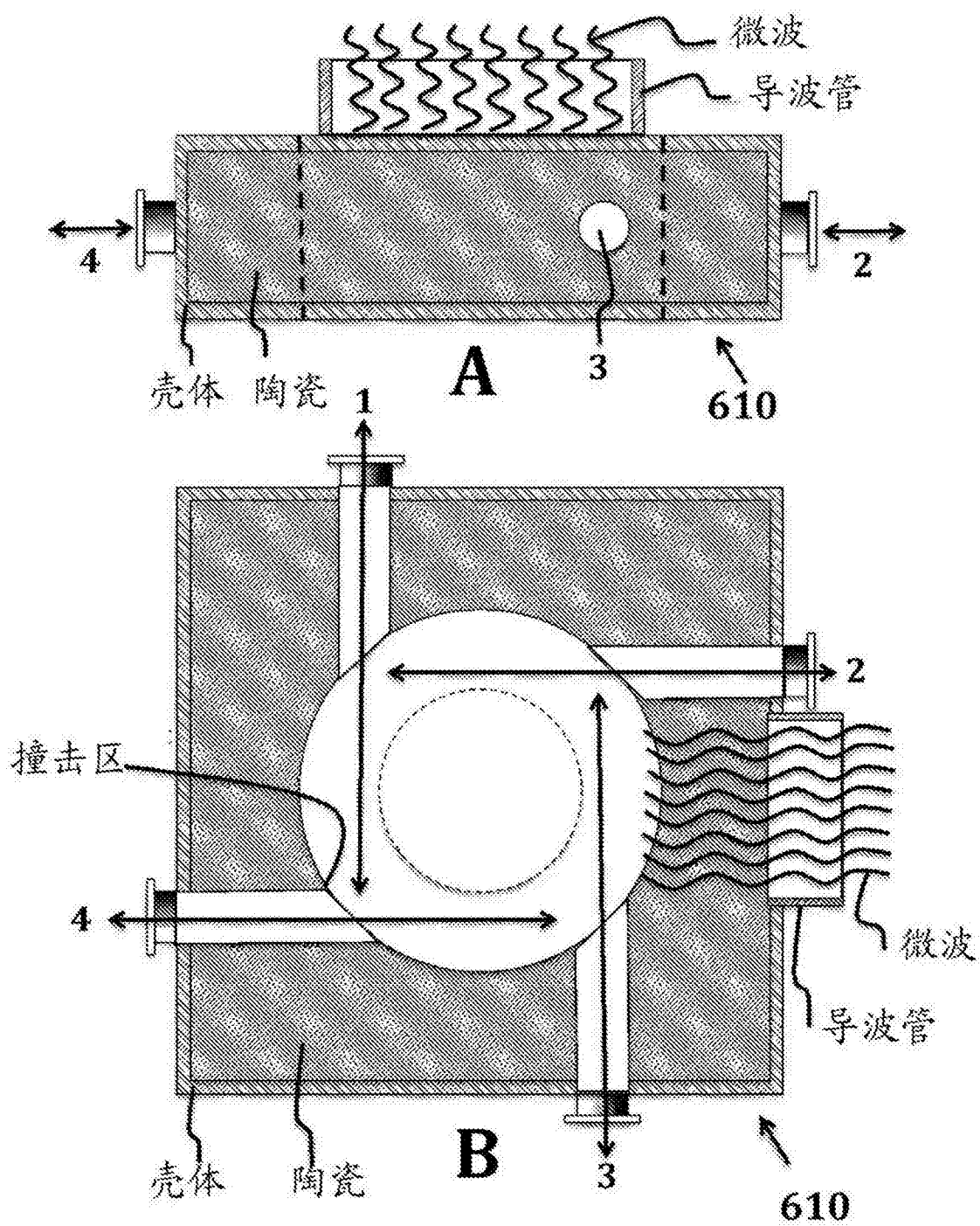


图 21

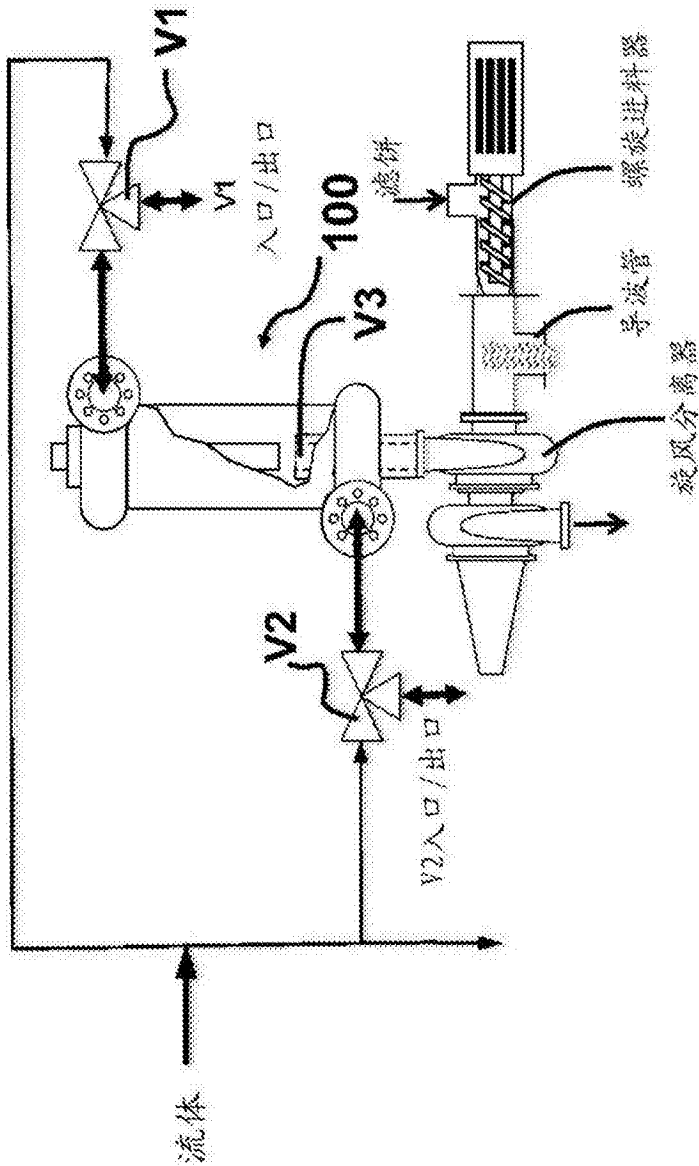


图 22

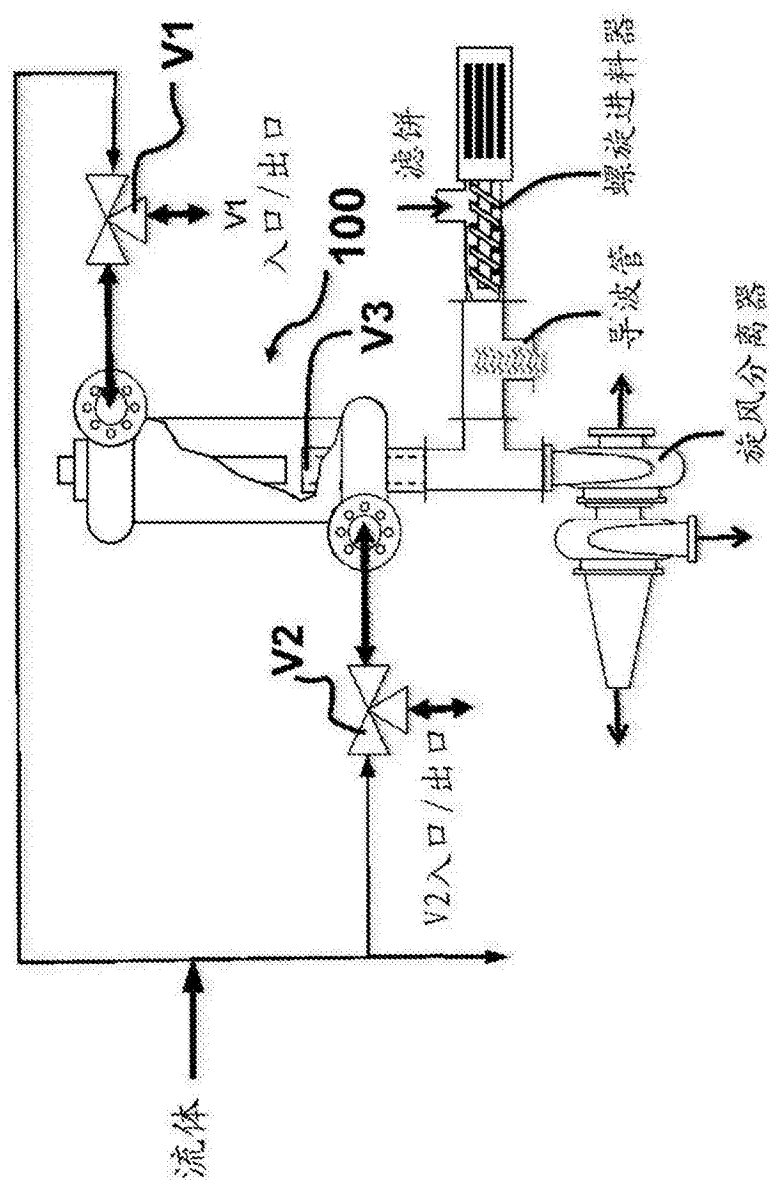


图 23

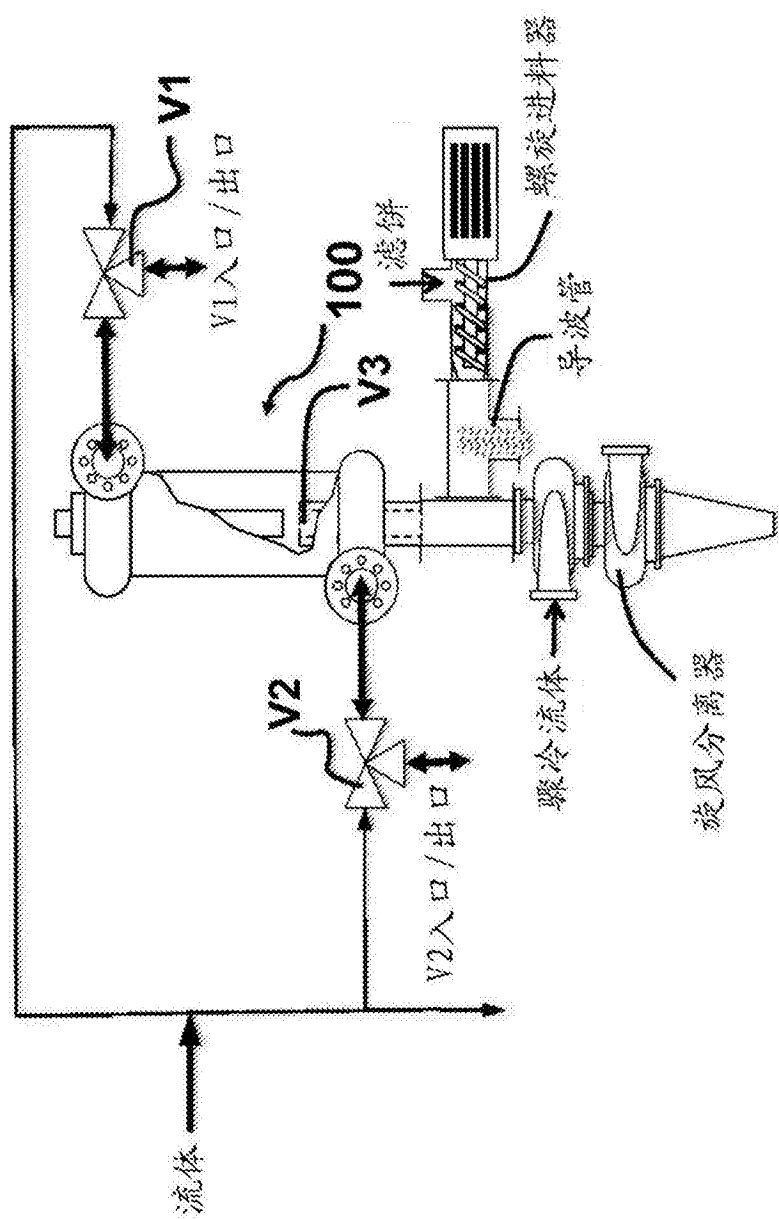


图 24

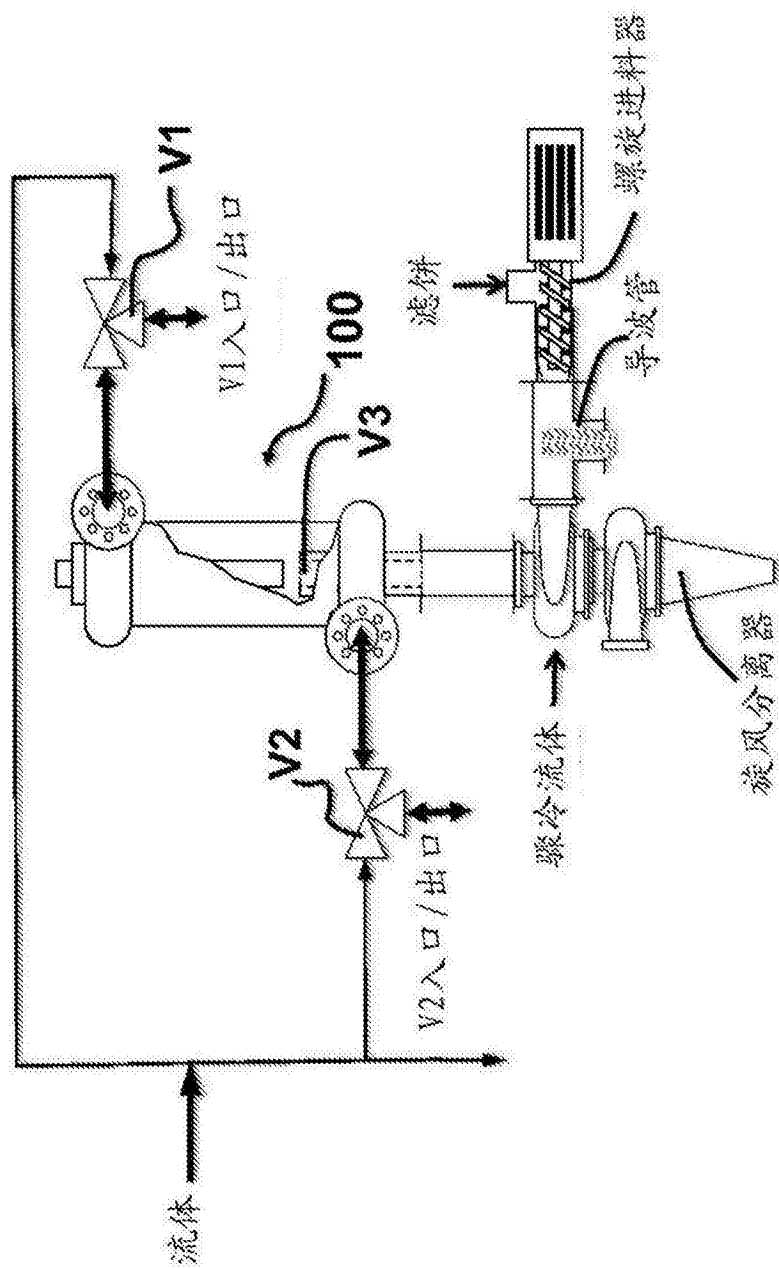


图 25

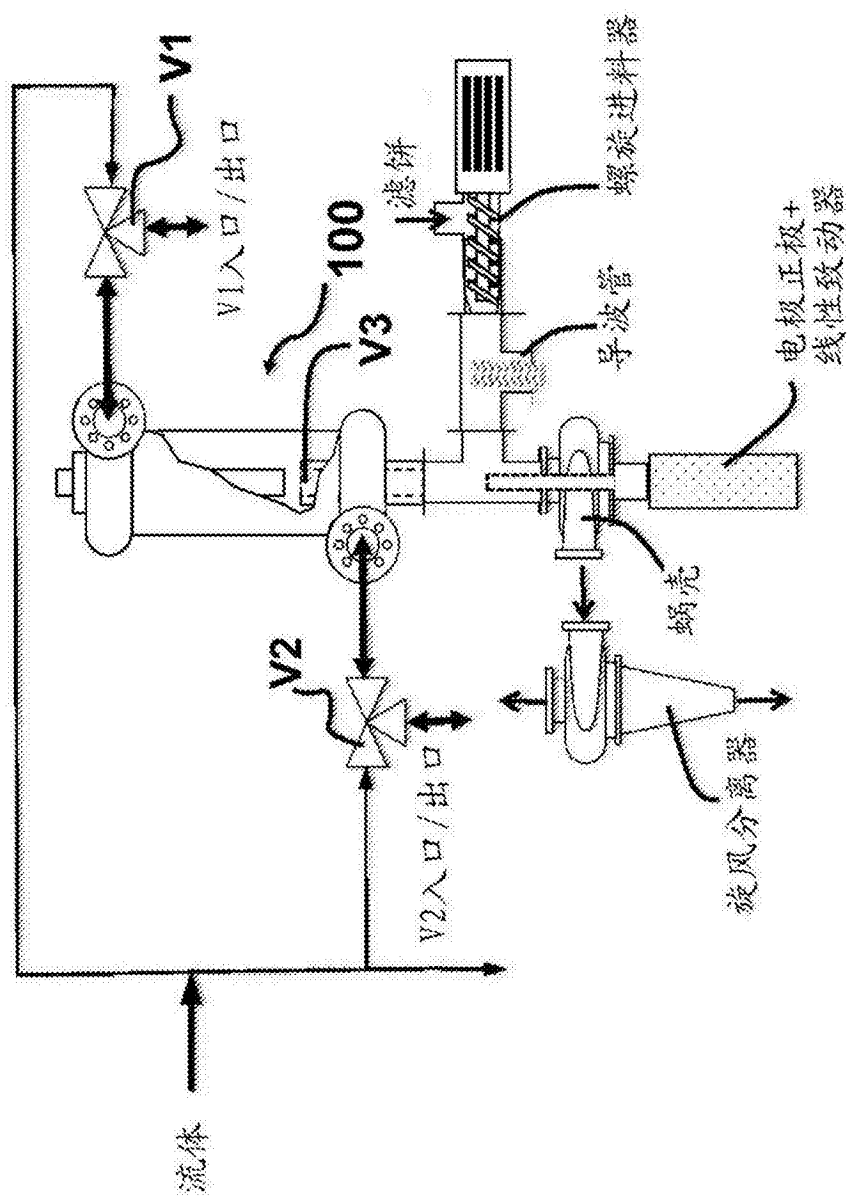


图 26

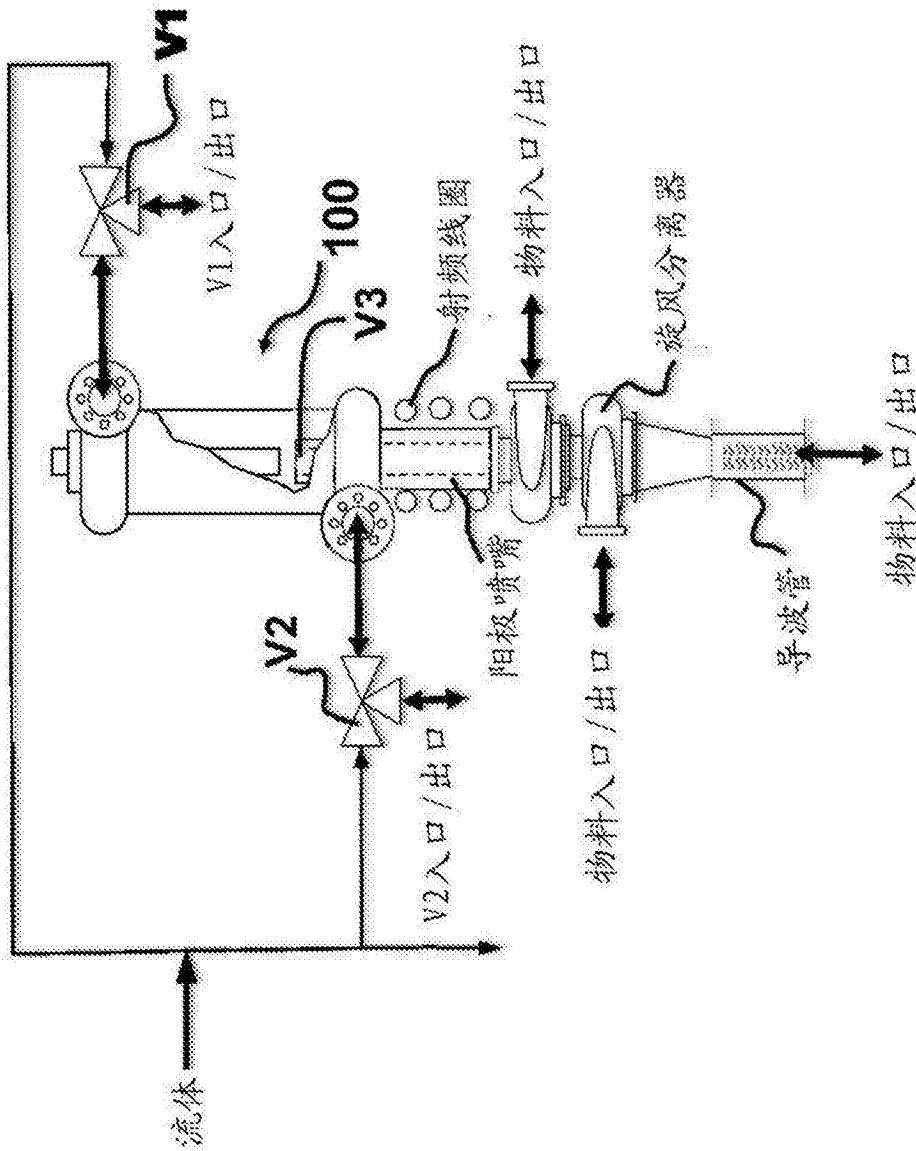


图 27

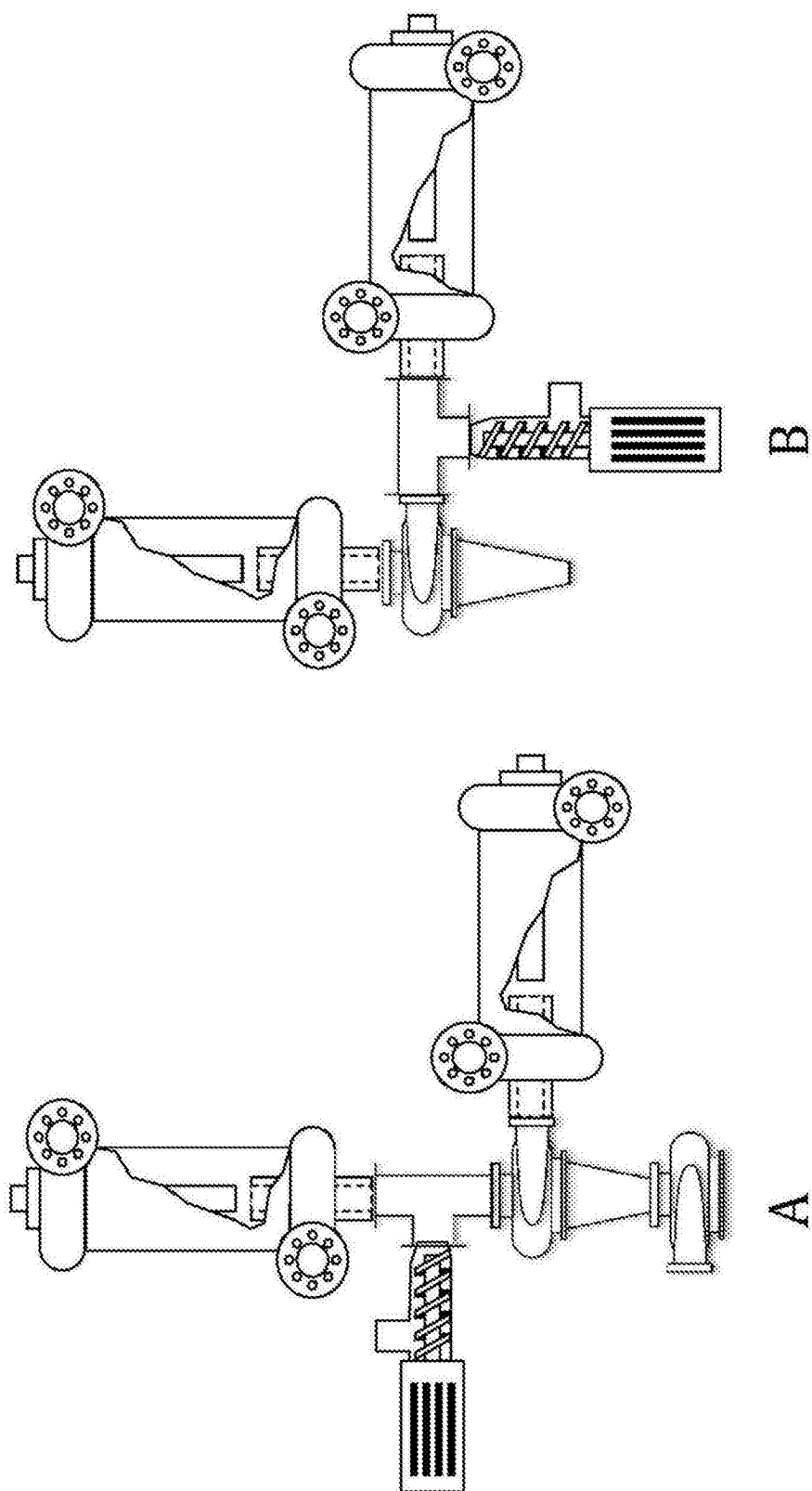


图 28

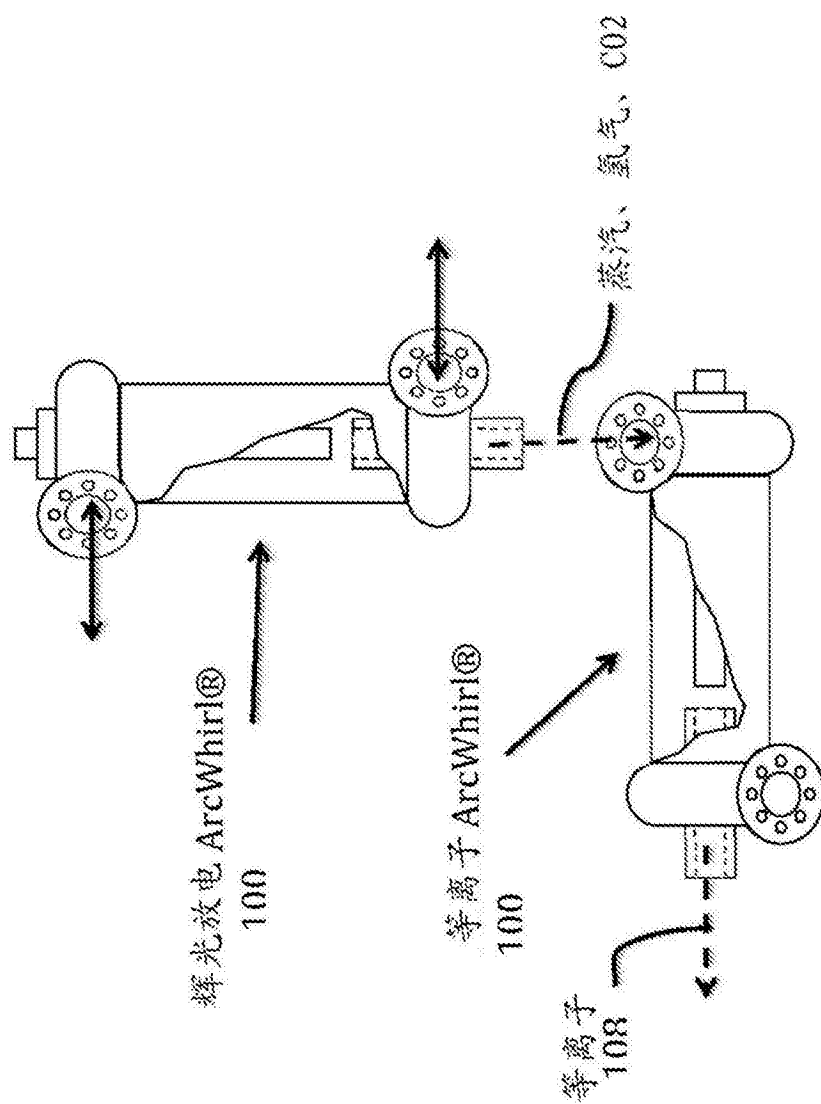


图 29

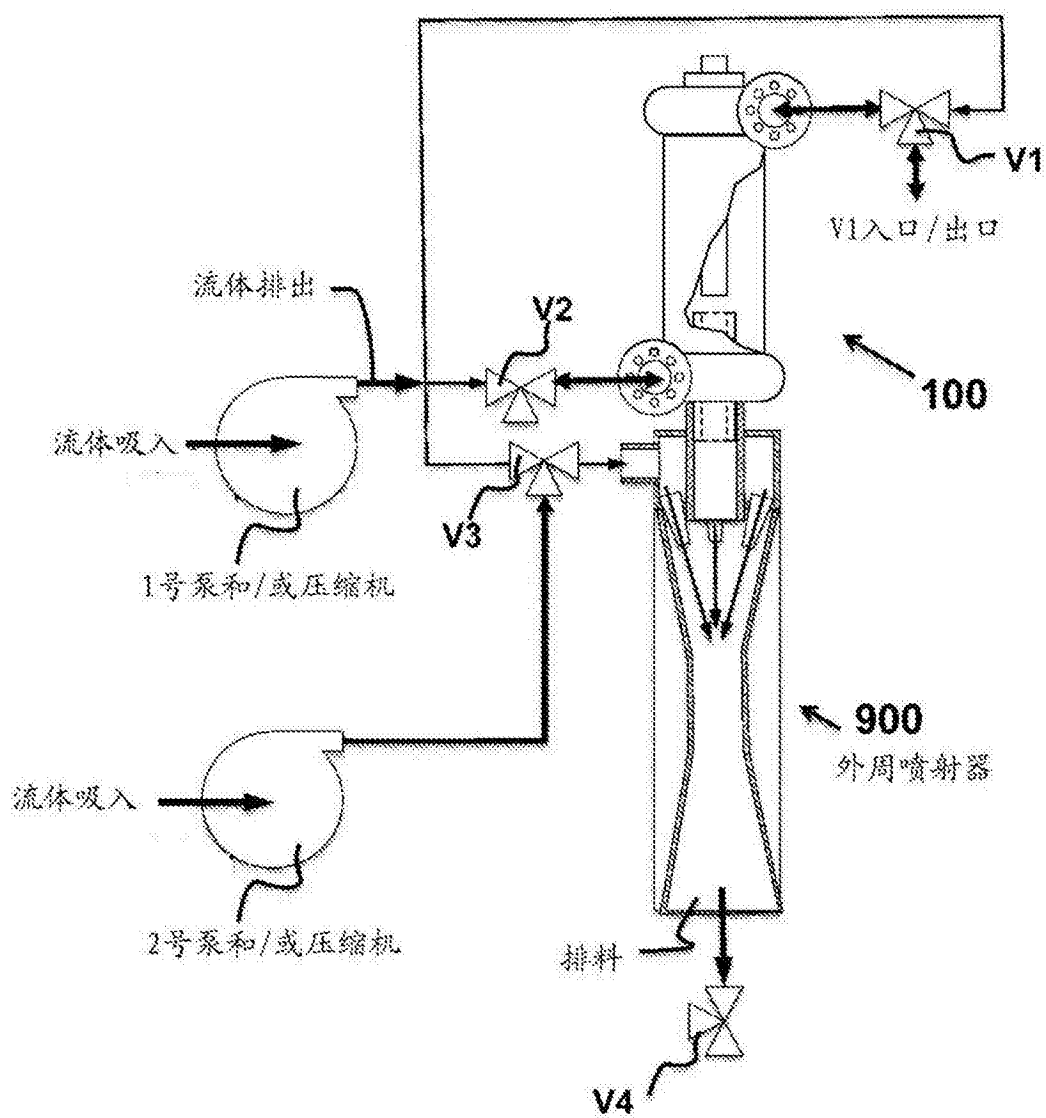


图 30

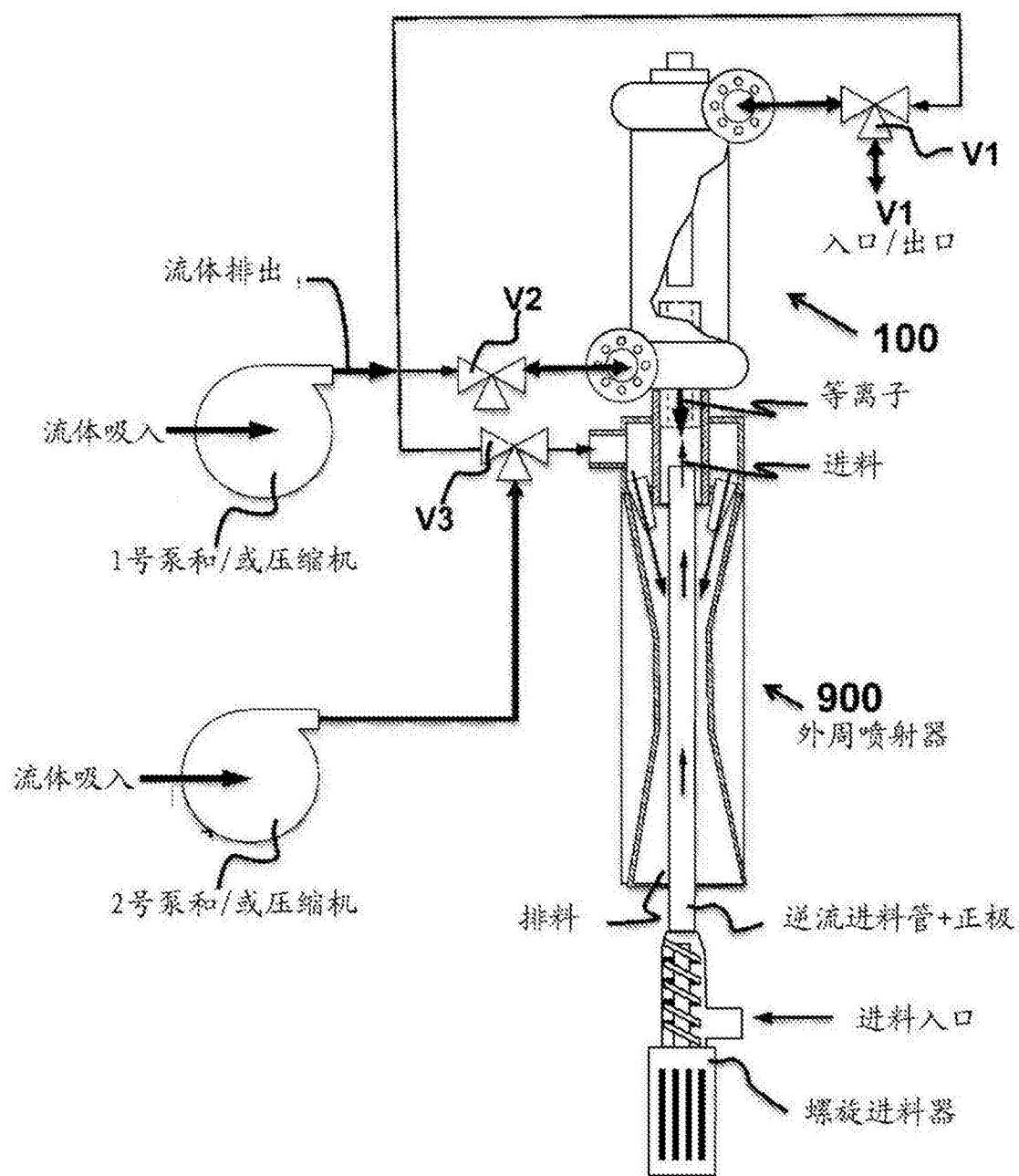


图 31

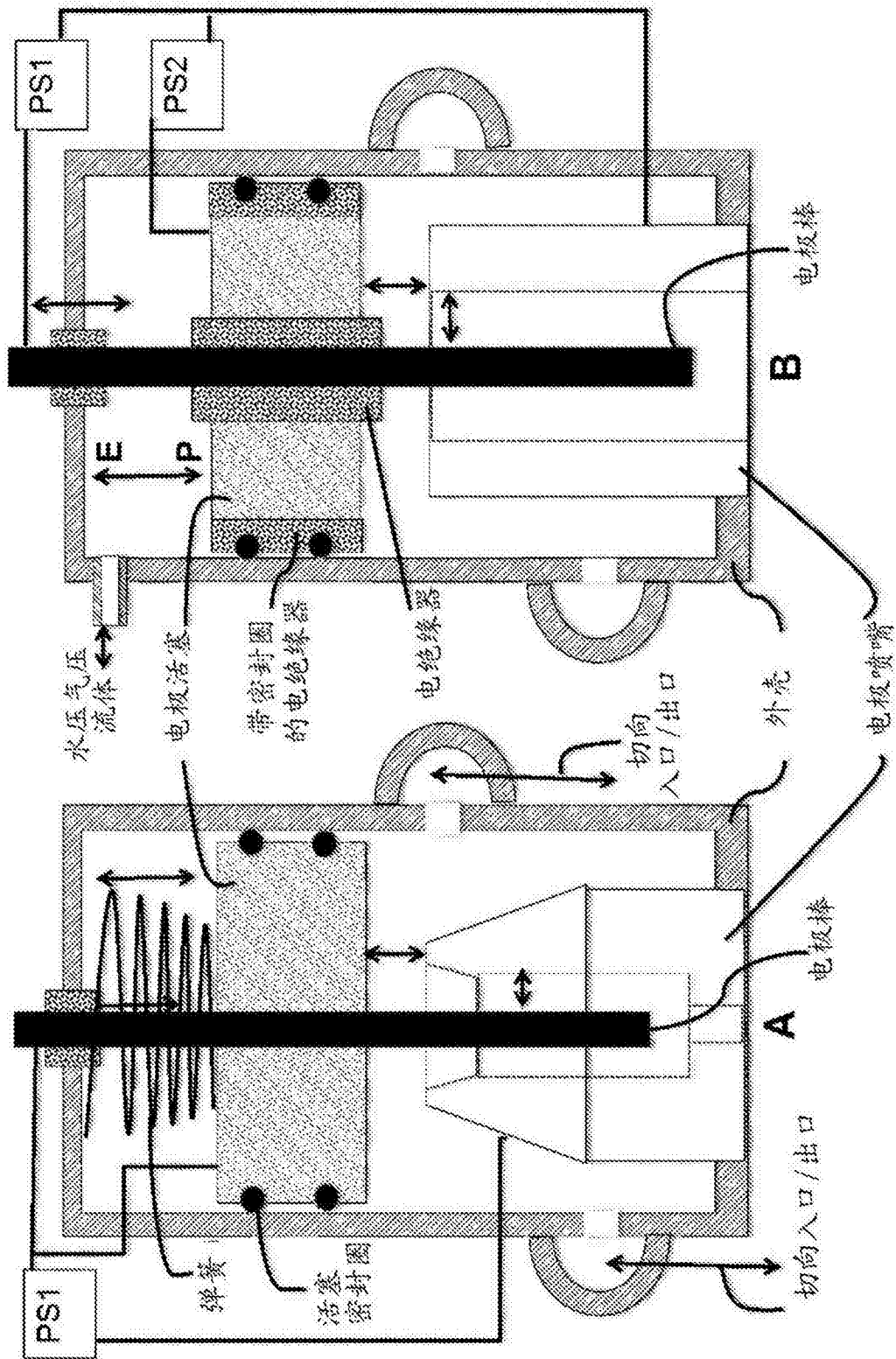


图 32

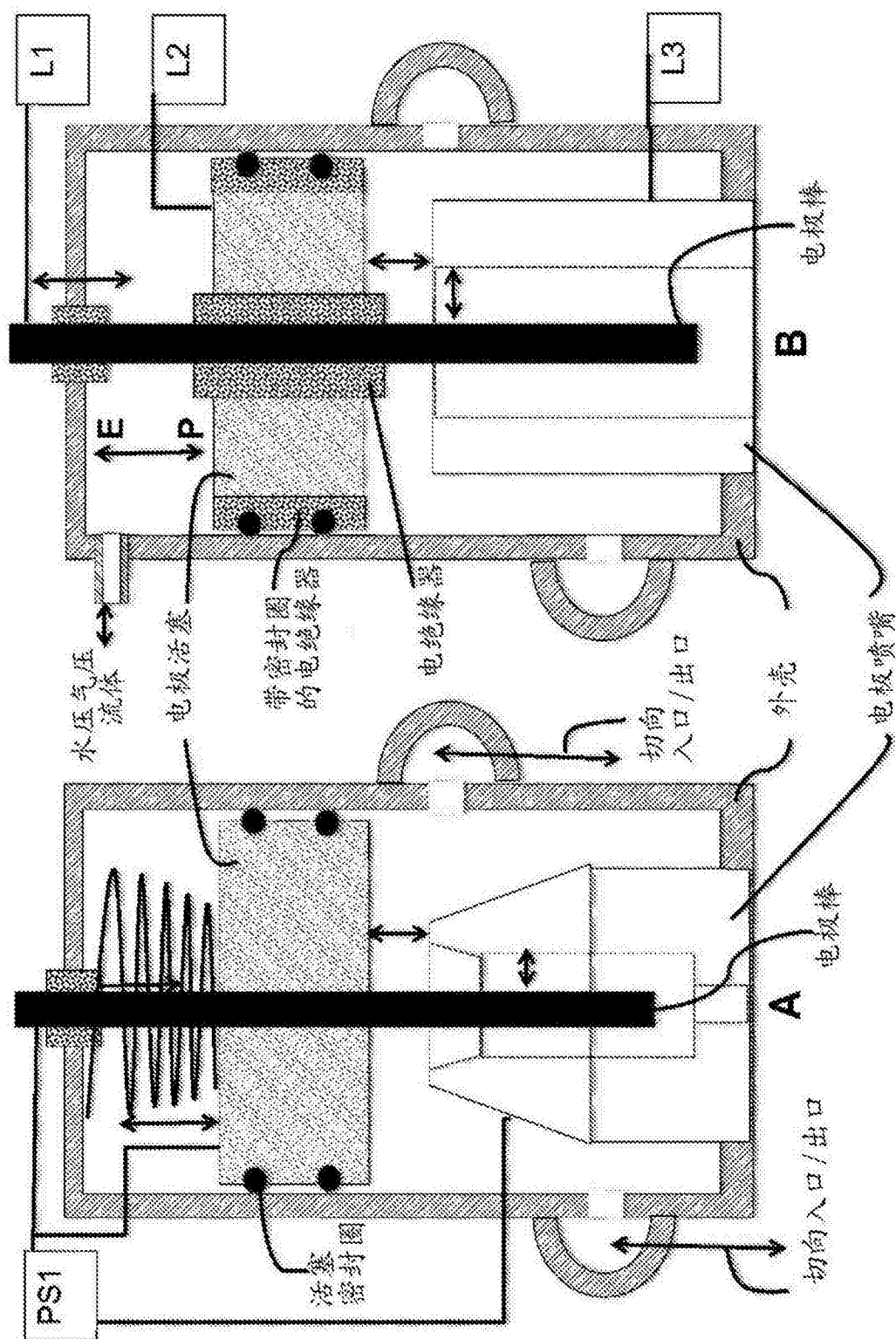


图 33

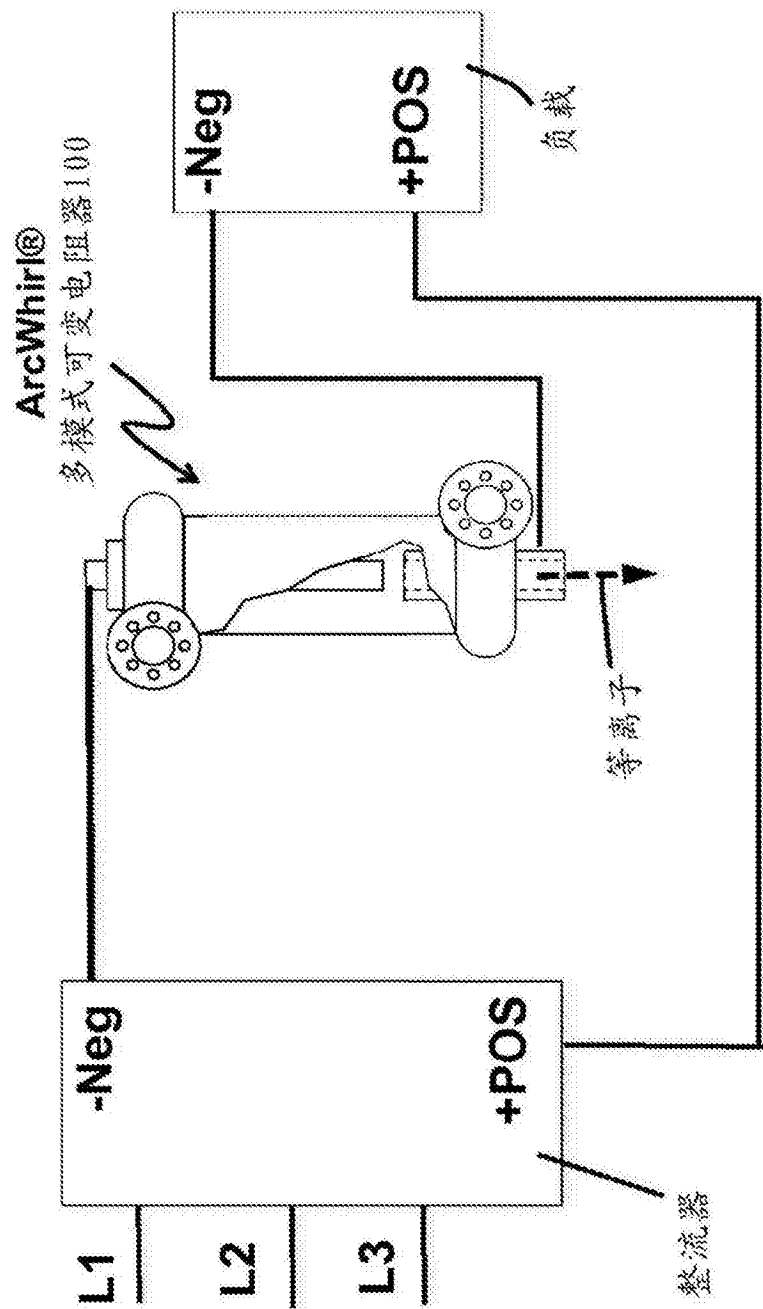


图 34

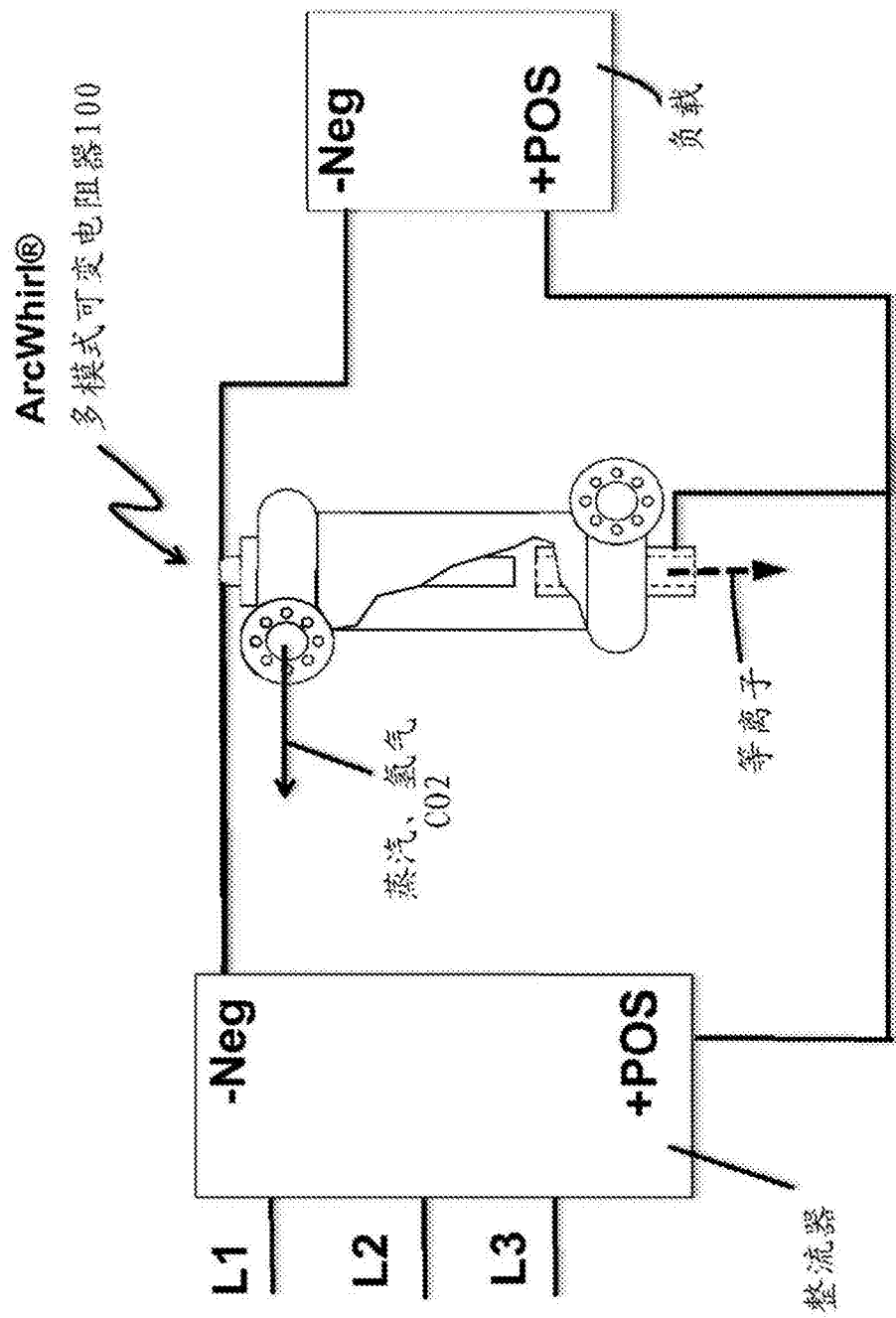


图 35

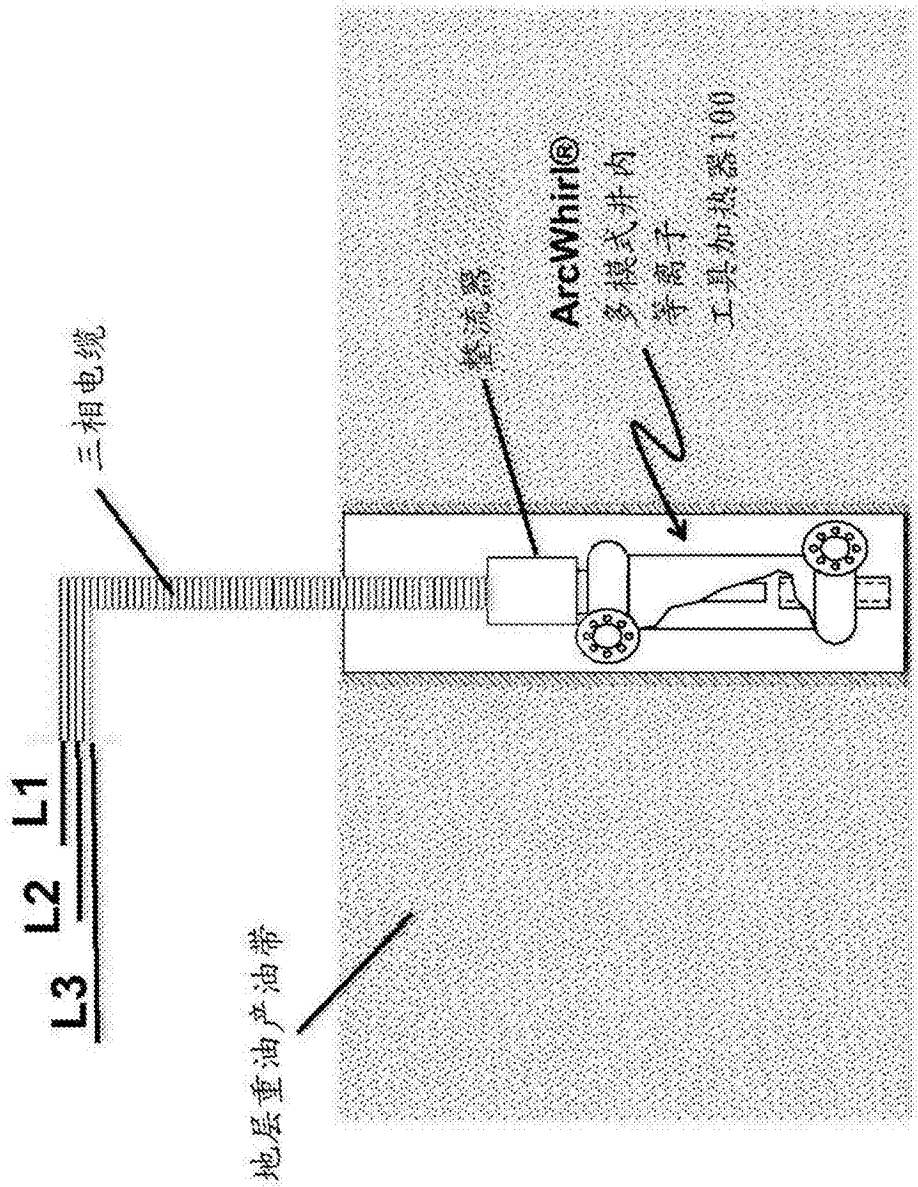


图 36

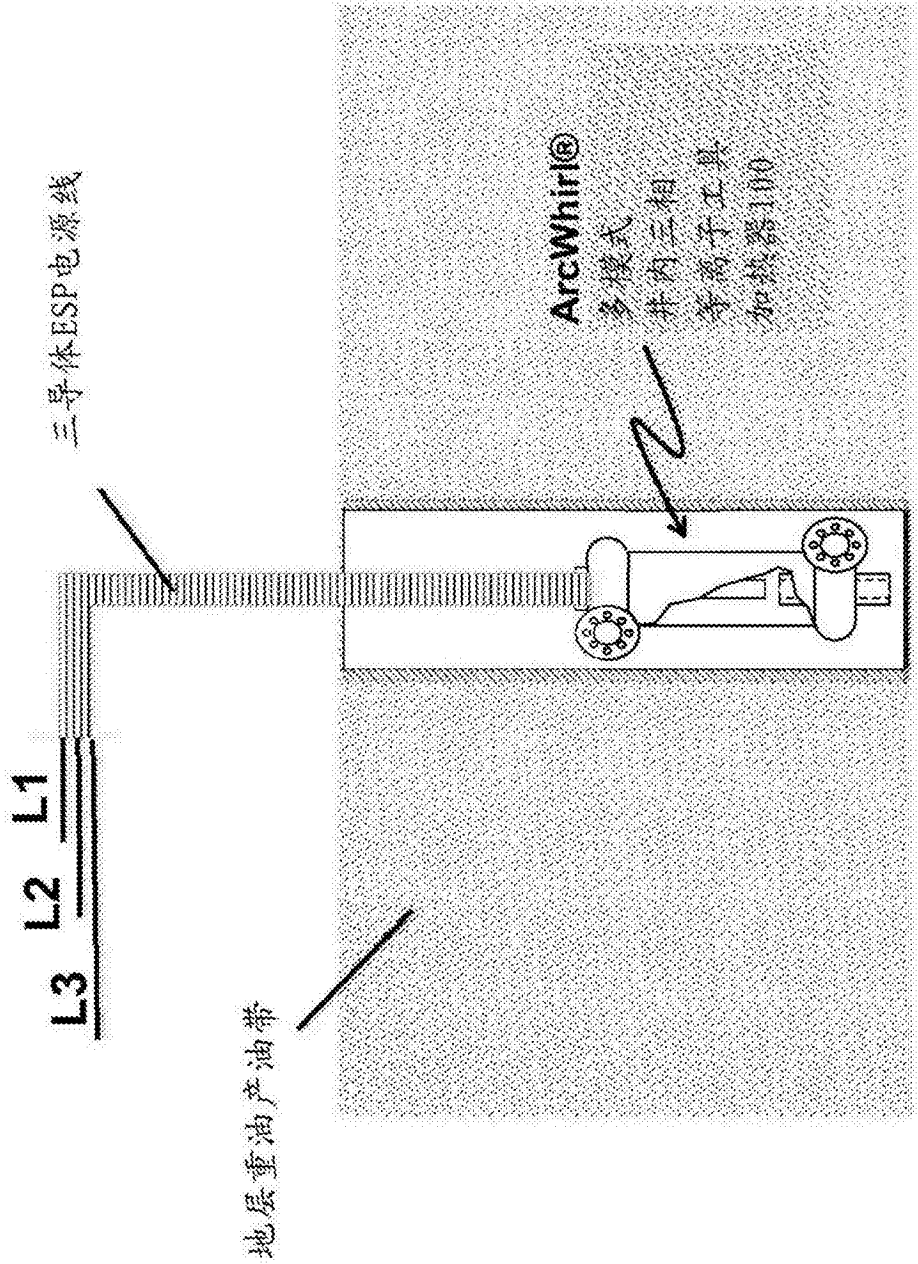


图 37

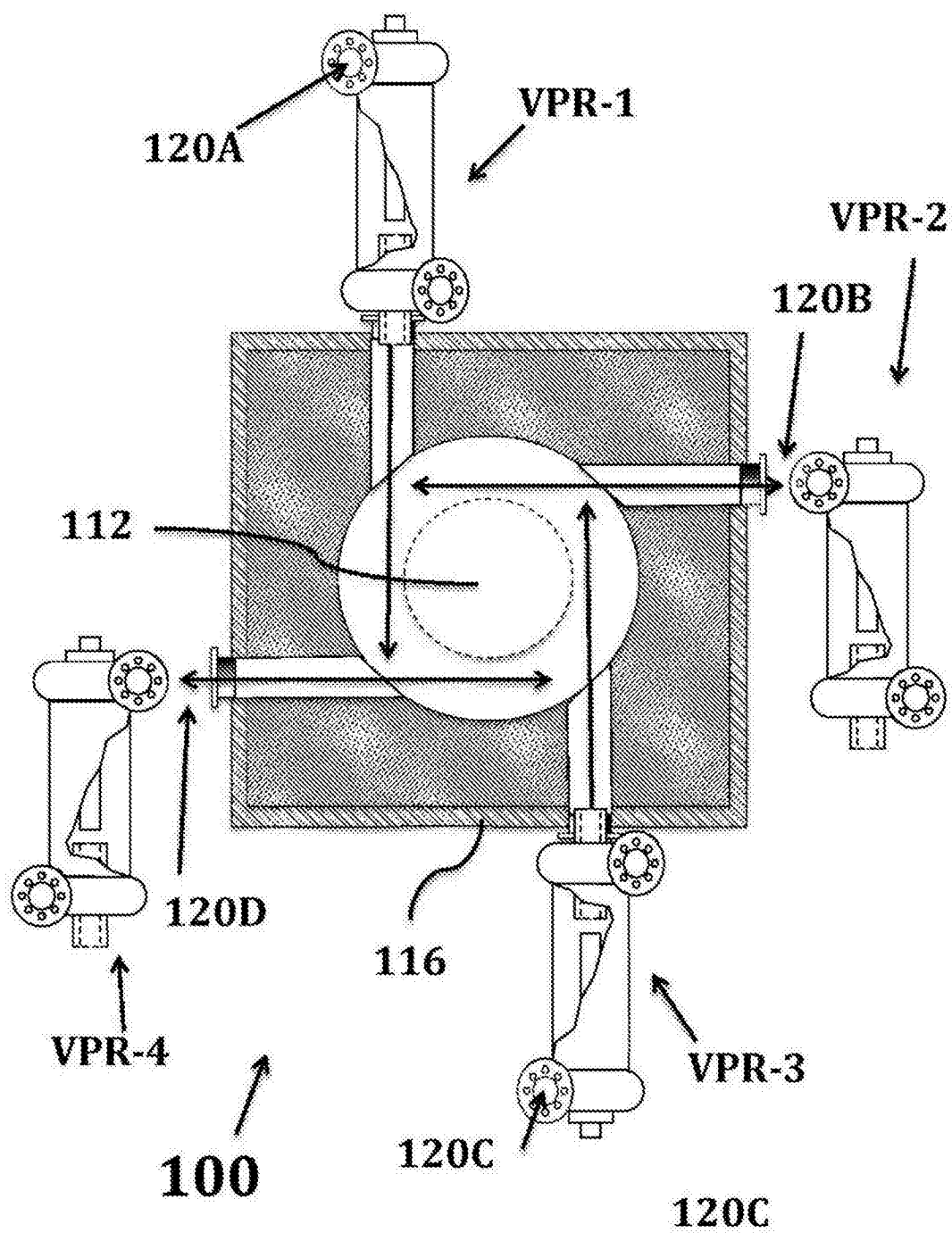


图 38

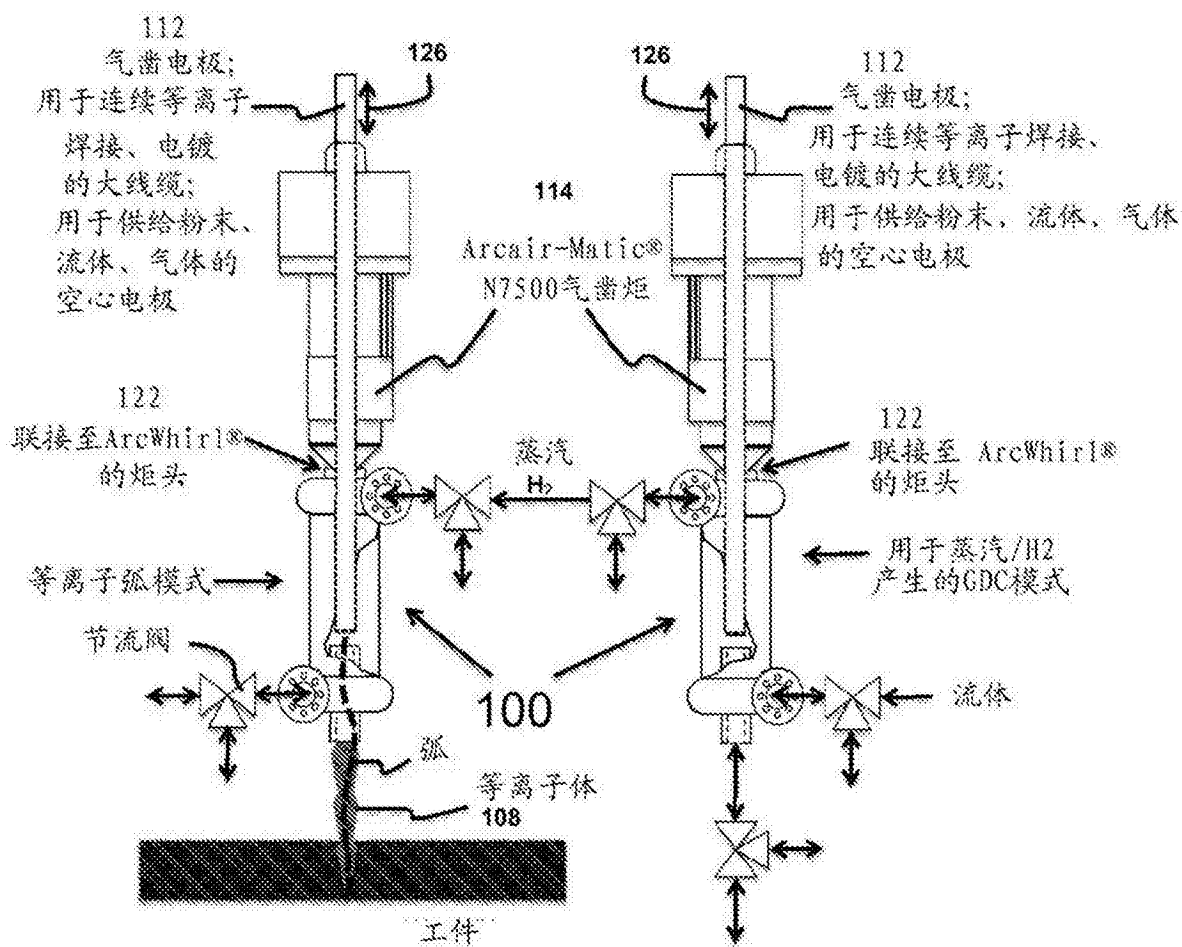


图 39

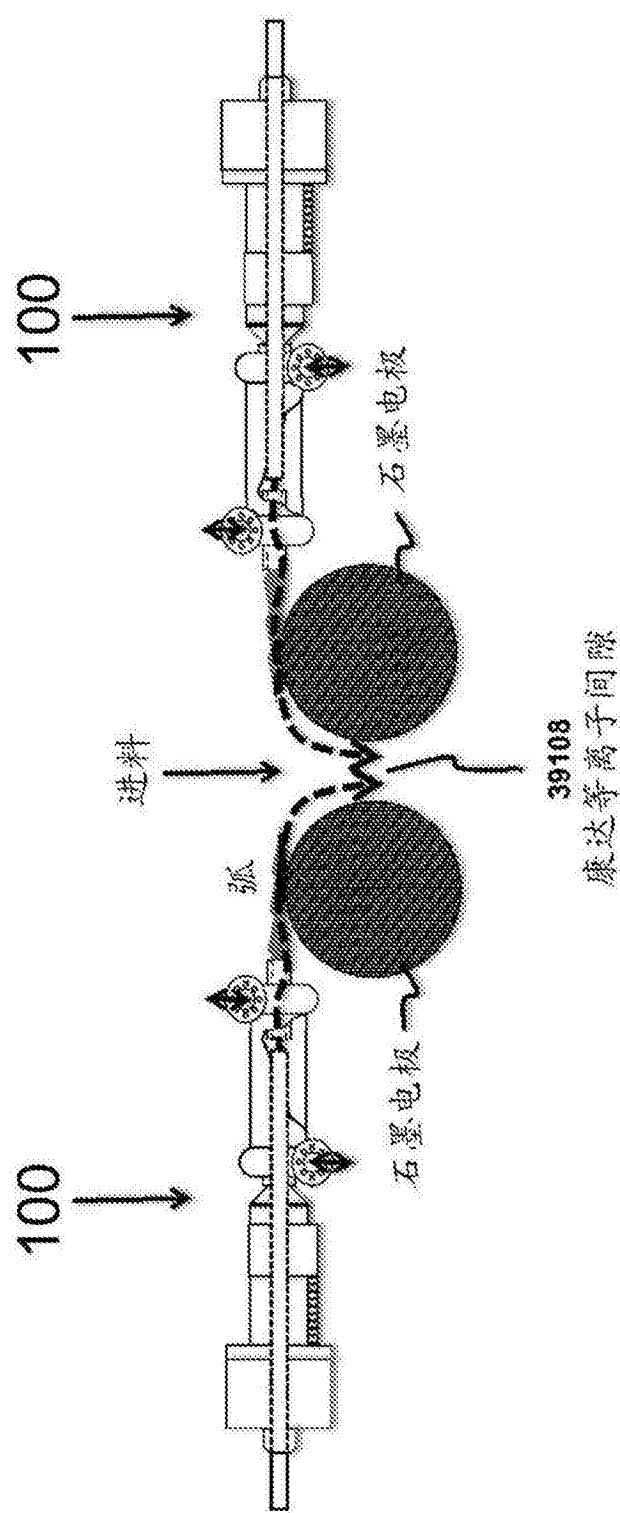


图 40

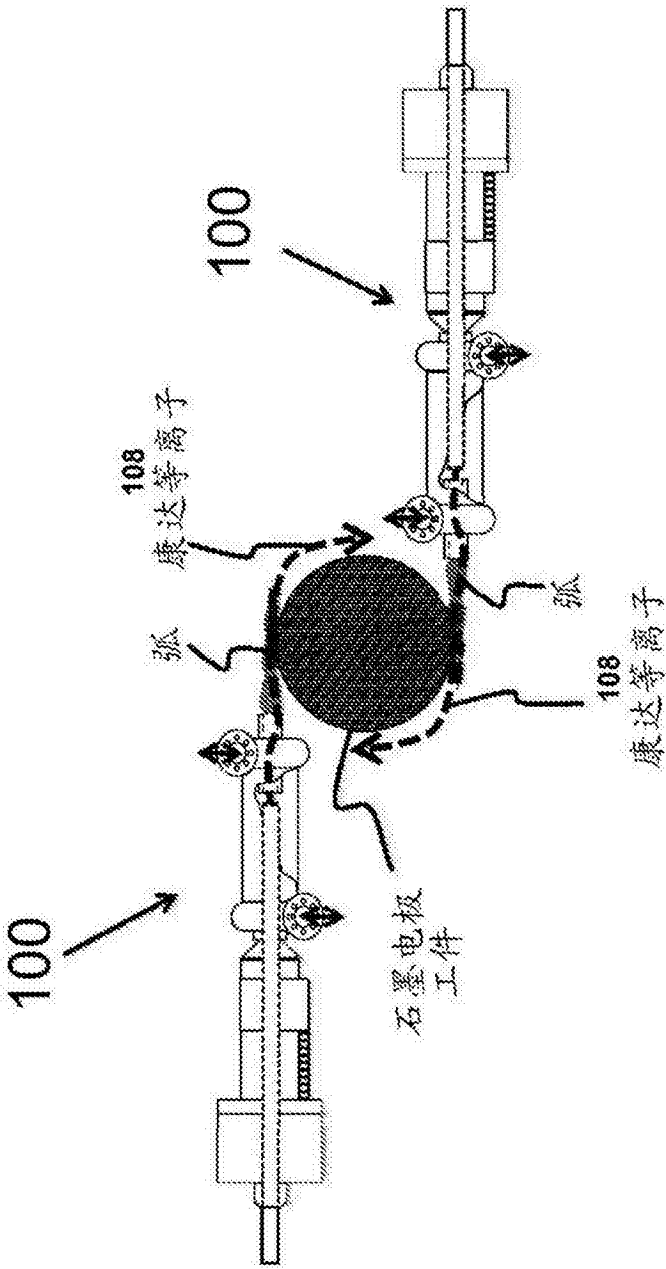


图 41

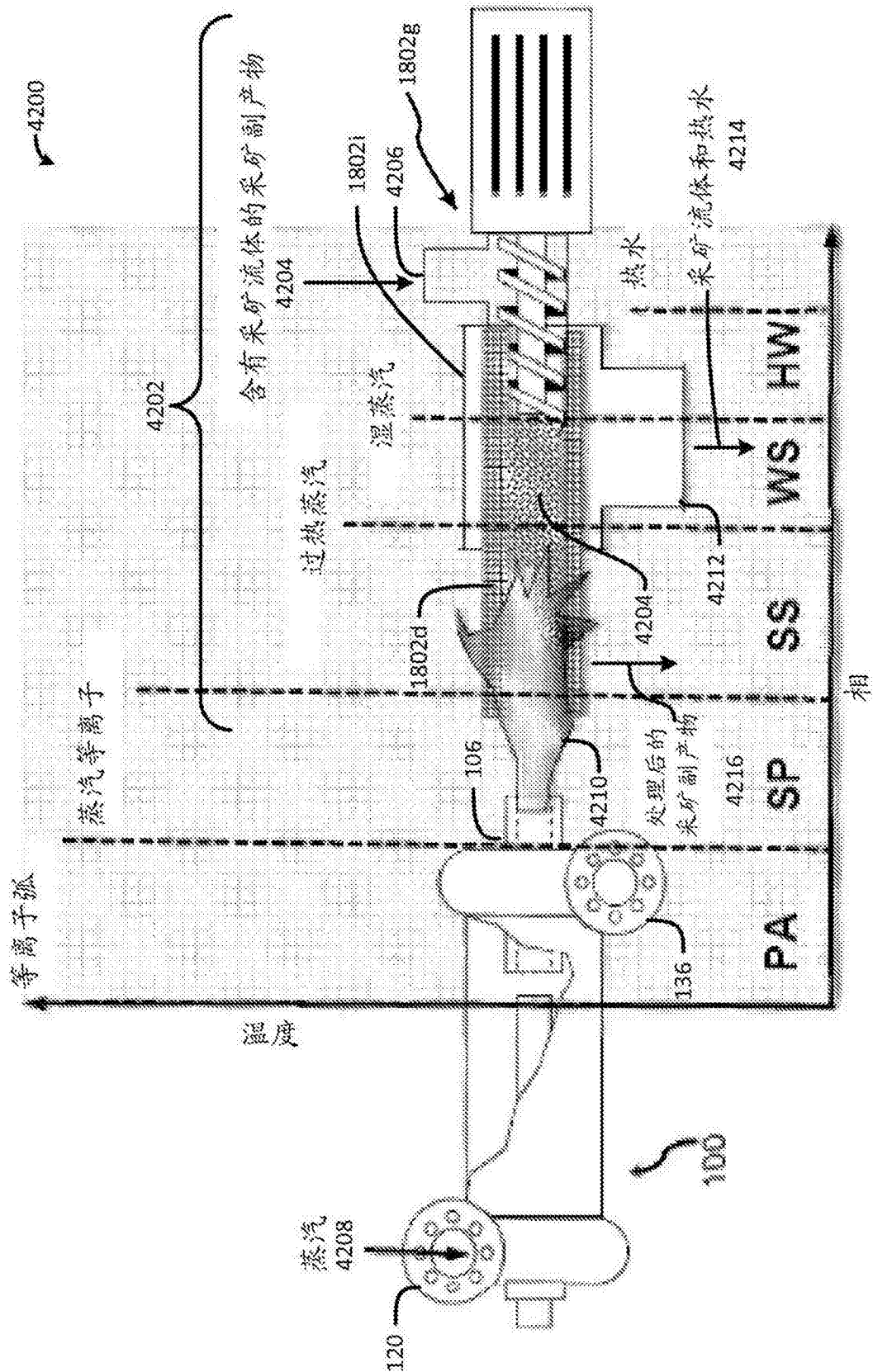


图 42

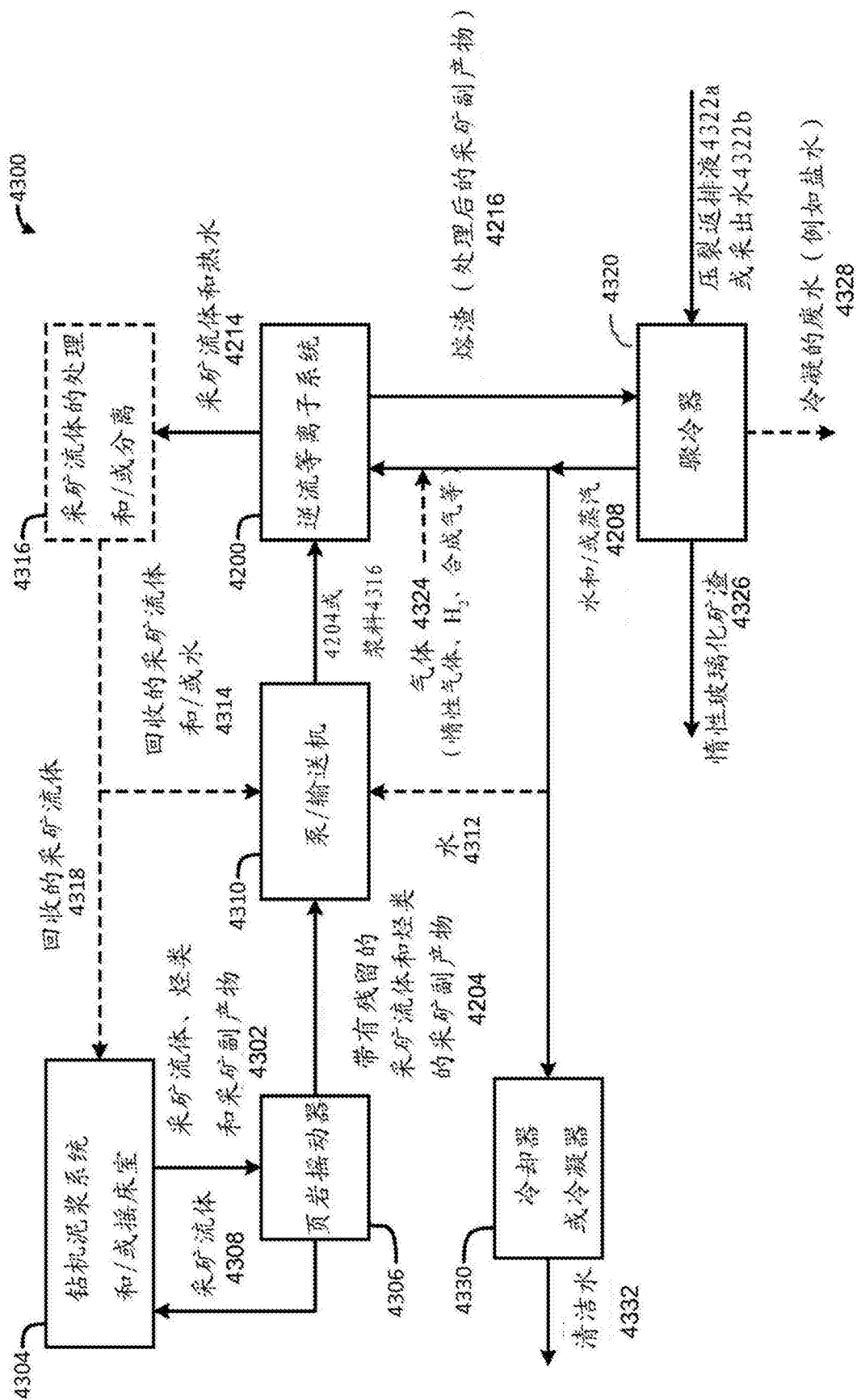


图 43

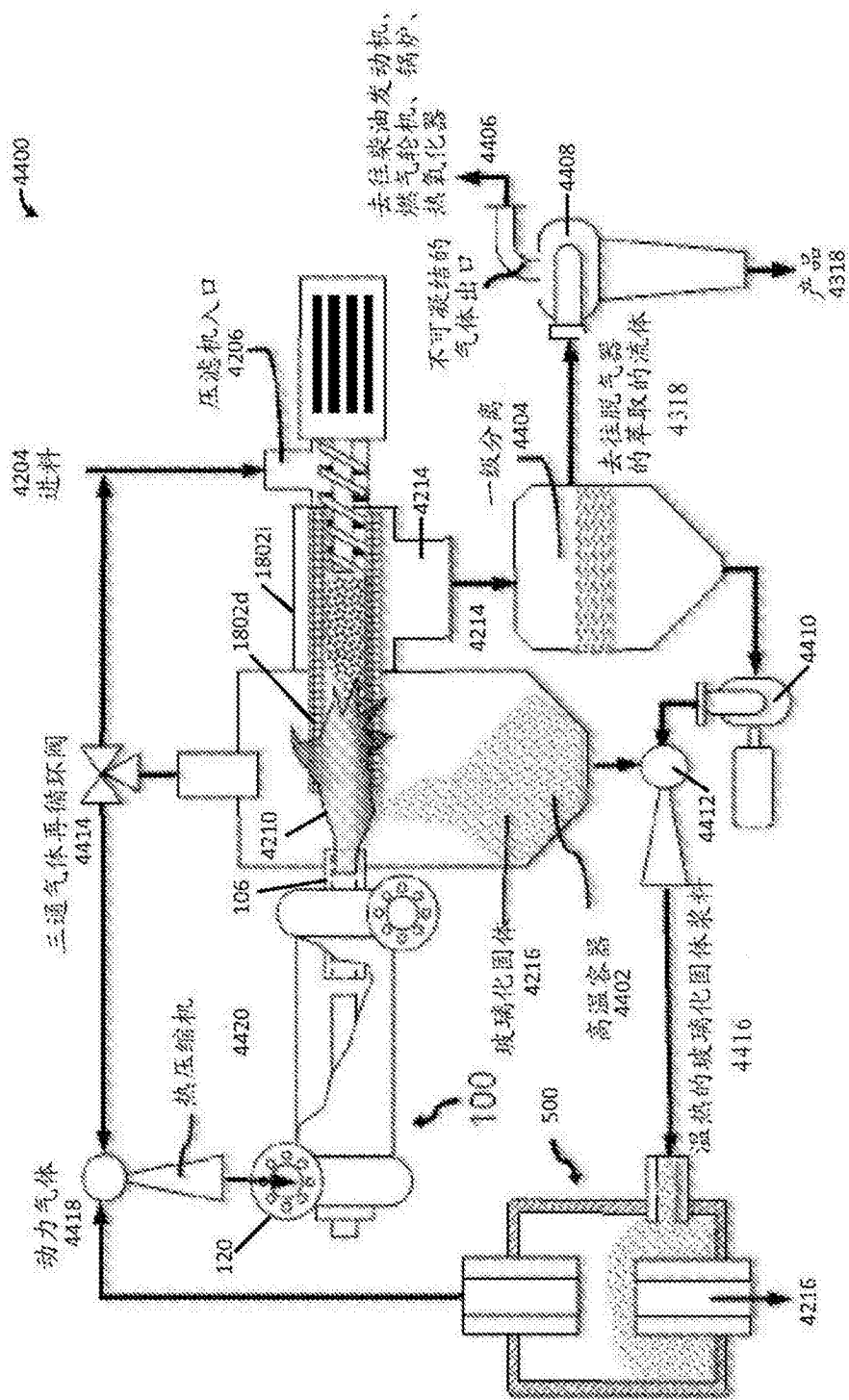


图 44

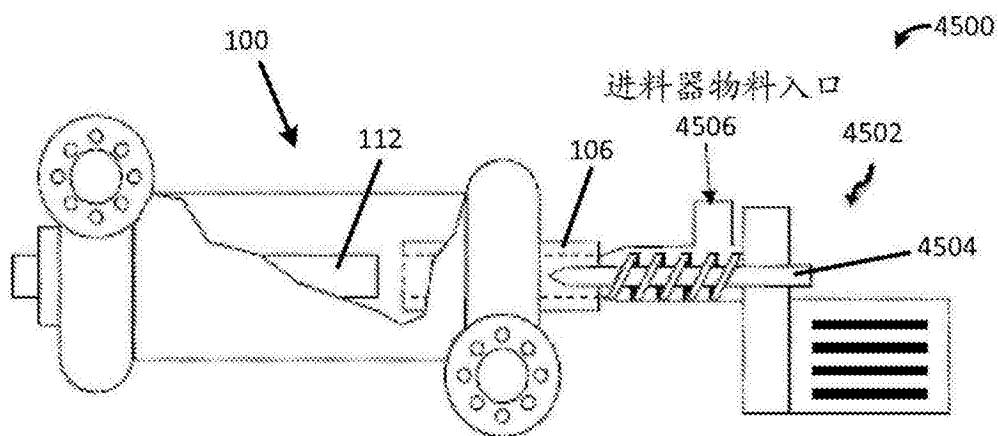


图 45

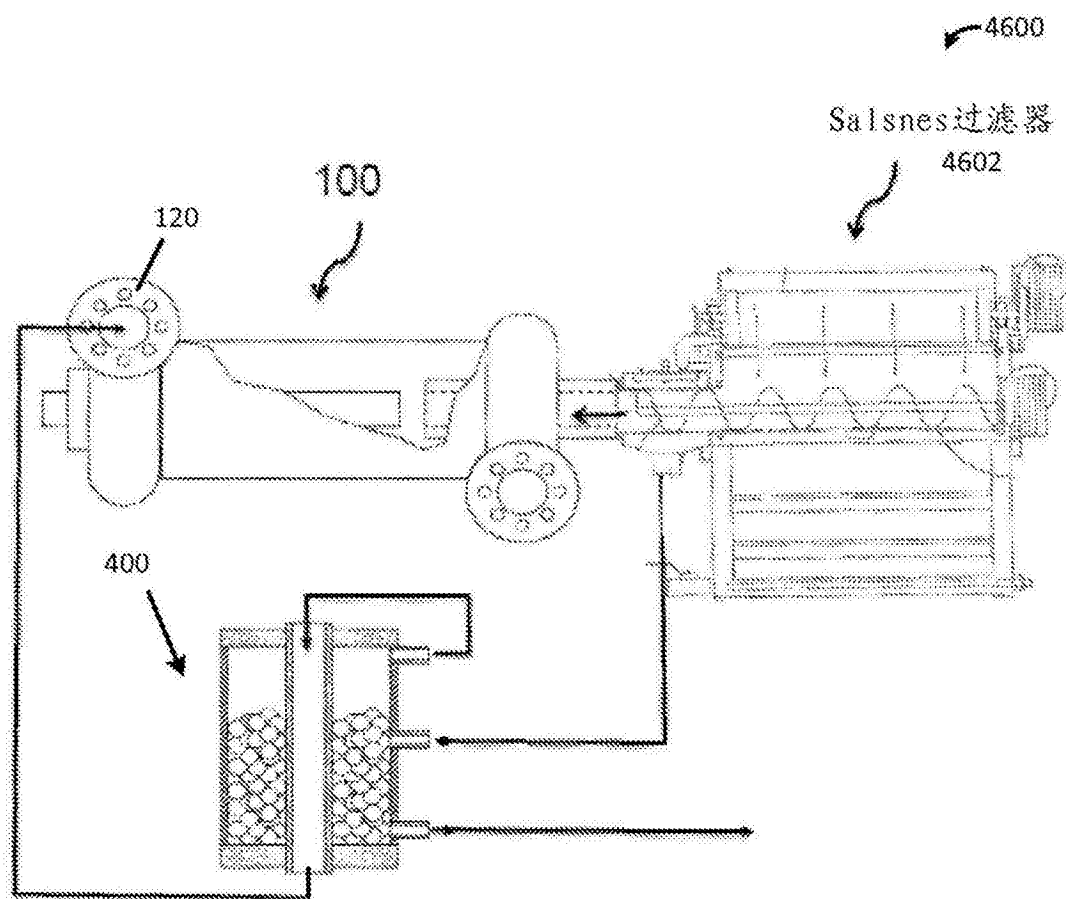


图 46

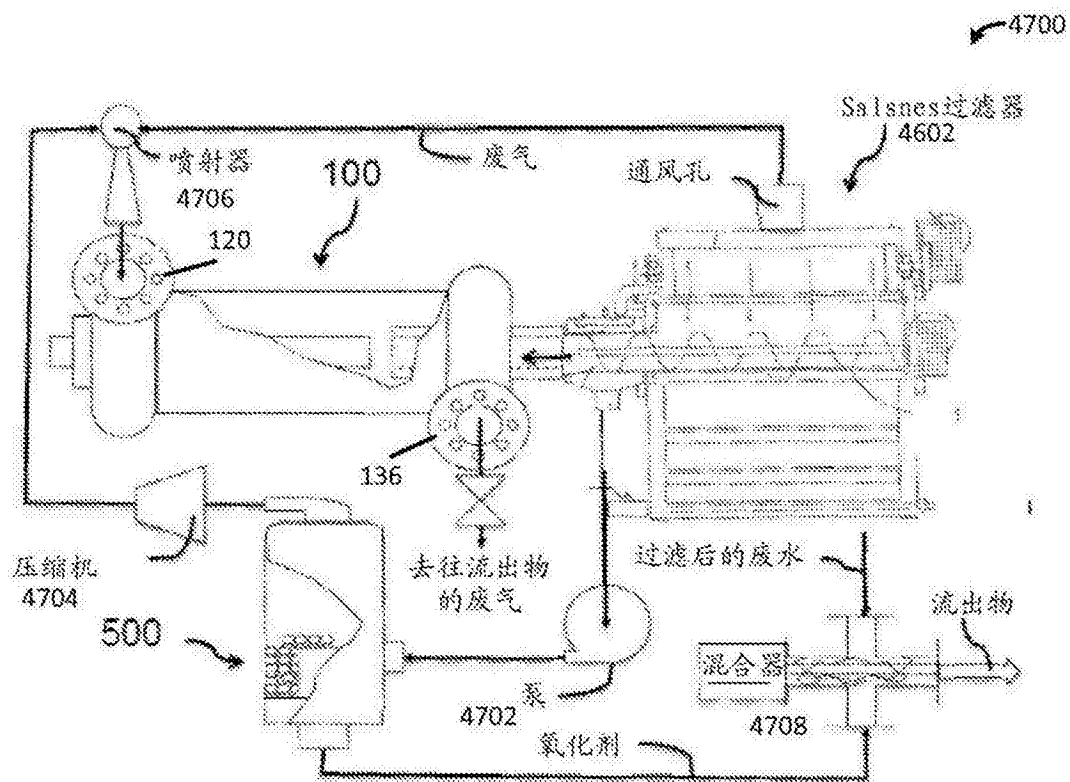


图 47

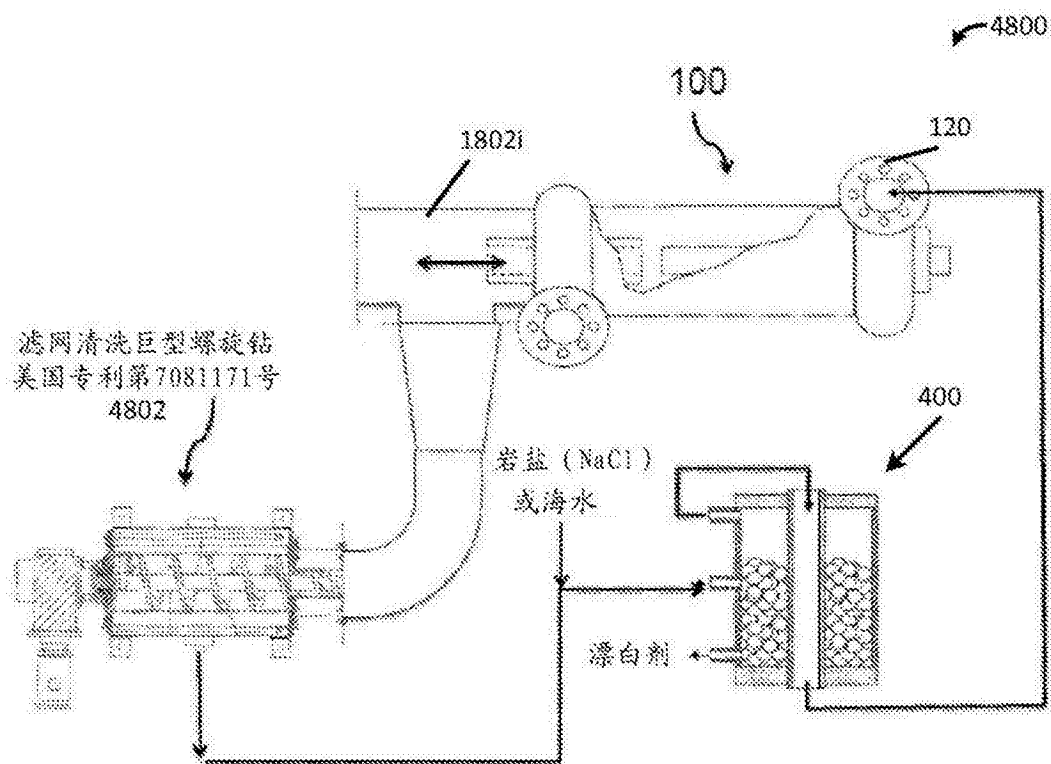


图 48

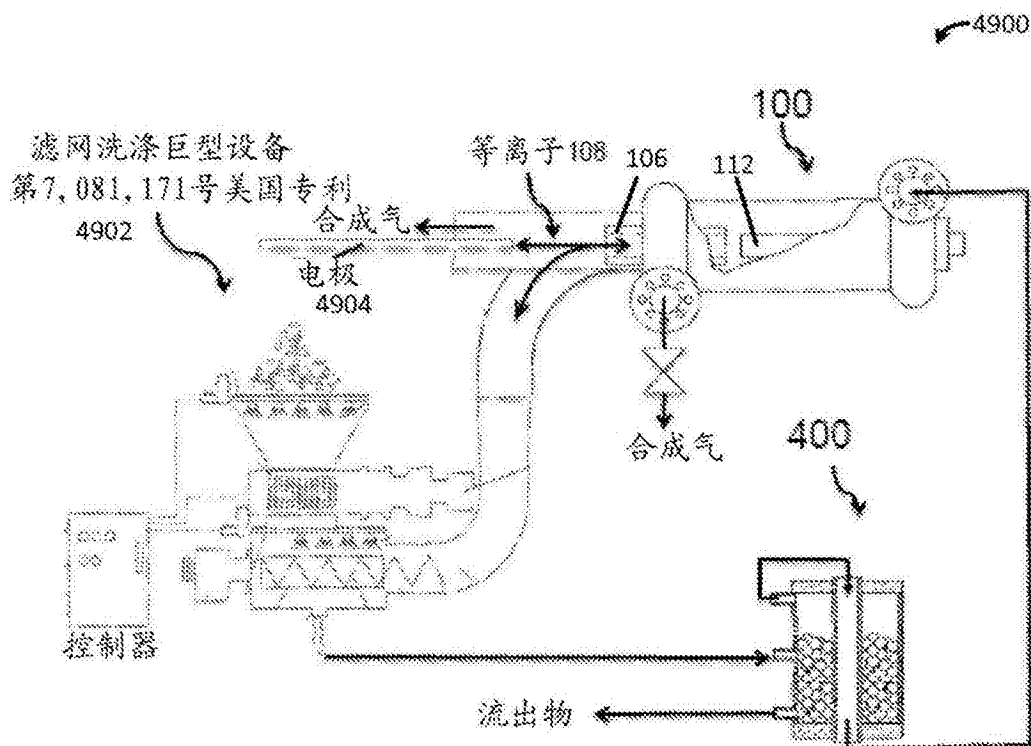


图 49

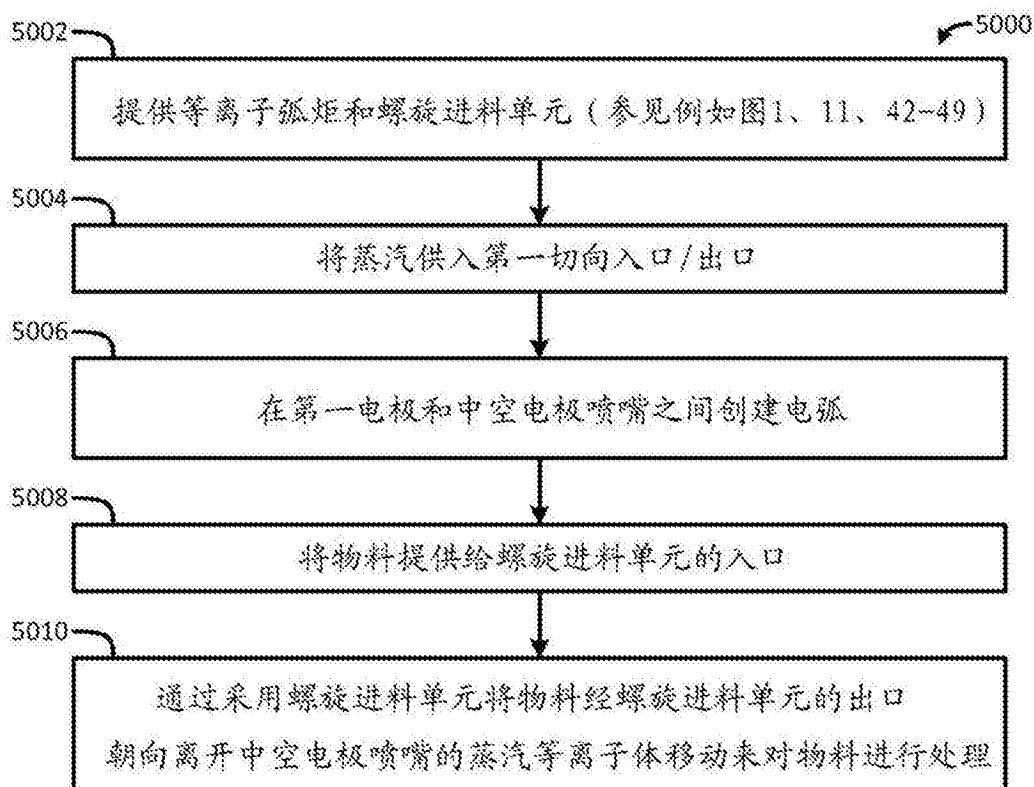


图 50

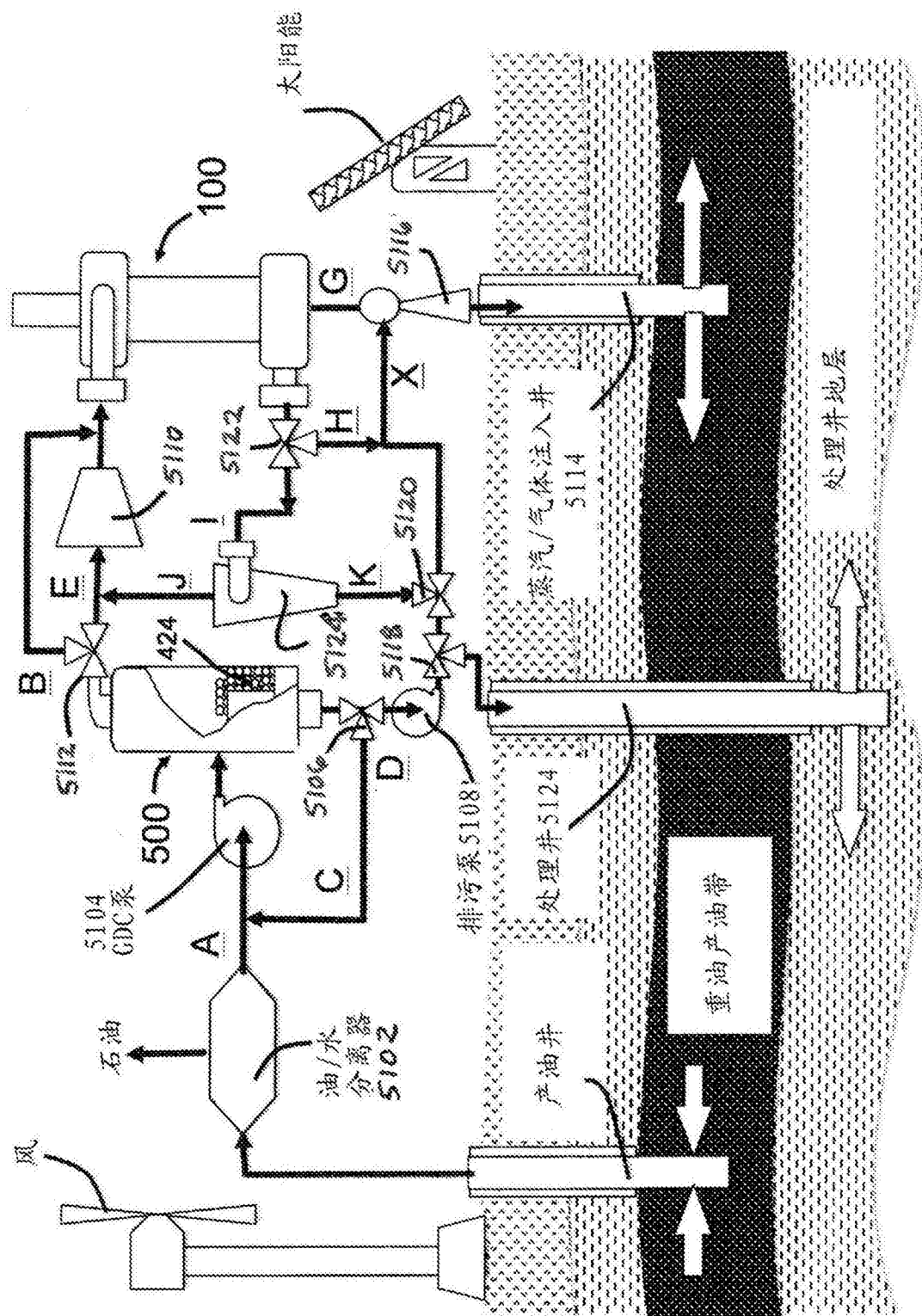


图 51

用于EOR的SOGD室

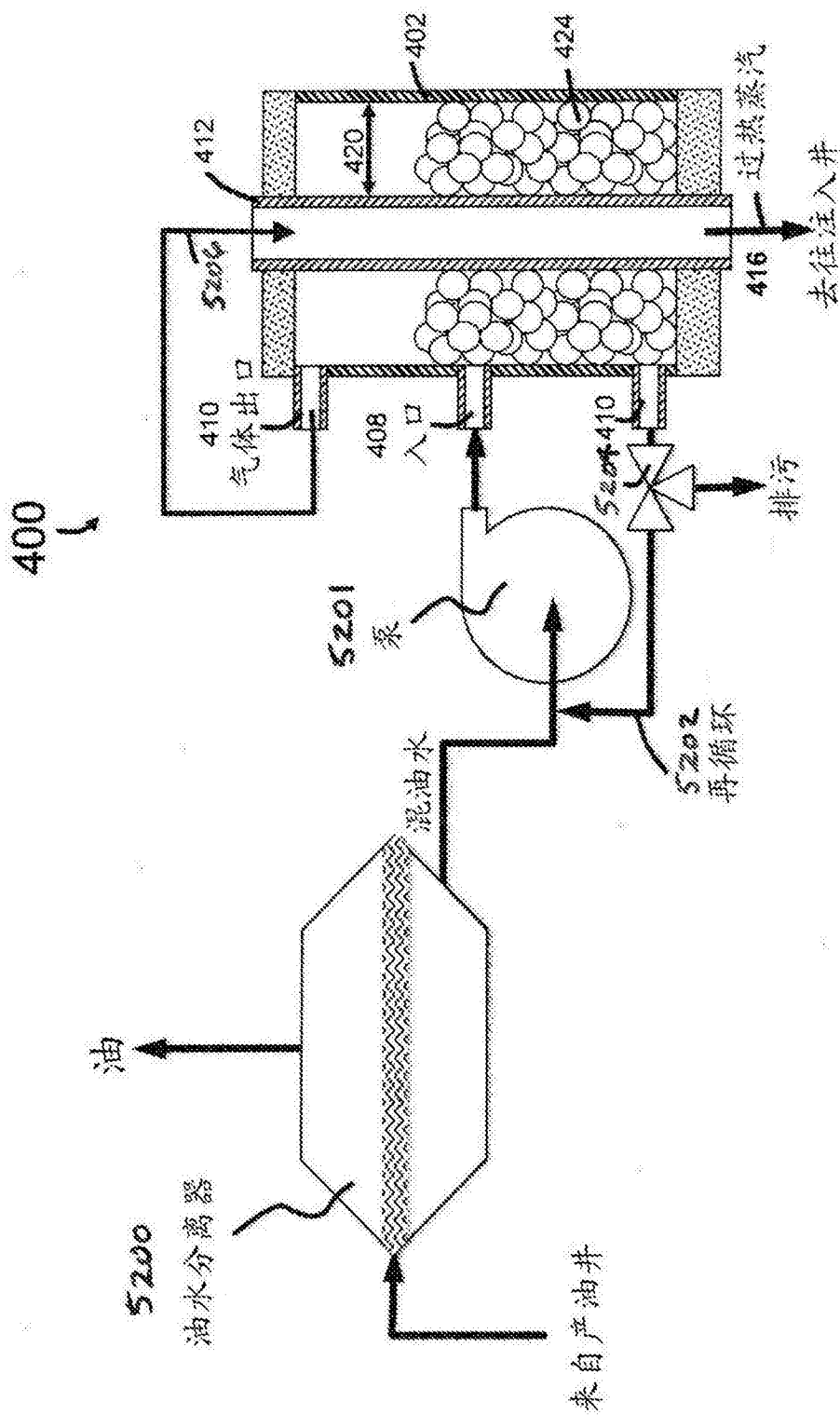


图 52

用于EOR的ArcWhirl®辉光放电室

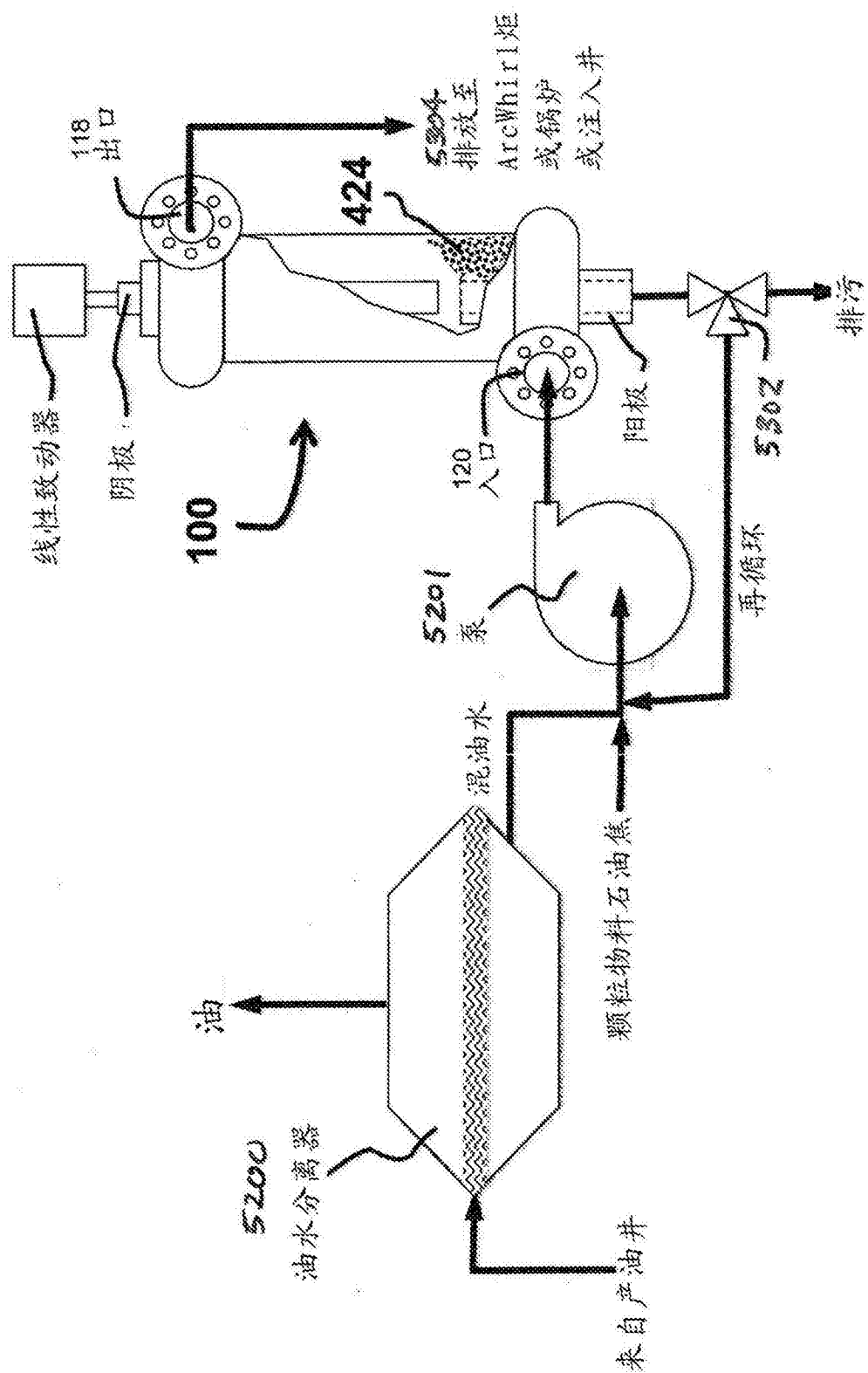


图 53

用于EOR的双ArcWhirls®

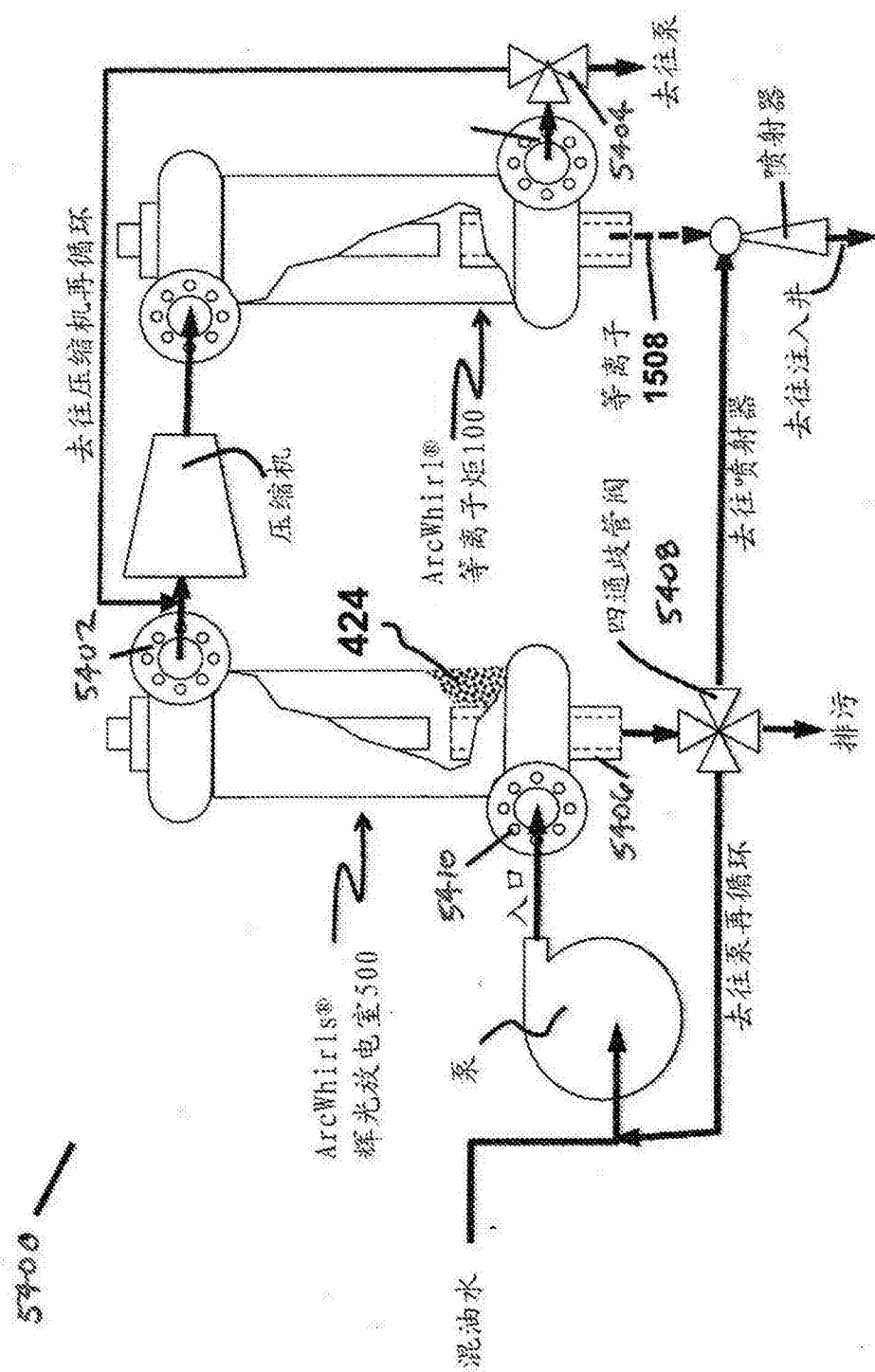


图 54

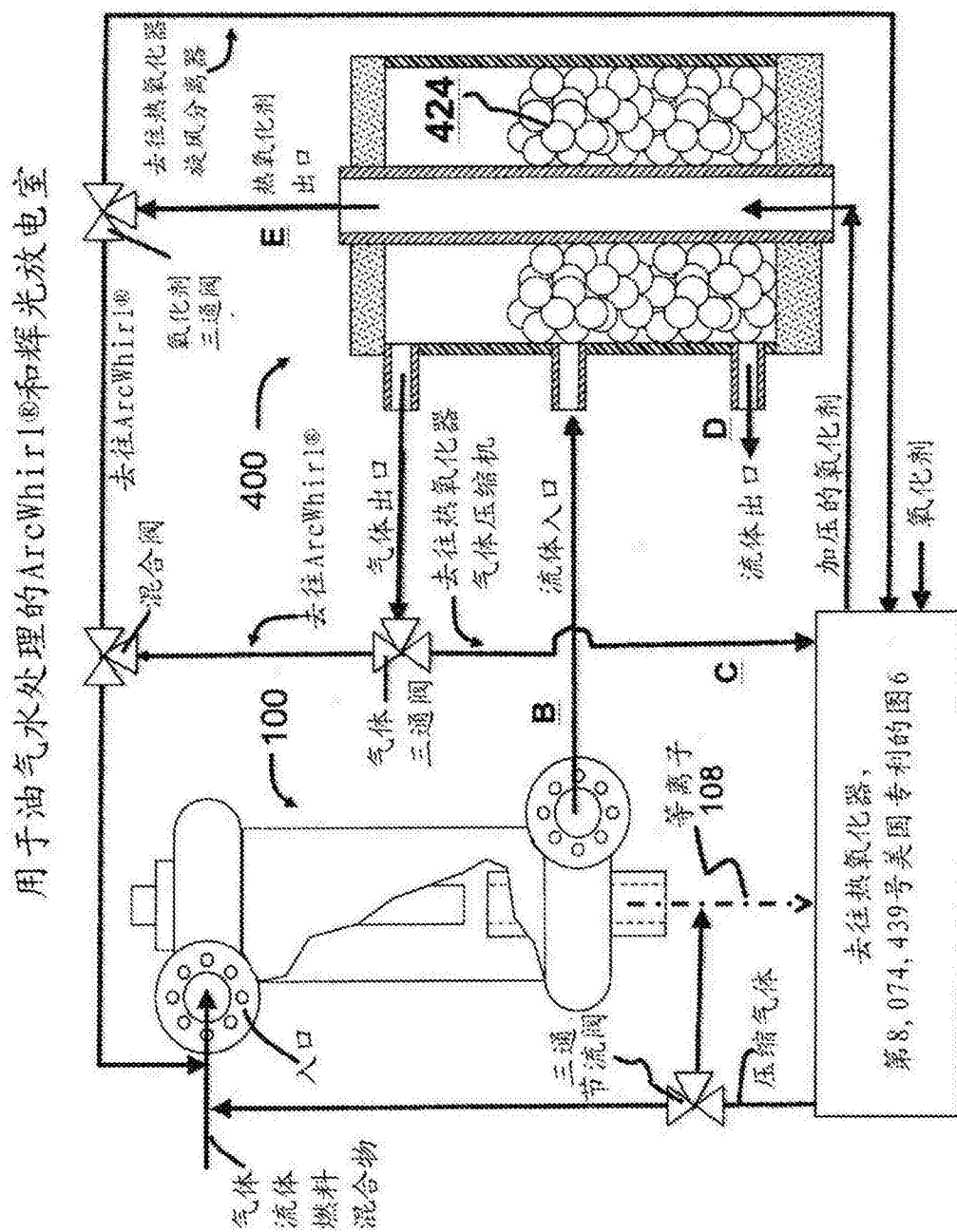


图 55

双ArcWhirls®浮选

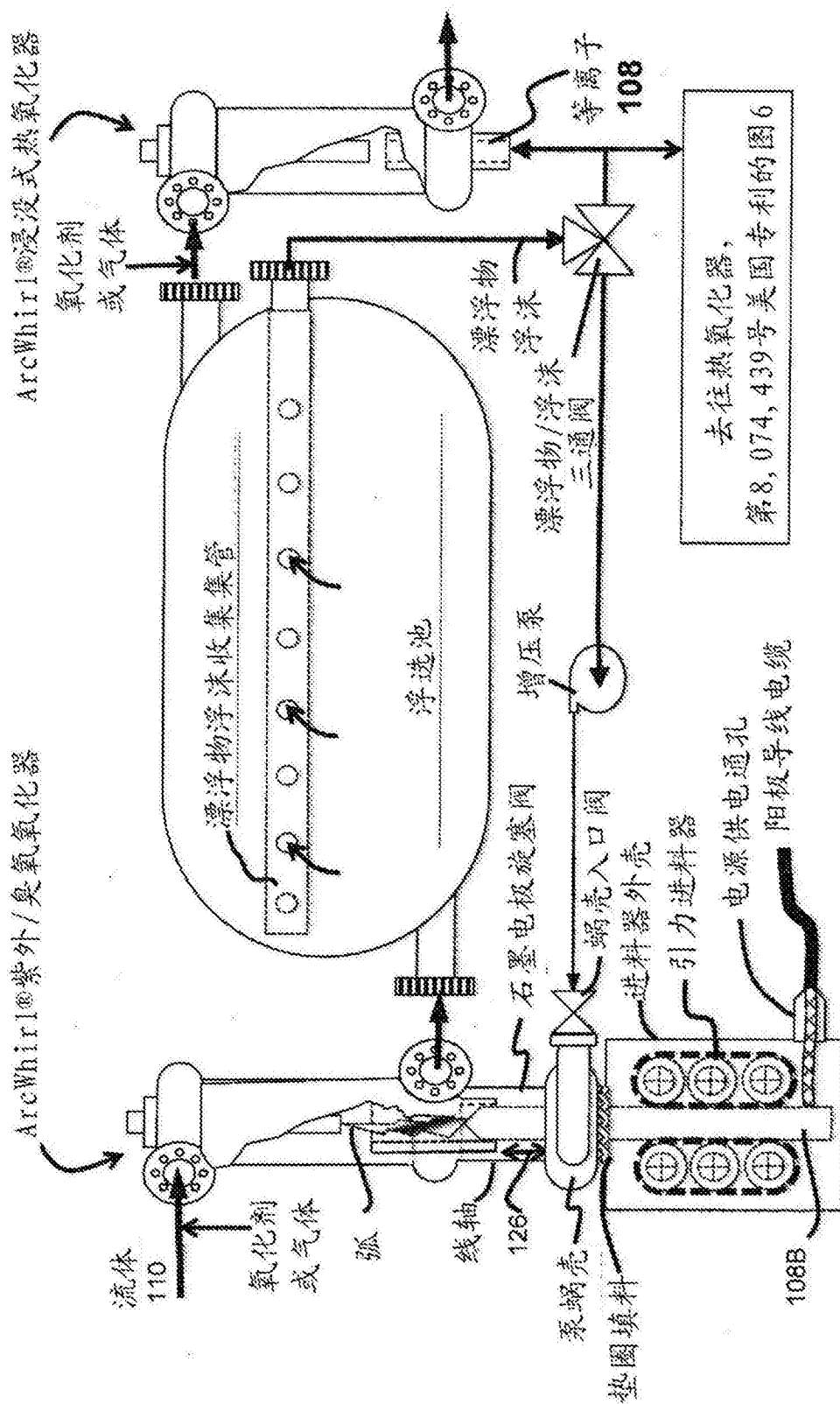


图 56

双ArcWhirls®浓缩机

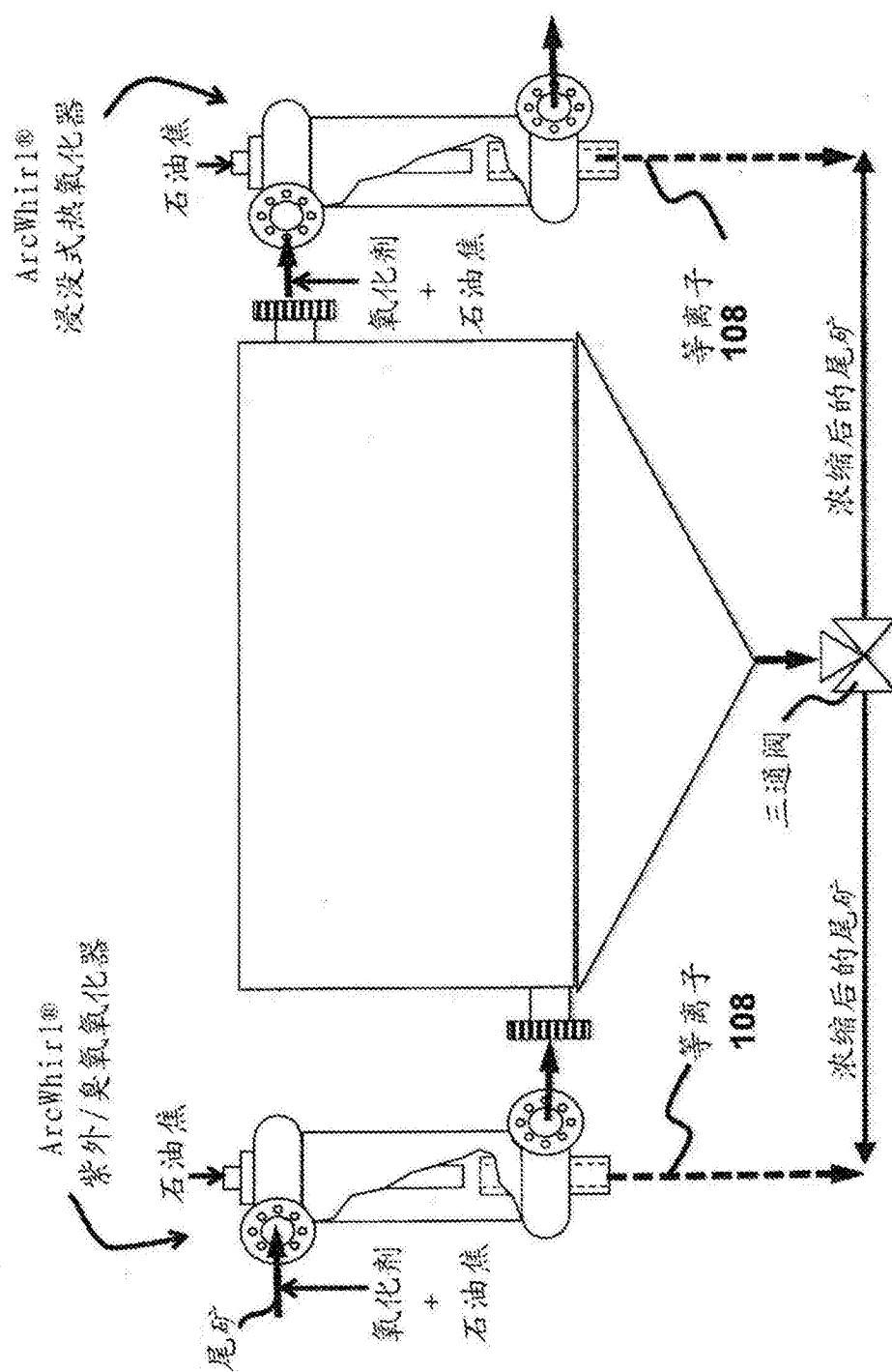


图 57

SOGD ArcWhirlI®改质装置

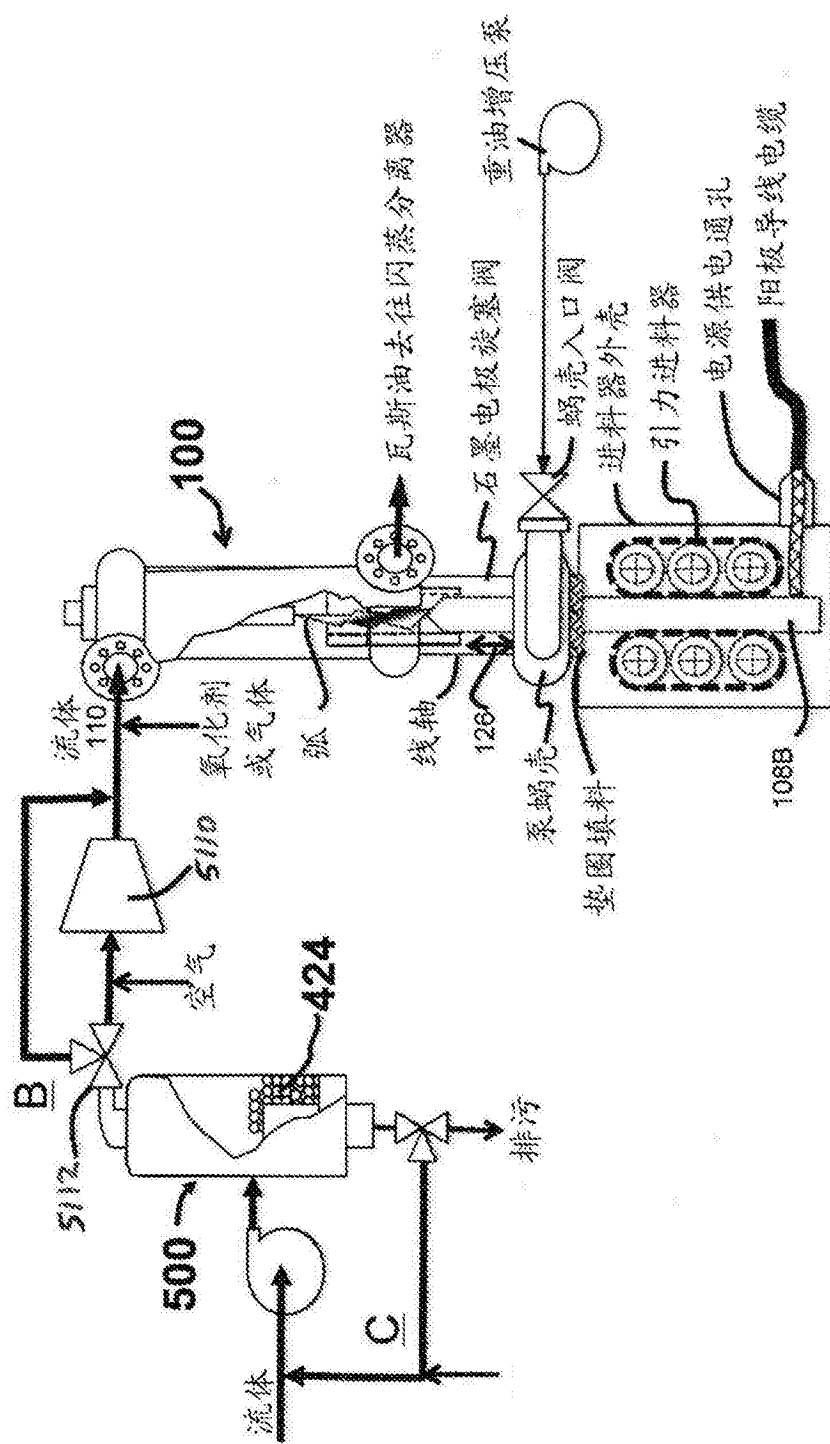


图 58