



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97104976.9

[43] 授权公告日 2003 年 2 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1100933C

[22] 申请日 1997.2.9 [21] 申请号 97104976.9

[30] 优先权

[32] 1996. 2. 9 [33] US [31] 598950

[71] 专利权人 艾克泽吉公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 A · I · 卡林纳 L · B · 罗德斯

[56] 参考文献

CN1065319A 1992.10.14 F01K23/04

US4982568A 1991.01.08 F01K25/06

US5095708A 1992.03.17 F01K25/06

审查员 杨克菲

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

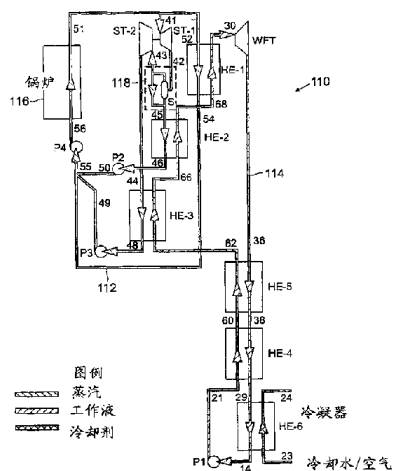
代理人 章社杲

权利要求书 7 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称 使用分开闭合回路来将热转化成有用能量的方法和装置

[57] 摘要

通过主流体(例如蒸汽)的多级膨胀,将主流体中的热转化成有用能量,利用主流体的热量使在分别的封闭回路中的多组分工质加热,和多组分工质的膨胀。蒸汽态的主流体在一级膨胀器中膨胀,获得有用能量并生成部分膨胀后主流体流,然后将部分膨胀后主流体流分离成液体和蒸汽部分并分流在蒸汽流(在二级膨胀器中膨胀)和另一主工质流(用于加热多组分工质流)。



1. 一种将热转化成有用能量的方法，包括：
在第一膨胀器（ST-1）中膨胀蒸汽态的主流体，以获取有用能量
5 并生成包含蒸汽和液体成份的部分膨胀后主流体流；
将所述的部分膨胀后主流体流分离成液体和蒸汽成份，并将所述
的流体流分流成一般蒸汽流和另一股包含液体的主工质流；
在第二膨胀器（ST-2）中膨胀所述的蒸汽流，以获取有用能量和
进一步膨胀后的主工质流；
10 在主换热器（HE-3）中利用所述进一步膨胀后主流体流释放的热
加热在第一第二闭合回路（114）中的多组分工质；
在所述第二闭合回路（114）中的工质膨胀器（WFT）中膨胀所
述的多组分工质，以获得有用能量并生成废的多组分工质。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的废的多组分工质在冷凝
15 器（HE-6）中冷凝并流过第四换热器（HE-4），在此废的多组分工质
释放的热用来同流地加热经所述冷凝器（HE-6）冷凝后的所述多组分工
质。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的蒸汽态主流体是水蒸
汽。
- 20 4. 如权利要求 3 所述的方法，其中所述的水蒸汽是通过在锅炉
（116）中加热在第一第一闭合回路（112）中的所述主流体而产生的。
5. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述的加热包括燃烧腐蚀性或
有毒燃料。
6. 如权利要求 5 所述的方法，其中所述的蒸汽态主流体被分流成
25 在所述第一膨胀器（ST-1）中膨胀的第一主工质流和用于进一步加热
膨胀前的所述多组分工质的第二主工质流。
7. 如权利要求 6 所述的方法，其中所述的另一股主工质流用于在
所述的主热换热器（HE-3）加热多组分工质之前加热所述的多组分工
质。
- 30 8. 如权利要求 3 所述的方法，其中所述的蒸汽态主流体从地热流
体中获得。
9. 如权利要求 8 所述的方法，进一步包括将所述蒸汽与地区流体

中的盐液分离，利用所述盐液进一步加热膨胀前的多组分工质。

10. 一种将热转化成有用能量的装置，包括：

第一膨胀器（ST-1），蒸汽态主流体在其中膨胀以获得有用能量并生成包含蒸汽和液体成份的部分膨胀后主流体流；

5 分离/分流器（S），将来自所述的第一膨胀器（ST-1）的所述的部分膨胀后主流体流分离成液体和蒸汽成份并将所述的流体流分流成蒸汽流和包含液体的另一主工质流；

第二膨胀器（ST-2），来自所述分离/分流器（S）的所述蒸汽流在其中膨胀以获得有用能量和进一步膨胀后的主流体流；

10 主热交换器（HE-3），在其中利用所述进一步膨胀后主流体流中的热量加热多组分工质，

包含所述多组分工质的第二闭合回路（114），所述的第二闭合回路（114）包括在所述的主热交换器（HE-3）中的流动通道，所述的第二闭合回路（114）包括一工质膨胀器（WFT），所述的多组分工质
15 在其中膨胀以获取有用能量并生成废的多组分工质。

11. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述的第二闭合回路包括一冷凝器（HE-6）和第四热交换器（HE-4），所述的废的多组分工质在冷凝器（HE-6）中冷凝，所述的多组分工质中的热量在第四热交换器（HE-4）中被用来同流地加热在冷凝器中被冷凝后的多组分工质。

20 12. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述的蒸汽态主流体是水蒸汽。

13. 如权利要求 12 所述的装置，其中还包括通过在锅炉中加热主工质而产生蒸汽的锅炉（116）。

25 14. 如权利要求 13 所述的装置，其中所述的锅炉（116）是一种包括用于燃烧腐蚀性或有毒燃料的装置的锅炉。

15. 如权利要求 14 所述的装置，还包括工质流分流器，所述的蒸汽态主流体在其中被分流成在所述第一膨胀器（ST-1）中膨胀的第一主工质流和用于加热膨胀以前的所述多组分工质的第二主工质流。

30 16. 如权利要求 15 所述的装置，其中还包括使所述的另一主工质流在所述主热交换器加热多组分工质之前加热所述多组分工质的机构。

17. 如权利要求 12 所述的装置，其中还包括地热流体源和所述的

蒸汽态的流体是从所述地热流体中获得的。

5 18. 如权利要求 17 所述的装置, 还包括一个液体盐分离器 (S1) 和第二热交换器 (HE-2), 所述蒸汽在液体盐分离器 (S1) 中与地热流体中的盐液分离, 所述盐液中的热量在第二热交换器 (HE-2) 中用于进一步加热膨胀前的所述多组分工质。

19. 一种将热转换成有用能量的方法, 包括
用外热源加热在第一闭合回路 (112) 中的主工质,
将所述的加热后的主工质分流第一主工质流和第二主工质流;
在第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀第一主工质流以获取有用的能量;
10 在第一热交换器 (HE-1) 中利用第二主工质流中的热量加热在第二闭合回路 (114) 中的多组分工质;
在工质膨胀器 (WFT) 中膨胀多组分工质以获取有用的能量。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其中所述的加热包括燃烧腐蚀性或有毒燃料。

15 21. 如权利要求 20 所述的方法, 其中所述的主工质是水蒸汽。

22. 如权利要求 19 所述的方法, 其中在第二热交换器 (HE-2) 中, 在所述的第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀后的第一主工质流的热量被用来加热所述的多组分工质。

20 23. 如权利要求 22 所述的方法, 其中所述的第一主工质流在所述的第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀后, 被分离成液体和蒸汽成份并被分流成第三和第四主工质流, 所述的第三主工质流是在第二膨胀器 (ST-2) 中膨胀以获得有用能量的蒸汽, 所述的第四主工质流通过所述的第二热交换器 (HE-2)。

24. 如权利要求 23 所述的方法, 其中在所述的第二膨胀器 (ST-2) 中膨胀后的第三主工质流的热量被用来加热在第三热交换器 (HE-3) 中的所述的多组分工质。

25. 如权利要求 24 所述的方法, 其中的第二、第三、第四主工质流结合起来形成由外热源加热的所述的主工质。

30 26. 如权利要求 25 所述的方法, 其中所述的第一主工质流在所述的第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀后, 在一分离器 (S) 中被分离成液相和蒸汽相, 部分所述的蒸汽相成为所述的第三主工质流, 部分所述的蒸汽相与所述的液相结合形成所述的第四主工质流。

27. 如权利要求 19 所述的方法, 其中所述的多组分工质在所述的工质膨胀器(WFT)中膨胀后, 在一冷凝器(HE-6)中被冷凝, 并流过第四热交换器(HE-4), 在其中冷凝前的所述多组分工质的热量被用来同流地加热在冷凝器(HE-6)中被冷却的所述的多组分工质。

5 28. 一种将热转化成有用能量的装置, 包括:

具有主工质的第一闭合回路(112), 该回路包括加热所述主工质的外热源和将所述加热后的主工质分流成第一主工质流和第二主工质流的第一工质流分流器, 所述的第一闭合回路(112)还包括第一膨胀器(ST-1), 所述的第一主工质流在其中膨胀以获得有用能量, 所
10 述的第一闭合回路(112)还包括通过第一热交换器(HE-1)的流动通道, 在此将所述的第二主工质流中的热量传给多组分工质; 和

具有所述的多组分工质的第二闭合回路(114), 所述的第二闭合回路(114)包括通过所述第一热交换器(HE-1)的流动通道, 所述的第二闭合回路(114)包括工质膨胀器(WFT), 所述的多组分工质在
15 其中膨胀以获得有用能量。

29. 如权利要求 28 所述的装置, 其中所述的外热源是一种包括用于燃烧腐蚀性或有毒燃料的机构的锅炉(116)。

30. 如权利要求 28 所述的装置, 其中所述的主工质是水蒸汽。

31. 如权利要求 28 所述的装置, 其中所述的第一闭合回路(112)和所述的第二闭合回路(114)包括第二热交换器(HE-2)内的通道, 在此, 所述的第一主工质流的热量被用来加热所述的多组分工质。
20

32. 如权利要求 31 所述的装置, 其中所述的第一闭合回路(112)包括分离/分流器(118), 其中所述的第一主工质流在所述的第一膨胀器(ST-1)中膨胀后, 在分离/分流器中被分离成液相和蒸汽相并被分流成第三和第四主工质流, 所述的第三主工质流是蒸汽, 所述的第一闭合回路(112)还包括所述的第三主工质流通过并在其中膨胀的第二膨胀器(ST-2), 所述的第四主工质流通过所述的第二热交换器(HE-2)。
25

33. 如权利要求 32 所述的装置, 其中所述的第一闭合回路(112)和所述的第二闭合回路(114)包括第三热交换器(HE-3)内的通道, 在此, 所述的第三主工质流的热量被用来加热所述的多组分工质。
30

34. 如权利要求 33 所述的装置, 其中所述的第一闭合回路(112)

包括工质流组合器，所述的第二、第三和第四主工质流在此混合形成被所述外热源加热的所述的主工质。

5 35. 如权利要求 32 所述的装置，其中所述的分离/分流器 (118) 包括将所述的第一主工质流分离成液相和蒸汽相的分离器和将所述的蒸汽相分流或所述的第三主工质流和另一工质流的第二工质流分流器，其中所述的分离/分流器 (118) 还包括工质流组合器，在此所述的另一工质流和所述的液相混合成所述的第四主工质流。

10 36. 如权利要求 28 所述的装置，其中所述的第二闭合回路 (114) 包括冷凝器 (HE-6) 和第四热交换器 (HE-4)，所述的多组分工质在冷凝器 (HE-6) 中冷凝，而在第四热交换器 (HE-4) 中，冷凝前的所述多组分工质中的热量被用来同流地加热在所述冷凝器 (HE-6) 中冷凝后的所述多组分工质。

37. 一种在动力系统中将包含蒸汽和盐液的地热流体中的热转化成有用能量的方法，包括：

15 将所述蒸汽从地热流体的盐液中分离出来；

在第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀所述的蒸汽，产生膨胀后蒸汽流；

在第一热交换器 (HE-1) 中利用所述蒸汽的热量加热在分离的闭合回路中的多组分工质；

20 在第二热交换器 (HE-2) 中利用所述盐液进一步加热来自所述第一热交换器 (HE-1) 的所述多组分工质；

将来自系统的所述的第二热交换器 (HE-2) 的所述盐液排出；

在分离的闭合回路中的工质膨胀器 (WFT) 内膨胀所述的多组分工质以获得有用能量并生成废的多组分工质；

25 其中所述废的多组分工质在冷凝器 (HE-5) 中冷凝并通过同流热交换器 (HE-3, HE-4)，在此所述的废多组分工质中的热量被用来同流地加热在所述冷凝器 (HE-5) 中被冷凝了的所述多组分工质；

并在所述第一热交换器 (HE-1) 中加热所述多组分工质的热量是来自在所述第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀后的蒸汽；

30 其中所述的膨胀后蒸汽流在所述的第一膨胀器 (ST-1) 中膨胀后，被分离成液体和蒸汽成份并被分流成第一和第二工质流，所述的第一工质流是蒸汽，它在第二膨胀器 (ST-2) 中膨胀以获得有用能量，所述的第二工质流通过所述的第一热交换器 (HE-1)。

38. 如权利要求 37 所述的方法, 其中所述的第二工质流在通过所述的第一热交换器 (HE-1) 后被节流并与在所述第二膨胀器 (ST-2) 中膨胀后的第一工质流相结合。

5 39. 如权利要求 38 所述的方法, 其中结合后的第一和第二工质流被冷凝并从系统中排出。

40. 一种在动力系统中将包含蒸汽和盐液的地热流体中的热转化成有用能量的装置, 包括:

10 将所述蒸汽从所述地热流体的所述盐液中分离出来的盐液分离器 (S1), 使所述蒸汽膨胀以获得有用能量并产生膨胀后蒸汽流的第一膨胀器 (ST1);

具有多组分工质的分开的闭合回路, 所述的第二闭合回路包括第一热交换器 (HE-1) 内的流动通道, 在此所述蒸汽中的热量用来加热所述的多组分工质, 所述的第二闭合回路包括第二热交换器 (HE-2) 内的流动通道, 在此所述的盐液进一步加热来自所述第一热交换器 (HE-1) 的所述多组分工质, 所述的第二闭合回路包括工质膨胀器 (WFT), 来自所述第二热交换器 (HE-2) 的所述多组分工质在此膨胀以获得有用能量并生成的多组分工质;

15 将来自系统的所述第二热交换器 (HE-2) 的所述盐液排出的流出管线;

20 其中所述的分离的闭合回路包括冷凝器 (HE-5) 和同流热交换器 (HE-3, HE-4), 所述的废多组分工质在冷凝器 (HE-5) 中冷凝, 而在同流热交换器 (HE-3, HE-4) 中, 所述的废多组分工质中的热量被用来同流地加热在所述冷凝器 (HE-5) 中冷凝后的所述多组分工质;

25 并在所述第一热交换器 (HE-1) 中加热所述多组分工质的热量是来自在所述第一膨胀器 (ST1) 中膨胀后的蒸汽;

30 其中还包括将所述膨胀后蒸汽流分离成液体和蒸汽成份并将所述膨胀后蒸汽流分流成第一和第二工质流的分离/分流器 (212), 所述的第一工质流是蒸汽, 所述装置还包括第二膨胀器 (ST-2), 所述的第一工质流通过其并在其中膨胀以获得有用能量, 所述的第二工质流通过所述的第一热交换器 (HE-1)。

41. 如权利要求 40 所述的装置, 还包括节流阀 (TV) 和混合器, 通过所述第一热交换器 (HE-1) 后的第二工质流被节流阀 (TV) 节流,

而来自所述节流阀 (TV) 的第二工质在混合器处与在所述第二膨胀器 (ST-2) 膨胀后的第一工质流相结合。

42. 如权利要求 41 所述的装置, 其中结合后的第一和第二工质流被冷凝并排出系统。

5

使用分开闭合回路来将热转化成有用能量的方法和装置

5 技术领域

本发明涉及将热能(例如有毒物和/或腐蚀性燃料例如城市垃圾的燃烧产生的热或地热流体中的热量)转化成有用能量(例如机械能或电能)的方法和装置。

背景技术

10 在燃料燃烧过程中会产生有毒物和/或腐蚀性烟气,为防止锅炉管子的迅速腐蚀,需保持管子的温度低于某一值,一般是靠沸水在这些管内循环结果产生饱和和或稍为过热的蒸汽来达到这一效果的。通常使蒸汽在蒸汽透平中膨胀以产生有用能量。然而,因为这种蒸汽一般是饱和的或稍稍过热,其膨胀使透平在湿蒸汽区做功,这样极大降低了蒸汽透平的效率和寿命。由于蒸汽透平不能在蒸汽湿度超过12-13%的状态下运行,因此常常需要在膨胀的中间停止膨胀并进行汽水分离,却除液体,然后再进一步膨胀。

15 如美国专利5440882中所述的,也可从含有蒸汽和盐液的地热流体中获取有用能量。

20 发明内容

本发明提出一种将热转化成有用能量的方法,包括:在第一膨胀器中膨胀蒸汽态的主流体,以获取有用能量并生成包含蒸汽和液体成份的部分膨胀后主流体流;将所述的部分膨胀后主流体流分离成液体和蒸汽成份,并将所述的流体流分流成一般蒸汽流和另一股包含液体的主工质流;在第二膨胀器中膨胀所述的蒸汽流,以获取有用能量和进一步膨胀后的主工质流;在主交换器中利用所述进一步膨胀后主流体流释放的热加热在第一第二闭合回路中的多组分工质;和在所述第二闭合回路中的工质膨胀器中膨胀所述的多组分工质,以获得有用能量并生成废的多组分工质。

30 一方面,本发明的总体特征是,利用主流体(例如:蒸汽)的多级膨胀、通过利用主流体的热量对在分离的封闭回路中多组分工质的加热以及利用多组分工质的膨胀,将主流体中的热转化成有用能量。

蒸汽态的主流体在第一膨胀器中膨胀，获得有用能量并生成部分膨胀后主流体流，然后将部分膨胀后主流体流分离成液体和蒸汽部分并分流成蒸汽流（在第二膨胀器中膨胀）和另一主工质流（用于加热多组分工质流）。

5 在较佳实施例中，废的多组分工质（已被膨胀过）在冷凝器中冷却并通过同流热交换器，在此，废的多组分工质释放的热用于同流地加热冷凝后多组分工质。主流体可由锅炉加热或者是地热流体中的蒸汽。

10 另一方面，本发明总体特征是利用两个封闭回路将热转化成有用能量。一个封闭回路中包含主工质，它由外热源加热（例如燃烧腐蚀性或有燃料的锅炉），然后被分流成两股工质流。第一工质流膨胀并获得有用能量（例如在透平中），第二工质流用在第一热交换器中加热在第二闭合回路中的多组分工质，然后加热后的多组分工质地膨胀以进一步获得有用能量（例如在第二透平中）。

15 在较佳实施例中，第一工质流被分流成两股工质流，一股是蒸汽流，它用于膨胀以获取有用能量，两股附加工质流也用来在另外两个热交换器中加热多组分工质。

20 另一方面，本发明的总体特征是一个动力系统，该系统将包含蒸汽和盐液的地热流体中的热在转化成有用能量。蒸汽从盐液中分离并膨胀，蒸汽中的热用来在第一热交换器中加热在分离的封闭回路中的多组分工质。被分离后的盐液用来在第二热交换器中进一步加热多组分工质，然后从系统中排出。然后，多组分工质膨胀的进一步获得有用能量。

25 在较佳实施例中，废的多组分工质在冷凝器中冷凝并通过再生热交换器，在此，从废的多组分工质中释放的热用于同流地加热被冷凝器冷凝后的多组分工质。在第一热交换器中加热多组分工质的热量从已经膨胀并被分流成两股工质流的蒸汽中获得。一股工质流量是蒸汽，它膨胀并获得有用配量，另一股工质流通过第一热交换器，之后被节流并与膨胀后工质流再结合。

30 本发明还提出一种将热转化成有用能量的装置，包括：第一膨胀器，蒸汽态主流体在其中膨胀以获得有用能量并生成包含蒸汽和液体成份的部分膨胀后主流体流；分离/分流器，将来自所述的第一膨胀器

的所述的部分膨胀后主流体流分离成液体和蒸汽成份并将所述的流体流分流成蒸汽流和包含液体的另一主工质流；第二膨胀器，来自所述分离/分流器的所述蒸汽流在其中膨胀以获得有用能量和进一步膨胀后的主流体流；主热交换器，在其中利用所述进一步膨胀后主流体流中的热量加热多组分工质；和包含所述多组分工质的第二闭合回路，所述的第二闭合回路包括在所述的主热交换器中的流动通道，所述的第二闭合回路包括一工质膨胀器，所述的多组分工质在其中膨胀以获取有用能量并生成废的多组分工质。

本发明也提出一种将热转换成有用能量的方法，包括用外热源加热在第一闭合回路中的主工质；将所述的加热后的主工质分流第一主工质流和第二主工质流；在第一膨胀器中膨胀第一主工质流以获取有用的能量；在第一热交换器中利用第二主工质流中的热量加热在第二闭合回路中的多组分工质；和在工质膨胀器中膨胀多组分工质以获取有用的能量。

一种将热转化成有用能量的装置，包括：具有主工质的第一闭合回路，该回路包括加热所述主工质的外热源和将所述加热后的主工质分流成第一主工质流和第二主工质流的第一工质流分流器，所述的第一闭合回路还包括第一膨胀器，所述的第一主工质流在其中膨胀以获得有用能量，所述的第一闭合回路还包括通过第一热交换器的流动通道，在此将所述的第二主工质流中的热量传给多组分工质；和具有所述的多组分工质的第二闭合回路，所述的第二闭合回路包括通过所述第一热交换器的流动通道，所述的第二闭合回路包括工质膨胀器，所述的多组分工质在其中膨胀以获得有用能量。

一种在动力系统中将包含蒸汽和盐液的地热流体中的热转化成有用能量的方法，包括：将所述蒸汽从地热流体的盐液中分离出来；在第一膨胀器中膨胀所述的蒸汽，产生膨胀后蒸汽流；在第一热交换器中利用所述蒸汽的热量加热在分离的闭合回路中的多组分工质；在第二热交换器中利用所述盐液进一步加热来自所述第一热交换器的所述多组分工质；将来自系统的所述的第二热交换器的所述盐液排出；在分离的闭合回路中的工质膨胀器内膨胀所述的多组分工质以获得有用能量并生成废的多组分工质；其中所述废的多组分工质在冷凝器中冷凝并通过同流热交换器，在此所述的废多组分工质中的热量被用来

同流地加热在所述冷凝器中被冷凝了的所述多组分工质；并在所述第一热交换器中加热所述多组分工质的热量是来自在所述第一膨胀器中膨胀后的蒸汽；其中所述的膨胀后蒸汽流在所述的第一膨胀器中膨胀后，被分离成液体和蒸汽成份并被分流成第一和第二工质流，所述的第一工质流是蒸汽，它在第二膨胀器中膨胀以获得有用能量，所述的第二工质流通过所述的第一热交换器。

一种在动力系统中将包含蒸汽和盐液的地热流体中的热转化成有用能量的装置，包括：将所述蒸汽从所述地热流体的所述盐液中分离出来的盐液分离器，使所述蒸汽膨胀以获得有用能量并产生膨胀后蒸汽流的第一膨胀器；具有多组分工质的分开的闭合回路，所述的第二闭合回路包括第一热交换器内的流动通道，在此所述蒸汽中的热量用来加热所述的多组分工质，所述的第二闭合回路包括第二热交换器内的流动通道，在此所述的盐液进一步加热来自所述第一热交换器的所述多组分工质，所述的第二闭合回路包括工质膨胀器，来自所述第二热交换器的所述多组分工质在此膨胀以获得有用能量并生成的多组分工质；将来自系统的所述第二热交换器的所述盐液排出的流出管线；其中所述的分离的闭合回路包括冷凝器和同流热交换器，所述的废多组分工质在冷凝器中冷凝，而在同流热交换器中，所述的废多组分工质中的热量被用来同流地加热在所述冷凝器中冷凝后的所述多组分工质；并在所述第一热交换器中加热所述多组分工质的热量是来自在所述第一膨胀器中膨胀后的蒸汽；其中还包括将所述膨胀后蒸汽流分离成液体和蒸汽成份并将所述膨胀后蒸汽流分流成第一和第二工质流的分离/分流器，所述的第一工质流是蒸汽，所述装置还包括第二膨胀器，所述的第一工质流通过其并在其中膨胀以获得有用能量，所述的第二工质流通过所述的第一热交换器。

本发明的其它优点和特性通过以下对特定实施例和权利要求的描述中将看得更加清楚。

附图说明

图1是本发明一个实施例的示意图，其中热量是从燃料燃烧中获取的。

图2是本发明第二个实施例的示意图，其中热量是从含有蒸汽和盐液的地热流体中获取的。

优选实施例说明

参照图 1, 设备 110 用于将热转化成机械能。设备 110 包括第一和第二闭合回路 112、114。回路 112 包括作为主工质的水。回路 114 包括作为多组分工质的水/氨混合物。具有多组分工质的系统在 Alexander I.Kalina 的美国专利 4, 346, 561; 4, 489, 563; 4, 548, 043; 4, 586, 340; 4, 604, 867; 4, 732, 005; 4, 763, 480; 4, 899, 545; 4, 982, 568; 5, 029, 444; 5, 095, 708; 5, 440, 882; 5, 450, 821, 和序列号为 08/283091, 08/546419 申请中有所描述, 它们在此作为参考资料。

在闭合回路 112 中, 具有 56 点参数的冷凝液体水通过管水送入锅炉 116, 该锅炉燃烧腐蚀性和/或有毒燃料。水在锅炉 116 的管子中沸腾, 产生具有 51 点参数的干饱和蒸汽。51 点参数的蒸汽分成各自为 41 点和 52 点参数的第一、第二主蒸汽流。41 点参数的蒸汽流送入蒸汽透平的第一级, 该级作为第一膨胀器 ST-1, 蒸汽在此膨胀至中间压力, 产生能量, 以 42 点参数离开 ST-1。这股已变温的蒸汽送入分离器/分流器 118 中的分离器 S 中, 在此, 将膨胀后的第一主蒸汽流中的液体从蒸汽中分离出去。具有 43 点参数的部分分离后蒸汽构成第三主蒸汽流, 它被送入蒸汽透平的第二级 (第二膨胀器 ST-2)。离开分离器 S 的其余蒸汽和所有液体结合并产生具有 45 点参数的第四主工质流。具有 43 点 (见上文) 参数的第三主蒸汽流在蒸汽透平的第二膨胀器 ST-2 中膨胀, 产生热量, 成为 44 点参数。结果, 形成分别具有 52, 44 和 45 点参数的饱和的或湿蒸汽的第二、第三和第四主工质流。52 点参数的第二主工质流具有最高压力和温度。45 点参数的第四主蒸汽流具有中间压力和温度。44 点参数的第三主工质流具有最低压力和温度。52 点参数的第二主蒸汽流进入第一热交换器 HE-1, 在此它被冷凝并过冷, 释放热量并以 54 点参数离开 HE-1。45 点参数的第四主工质流中蒸汽进入第二热交换器 HE-2, 在此, 它被冷凝, 过冷, 释放热量并以 46 点参数离开第二热交换器 HE-2。然后由泵 P2 将第四主工质流加压至与 54 点 (见上) 参数的第二主蒸汽流相同的压力, 使其成为 50 点参数。44 点参数的第三主工质流中蒸汽进入第三热交换器 HE-3 (主热交换器), 在此, 它被冷凝、过冷, 释放热量并以 48 点参数离开第三热交换器 HE-3。然后由泵 P3 将第三主工质流加压至

与 54 点和 50 点（见 1）参数的第二、第四主工质流相同的压力，使其成为 49 点参数。之后，分别具有 54 点、49 点和 50 点参数的第二、第三和第四主工质流混合以产生 55 点参数的工质流，该工质流由泵 P-4 加压至所需的压力，得到 56 点参数（见上），然后进入锅炉 116。

- 5 在第二闭合回路 114 中，具有 14 点参数的全冷凝多组分工作流体（工质）由泵 P1 加至所需压力，成为 21 点参数。然后，21 点参数的多组分工质流流过第四热交换器 HE-4，在此它被加热成为 60 点参数。60 点工质的状态最好是饱和液。然后 60 点参数的多组分工质流通过回流的第五热交换器 HE-5，在此它被部分气化，成为 62 点参数。
- 10 然后 62 点参数的工质流进入第三热交换器 HE-3（见上）。在此，它被释在第三热交换器 HE-3 中的热进一步加热并气化，成为 66 点参数。66 点参数的工质流进入第二热交换器 HE-2，在此，它被释放在第二热交换器 HE-2 中的热进一步加热并完全气化。离开第二热交换器 HE-2 的 68 点参数（最好为饱和气）的多组分工质流进入第一热交换器 HE-1，在此被释放在第一热交换器 HE-1 中的热过热，并以 30 点参数离开 HE-1。30 点参数的多组分工质流通过工质透平 WFT（工质膨胀器），在此被膨胀，产生能量，成为 36 点参数的废多组分工质流离开 WFT。36 点参数的废多组分工质流通过第五同流热交换器 HE-5，在此被冷却并部分冷凝，释放热量（见上），以 38 点参数离开 HE-5。之后，38 点参数的多组分工质流进入第四同流热交换器 HE-4，在此被进一步冷却并冷凝，释放热量（见上），以 29 点参数离开 HE-4。具有 29 点参数的部分冷凝的多组分工质流通过冷凝器 HE-6，在此被冷却水流或冷却空气流 23-24 全部冷凝，成为 14 点参数。

- 25 上述过程的所有关键点的所有具体参数列于表 1。

装置 110 有效地转化了有毒的和腐蚀性燃料燃烧所产生的热。所建议的图 1 系统的性能概况列于表 2，它表明净热效率为 28.14%。在蒸汽直接膨胀的传统系统中，同 51 点相同参数的蒸汽离开锅炉可产生 21% 的净效率。因此图 1 系统将热转换和发电效率提高了 33%。

- 30 参考图 2，所显示的动力系统 210 是用来对含蒸汽和盐液的地热流体中的热加以利用。高的含盐量限制了它可被实际冷却的程度，导致其在某些方面与有腐蚀性和有燃料利用的图 1 系统有相似的情况。

状态的相似性使一些相同的原理可在地热流体动力系统 210 中应用。

在地热流体动力系统 210 中，具有 151 点参数的包含蒸汽和矿物盐液的地热流体进入盐液分离器 S1，在此被分离成 141 点参数的饱和蒸汽流和 152 点参数的含盐液体流，141 点参数的蒸汽流进入高压蒸汽透平 ST1，在此被膨胀至中间压力，成为 142 点参数。142 点参数的蒸汽是湿蒸汽，进入分离/分离装置 212 的分离器 S2 中，在此，膨胀后蒸汽中的液体从蒸汽中分离出去并分离成具有 143 点参数的第一工质流和具有 146 点参数的第二工质流。从分离器 S2 出来的蒸汽分别被分为 143 点和 145 点参数的两个支流。然后，第一工质流（143 点参数的蒸汽）进入低压蒸汽透平 ST2，在此被膨胀至低压并产出有用能量。高压蒸汽透平 ST1 和低压蒸汽透平 ST2 分别是蒸汽的第一和第二膨胀器。在低压透平 ST2 中膨胀后，第一工质流成为 144 点参数。145 点参数的蒸汽流同从分离器 S2 中分离出的液体混合生成 146 点参数的第二工质流。第二工质流通过第一热交换器 HE-1，在此被冷凝并过冷，以 148 点参数离开该热交换器。然后 148 点参数的冷凝液的蒸汽在节流阀 TV 处被节流至与来自低压蒸汽透平 ST2 的 144 点参数的工质流相同的压力，并与该工质流混合。混合结果是形成 149 点参数的部分冷凝蒸汽流。149 点参数的工质流通过蒸汽冷凝器 HE-6，在此被冷却水或冷却空气冷却并全部冷凝，形成 150 点参数。然后冷凝后工质流从系统 210 中排出。

从盐液分离器 S1 中去除的液体盐具有 152 点参数（见上），它通过第二热交换器 HE-2，在此被冷却成为 154 点参数。从第二热交换器 HE-2 的盐液中释放出的热传给下面将描述的双循环的工质。冷却后的盐液以可接受的温度从系统 210 中排走。

具有 114 点参数的完全被冷凝了的双循环工质被泵 P1 加压成为 121 点参数。然后 121 点参数的工质流通过第三同流热交换器 HE-3，在此被加热成为 160 点参数。160 点参数的工质状态最好是饱和液。之后 160 点参数的工质流通过第四热交换器 HE-4，在此被部分沸腾成为 166 点参数。随后 166 点参数的工质流通过第一热交换器 HE-1，在此被从分离器/分流器 212 来的第二工质流释放的热加热并冷却气化，以 168 点参数离开第一热交换器 HE-1。168 点参数的多组分工质通过第二热交换器 HE-2，在此被冷却液体地热盐释放的热过

热。在第一热交换器 HE-1 中加热后，工质成为 130 点参数，进入工质透平 WFT（工质膨胀器）。在透平 WFT 中，工质被膨胀做功成为 136 点参数。然后 136 点参数的废多组分工质通过第四同流热交换器 HE-4，在此被部分冷凝以 138 点参数离开热交换器。释放在第四热交换器 HE-4 中的热被用作工质的初始蒸发（160 和 166 点之间）。然后，138 点参数的工质通过第三热交换器 HE-3，在此被进一步冷凝，成为 129 点参数。释放在第三热交换器 HE-3 中的热用于以上描述的工质来流的预热（121 和 160 点之间）。129 点参数的工质流接着进入冷凝器 HE-5，在此被冷却水或冷却空气全部冷凝成为 114 点参数，该工质循环完成。

在动力系统 210 中，在第二膨胀器（ST2）后的蒸汽冷凝放出的热没有用来加热和蒸发双循环中的工质（如图 1 中的系统 110），而是排放至环境中。这是因为该热量温度很低，不可能用于做功。

图 2 中的动力系统 210，用于地热能源的利用，与常规系统相比提高效率近 30%。在常规系统中，蒸汽被完全膨胀至可能的最低压力，并将液体节流使其产生附加蒸汽，该蒸汽也膨胀至可能的最低压力。

动力系统 210 中的所有工质流在各关键点的参数示于表 3。该系统的运行概况示于表 4。

上述系统 110，210 都采用了蒸汽的多级膨胀，蒸汽用作热源，利用冷凝放热使闭合双循环中的多组分工质加热和蒸发。在这两种情况下，双循环中的多组分工质是至少两种成份的混合物。多组分工质中成份的组成应该是这样的：使膨胀后工质的初始冷凝温度高于膨胀前同样工质的初始沸腾温度。这就又能提供使来流工质同流换热的初始沸腾。

本发明的其它实施例范围内，例如，在图 1 所示的系统中，用作热源的可以不是蒸汽而是蒸汽和液体的混合物，并使用冷却该液体所释放的热来使双介质循环的工质过热。

表 1

	#	PpsiA	X	T °F	H BUT/lb	G/G30	流量 Ib/hr	相
	14	115.93	.7338	86	-15.96	1	93,701	饱和液
5	21	534	.7338	87.46	-13.64	1	93,701	液 10°
	29	116.23	.7338	160.12	375.03	1	93,701	湿 .4203
	30	495	.7338	590	974.33	1	93,701	气 237°
	36	117.53	.7338	354.53	851.83	1	93,701	气 9°
	37	116.83	.7338	257.18	796.41	1	93,701	饱和气
10	38	116.53	.7338	201.10	497.89	1	93,701	湿 .3001
	41	1529.67	蒸汽	599	1166.81	.6106	57,213	饱和气
	42	664	蒸汽	497.37	1116.46	.6106	57,213	湿 .12
	43	664	蒸汽	497.37	1202.61	.4137	38,767	饱和气
	44	161.13	蒸汽	364.16	1109.19	.4137	38,767	湿 .1009
15	45	664	蒸汽	497.37	935.26	.1969	18,446	湿 .3724
	46	664	蒸汽	497.37	484.38	.1969	18,446	饱和液
	48	146.13	蒸汽	277.12	246.23	.4137	38,767	液 79°
	49	1514.67	蒸汽	280.20	252.05	.4137	38,767	液 317°
	50	1514.67	蒸汽	501.26	488.66	.1969	18,446	液 96°
20	51	1529.67	蒸汽	599	1166.81	.7064	66,186	饱和气
	52	1529.67	蒸汽	599	1166.81	.0958	8,973	饱和气
	54	1514.67	蒸汽	497.37	484.13	.0958	8,973	液 100°
	55	1514.67	蒸汽	374.55	349.45	.7064	66,186	液 223°
	56	1559.67	蒸汽	374.66	349.63	.7064	66,186	液 227°
25	60	524	7338	195.70	109.22	1	93,701	饱和液
	61	519	7338	251.78	407.74	1	93,701	湿 .4723
	62	514	7338	268.12	463.16	1	93,701	湿 .4029
	66	509	7338	355.16	820.19	1	93,701	饱和气
	68	502	7338	488.37	908.95	1	93,701	气 134°
30	23	·	空气	68	8.75	64.1617	6,012,004	
	24	·	空气	93.08	14.84	54.1617	6,012,004	

表 2

		运行概况	KCS23
5	给蒸汽锅炉的热	15851.00kW	577.22 BTU/lb
	排走的热	10736.96kW	390.99 BTU/lb
	透平膨胀功	5269.74kW	191.90 BTU/lb
	毛电输出	4900.86kW	178.47 BTU/lb
	循环泵功率	166.12kW	6.05 BTU/lb
10	冷风扇	139.98kW	5.10 BTU/lb
	电厂净输出	4594.76kW	167.32 BTU/lb
	毛循环效率	29.87%	
	净热效率	28.99%	
15	第一定律效率	33.25%	
	第二定律效率	68.22%	
	第二定律最大值	48.73%	
	透平直流率	11771.21BTU/kWh	
20	水-氨流率	93700.80 lb/hr	

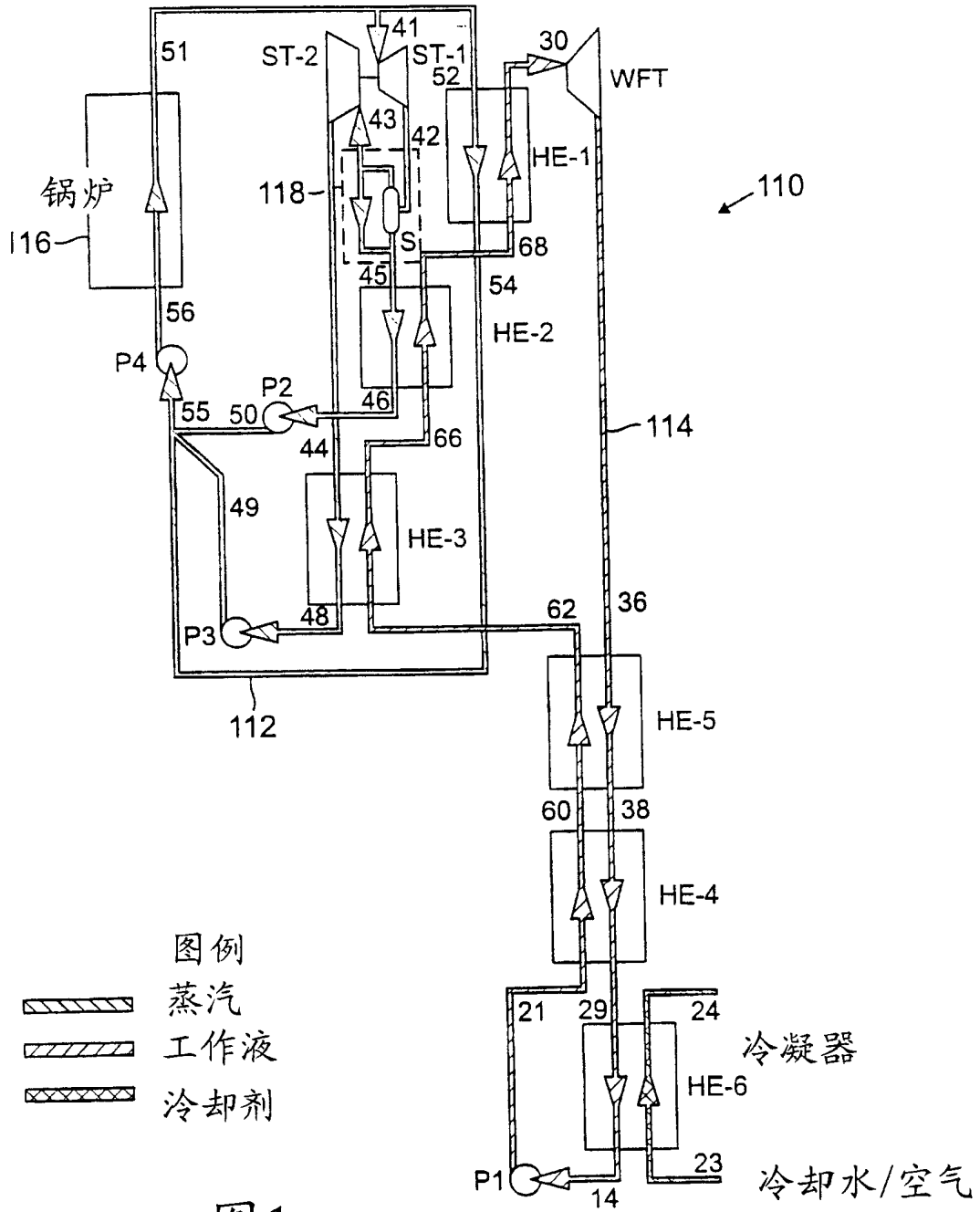
表 3

	#	PpsiA	X	T °F	H BUT/lb	G/G30	流量 lb/hr	相
5	14	130.95	.7102	96.80	-9.16	1	394,231	饱和液
	21	614.50	.7102	98.22	-6.81	1	394,231	液.116i
	29	131.25	.7102	176.70	384.01	1	394,231	湿.4328
	30	588.50	.7102	404.60	858.49	1	394,231	气.32i
	36	132.55	.7102	262.96	758.47	1	394,231	湿.0575
10	38	131.55	.7102	217.40	513.95	1	394,231	湿.3053
	41	276.62	蒸汽	410	1202.84	.8152	321,274	饱和气
	42	52.40	蒸汽	284	1096.43	.8152	321,274	湿.0854
	43	52.40	蒸汽	284	1175.14	.6673	263,089	饱和气
	44	2.50	蒸汽	134.29	1009.19	.6673	263,089	湿.1083
15	45	52.40	蒸汽	284	1175.14	.0783	30,852	饱和气
	46	52.40	蒸汽	284	741.16	.1478	58,285	湿.4707
	48	52.40	蒸汽	262.95	232.04	.1478	58,285	液.21i
	49	2.50	蒸汽	134.29	868.24	.8152	321,374	湿.2468
	50	2.50	蒸汽	143.29	102.05	.8152	321,374	饱和液
20	51	·	盐液	410	385.56	3.2336	1,274,773	
	54	·	盐液	284	257.04	3.2336	1,274,773	
	60	599.50	.7102	212	123.12	1	394,231	饱和液
25	66	594.50	.7102	257.55	367.64	1	394,231	湿.557
	68	589.50	.7102	278.60	442.91	1	394,231	湿.4559
	23	·	水	87.80	55.80	24.6244	9,707,684	
	59	·	水	132.85	100.85	8.7270	3,440,442	
	58	·	水	127.09	95.09	15.8974	6,267,242	
	24	·	水	129.13	97.13	24.6244	9,707,684	

表 4

	输入热	151693.12kW	1312.93BTU/lb
	排走热	117591.11kW	1017.77BTU/lb
5	透平焓降	34373.80kW	297.51BTU/lb
	透平功率	33514.45kW	290.07BTU/lb
	给水泵在 H2.35 的率	288.77kW	2.50BTU/lb
	给水十二冷却泵功率	632.05kW	5.47BTU/lb
	净功率	32882.40kW	284.60BTU/lb
10	毛输出	33514.45kWe	
	循环输出	33225.68kWe	
	净输出	32882.40kWe	
15	净热效率	21.68%	
	第二定律限制	30.80%	
	第二定律效率	70.37%	
	盐份消耗率	38.77lb/kWhr	
	功率输出率	25.79Watt/hr/lb	

20



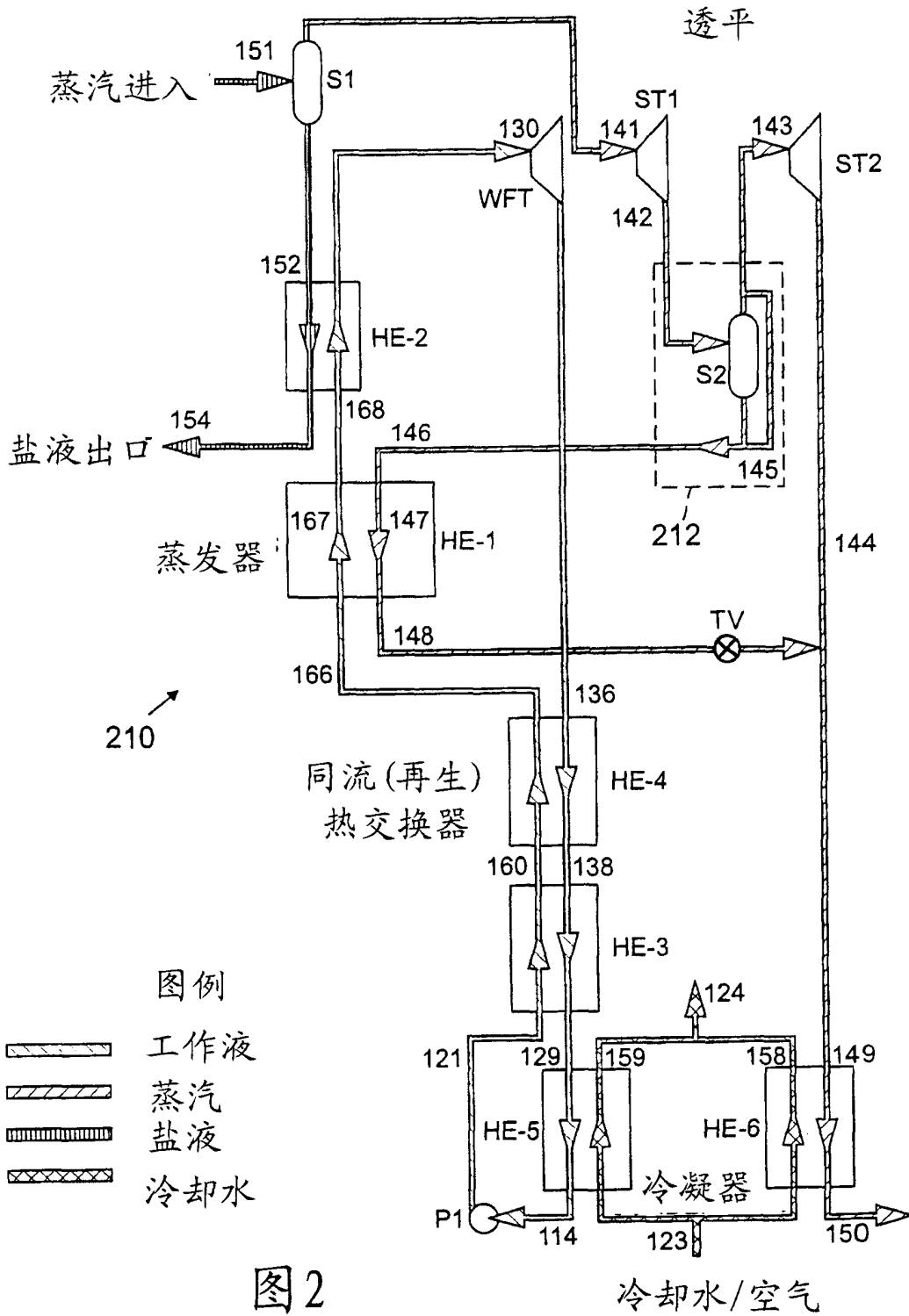


图2