



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 91105805.2

[51]Int.Cl⁶

F01K 25/06

[45]授权公告日 1996年7月17日

[24]颁证日 96.4.13

[21]申请号

[22]申请日 91.8.14

[30]优先权

[32]90.8.15 [33]US[31]567,914

[73]专利权人 阿历山大·I·卡林纳

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 阿历山大·I·卡林纳

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

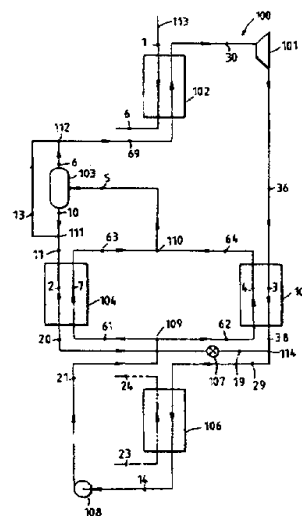
代理人 吴增勇 叶凯东

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 将低温热量变换成电能的方法和设备

[57]摘要

实施热力循环的一种方法和设备，该方法包括下列各步骤：令一气态工质流膨胀，将其能量转变为有用的形式并产生废流；将废流与贫流混合成预冷凝流；将预冷凝流冷凝成液态工质流；用泵提高其压力；用废流和贫流传来的热量部分地蒸发液态工质流；从液态工质流形成汽流和第一液流；并将它分离成第二液流和贫流；将第二液流与汽流混合起来，以产生汽-液混合状态的富集流；和以热交换器接收所说富集流，用外热源传来的热量加热富集流，产生气态工质流。



权 利 要 求 书

1. 实施热力循环的一种方法，该方法包括下列各步骤：

令一气态工质流膨胀，将其能量转变为有用的形式并产生废流；

将废流与贫流混合形成预冷凝流；

将预冷凝流冷凝，产生液态工质流；

用泵提高该液态工质流的压力；

用废流和贫流传来的热量部分地蒸发液态工质流；

从液态工质流形成汽流和第一液流；

将第一液流分离成第二液流和贫流；

将第二液流与汽流混合起来，以产生处于汽-液混合状态的富集流；和

以热交换器接收所说处于汽-液混合状态的富集流，用外热源传来的热量加热富集流，产生气态工质流。

2. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，它还包括这样一个步骤：
用温度小于大约 400°F 的外热源传来的热量加热富集流。

3. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，它还包括这样一个步骤：
用温度小于大约 250°F 的外热源传来的热量加热富集流。

4. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，所述外热源选自一组由低温地热海水和太阳池组成的热源。

5. 权利要求 1 的方法，其特征在于，所述气态工质流、废流、贫流、预冷凝流、液态工质流、第一液流、第二液流、汽流和富集流各含有一低沸点组分和一高沸点组分。

6. 实施热力循环的一种设备，它包括：

膨胀装置，用以使一种气态工质流膨胀，将其能量转变成有用形

式并产生废流；

一第一料流混合器，用以将废流与贫流混合成预冷凝流；

一冷凝器，用以冷凝预冷凝流，产生液态工质流；

一台泵，用以提高液态工质流的压力；

一重力分离器，用以从液态工质流形成汽流和第一液流；

一第一料流分离器，用以将第一液流分离成第二液流和贫流；

一第二料流混合器，用以将第二液流与汽流混合生成富集流，该集流处于汽-液混合状态；

其特征在于，该设备还包括：

一第一热交换器，用以接收所说处于汽-液混合状态的富集流，并用从外热源传来的热量加热富集流，以产生气态工质流；

一第二热交换器，用以用贫流传来的热量加热液态工质流；和

一第三热交换器，用以用废流传来的热量加热液态工质流。

7. 如权利要求 6 的设备，其特征在于，它还包括各包含低沸点组分和高沸点组分的气态工质流、废流、贫流、预冷凝流、液态工质流、第一液流、第二液流、汽流和富集流。

8. 如权利要求 6 的设备，其特征在于，它还包括一外热源，其温度约小于 400°F 。

9. 如权利要求 8 的设备，其特征在于，所述外热源的温度小于大约 250°F 。

10. 如权利要求 9 的设备，其特征在于，所述外热源选自一组由低温地热海水和太阳池组成的热源。

将低温热量变换成电能的方法和设备

本发明总的说来涉及将热能变换成机械能再变换成电能的技术领域。更具体地说，本发明涉及将低温热源的低温热变换成电能的方法和设备。

将低温热源的热能变换成电能的方法是能量生产的一个重要领域。目前有这样一种需要。美国专利US4548043 描述了一种产生能量的方法，其中过热的带电复合工作流体通过一涡轮机直至它达到一废流的低温程度。废流的复合工作流体与一冷凝流相混合，混合流被冷凝以产生一初始复合流。然后用泵使该初始复合流增加压力，将之加热并送至一重力分离器。第一富化蒸汽部分与第一剥离流体部分相混合以产生一富化工作流体部分。第二富化蒸汽部分则与一第二剥离流体部分相混合以产生一贫工作流体部分。这贫和富的工作流体部分在被混合以形成复合工作流体之前分别被完全冷凝并用泵增加其压力。而带电的复合工作流体则被汽化及过加热。

本发明目的在于提供一种能提高这种低温热变换成电能的效率的方法和设备，使其超过标准兰金循环的效率。

本发明提供一种实施热力循环的方法，该方法包括下列步骤：
令一气态工质流膨胀，将其能量转变为有用的形式并产生废流；
将废流与贫流混合形成预冷凝流；
将预冷凝流冷凝，产生液态工质流；
用泵提高该液态工质流的压力；
用废流和贫流传来的热量部分地蒸发液态工质流；

从液态工质流形成汽流和第一液流；
将第一液流分离成第二液流和贫流；
将第二液流与汽流混合起来，以产生处于汽-液混合状态的富集流；和

以热交换器接收所说处于汽-液混合状态的富集流，用外热源传来的热量加热富集流，产生气态工质流。

本发明还提供一种实施热力循环的设备，该设备包括：

膨胀装置，用以使一种气态工质流膨胀，将其能量转变成有用形式并产生废流；

一第一料流混合器，用以将废流与贫流混合成预冷凝流；

一冷凝器，用以冷凝预冷凝流，产生液态工质流；

一台泵，用以提高液态工质流的压力；

一重力分离器，用以从液态工质流形成汽流和第一液流；

一第一料流分离器，用以将第一液流分离成第二液流和贫流；

一第二料流混合器，用以将第二液流与汽流混合生成富集流，该集流处于汽-液混合状态；

一第一热交换器，用以接收所说处于汽-液混合状态的富集流，并用从外热源传来的热量加热富集流，以产生气态工质流；

一第二热交换器，用以用贫流传来的热量加热液态工质流；和

一第三热交换器，用以用废流传来的热量加热液态工质流。

虽然通常可用普通的外热源来与本发明的方法和设备配用，但本发明特别适宜变换来自低温地热海水或来自太阳池的低温热量。从下面对诸最佳实施例的说明可以看出，本发明的方法和设备能提高采用低温热源的能量循环中低温热变热成电能的效率。

图 1 是本发明方法和设备的一个实施例的原理图。

本发明是实施热力循环的一种新方法和设备。在本发明的方法中，

气态工质流是经过膨胀的。此膨胀过程将工质流的能量转换成有用的形式并产生废流。最佳膨胀装置包括普通常用的涡轮机或涡轮机系。废流经冷凝产生液态工质流。冷凝器最好是现有技术中普通使用的那种。

从液态工质流形成富集流和贫流。富集流中的低沸点组分百分比含量最好高于液态工质流的。贫流的低沸点组分百分比含量最好低于液态工质流的。从液态工质流制造贫流和富集流可采用任何能从单种料流制造两种或多种具有不同组分的料流的普通设备。制备这些料流的装置最好是普通常用的重力分离器，例如普通的闪蒸箱。

富集流最好处于蒸汽状态或汽-液混合状态。贫流最好处于饱和状态或过冷液体状态。

富集流经加热形成气态工质流。该传热过程可经由普通的热交换器进行。加热源可采用任何传统形式的加热源，包括同流换热式热源或外热源。可用于本发明的外热源最好是那些温度低于大约 400°F 的外热源。特别理想的是那些温度低于 250°F 的外热源，例如低温地热海水或太阳池外热源。

本发明的方法最好加上这样一个步骤：废流在冷凝形成液态工质流之前先与贫流在第一料流混合器中混合。这种含贫流和废流的料流可以叫做预冷凝流。

本发明的方法最好加上这样一个步骤：用泵提高液态工质流的压力，并用废流和贫流传来的热量使液态工质流部分蒸发。为达到此目的可采用普通的泵和热交换器。

在本发明液态工质流被部分蒸发的实施例中，可以在闪蒸箱将部分蒸发了的液态工质流分离成汽流和液流来形成富集流和贫流-蒸汽产生富集流，富集流经加热形成气态工质流，和产生贫流的液体。不然也可以在闪蒸箱把这种部分蒸发了的液态工质流分离成汽流和第一

液流。第一液流又可在第一料流分离器分离成第二液流和贫流。然后将第二液流在第二料流混合器与汽流混合生成富集流。在本发明的这个实施例中，富集流应处于汽-液混合料的状态，这个混合料经加热形成气态工质流。

图 1 的原理图示出了可用于本发明的方法中较理想设备的一个实施例。具体地说，图 1 示出了系统 100，该系统包括涡轮机 101，热交换器 104、105 和 102，冷凝器 106，重力分离器 103，泵 108，料流分离器 109 和 111，料流混合器 110、112 和 114，以及外热源 113。

冷凝器 106 可以是任何类型的已知热耗损设备。例如，冷凝器 106 可取热交换器的形式，如水冷系统或其它类型的冷凝设备。

驱动本发明的循环可采用各种形式的热源。在图 1 所示的实施例中，外热源 113 表示从点 1 经由热交换器 102 流至点 9 的低温地热流体流。

本发明实施例在系统 100 中所示的工质流最好是含有低沸点组分和高沸点组分的多组分工质流。这类较理想的工质流可以是氨-水混合料、两种或多种烃类、两种或多种氟利昂、烃和氟利昂的混合料等等。一般说来，工质流可以是任何数目热力学性能和溶解度都良好的化合物组成的混合料。在特别值得推荐的实施例中，采用了水与氨的混合料。

如图 1 所示，工质流在系统 100 中循环。该工质流包括从热交换器 102 流向涡轮机 101 的气态工质流。该工质流还包括从涡轮机 101 流向第一料流混合器 114 的废流、从第一料流混合器 114 流向冷凝器 106 的预冷凝流、从冷凝器 106 流向重力分离器 103 的液态工质流和从第二料流混合器 112 流向热交换器 102 的富集流。气态工质流、废流和富集流中所含的低沸点组分百分比最好比预冷凝流和液态工质流

中所包含的高。

在系统100 中流通的除工质流外还有从第一料流分离器111 流向第一料流混合器114 的贫流、从重力分离器103 流向第一料流分离器111的第一液流、从第一料流分离器111 流向第二料流混合器112的第二液流和从重力分离器103 流向第二料流混合器112 的汽流。贫流、第一液流和第二液流中各自的低沸点组分百分比含量最好低于液态工质流中的。汽流所含低沸点组分百分比最好要比液态工质流中的高。

在本发明图 1所示的实施例中，液态工质流是经过彻底冷凝的，其温度最好接近环境温度，其参数如点14处所示，该液态工质流用泵108 提高其压力之后，获得如点21所示参数。然后该液态工质流在料流分离器109 经过分离之后产生分流，其参数分别如点61和62处所示。这些分流分别传送到同流换热式热交换器104 和105 。液态工质流的各分流流经热交换器104 和105 时经过加热，温度达到沸点，其参数分别如点 7和 4处所示，然后再经过部分蒸发。液态工质流经部分蒸发的分流从热交换器104 和105 出来之后，其参数分别如点63和64处所示。这些分流接着在料流混合器110 中重新混合，重新组成其参数如点 5处所示的液态工质流。

点 5处的液态工质流最好处于双相状态，即处于部分蒸发状态。该液态工质流传送到重力分离器103(例如闪蒸箱) 中，在那里液体从蒸汽中分离出来。

具有如点 6处所示参数的汽流从重力分离器103 的顶部出来，具有如点10处相同参数的第一液流则从重力分离器103 的底部出来。第一液流在第一料流分离器111 被分离成分别具有如点11和13处相同参数的贫流和第二液流。第二液流，其参数如点13处所示，在第二料流混合器112 与汽流混合，产生具有如点69处相同参数的富集流（在本发明的本实施例中“富集”是指富集流在低沸点组分方面比液态工质

流丰富)。该富集流最好处在汽-液混合状态。

富集流送入热交换器102中，在那里为外热源113所加热。图1所示的外热源113是个地热海水流。这类热源一般温度低于大约 400°F ，还可能低于大约 250°F 。此外外热源113也可由一些其它类型的低温料流组成，例如流自太阳池的低温料流。在图1所示的实施例中，地热海水进入热交换器102中，这时具有如点1处参数，再从热交换器102中出来，这时其参数如点9处的一样。如表一所示，点1处的地热海水其温度可能达 230°F 。

进入热交换器102的富集流经过进一步加热和蒸发之后，作为气态工质流从热交换器102中出来。从热交换器102出来的气态工质流可以是部分蒸发，也可以是完全蒸发处于过热状态。

图1实施例中的气态工质流从热交换器102出来时其参数与点30处的一样。然后气态工质流进入涡轮机101中，在涡轮机101中膨胀做功。废流从涡轮机101中出来时其参数与点36处的一样。该废流送入热交换器105中冷却。废流通过热交换器105中时最好处于部分冷凝状态，以获取与点38处一样的参数。废流通过热交换器105时传递热量，用以加热而且最好部分蒸发液态工质流从点62流至点64的支流。

参数与点11处的一样的贫流通过热交换器104，在交换器104中冷却。贫流通过热交换器104时提供热量，供预热而且最好部分蒸发从点61流至点63的液态工质流的支流之用。贫流从热交换器104出来时其参数与点20处的一样。在图1所示的实施例中，贫流通过减压装置107，该装置可以是一个节流阀。从减压装置107出来之后，贫流获得如点19处相同的参数。

在第一料流混合器114处，贫流与废流混合，产生具有如点29处相同参数的预冷凝流。该预冷凝流送入冷凝器106中，在冷凝器106中为自点23流至点24的冷却剂流彻底冷凝。经此冷凝产生了参数与点

14处的一样的液态工质流，于是就完成了整个循环。

具有含49.5重量%的氨的水-氨富集流的一个系统其对应于图1所设各点的合适参数如表一所示。表2列出了采用图1所示实施例中表一各参数的本发明系统的理论特性。从该表列出的数据可以看出，本发明提出的系统理论上应有10.34%的效率，这在相同的边界条件下应超过标准兰金循环之效率约1.67倍。采用图1所示实施例的热源，在各参数如表一所列的情况下，预期可使功率输出从3.3兆瓦增加到5.5兆瓦。

表 一

点	压力 (磅/平方英寸)	X	温度 °F	热 量 (英热量单位/磅)	G
1	—	海 水	230.00	—	9.6554
2	37.90	0.2651	138.56	30.93	7.4728
3	9.97	0.4950	138.56	467.66	1.0000
4	40.10	0.2922	134.56	20.82	2.9728
5	38.10	0.2922	142.00	58.54	8.4728
6	38.10	0.9408	142.00	634.62	.3403
7	40.10	0.2922	134.56	20.82	5.5000
9	—	BRINE	170.62	—	9.6554
10	38.10	0.2651	142.00	34.44	8.1325
11	38.10	0.2651	142.00	34.44	7.4728
13	38.10	0.2651	142.00	34.44	.6597
14	8.72	0.2922	62.00	-54.06	8.4728
19	9.22	0.2651	76.79	-24.12	7.4728
20	37.70	0.2651	85.03	-24.12	7.4728
21	42.10	0.2922	62.00	-53.99	8.4728

23	—	水	55.00	—	17.4588
24	—	水	84.96	—	17.4588
29	9.22	0.2922	78.76	7.68	8.4728
30	33.10	0.4950	217.50	823.45	1.0000
36	10.72	0.4950	165.00	761.36	1.0000
38	9.22	0.4950	94.37	245.29	1.0000
61	42.10	0.2922	62.00	-53.99	5.5000
62	42.10	0.2922	62.00	-53.99	2.9728
63	38.10	0.2922	133.58	25.53	5.5000
64	38.10	0.2922	158.00	119.61	2.9728
69	38.10	0.4950	142.00	238.67	1.0000

表 二

涡轮机的总热函降 = 62.08 英热量单位 / 磅

涡轮机做功 = 60.53 英热量单位 / 磅

供热量 = 84.78 英热量单位 / 磅

热损耗 = 523.04 英热量单位 / 磅

泵功率消耗 = .09 英热量单位 / 磅

净功率输出 = 60.44 英热量单位 / 磅

净热效率 = 10.34%

工质重量流量 = 310705.84

净输出 5502.59 KWe

第二定律极限 20.90%

第二定律效率 49.45%

海水消耗率 545.20 磅 / KWe

单位功率输出 1.83 瓦-小时 / 磅

虽然本发明是就一些最佳实施例进行说明的（这些实施例应用了单一较理想的外热源），但本技术领域的专业人士不难理解，对这些实施例是可以进行一系列变更的。例如，可以采用不同的外热源，可以增加或减少热交换器的数目，可以改变泵、涡轮机、冷凝装置、分离器等数目，还可以改变流经整个循环通路的料流的数量和组成。因此，本发明书所附的权利要求书旨在包括所有属于本发明精神实质和范围的这类变更和改型。

图 1

