(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103080687 B
(45)授权公告日 2016.04.20

(21)申请号 201180034506.9
(22)申请日 2011.07.08
(30)优先权数据
12/838,003 2010.07.16 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.01.11
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2011/043351 2011.07.08
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/009221 EN 2012.01.19
(73)专利权人 艾威普科公司
地址 美国马里兰州
(72)发明人 托马斯·威廉·比格勒
戴维·乔·维德
(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
代理人 杨生平 钟锦舜
(51)Int.Cl.
F28D 5/02(2006.01)
F28F 1/02(2006.01)
F28F 1/30(2006.01)
F28F 1/36(2006.01)
(56)对比文件
US 4755331 ,1988.07.05,
JP 特开平8-136177 A,1996.05.31,
BE 894754 A1,1983.02.14,
EP 0119934 A3,1984.09.26,
US 5799725 A,1998.09.01,
CN 201020957 Y,2008.04.23,
JP 特开2009-74713 A,2009.04.09,
审查员 李薇

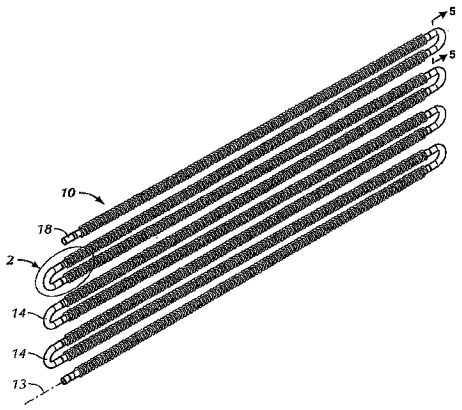
权利要求书5页 说明书19页 附图7页

(54)发明名称

具有翅片椭圆管线圈组件的蒸发热交换装置

(57)摘要

一种改进的翅片线圈管子组件(24,24A,24B,24C,24D)增强了蒸发换热器(26,26A,26B,26C,26D)性能,并且在线圈组件中包括优选地是蛇形管的管子(10)。管子具有大体上椭圆形横截面,具有形成在管子的外表面上的外部翅片(20)。翅片沿着管子的纵轴(13)间隔基本上1.5到基本上3.5个翅片每英寸(2.54cm),在高度上从管子外表面延伸基本上23.8%到基本上36%的标称管子外径并且具有基本上0.007英寸(0.018cm)到基本上0.020英寸(0.051cm)的厚度。管子具有大体上水平的并且与管子的纵轴正交的基本上109%到基本上125%的标称管子外径的中心到中心间距(D_H),和基本上100%到约131%的标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距(D_V)。



CN 103080687 B

1. 一种蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),包括 :具有大体上竖直的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D) 的集气室 (40,40A,40B,40C,40D) ;用于将外部热交换液体分配到集气室中的分配器 (54,54B,54C) ;鼓风机 (48,48B,48C,48D,62),所述鼓风机用于致使空气沿着通过所述集气室的方向沿着大体上逆流于、大体上平行于或大体上跨所述集气室的所述纵轴的方向流动 ;以及线圈组件 (24,24A,24B,24C,24D),其具有主平面 (25) 并且安装在所述集气室内以使得所述主平面与所述集气室的所述纵轴大体上正交并且使得所述外部热交换液体沿着大体上竖直的流动方向从外部流动通过所述线圈组件,其中所述线圈组件包括入口歧管 (32) 和出口歧管 (34) 以及与所述入口歧管和所述出口歧管连接的多个管子 (10),所述管子 (10) 沿着大体上水平的方向延伸并且具有纵轴 (13) 以及大体上椭圆形的横截面形状,其具有具有一定长度的主轴和具有一定长度的短轴,其中所述主轴长度与所述短轴长度的平均值是标称管子外径,所述管子布置在所述线圈组件中以使得相邻管子在大体上平行于所述主平面的水平面内大体上竖直地彼此间隔,在大体上平行于所述主平面的所述平面中的相邻管子相对于彼此大体上竖直地交错并且间隔以形成多个垂直交错的大体上水平的位置 (L1A, L1B ;L2A, L2B),其中每个其它管子都在大体上平行于所述主平面的相同的大体上水平的位置中对准,并且其中相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子大体上水平地并且与所述管子的所述纵轴大体上正交地彼此隔开,

其特征在于,所述管子 (10) 的至少一个是具有形成在所述管子的外表面上的外部翅片 (20) 的翅片管,其中所述翅片沿着所述管子的纵轴 (13) 具有 1.5 到 3.5 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距,所述翅片具有从所述管子的外表面延伸 23.8%到 36%的标称管子外径的距离的高度,所述翅片具有 0.007 英寸 (0.018cm) 到 0.020 英寸 (0.051cm) 的厚度,相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子具有大体上水平的并且与所述管子的纵轴 (13) 大体上正交的 100%到 131%的所述标称管子外径的中心到中心间距 (D_H),并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的水平的所述相邻管子具有 110%到 300%的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

2. 根据权利要求 1 所述蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述线圈组件 (24,24A,24B,24C,24D) 中的多个所述管子 (10) 是所述翅片管。

3. 根据权利要求 2 所述蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述线圈组件 (24,24A,24B,24C,24D) 中的所述管子 (10) 的大多数是所述翅片管。

4. 根据权利要求 2 所述蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述线圈组件 (24,24A,24B,24C,24D) 中的所有所述管子 (10) 是所述翅片管。

5. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述翅片 (20) 沿着所述管子 (10) 的纵轴 (13) 具有 2.75 到 3.25 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距。

6. 根据权利要求 5 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述翅片 (20) 沿着所述管子 (10) 的纵轴 (13) 具有 3 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距。

7. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子 (10) 具有大体上水平的并且与所述管子的纵轴大体上正交的 106%到 118%的标称管子外径的间距 (D_H)。

8. 根据权利要求 7 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,相同

的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子 (10) 具有大体上水平的并且与所述管子的纵轴大体上正交的 112％的标称管子外径的中心到中心间距 (D_H)。

9. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的所述管子 (10) 具有所述标称管子外径的 150％到 205％的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

10. 根据权利要求 9 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的所述管子 (10) 具有所述标称管子外径的 179％的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

11. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进 一步特征在于，所述翅片 (20) 沿着所述管子的纵轴 (13) 具有 2.75 到 3.25 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有所述标称管子外径的 28％到 33％的高度，所述翅片具有 0.009 英寸 (0.023cm) 到 0.015 英寸 (0.038cm) 的厚度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子具有大体上水平的并且与所述管子的纵轴大体上正交的 106％到 118％的所述标称管子外径的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的所述管子具有 150％到 205％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

12. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述翅片 (20) 沿着所述管子的纵轴 (13) 具有 3 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有所述标称管子外径的 29.76％的高度，所述翅片具有 0.01 英寸 (0.025cm) 到 0.013 英寸 (0.033cm) 的厚度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子 (10) 具有大体上水平的并且与所述管子的纵轴大体上正交的约 112％所述标称管子外径的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的所述管子具有约 179％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

13. 根据权利要求 12 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述标称管子外径是 1.05 英寸 (2.67cm)。

14. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述标称管子外径是 1.05 英寸 (2.67cm)，所述翅片 (20) 具有 0.286 英寸 (0.726cm) 到 0.667 英寸 (1.694cm) 的中心到中心间距，所述翅片具有 0.25 英寸 (0.635cm) 到 0.375 英寸 (0.953cm) 的高度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子 (10) 具有大体上水平的并且与管子的纵轴 (13) 大体上正交的 1.05 英寸 (2.67cm) 到 1.38 英寸 (3.51cm) 的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的水平的所述相邻管子具有 1.15 英寸 (2.92cm) 到 3.15 英寸 (8.00cm) 的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

15. 根据权利要求 14 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述翅片 (20) 具有 0.308 英寸 (0.782cm) 到 0.364 英寸 (0.925cm) 的中心到中心间距，0.294 英尺 (0.747cm) 到 0.347 英尺 (0.881cm) 的高度，所述翅片具有 0.009 英尺 (0.023cm) 到 0.015 英尺 (0.038cm) 的厚度，并且相 邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的管子 (20) 具有 1.57 英寸 (3.99cm) 到约 2.15 英寸 (5.46cm) 的大体上垂直的中心到中心间距 (D_V)。

16. 根据权利要求 15 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述翅片 (20) 具有 0.333 英寸 (0.846cm) 的中心到中心间距，0.3125 英寸 (0.794cm) 的高

度，0.01 英寸 (0.025cm) 到 0.013 英寸 (0.033cm) 的厚度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述管子 (10) 具有大体上水平的并且与所述管子的纵轴大体上正交的 1.175 英寸 (2.985cm) 的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的所述管子具有 1.88 英寸 (4.78cm) 的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

17. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述管子 (10) 的所述主轴大体上地平行于所述集气室 (40,40A,40B,40C,40D) 的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D)。

18. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述管子 (10) 的主轴相对于所述集气室 (40,40A,40B,40C,40D) 的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D) 成角度。

19. 根据权利要求 18 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，在不同竖直位置 (L2A, L2B) 上的相邻管子的管子 (10) 的主轴相对于彼此并且相对于所述集气室 (40,40A,40B,40C,40D) 的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D) 沿着相对的方向成角度。

20. 根据权利要求 19 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，在第一大体上水平的位置 (L1B) 上的所述管子 (10) 的主轴与所述集气室 (40,40A,40B,40C,40D) 的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D) 所成的角度大于 0° 到 25° ±5％并且在下一个竖直相邻的大体上水平的位置 (L2B) 上的所述管子的主轴与所述集气室 (40,40A,40B,40C,40D) 的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D) 所成的角度是 335° ±5％到小于 360°。

21. 根据权利要求 20 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，在第一大体上水平的位置 (L1B) 上的所述管子 (10) 的主轴与所述集气室 (40,40A,40B,40C,40D) 的纵轴 (42,42A,42B,42C,42D) 所成的角度是约 20° 并且在下一个竖直相邻的大体上水平的位置 (L2B) 上的所述管子的主轴与所述集气室的纵轴所成的角度是约 340°。

22. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述翅片 (20) 在用于制造所述翅片的材料的平面中和外具有起伏。

23. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步特征在于，所述翅片管 (10) 被镀锌以使得所述翅片 (20) 在镀锌后在接近所述管子的外表面的基部比远离所述管子的外表面的翅片的尖端更厚。

24. 根据权利要求 1 所述的蒸发换热器 (26,26A,26B,26C,26D)，进一步包括是具有多个节段 (12,12A,12B) 以及多个回转弯头 (14,14A,14B) 的蛇形管的管子 (10)，所述回转弯头在大体上竖直的平面中定向，每个管子的节段将每个管子的回转弯头连接并且在所述回转弯头之间沿着大体上水平的方向延伸，所述节段具有纵轴 (13) 和大体上椭圆形横截面形状，其具有具有一定长度的主轴和具有一定长度的短轴，其中所述主轴长度与所述短轴长度的平均值是标称管子外径，所述节段布置在所述线圈组件 (24,24A,24B,24C,24D) 中以使得相邻管子的节段在大体上平行于所述主平面 (25) 的平面内大体上竖直地彼此间隔，在大体上平行于所述主平面的平面中的相邻管子的节段相对于彼此大体上竖直地交错并且间隔以形成多个交错的大体上水平的位置 (L1A, L1B ;L2A, L2B)，其中每个其它节段都在大体上平行于所述主平面的相同的大体上水平的位置中对准，并且其中相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述节段大体上水平地彼此隔开并且与连接到所述回转弯头的节段的纵轴大体上正交，

其特征在于，所述节段 (12，12A，12B) 具有形成在所述管子 (10) 的外表面上的外部翅片 (20)，其中所述翅片沿着所述节段的纵轴具有 1.5 到 3.5 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有从所述节段的外表面延伸 23.8％到 36％的标称管子外径的距离的高度，所述翅片具有 0.007 英寸 (0.018cm) 到 0.020 英寸 (0.051cm) 的厚度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述节段具有大体上水平的并且与所述节段的纵轴大体上正交的 100％到 131％的所述标称管子外径的的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的节段具有 110％到 300％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

25. 根据权利要求 24 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进 一步特征在于，所述翅片 (20) 沿着所述节段 (12，12A，12B) 的纵轴 (13) 具有 2.75 到 3.25 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有所述标称管子外径的 28％到 33％的高度，所述翅片具有 0.009 英寸 (0.023cm) 到 0.015 英寸 (0.038cm) 的厚度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述节段具有大体上水平的并且与所述节段的纵轴大体上正交的 106％到 118％的所述标称管子外径的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的节段具有 150％到 205％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

26. 根据权利要求 25 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，所述翅片 (20) 沿着所述节段 (12，12A，12B) 的纵轴 (13) 具有 3 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有所述标称管子外径的 29.76％的高度，所述翅片具有 0.01 英寸 (0.025cm) 到 0.013 英寸 (0.033cm) 的厚度，相同的水平的位置 (L1A 或 L1B) 上的所述节段具有大体上水平的并且与节段的纵轴大体上正交的 112％所述标称管子外径的中心到中心间距 (D_H)，并且相邻的水平的位置 (L1A 到 L2A 或 L1B 到 L2B) 上的节段具有 179％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距 (D_V)。

27. 根据权利要求 24 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，所述回转弯头 (14，14A，14B) 具有带有 1.05 英寸 (2.67cm) 的外径的圆形横截面并且所述标称管子外径是 1.05 英寸 (2.67cm)。

28. 根据权利要求 24 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，所述回转弯头 (145，14A，14B) 具有大体上椭圆形横截面并且所述标称管子外径是 1.05 英寸 (2.67cm)。

29. 根据权利要求 24 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，所述节段 (12，12A，12B) 的主轴 (13) 大体上平行于所述回转弯头 (14，14A，14B) 的平面。

30. 根据权利要求 24 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，所述节段 (12B) 的主轴相对于所述回转弯头 (14，14A，14B) 的平面成角度。

31. 根据权利要求 30 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，在不同竖直位置 (L1B，L2B) 上的相邻管子 (10) 的节段 (12B) 的主轴相对于彼此并且相对于所述回转弯头 (14，14A，14B) 的平面沿着相对的方向成角度。

32. 根据权利要求 31 所述的蒸发换热器 (26，26A，26B，26C，26D)，进一步特征在于，在第一大体上水平的位置 (L1B) 上的所述节段 (12B) 的主轴与所述回转弯头 (14，14A，14B) 的平面所成的角度大于 0° 到 25° ±5％并且在下一个竖直相邻的大体上水平的位置 (L2B) 上的所述节段的主轴与所述回转弯头的平面所成的角度是 335° ±5％到小于

360°。

33.根据权利要求32所述的蒸发换热器(26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,在第一大体上水平的位置(L1B)上的所述节段(12B)的主轴与所述回转弯头的平面所成的角度是约20°并且在下一个竖直相邻的大体上水平的位置(L2B)上的所述节段的主轴与所述回转弯头的平面所成的角度是约340°。

34.根据权利要求32所述的蒸发换热器(26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述翅片(20)沿着所述节段(12,12A,12B)的纵轴(13)具有2.75到3.25个翅片每英寸(2.54cm)的间距,所述翅片具有所述标称管子外径的28%到33%的高度,所述翅片具有0.009英寸(0.023cm)到0.015英寸(0.038cm)的厚度,相同的水平的位置(L1A或L1B)上的所述节段具有大体上水平的并且与节段的纵轴大体上正交的106%到118%的所述标称管子外径的中心到中心间距(D_H),并且相邻的水平的位置(L1A到L2A或L1B到L2B)上的节段具有150%到205%的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距(D_V)。

35.根据权利要求32所述的蒸发换热器(26,26A,26B,26C,26D),进一步特征在于,所述翅片(20)沿着所述节段(12,12A,12B)的纵轴(13)具有3个翅片每英寸(2.54cm)的间距,所述翅片具有所述标称管子外径的29.76%的高度,所述翅片具有0.01英寸(0.025cm)到0.013英寸(0.033cm)的厚度,相同的水平的位置(L1A或L1B)上的所述节段具有大体上水平的并且与节段的纵轴大体上正交的112%所述标称管子外径的中心到中心间距(D_H),并且相邻的水平的位置(L1A到L2A或L1B到L2B)上的所述节段具有179%的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距(D_V)。

具有翅片椭圆管线圈组件的蒸发热交换装置

背景技术

[0001] 本发明涉及用于蒸发热交换装置中的线圈组件中的管子的改进，其中线圈组件将安装在装置的管道或集气室 (plenum) 中，其中外部热交换流体，通常液体，通常地是水，以及气体，通常地是空气，外部地流动通过线圈组件以冷却内部地通过线圈组件的管子的的内部热传送流体。该改进涉及具有大体上椭圆形横截面的管子或管子的节段的使用，结合管子的定向、布置和间隔以及翅片间距、高度和厚度、所有这些都必须认真的平衡，以提供具有意外较低空气压降的增加的热传送系数，其产生高的空气体积并且其一起产生非常高的热交换能力。

[0002] 优选地，尽管不是排他地，使用具有带有大体上椭圆形横截面的翅片节段的管子的本发明的翅片管线圈组件被最有效地安装在逆流蒸发换热器中，以使得水向下地并且外部地流动通过线圈组件，同时空气向上地行进并且外部地通过线圈组件。本发明的线圈组件还可以在平行流动蒸发换热器中使用，其中空气沿着与水相同的方向在线圈组件上方行进，以及在交叉流动蒸发换热器中使用，其中空气在线圈上方沿着横穿水流动的方向行进。水的蒸发使线圈组件以及形成线圈组件的管子内的内部热传送流体冷却。

[0003] 该管子可以在由几个并且优选地许多可以具有多种布置的管子的阵列制成的任何类型的蒸发热交换线圈组件中使用。该管子优选地以跨外部地流动通过线圈组件的空气和水的流动路径延伸的大体上水平的行布置，无论空气与水处于逆流、平行流动或交叉流动路径。管子的端部可以连接到歧管或头部以便内部热传送流体的适当的分配。内部热传送流体可以是在多种类型的工业过程中使用的加热流体、冷却流体或者处理流体，其中由于通过外部热交换流体的通过管子的壁热传送，内部热传送流体的温度需要通常地但是不排他地通过冷却，以及经常的但是不排他地通过冷凝而改变。

[0004] 通常地，蒸发热交换装置使用多个用于线圈组件的蛇形管，并且由于容易由该管子制造有效的线圈组件，因此该蛇形管通常是使用的优选类型的管子。尽管还有可用于本发明的蒸发热交换装置的本发明其它类型的管子，但是将相对于优选的蛇形管没有限定地主要地描述本发明的管子和线圈组件。提供下面的背景技术以更好地理解管子与使用蛇形管的线圈组件部件的关系。每个蛇形管包括多个两种不同类型的部分，“节段 (segment)”与“回转弯头”。该节段是通过回转弯头连接的大体上直管部分，回转弯头是有时称作为“绳环 (bight)”的弯曲部分，以便为每个管子提供其蛇形结构。在本发明的线圈组件的优选的实施例中，结构上可大体上直的管子 (在下文中称作“直管”)，或者蛇形管中的每个的节段的横截面大体上是椭圆形的并且回转弯头可以是任何期望的形状并且横截面通常大体上是圆形、大体上椭圆形、大体上肾形或者一些其它形状。大体上椭圆形节段的大体上水平最大尺寸通常地等于或小于回转弯头的大体上水平横截面尺寸，特别地是在如果回转弯头具有圆形横截面的情况下。如果期望的话，回转弯头可以具有椭圆形横截面，或肾形横截面，但是通常更容易制造具有圆形横截面的回转弯头。当回转弯头彼此接触时，根据线圈组件在其中使用的蒸发热交换装置的设计特征，水平地相邻的蛇形管的节段通过回转弯头的较大的水平横截面彼此隔开，或者可以通过回转弯头之间的竖直定向的间隔物隔开。

[0005] 在线圈组件中，蛇形管的直管或节段优选地以跨外部地流动通过线圈组件的空气和水的流动路径延伸的大体上水平的行布置，无论空气和水处于逆流、平行流动或者交叉流动路径。

[0006] 利用使用具有带有大体上椭圆形横截面的节段的蛇形管的线圈组件的蒸发换热器也是已知的，例如在转让给作为本发明的受让人的艾威普科公司的美国专利 4755331 和 7296620 中公开的，其公开由此整体包含于此。这些专利未公开或者预期在蒸发热交换环境中在线圈组件中使用翅片管。

[0007] 已知在干（非蒸发）换热器的线圈组件中使用的翅片管并且鉴于通过翅片提供的较大表面区域使用以当暴露到外部地流动通过干换热器的线圈组件的空气时通过传导使热消散。通常地，在此干换热器中的翅片不会实质上不利地影响空气通过干换热器的线圈组件的流动。翅片线圈还广泛地用于像家用电冰箱的产品的线圈组件中以使热量消散到周围空气中。

[0008] 在艾威普科公司的美国专利 5425414，5799725，6889759，和 7475719 中公开了使用以具有具有大体上椭圆形横截面的节段通过其的孔的薄片或板的形式的翅片制成的用于干换热器的线圈组件的实例。然而，此线圈组件对于蒸发换热器是不实用的，因为薄片或板将会不利地影响涉及蒸发热交换的必须外部地穿过线圈组件的空气和水的混合和湍流。

[0009] 艾威普科公司和其它公司已经将翅片管线圈组件用于蒸发换热器中，其中在线圈组件中的管子的节段具有圆形横截面，其包括沿着管子的单个节段的长度延伸的翅片。该节段具有圆形横截面并且相对容易地设有翅片，诸如通过利用形成翅片的金属条带螺旋地包围该节段。这些翅片管已经被用于蒸发换热器中，但是在有限的条件下并且具有有限的成功。首先，具有翅片的圆形管线圈已经使用在换热器中以便当不需要太多能力时并且当使用水作为外部热交换液体可能导致结冰和其它问题时增强在寒冷天气应用中的干冷却能力。如与根据本发明改进蒸发冷却的主要功能的方式相对，这种使用非常罕见并且提供以解决问题。其次，尽管还已经使用具有翅片的圆形管线圈来改进蒸发冷却，但是这不是成功的。尽管翅片的存在增加了热传送系数，但在先前的尝试中增加了补偿，这是因为翅片还造成在线圈上方的减小的空气流动，由此导致较低的性能。

[0010] 本发明的翅片管线圈组件提供了大量的显著的优点。管子的形状、管子的间距、翅片的高度、以及每英寸翅片的数量的组合已经导致蒸发热性能的异常的并且意外的增加。管子的几何形状和它们与线圈组件的定向和布置在空气与水的湍流混合中起到了重要的作用。该节段的大体上椭圆形横截面形状提供了在线圈组件中的管子的大量表面积、内部地在管子内的处理流体的有效流动和热传送以及增强的外部空气和水流特征的优点。通过本发明，对于外部地通过线圈组件的空气和水的较少的阻力的惊奇的结果允许在不增加任何风扇能量的情况下使用与现有技术系统相比提供额外的热能力的较高的空气体积。翅片管提供了增强的表面区域以用于与管子的传导性热交换并且有助于外部地流经线圈组件的空气和水的湍流混合，以增强空气与水之间的对流热交换。翅片管占据了空间这可能妨碍水和空气流动并且从而可能预期造成非常显著的空气侧压降，这就需要用于风扇的较强电机以使空气移动通过换热器中的线圈组件。然而，带有具有本发明的特征的大体上椭圆形横截面的翅片管不仅提供了与在管子的内部中的任何流体流动的传导性热交换的增强线圈组件表面区域与用于对流热交换的空气和水的混合和湍流的谨慎平衡，而且在同时保

持外部热传送率的非常大的增加的同时提供了通过线圈的空气侧压降惊奇的减小。

[0011] 本发明的线圈组件和含有其的蒸发换热器的全部能力在标称上被极大地提高，或者与能力的增加相比在某些情况下甚至降低了成本。例如，每冷却吨的成本可以例如通过用具有利用很少本发明的翅片管的线圈组件来替换使用多个非翅片管的线圈组件而减小。另外地，使用现有技术的非翅片管的给定尺寸的蒸发换热器可以被实现了相同或更好的热性能的根据本发明的较小的蒸发换热器替换。此外，与相同尺寸的非翅片线圈组件相比，使用具有本发明的翅片管的线圈组件可以显著地减小要求的风扇能量，以及因此的整体功率消耗。

[0012] 各种类型的热交换装置被在从简单的构造空调到诸如石油炼制、发电厂冷却以及其它工业的的工业处理的多种工业中使用。通常地，在间接热交换系统中，在这种或其它应用的任一个中使用的处理流体通过内部地通过由通常地诸如铝、铜、镀锌钢或不锈钢的金属的热传导材料制成的线圈组件而受到加热或冷却。热通过线圈组件的热传导材料的壁传送到周围环境的大气，或者在热交换装置中，传送到通常地外部地在线圈组件上方流动的空气和 / 或水的其它热交换流体，其中热量通常地从内部地位于线圈组件内的热处理流体传送到线圈组件外部的冷却热交换流体，通过其内部处理流体被冷却并且外部热交换流体被加热。

[0013] 在其中使用本发明的翅片管线圈组件的蒸发间接热交换装置中，热利用间接蒸发交换传送，其中存在三个流体 :气体，通常是空气（因此，这里该气体将没有限定地通常地称作“空气”），内部地流动通过管子的线圈组件的处理流体，以及蒸发冷却流体，通常是水（因此，此外部热交换或冷却流体将通常地在这里没有限定地称作“水”），其被在处理流体流过其的线圈组件的外部的上方分布并且其还与通过线圈组件外部地流动的空气或其它气体接触与混合。处理流体首先通过线圈组件的管子之间的间接热传送与蒸发液体交换显热（由于其不与蒸发液体直接地接触），并且然后空气流与蒸发液体在它们相互接触时交换热量和质量，因此导致更多的蒸发冷却。

[0014] 在其它实施例中，直接蒸发热交换可以与如在下文中更加详细地解释的涉及本发明的翅片管线圈组件的间接蒸发热交换一起使用，以提供增强的能力。在直接蒸发热交换装置中，空气或其它气体和水或其它冷却液体可以通过称作湿甲板填充物的直接热传送介质传送，其中水或者其它冷却液体然后作为薄膜分配在延伸的填充表面上方以用于最大冷却效率。空气与水跨填充表面彼此直接地接触，由此在其上分配的水的小部分被蒸发，导致水的直接蒸发冷却，其通常地收集在贮槽中以便在使用在装置中的湿甲板填充物和任何线圈组件上方再循环以用于间接热交换。

[0015] 蒸发换热器通常作为冷却器或冷凝器用于排热。因此，本发明的装置可以用作冷却器，其中处理流体是单相态流体，通常地是液体，并且通常是水，尽管在装置操作的温度和压力下其可以是不可冷凝气体。本发明的装置还可以用作冷凝器，其中处理流体是在冷凝器系统中在装置操作的温度与压力下包括诸如氨的可冷凝气体或 FREON®制冷剂或其它制冷剂的两相态或者多相态流体，所述装置通常地作为制冷系统的一部分，其中处理流体被压缩并且然后蒸发以提供期望的致冷。在装置被用作冷凝器的情况下，冷凝物被收集在一个或多个冷凝物接收器中或者被直接地传送到具有扩张阀或蒸发器的相关制冷装置，在其处致冷循环再次开始的。

[0016] 本发明使用翅片管线圈组件，其中要求管子形状、定向、布置和间距、以及翅片间距、高度混合厚度的因数的组合，其全部都必须仔细地平衡，以提供增加的热量传送系数，具有以产生高的空气体积的意想不到的相对低的空气压降。增加的热量传送系数与高空气体积的组合产生非常高的热量交换能力。

[0017] 定义

[0018] 如这里使用的，除非上下文清楚地另有指出单数形式“一”、“一个”和“该”包括复数的指代物，并且复数形式包括单数指代物。

[0019] 在下面描述中使用的某些术语仅为了方便并且不限定。指示诸如“底部”、“顶部”、“前”、“后”、“左”、“右”、“侧”、“上”和“下”的方向的词在附图中指示进行参考的方向，但是相对于其中可以使用本发明和其部件和装置的定向是不加限定的。术语包括具体地在上面所述的词，其衍生词以及类似的外来词。

[0020] 如这里使用的，相对于任何数字值的术语“约”，表示数字值具有一些合理的余地并且对于被描述的部件或部件与其使用的系统或子系统的功能或操作不是决定性的，并将包括在所述值的正或负 5％内的值。

[0021] 如这里使用的，相对于任何元件或参数的术语“大体上”或其衍生词表示元件具有基本形状，或者该参数具有相同的基本方向、定向等到元件或参数的功能将不会被元件或参数中的某些改变实质地不利地影响的程度。通过实例并且非限定的，具有“大体上椭圆形横截面形状”的节段不仅指真正的数学椭圆的横截面，而且还指卵形横截面或略微正方形角横截面等，但不是圆形横截面或长方形横截面。类似地，可以描述为“大体上正交于”或“大体上平行于”另一个元件的元件相对于“大体上正交于”可以比精确 90° 多或少一些角度以及相对于“大体上平行于”比精确完美平行或 0° 多或少一些角度来定向，其中这种变化不会实质地不利地影响该装置的功能。

[0022] 如这里使用的，相对于任何数字值或任何元件或参数的描述的术语“基本上”精确地表示元件或参数的值或描述，但是在不会不利地影响元件或参数或包含其的装置的功能的合理的工业制造公差以内，但是使得由于这种合理的工业制造公差的变化小于被描述为“约”或“大体上”的变化。通过实例的方式而非限制性的，“具有从节段的外表面延伸标称管子外径的基本上 23.8％到基本上 36％的距离的高度”将不允许不利地影响性能使得翅片可能太短或太高的变化，以允许蒸发换热器具有期望的增强的性能。

[0023] 如这里所使用的，相对于翅片的厚度的术语“厚度”，指的是在翅片被应用到管子以制造翅片管之后的处理（诸如将管子或使用翅片管的线圈组件镀锌）之前的翅片的厚度，因为该处理将可能地影响翅片的标定厚度、标定翅片高度以及翅片的标定间距。因此，这里阐述的全部尺寸都是在翅片管自身或者包含其的任何线圈组件的任何后处理以前的翅片管的尺寸。

[0024] 如在这里使用的，在以英寸并且在括号中以厘米 (cm) 表示具体尺寸的情况下，以英寸表示的尺寸为准，因为厘米尺寸是根据英寸尺寸通过将英寸尺寸乘以 2.54cm 每英寸并且将厘米尺寸舍入到不多于三位小数位而计算出来的。

发明内容

[0025] 本发明涉及蒸发换热器中的改进，所述蒸发换热器包括：具有大体上竖直的纵轴

的集气室；用于将外部热交换液体分配到集气室中的分配器；鼓风机（air mover），所述鼓风机用于致使空气沿着通过所述集气室的方向沿着大体上逆流于、大体上平行于或大体上跨所述集气室的所述纵轴的方向流动；以及线圈组件，其具有主平面并且安装在所述集气室内以使得所述主平面与所述集气室的所述纵轴大体上正交并且使得所述外部热交换液体沿着大体上竖直的流动方形外部地流动通过所述线圈组件，其中所述线圈组件包括入口和出口歧管以及与所述歧管连接的多个管子，所述管子沿着大体上水平的方向延伸并且具有纵轴以及具有主轴和短轴的大体上椭圆形的横截面形状，其中所述主轴长度与所述短轴长度的平均值是标称管子外径，所述管子布置在所述线圈组件中以使得相邻管子在大体上平行于所述主平面的平面内大体上竖直地彼此间隔，在大体上平行于所述主平面的所述平面中的相邻管子相对于彼此大体上竖直地交错并且间隔以形成多个交错的大体上水平的位置，其中每个其它管子都在大体上平行于所述主平面的相同的大体上水平的位置中对准，并且其中所述管子大体上水平地彼此隔开并且与所述管子的所述纵轴大体上正交。

[0026] 该改进包括具有形成在所述管子的外表面上的外部翅片的管子，其中所述翅片沿着所述管子的所述纵轴具有基本上 1.5 到基本上 3.5 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有从所述管子的外表面延伸基本上 23.8％到基本上 36％的标称管子外径的距离的高度，所述翅片具有基本上 0.007 英寸 (0.018cm) 到基本上 0.020 英寸 (0.051cm) 的厚度，所述管子具有大体上水平的并且与所述管子的所述纵轴 (13) 大体上正交的基本上 100％到基本上 131％的所述标称管子外径的中心到中心间距，并且所述水平相邻管子具有基本上 110％到基本上 300％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距。

[0027] 优选地，管子是具有多个节段以及多个回转弯头的蛇形管，所述回转弯头在大体上竖直的平面中定向，每个管子的节段将每个管子的回转弯头连接并且在所述回转弯头之间沿着大体上水平的方向延伸，所述节段具有纵轴和具有主轴和短轴的大体上椭圆形横截面形状，其中所述主轴长度与所述短轴长度的平均值是标称管子外径，所述节段布置在所述线圈组件中以使得相邻管子的节段在大体上平行于所述主平面的平面内大体上竖直地彼此间隔，在大体上平行于所述主平面的平面中的相邻管子的节段相对于彼此大体上竖直地交错并且间隔以形成多个交错的大体上水平的位置，其中每个其它节段都在大体上平行于所述主平面的相同的大体上水平的位置中对准，并且其中所述节段大体上水平地彼此隔开并且与连接到回转弯头的节段的纵轴大体上正交。

[0028] 在管子是蛇形管的情况下，该改进包括所述节段具有形成在所述节段的外表面上的外部翅片，其中所述翅片沿着所述节段的纵轴具有基本上 1.5 到基本上 3.5 个翅片每英寸 (2.54cm) 的间距，所述翅片具有从所述节段的外表面延伸基本上 23.8％到基本上 36％的标称管子外径的距离的高度，所述翅片具有基本上 0.007 英寸 (0.018cm) 到基本上 0.020 英寸 (0.051cm) 的厚度，所述节段具有大体上水平的并且与所述节段的纵轴大体上正交的基本上 100％到基本上 131％的所述标称管子外径的的中心到中心间距，并且所述水平相邻节段具有基本上 110％到基本上 300％的所述标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距。

附图说明

[0029] 当结合附图阅读时将会更好地理解上述发明内容，以及下面的本发明的优选实施

例的详细描述。为了描述本发明的目的，在附图中示出当前优选的实施例中。然而应该理解的是，本发明不限于示出的精确的布置和工具。

[0030] 图 1 是根据本发明的与蒸发热交换装置的线圈组件中的其它这种翅片管一起使用的蛇形翅片管的一个实施例的等距视图。

[0031] 图 2 是示出了在“图 2”指出的圆圈内的图 1 中的区域的图 1 的蛇形管的一部分的放大视图。

[0032] 图 3 是沿着图 2 中的实施例的线 3-3 取得的竖直横截面视图。

[0033] 图 4 是沿着图 1 左手端所取的侧视图，示出了具有延伸 90° 进入到图页的平面中的大体上竖直平面的蛇形管。

[0034] 图 5A 是沿着图 1 的实施例的线 5-5 所取的线圈组件的多个蛇形管的四个管子的一部分的部分地以侧视图以及部分地以竖直横截面的第一实施例视图，示出了当管子如相对于图 4 中的管子所示出的大体上竖直地定向时，具有大体上竖直地对准 (align) 并且大体上平行于回转弯头的平面的其主轴的大体上椭圆形部分。

[0035] 图 5B 是沿着图 1 的实施例的线 5-5 所取的线圈组件的多个蛇形管的四个管子的一部分的部分地以侧视图以及部分地以竖直横截面的第二实施例视图，示出了具有在不同的位置上在关于彼此并且关于如图 4 中所示的回转弯头的相对方向上成角度的相邻管子的其主轴的大体上椭圆形部分。

[0036] 图 6 是利用本发明的翅片管制成的示例性线圈组件的一个实施例的等距视图。

[0037] 图 6A 是利用本发明的蛇形翅片管制成的图 6 的示例性线圈组件的实施例的示意性侧视图。

[0038] 图 6B 是利用本发明的翅片管制成的示例性线圈组件的另选实施例的示意性侧视图。

[0039] 图 6C 是利用本发明的翅片管制成的示例性线圈组件的另一个另选实施例的示意性侧视图。

[0040] 图 7 是在蒸发换热器内包括本发明的两个翅片管线圈组件的布置的强制通风逆流蒸发换热器的第一实施例的示意性竖直横截面视图。

[0041] 图 8 是为了清楚起见一些典型部件被移除的在蒸发换热器内包括本发明的两个翅片管线圈组件的布置的强制通风逆流蒸发换热器的实施例的示意性竖直横截面视图。

[0042] 图 9 是为了清楚起见一些典型部件被移除的在蒸发换热器内包括直接定位在包括湿甲板填充物的直接接触热传送介质部分下方的本发明的翅片管线圈组件的布置的引风蒸发换热器的实施例的示意性竖直横截面视图。

[0043] 图 10 是为了清楚起见一些典型部件被移除的在蒸发换热器内包括直接定位在包括湿甲板填充物的直接接触热传送介质部分上方的本发明的翅片管线圈组件的布置的引风蒸发换热器的另一实施例的示意性竖直横截面视图。

[0044] 图 11 是为了清楚起见一些典型部件被移除的在蒸发换热器内包括以间隔配置定位在填充物下方的本发明的翅片管线圈组件的布置的引风逆流蒸发换热器的实施例的示意性竖直横截面视图。

[0045] 图 12 是与其它类型的线圈组件相比的在同等条件下使用如下所述的测试程序的使用本发明的线圈组件的蒸发换热器的多个实施例的测试的结果的图表。

具体实施方式

[0046] 将参照附图描述本发明，其中贯穿几个视图，相同的附图标记指示相同的元件，并且初始地参照图 1- 图 4、图 5A 和图 5B，其示出了翅片管的实施例，连同图 6、图 6A、图 6B 和图 6C，其示出了使用多个翅片管制成的线圈组件的各个实施例，以及图 7，其示出了包含本发明的翅片管的线圈组件的示例性蒸发热交换装置的一个实施例。

[0047] 尽管本发明的优选的实施例使用本发明的翅片管用于蒸发热交换装置中的线圈组件中的全部管子来提供本发明的最大优点和益处（并且在下文中详细描述了实施例），但是本发明的其它实施例包括在线圈组件中利用至少一个本发明的翅片管连同在此线圈组件中的其它非翅片管。优选地多个翅片管，使得至少一些，更优选地大多数，并且最优选地如上所述用于蒸发换热器装置的线圈组件中的全部管子都是本发明的翅片管。当翅片管在此线圈组件中与非翅片管一起使用时，翅片管使用在翅片与非翅片管的任何期望的布置中，但是优选地而非限制性的，翅片管通常可以布置到线圈组件的顶部上并且非翅片管可以在线圈组件的底部上。

[0048] 本发明的基础部件是翅片管 10，优选地但不是排他地以在图 1- 图 4 中最佳看到的蛇形管的形式，形成为当与其它这种翅片管结合到线圈组件 24 中时提供本发明的优点（参见图 6 和图 6A）。线圈组件 24 具有主平面 25，该主平面转而用于诸如例如蒸发换热器 26 的蒸发热交换装置中（参见图 7）。当翅片管 10 是处于蛇形管的优选形式中时，其具有多个大体上直的节段 12，该多个大体上直的节段具有纵轴 13 并且其通过回转弯头 16 相互连接。管子 10 可以由诸如镀锌钢、不锈钢、铜、铝等任何热传导性金属制成。不锈钢和镀锌钢（其中锌涂覆到钢以便在管子装配到线圈组件 24 以后形成镀锌钢）是目前用于大多数蒸发热交换应用的管子 10 的优选的材料。

[0049] 回转弯头 16 可以与节段 12 一体地并且单位地形成以形成管子 10。另选地，翅片可以包括在节段 12 上并且在翅片 20 形成在节段 12 的外表面上以后具有连接器端部 16 的回转弯头 14 可以连接到节段 12 的连接器端部 18。回转弯头 14 的连接端部 16 与形状匹配并且通常地比节段 12 的连接端部 18 的横截面积略微更大，使得该节段的连接端部 18 在配合在回转弯头 14 的连接端部 16 内部，并且可以诸如通过将连接端部 16 与 18 焊接在一起以基本上液体密封并且优选地基本上气体密封的方式方便地基本上密封。另选地，回转弯头 14 的连接端部 16 与形状匹配并且可以比节段 12 的连接端部 18 的横截面积略微更小，使得该节段的连接端部 18 套在回转弯头 14 的连接端部 16 上，并且可以诸如通过将连接端部 16 与 18 焊接在一起以基本上液体密封并且优选地基本上气体密封的方式方便地基本上密封。连接端部 16 和 18 可以具有大体上椭圆形或者其它横截面形状。优选地，为了易于制造与操作，连接端部 16 和 18 具有大体上圆形横截面形状，使得更容易定向并且将连接端部 16 和 18 连接在一起，并且以便可以使用优选地贯穿其弯曲长度从一个连接端部 16 到相对连接端部 16 具有大体上圆形横截面形状的统一回转弯头 14。然而，如果期望的话，诸如用于形成多个大体上水平布置管子 10 的更加紧密包装的线圈组件，回转弯头可以具有大体上椭圆形横截面形状，其中连接器端部 16 之间的回转弯头 14 的本体的椭圆形主轴沿着大体上竖直的方向定向，以用于蒸发换热器内的大部分应用。另选地，回转弯头 14 可以贯穿其长度具有肾形横截面，如果节段 12 的连接端部 18 具有匹配的肾形横截面，那么可以具

有或没有肾形连接端部 16。优选的是在翅片 20 已经被应用到节段以后将回转弯头 14 连接到节段 12，以方便制造。

[0050] 如图 6 和图 6A 中最佳示出的管子 10 装配到线圈组件 24 中，其中管子 10 是蛇形管。通常地，线圈组件 24 具有保持在框架 28 中的大体上长方形的整体形状，并且由多个蛇形管 10 制成，其中节段 12 通常是水平的并且紧密地隔开并且布置在大体上平行于线圈组件 24 的主平面 25 的平面中的各位置中。线圈组件 24 具有连接到流体地连接到线圈组件的蛇形管 10 的入口端的入口歧管或头部 32 的入口 30，以及连接到流体地连接到线圈组件的蛇形管 10 的出口端部的出口歧管或头部 36 的出口 34。尽管入口 30 在线圈组件 24 的顶部示出并且出口 34 在底部示出，但是如果期望的话，入口和出口的定向可以反转，使得入口在底部并且出口在顶部。装配的线圈组件 24 可以作为单位结构被移动与传送，使得如果期望的话，如果其部件由钢制成，其可以浸渍在锌槽中以使整个线圈组件镀锌。

[0051] 图 6B 是使用本发明的翅片管 10 制成的示例性线圈组件 24 的另一个另选实施例的示意性侧视图，其中翅片管 10 是跨主平面 25（未示出）延伸的大体上直的管。在该实施例中，用于内部热传送或处理流体的入口 30 连接到入口歧管或头部 32。内部流体从入口歧管或头部 32 流入到在一端流体连接到上级处的内部歧管或头部 32 的多个翅片管 10，并且流入到上级翅片管 10 的相对端流体地连接到其的第二上端歧管或头部 33A。内部流体然后从第二上端歧管或头部 33A 通过在一端流体连接到第二上端歧管或头部 33A 的下级翅片管 10 流入到翅片管 10 的相对端流体地连接到其的第三中间歧管或头部 33B。从第三中间歧管或头部 33B，内部流体流入到在一端流体地连接到第三中间歧管或头部 33B 的更下级翅片管 10 中并且流入到翅片管 10 的相对端流体地连接到其的第四下端歧管或头部 33C。然后内部流体从最下级翅片管 10 的一个端部流体地连接到其的第四下端歧管或头部 33C 流到翅片管 10 的相对端流体地连接到其的出口歧管或头部 36。用于内部热传送或处理流体的出口 34 连接到出口歧管或头部 36。如上所述关于图 6 和图 6A 的实施例，如果期望用于特定的用途的话，内部流体的流动可以反转，使得所述入口 30 可以是出口并且所述出口 34 可以是入口。

[0052] 图 6C 是利用本发明的翅片管 10 制成的示例性线圈组件 24 的另选实施例的示意性侧视图，其中翅片管 10 是跨主平面 25（未示出）延伸的大体上直的管并且直接地在相应的相对端流体地连接到入口歧管或头部 32 和出口歧管或头部 36。用于内部热传送或处理流体的入口 30 连接到入口歧管或头部 32。用于内部热传送或处理流体的出口 34 连接到出口歧管或头部 36。如上所述关于图 6、图 6A 和图 6B 的实施例，如果期望用于特定的用途的话，内部流体的流动可以反转，使得所述入口 30 可以是出口并且所述出口 34 可以是入口。

[0053] 图 6 和图 6A 中示出的翅片管 10 的节段 12 以及如图 6B 和图 6C 中示出的大体上直的翅片管 10 具有优选地是螺旋翅片的与节段 12 的外表面接触的外部翅片 20。翅片可以是有锯齿的，可以具有起伏或波纹或者可以具有任何其它期望的公知结构。如果期望的话，轴套 22 可以与翅片 20 一体地与单位地形成，其中轴套 22 提供比如果仅翅片 20 的边缘与管子 10 或节段 12 的外表面接触的与管子 10 或节段 12 的表面的更大表面积的直接和稳固的接触。翅片 20 和轴套 22 可以利用商业上可获得的装置以对于那些涉及制造翅片管并且特别地螺旋翅片管的已知的方式同时地形成在管子 10 或节段 12 上。另选地，具有或不具有轴套 20 的翅片 20 可以单独地应用到管子 10 或节段 12 的外表面上，并且然后诸如通过

焊接固定到位，但是这是将翅片 20 应用到管子 10 或节段 12 的昂贵且劳动密集的方式。

[0054] 优选地，通过传统的装置将翅片 20 以连续的方式螺旋地应用到管子 10 或节段 12。翅片 20 由如在用于管子 10 中使用的相同类型的金属带形成，并且当管子 10 或节段 12 通过螺旋翅片形成装置沿其纵轴 13 纵向前进并且围绕其纵轴 13 旋转时，带从带源以一定速率和方式供给以螺旋地包围在管子 10 或者节段 12 周围。由于翅片 20 包围在管子 10 或节段 12 周围，翅片 20 的内部半径屈曲而外部半径不这样，其在翅片自身中形成小的波纹或缺口 (indentation)。该屈曲以规则、重复过程以从左到右模式发生，以在用于形成翅片的材料的平面内部和外部形成起伏，非如图 2 和图 3 中示出的那样。

[0055] 如果轴套 22 是期望的，则如在用于管子 10 中使用的相同类型的金属带从带源以一定速率和方式供给以纵向地弯曲以提供成为轴套 22 的平坦部分以及成为翅片 20 的竖直部分。当节段 12 通过螺旋翅片形成装置沿着其纵轴 13 纵向前进并且围绕其纵轴 13 旋转时，弯曲金属带螺旋地包围在节段 12 周围。当金属条带螺旋地施加到该节段以形成具有轴套 22 的翅片 20 时，翅片 20 通常地在它们的平面内与外具有起伏，而不是如图 2 和图 3 中所示的便于容易说明的直的，同时轴套 22 抵靠节段 12 的表面是平坦的，起因于在将金属条带应用于使节段前进和旋转过程中的金属变形。

[0056] 图 5A 和图 5B 示出了相应的第一和第二实施例，相应地对于图 5A 和图 5B，沿着图 1 的实施例的线 5-5 所取的、线圈组件 24 的多个管子 10 的四个蛇形管管 10A 或 10B 的一部分的部分地侧视图并且部分地竖直横截面视图。如示出的，从图 5A 和图 5B 的每个的左手侧开始，相对于其下一个大体上水平相邻的第一和第三管子，第二和第四管子以优选的定向示出为高度交错或者竖直地（如示出的，下部）。图 5A 和图 5B 还示出了图 5A 中的蛇形管 10A 的大体上椭圆形节段 12A 以及图 5B 中的蛇形管 10B 的大体上椭圆形节段 12B 的主轴的定向的另选实施例。此外，图 5A 和图 5B 的实施例彼此类似。在图 5A 和图 5B 中，出于清楚的原因，图 1 的横截面选择为使得翅片未示出或者描述，但是大体上椭圆形节段的主轴和短轴的定向应该理解为与翅片节段 12 的整个长度相关直到它们与回转弯头 14A 和 14B 连接或与其单位地形成。尽管回转弯头 14A 和 14B 中的每个都示出为具有圆形横截面形状，但是如上所述，回转弯头 14A 和 14B 可以另选地具有大体上椭圆形的横截面形状、大体上肾形横截面形状、或者其它横截面形状。为了容易解释，大体上椭圆形翅片节段 12A 和 12B 的主轴的定向将要在如在图 6 和图 6A 中示出的实施例中显示的蛇形管 10 的优选的实施例中进行描述，但是原则上，相同的定向是可以的并且优选地被设置用于在诸如图 6B 和图 6C 中示出的线圈组件的线圈组件中使用的大体上直的和大体上椭圆形的翅片管 10。

[0057] 在图 5A 和图 5B 中，相邻管子的节段 12A 或 12B 在大体上平行于线圈组件 24 的主平面 25 的平面内大体上竖直地彼此隔开在相应的上大体上水平位置 L1A 和 LIB 处以及相应的下大体上水平位置 L2A 和 L2B 处，因此，相邻管子 10A 或 10B 的节段 12A 或 12B 在大体上平行于主平面 25 的平面中，并且相对于彼此大体上竖直地交错并且间隔开以形成多个交错的大体上水平的位置，其中每个其它节段在大体上平行于主平面 25 的相同的大体上水平位置中对准。

[0058] 在图 5A 的第一实施例中，大体上椭圆形节段 12A 在管子 10A 相对于图 4 中的管子 10 所示出的大体上竖直定向时使得其主轴大体上竖直地对准并且大体上平行于回转弯头 14A 的平面。该对准或定向不考虑是否该节段在上大体上水平竖直位置 L1A 或者下水平位

置（诸如下一个相邻大体上水平位置 L2A）上。

[0059] 在图 5B 的第二实施例中，当管子 10B 相对于图 4 中的管子 10 所示出的大体上竖直定向时，大体上椭圆形节段 12B 使得在不同的下一相邻大体上水平位置 LIB 和 L2B 上的管子 10B 的主轴相对于回转弯头 14B 的平面沿着相对的方向成角度。如图 5B 中所示，在其中节段 12 的主轴在相邻水平位置上沿着相对的方向定向的一个优选的实施例中，在第一大体上水平位置 LIB 上的所有主轴与回转弯头的平面所成的角度都约为 20° 并且在下一个相邻大体上水平位置 L2B 上的全部主轴与回转弯头的平面所成的角度约为 340° 。在该构造中，每个水平位置 LIB，全部节段 12B 的主轴都沿着相同的角度方向定向并且在下一个相邻的较低位置 L2B 上，全部节段的主轴沿着相同的角度方向定向，但是沿着从位置 LIB 中的主轴的角度方向的相对的角度方向。在主轴在相邻水平位置上沿着相对的方向成角度的情况下，它们有时称作“齿牙花边 (ric-rac)”布置或定向，并且该术语在下面的表格中使用以指出这种类型的布置或定向。然而，如果期望的话，在每个位置 LIB 或 L2B 上，在相同的大体上水平位置内的节段的主轴可以沿着相对的方向成角度。

[0060] 因此，如在图 5A 和图 5B 中示出的，在第一大体上水平位置 LIA 或 LIB 上的翅片节段 12A 或 12B 的主轴相应地可以与回转弯头的平面成 0° 到约 25° 并且相应地在下一个相邻大体上水平位置 L2B 或 L2A 上的翅片节段 12B 或 12A 的主轴的角度相应地可以是与回转弯头的平面成约 335° 到 360° 。图 4 示出了如相对于图 5B 描述的用于完全的蛇形管 10 的翅片节段 12 的相对地成角度的主轴。

[0061] 回转弯头 14、14A 和 14B 示出为横截面大体上是圆形的。回转弯头的圆形横截面的外径基本上等于是具有大体上椭圆形横截面的节段 12、12A 和 12B 的主轴和短轴的长度的平均值的标称管子外径。优选地，但是没有限定，回转弯头的外径和标称管子外径是约并且优选地基本上 1.05 英寸 (2.67cm)，其中形成节段 12 和回转弯头 14 的管子的壁厚约是 0.055 英寸 (0.14cm)。大体上椭圆形管子 10 或节段 12，12A 和 12B 的短轴是标称管子外径的约 0.5 到约 0.9 倍，并且优选地是约 0.8 倍。因此，具有 1.05 英寸 (2.67cm) 的标称管子外径的大体上椭圆形直管 10 和节段 12、12A 和 12B 将具有约并且优选地基本上 0.525 英寸 (1.334cm) 到约并且优选地基本上 0.945 英寸 (2.4cm)，并且优选地约并且优选地基本上 0.84 英寸 (2.134cm) 的短轴长度。具有这些尺寸的管子 10 已经被发现在适当的内径或尺寸间具有良好的平衡以允许以任何期望气体或液体的形式的处理流体容易地在管子 10 内流动，这种处理流体到管壁的接近以便通过带有具有大的有效表面积的椭圆形横截面形状的管子的壁的良好的热传送，以及用于提供适当数量的管子 10 以便包装到线圈组件 24 中的能力。该管子坚固、耐用并且当以蛇形形式时，能够容易地工作，包括连接节段 12 与回转弯头 14 并且布置在线圈组件 24 内。根据环境以及蒸发换热器（诸如蒸发换热器 26，其中布置有本发明的翅片管 10）的打算的用途，管子 10 的尺寸和横截面形状可以极大地改变。

[0062] 线圈组件 24 内具有大体上椭圆形横截面形状的管子 10 或具有大体上椭圆形横截面形状的节段的间距与定向对于包含线圈组件 24 的蒸发换热器的性能是重要的因素。如果节段 12 之间的间距太紧密，在线圈组件内流动通过以及湍流混合的空气和水将会被不利地影响并且将需要具有更大马力的风扇并且将会存在增加的压降。如果节段 12 之间的间距 12 太大，那么就会具有线圈组件 24 的主平面 25 的每表面积的较少的管子，减少热传送能力，并且可能存在不充分，如例如空气和水的混合不充足，不利地影响蒸发的程度，并

且由此不利地影响热交换。特别地相对于节段的主轴的角度的节段 12 的定向还影响与它们一起使用的蒸发热交换器的热交换能力。

[0063] 节段 12 的外表面周围的翅片 20 的间距是至关重要的。如果翅片间距太近（例如，每英寸太多翅片），则外部热交换液体与空气有效地湍流混合的能力被不利地影响并且翅片 20 可能阻挡线圈组件的外部的空间，使得需要更大的鼓风机功率。类似的考虑涉及翅片的高度（从翅片 20 的基部接触节段 12 的外表面的近点与翅片的远端之间的距离）的关键确定。尽管较高的翅片具有蒸发水可以涂覆的更大的表面面积，但是较长的翅片可能阻挡空气通道。较厚的翅片 20 也具有类似的关键考虑。较厚的翅片更耐久并且能够更好地经受水和空气的力，并且在当它们通过线圈组件时可以夹带其它材料，但是较厚的翅片还可能阻挡水或空气通过线圈组件的流动并且可能制造更昂贵。全部这些因素都不利地影响性能。

[0064] 如果翅片间距太大（例如，每英寸没有足够翅片），将不存在用于蒸发水涂覆的足够数量的翅片 20 的优点并且可能存在对负责有效蒸发的水和空气的期望的混合的不利影响。由于没有将要涂覆以水的足够的翅片结构，以及可能存在水和空气的较少混合，因此当翅片高度太低时存在类似的考虑。较薄的翅片可能不会足够持久地经受它们在蒸发换热器中受到的恶劣的环境，并且如果翅片太薄，当它们受到冲击它们的水与空气二者的力时它们可能在操作过程中弯曲，不利地影响水和空气二者的流动。此外，并且更重要地，较薄的翅片传送较少的热。

[0065] 本发明是考虑到管子形状、定向、布置和间距、以及翅片间距、高度和厚度的上述因素构思与开发的，全部这些都要仔细地平衡，并且其是要求相当大的测试和试验的困难的工作。根据该工作，管子形状、布置、定向和间距，以及翅片间隔、高度和厚度的适当的参数被确定。

[0066] 将参照图 5A 和图 5B 主要地描述在线圈组件 24 与蒸发换热器内的具有其节段 12 和回转弯头 14 的管子 10 的定向和间距。大体上是水平的（其将大体上平行于图 6 中的主平面 25）并且与节段 12，12A 和 12B 的纵轴 13 大体上正交的中心到中心间距 D_H 是标称管子外径的基本上 100％到基本上 131％，优选地基本上 106％到基本上 118％，并且更优选地基本上 112％。竖直直管或节段间距 D_V 对于蒸发换热器的性能来说不如水平管或节段间距 D_H 那么重要。节段 12，12A 和 12B 具有基本上 110％到基本上 300％的标称管子外径，优选地基本上 150％到基本上 205％标称管子外径，并且更优选地基本上 179％的标称管子外径的大体上竖直的中心到中心间距。大体上竖直的中心到中心间距相应地通过上大体上水平的位置 LIA 和 LIB 和下大体上水平的位置 L2A 和 L2B 之间的距离 D_V 指示。

[0067] 这些参数可以如下应用到当前优选的实施例，其中标称管子外径基本上 1.05 英寸 (2.67cm)。翅片直管 10 或蛇形翅片管 10 的节段 12，12A 和 12B 的中心到中心间距 D_H 将为基本上 1.05 英寸 (2.67cm) 到基本上 1.38 英寸 (3.51cm)，优选地基本上 1.11 英寸 (2.82cm) 到基本上 1.24 英寸 (3.15cm)，并且更优选地基本上 1.175 英寸 (2.985cm)。翅片管 10 或翅片节段 12、12A 和 12B 将具有基本上 1.15 英寸 (2.92cm) 到基本上 3.15 英寸 (8.00cm)，优选地基本上 1.57 英寸 (3.99cm) 到基本上 2.15 英寸 (5.46cm)，并且更优选地基本上 1.88 英寸 (4.78cm) 的大体上竖直的中心到中心间距 D_V。在一些实施例中，翅片管 10 或翅片节段 12，12A 的主轴基本上竖直地定向，使得它们大体上平行于如图 4 中示出的

回转弯头 14 的平面。在其它实施例中，翅片管 10 或翅片节段 12B 的主轴可以与回转弯头 14 的平面成大于 0° 到约 25°，并且优选地约 20°，并且在下一个竖直相邻的大体上水平的位置上的翅片管 10 或翅片节段 12B 的主轴与回转弯头 14 的平面所成的角度可以是约 335° 到小于 360°，并且优选地约 340°，以使得翅片管 10 或翅片节段 12 的主轴沿着相对方向在竖直相邻的水平位置上定向。

[0068] 涉及翅片 20 的参数，即沿着节段 12 的纵轴 13 的翅片间距、从节段 12 的外表面的翅片高度以及翅片厚度根据本发明如下。

[0069] 翅片 20 优选地是螺旋翅片并且沿着节段 12 的纵轴 13 具有每英寸 (2.54cm) 基本上 1.5 到基本上 3.5 个翅片，优选地每英寸 (2.54cm) 基本上 2.75 到基本上 3.25 个翅片并且更优选地每英寸 (2.54cm) 基本上 3 个翅片。另选地表述，翅片之间的中心到中心的距离因此是相应地基本上 0.667 英寸 (1.694cm) 到基本上 0.286 英寸 (0.726cm)，优选地基本上 0.364 英寸 (0.925cm) 到基本上 0.308 英寸 (0.782cm)，并且更优选地基本上 0.333 英寸 (0.846cm)。

[0070] 翅片 20 具有标称管子外径的基本上 23.8％到基本上 36％，优选地标称管子外径的基本上 28％到基本上 33％，并且更优选地基本上 29.76％的标称管子外径的高度。这些参数可以如下应用到当前优选的实施例，其中标称管子外径是基本上 1.05 英寸 (2.667cm)。在本实施例中，翅片 20 具有基本上 0.25 英寸 (0.635cm) 到基本上 0.375 英寸 (0.953cm)，优选地基本上 0.294 英寸 (0.747cm) 到基本上 0.347 英寸 (0.881cm)，并且更优选地 0.3125 英寸 (0.794cm) 的高度。

[0071] 翅片 20 具有基本上 0.007 英寸 (0.018cm) 到基本上 0.020 英寸 (0.051cm)，优选地基本上 0.009 英寸 (0.023cm) 到基本上 0.015 英寸 (0.038cm)，并且更优选地基本上 0.01 英寸 (0.025cm) 到基本上 0.013 英寸 (0.033cm) 的厚度。如上面在“定义”部分中指出的，用于翅片的厚度的尺寸是用于在翅片管自身或包含它们的任何线圈组件的任何后面的处理之前的翅片管上的翅片。其中翅片管或线圈组件经受后面处理，通常地通过对钢翅片管镀锌或者更通常地，对包含它们的整个线圈组件镀锌，翅片的厚度通过在镀锌过程中涂覆的锌涂层的厚度增加。此外通常地，在镀锌以后的翅片在接近管子的外表面的基部比远离管子的外表面的翅片的尖端更厚。因为翅片在镀锌以后更厚，因此翅片之间的间距相应地减小。通常地这不涉及蒸发换热器的热性能或热能力的考虑并且镀锌的生锈或者其它腐蚀抑制在提供翅片管和线圈组件时是重要的，其比如果它们未被镀锌具有更长的寿命。

[0072] 诸如在图 6、图 6A、图 6B、图 6C 中示出的任何期望构造的线圈组件 24 然后被安装到诸如如图 7 中示出的蒸发换热器 26 的蒸发换热器装置中。蒸发换热器具有多个变化的构造，并且在图 7- 图 11 中示意性示出了几个。本发明的线圈组件 24 可以在其中使用的通常的蒸发换热器是（例如，没有限定地）几个从艾威普科公司可获得的诸如模型 ATWB 或 ATC 的任何一个，其可以包括在艾威普科公司的美国专利 4755331 中公开的部件和操作。蒸发热交换装置尽管具有多种变型，但是具有初始地参照图 7 的下面描述的基本结构和操作。

[0073] 图 7 是引风逆流蒸发换热器 26 的实施例的示意性竖直横截面视图，其中水大体上地竖直向下流动并且空气大体上竖直向上地流动通过集气室与线圈组件，包括在蒸发换热器内的本发明的两个翅片管线圈组件 24 的布置。蒸发换热器 26 具有包围具有大体上竖直的纵轴 42 的集气室 40 的壳体 38。一个或多个线圈组件 24 安装在集气室 40 内使得每个线

圈组件的主平面 25 都与集气室的纵轴 42 大体上地正交。通过这种方式，在使用如图 4 中所示的蛇形管 10 并且如图 7 中示出的线圈组件中的管子 10 的大体上竖直对准指示的优选实施例中的回转弯头 14 的大体上竖直的平面也大体上地与线圈组件 24 的主平面 25 正交并且平行于集气室的纵轴 42。根据该对准，管子 10 的翅片节段 12 连同其纵轴 13 也在平行于线圈组件 24 的主平面 25 并且与集气室 40 的纵轴 42 大体上正交的大体上水平的交错平面中。如果大体上直的翅片管 10 如图 6B 和图 6C 中示出的使用，则具有其纵轴的翅片管也在平行于线圈组件 24 的主平面 25 并且大体上与集气室 40 的纵轴 42 正交的大体上水平的交错平面中。

[0074] 空气从围绕换热器 26 的周围大气经由入气口 44 流动，其可以并且优选地具有散热孔，或者更优选地可选择性地打开与关闭的进气风阀 45，其可以根据多种大气与操作情况以公知的方式关闭或者部分地或完全地打开并且防止集气室 40 包含不期望的物体。在图 7 的实施例中，空气被抽入到集气室 40 中，经过线圈组件 24 并且通过定位在出气口壳体 50 中的鼓风机的动作离开出气口 46。在该实施例中鼓风机示出为以推进器风扇的形式的风扇 48，其优选地用作引风风扇以从周围环境抽入空气。诸如离心风扇的其它类型的风扇可以是，但是通常地不用作引风风扇。格栅或筛网（未示出）被布置在风扇 48 上方以便安全并且保持碎屑远离风扇并且在蒸发换热器 26 的外部。

[0075] 蒸发换热器 26 的底壁，与邻近的前壁、后壁和侧壁一起，限定用于水或其它外部热交换液体的贮槽 (sump)52。如果期望的话，可以包括具有适当阀的排放管和具有适当阀（其均未示出）的填充管以便排放以及填充或者再充满贮槽 52。在贮槽 52 里的水循环到液体分配器组件 54，其当打开时经由喷嘴，管子中的孔或者经由其它已知的装置与技术分配水作为在线圈组件 24 上的蒸发热传送液体。分配器组件 54 连接到在另一端部流体地连接到贮槽中的水的导管 56 的一个端部。通常地当泵 58 打开以将水从贮槽 52 通过导管 56 泵送到分配器组件 54 时，分配器组件 54 被致动或者打开。

[0076] 蒸发热交换器 26 还优选地包括在液体分配器组件 54 上方与风扇和出气口 46 下方的除水器 (drift elimimator)60。除水器非常显著地减少了夹带在离开出口 46 的空气中的水滴或雾。在商业上可获得各种材料的多种除水器。当前优选的除水器是如在艾威普科公司的美国专利 6315804 中公开的来自艾威普科公司的可获得的 PVC 除水器，其公开由此通过引用的方式整体包含于此。

[0077] 在操作中，当空气通过入气口 44 以及任何相关的散热孔或风阀 45 抽入到集气室 40 中时，其还通过线圈组件 24 抽入。水通过液体分配器 54 在线圈组件上方 24 分配。由于空气向上地行进通过线圈组件 24，其与水混合，具有如由具有带有上面公开的特性、尺寸和参数的翅片 20 的翅片节段 12 的定向和布置提供的适当程度的湍流。水涂覆管子 10 的外表面，包括具有大体上椭圆形横截面形状的节段 12 以及翅片 20。空气致使水蒸发，由此使水冷却，以使得冷却水与线圈组件的管子 10 和内部包含在管子 10 内的处理流体交换热，水最终地经过线圈组件 24 并且在贮槽 52 中收集，并且通过泵通过导管 56 再循环到液体分配器 54 中。具有任何夹带水的空气都被向上地抽入通过除水器 60，从而在空气被通过风扇 48 通过出气口 46 排出以前，大部分，并且优选地几乎全部的水都从空气流移除。

[0078] 如上面指出的，具有本发明的翅片管 10 的线圈组件 24 可以在大量种类和类型的蒸发热交换装置中使用。图 8- 图 11 示意性示出了此多种蒸发换热器的小样本，为了清楚

起见图 7 中示出的一些通常的部件被移除。在图 8- 图 11 中，被示出的与在图 7 中的那些相同的部件未被再次描述，但是通过与在图 7 中使用的类似的数字进行标识，除了使用对与图 8- 图 11 中的每个的实施例共用的字母标记之外，其中例如，线圈组件 24A 在图 8 中的蒸发换热器 26A 中使用，线圈组件 24B 在图 9 中的蒸发换热器 26B 中使用，线圈组件 24C 在图 10 的蒸发换热器 26C 中使用，并且线圈组件 24D 在图 11 的蒸发换热器 26D 中使用。在前面附图中未使用的任何新部件通过不同的数字标识。

[0079] 图 8 是强制通风逆流蒸发换热器 26A 的实施例的示意性竖直横截面视图，其在蒸发换热器的集气室 40A 内包括本发明的两个翅片管线圈组件 24A 的布置。这里，与图 7 的引风蒸发换热器 26 相比，替代使用安装在出气口壳体 50 中的推进器风扇 48，图 8 的强制通风蒸发换热器 26A 使用离心风扇 62 类型的鼓风机强制空气通过覆盖入气口的筛网 47 进入壳体 38A 内的集气室 40A。空气然后被大体上竖直地向上地推动并且通过线圈组件 24A，水通过其大体上竖直向下地流动。此后，空气移动通过除水器 60A 并且通过出气口 46A 移动到蒸发换热器 26A 的外部。离心风扇 62 通常被安装在邻近通常被筛网覆盖的入气口的壳体 38A 的一侧的下部内。在图 8 中未示出用于水的贮槽，但是可以存在于线圈组件 24A 的下方以使得阻挡贮槽中的水到达离心风扇。

[0080] 图 9 是引风蒸发换热器 26B 的实施例的示意性竖直横截面视图，包括在蒸发换热器的集气室 40B 内的直接定位在包括下述湿甲板填充物 64 的直接接触热传送介质部分下方的本发明的翅片管线圈组件 24B 的布置。在图 9 的蒸发换热器 26B 中，空气通过入气口 44B 和任何相关的散热孔或风阀 45B 抽入到集气室 40B 中，在那里入气口 44B 横向地邻近线圈组件 24B。图 9 的蒸发换热器 26B 与图 7 的蒸发换热器 26 在第一个方面不同，在于空气沿着相对于外部地通过线圈组件 24B 的水的大体上竖直向下地流动的大体上正交、横穿或水平的方向被通过线圈组件 24B 抽入，在工业上称作交叉流动布置。与在逆流布置中外部地通过的图 7 的线圈组件 24 的空气和水的混合和湍流相比，在交叉流动布置中外部地通过线圈组件 24B 的空气和水的混合和湍流略微不同于但是仍然非常有效。

[0081] 图 9 的蒸发换热器 26B 在第二个方面与图 7 的蒸发换热器 26 不同，在于图 9 的蒸发换热器 26B 包括包含在液体分配器 54B 下方的和线圈组件 24B 上方的湿甲板填充物 64 的直接接触热交换部分，其在湿甲板填充物 64 内空气流和蒸发水或其它冷却液体相互直接接触并且通过某种期望程度的湍流混合时提供了直接的蒸发热交换，导致了额外的蒸发冷却。在湿甲板填充物 64 中的空气和水的湍流混合允许空气与水之间的更大的热传送，但是在湿甲板填充物 64 中的增加的湍流混合的益处不应被更大风扇电机或风扇尺寸或空气流动减小的能量要求的潜在不利效果所压倒。如上面指出的，当确定是否使用与使用何种类型的湿甲板填充物热量传送介质时，在这些因素中存在精细的平衡。这就是为什么湿甲板填充物 64 的使用在使用本发明的线圈组件的蒸发换热器中是可选的。湿甲板填充物可以是任何标准的填充介质，诸如通常是 PVC 的塑料填充物，以及木头或陶瓷填充介质，或者本领域中已知的任何其它填充介质。当前优选的填充物介质是在艾威普科公司的美国专利 5124087 中公开的艾威普科公司的 EVAPAK ® PVC 填充物，其公开通过引用的方式整体包含于此。当使用湿甲板填充物 64 时，如图 9 中所示其可以定位在线圈组件 24B 的上方，或者如图 10 中所示定位在线圈组件 24C 下方，因为在任一位置处，在湿甲板填充物 64 中的额外的热传送将进一步蒸发地冷却排放到贮槽 52B 或 52C 中水。

[0082] 在图 9 的实施例中，散热孔 65 被构建到湿甲板填充物 64 的入口侧中，使得空气可以通过散热孔 65 以如上所述的相对于关于线圈组件 24B 的交叉流动布置的交叉流动方式抽入到湿甲板填充物中。

[0083] 图 9 的蒸发换热器 26B 的实施例如下操作。在蒸发换热器的环境中的周围空气通过入气口 44B 和任何相关的散热孔或风阀 45B 抽入到集气室 40B 中并且以交叉流动的方式外部地通过线圈组件 24B，通过其水在直接接触热交换部分的湿甲板填充物 64 中预冷却，大体上竖直地向下地外部地流动。周围环境的空气也相对于大体上竖直地向下流动通过散热孔 65 的水以交叉流动的方式抽入到湿甲板填充物 64 中，其中水在其与湿甲板填充物 64 下方的线圈组件 24B 接触以前被蒸发冷却。然后空气被从湿甲板填充物 64 抽入到集气室 40B 中。

[0084] 水通过液体分配器 54B 在湿甲板填充物 64 上方分配，其中其在排放到线圈组件 24B 中以前通过与流动通过湿甲板填充物 64 的空气混合初始地蒸发冷却，其在线圈组件 24B 处与空气湍流混合并且此后从线圈组件 24B 排放并被收集在贮槽 52B 中。水从贮槽 52B 通过泵 58B 通过导管 56B 再循环到液体分配器 54B 中。在空气通过出气口 46B 排出以前，在集气室 40B 中的空气与任何夹带的水一起，被通过在出气口壳体 50B 中的风扇 48B 向上地抽取通过除水器 60（在图 9 中未示出）。

[0085] 图 10 是引风蒸发换热器 26C 的另一个实施例的示意性竖直横截面视图，包括在蒸发换热器的集气室 40C 内的直接定位在包括湿甲板填充物 64C 的直接接触热传送介质部分上方的本发明的翅片管线圈组件 24C 的布置。图 10 的蒸发换热器 26C 的实施例如下操作。在蒸发换热器的环境中的周围环境空气的一部分通过在装置的顶部的在线圈组件 24C 上方对准的入口 44C 抽入到装置中并且沿着与通过液体分配器 54C 在线圈组件上方分配的水的流动一致的大体上竖直方向向下地外部流动通过线圈组件，周围环境空气的另一个部分也通过包含湿甲板填充物 64C 的直接接触热交换部分通过可选散热孔 65C 抽入到装置中。行进通过湿甲板填充物 64C 的空气以交叉流动的方式移动到从线圈组件 24C 大体上竖直排放的水。

[0086] 在排放到并且通过湿甲板填充物 64C 之前，水被通过液体分配器 54C 在线圈组件 24C 上方分配，在那里其与并存的流动空气混合，从而在线圈组件中被蒸发地冷却，与线圈组件交换热量。在湿甲板填充物 64C 中，水被进一步与交叉流动的空气湍流地混合，在那里其被进一步蒸发地冷却，并且此后被从湿甲板填充物 64C 排放并且收集在贮槽 52C 中。水从贮槽 52C 通过泵 58C 通过导管 56C 再循环到液体分配器 54C 中。在空气通过出气口 46C 排出以前，空气与任何夹带的水一起抽入到集气室 40C 中并且然后通过在出气口壳体 50C 中的风扇 48C 向上地通过除水器 60（在图 10 中未示出）。

[0087] 图 11 是引风逆流蒸发换热器 26D 的实施例的示意性竖直横截面视图，包括在蒸发换热器中的壳体 38D 中的集气室 40D 内的湿甲板填充物 64D 下方以间隔构造定位的翅片管线圈组件 24D 的布置。

[0088] 图 11 的蒸发换热器 26D 的实施例如下操作。在蒸发换热器的环境中的空气被通过入气口 44D 以及任何相关的散热孔或风阀 45D 抽入到集气室 40D 中，并且然后相对于大体上竖直向下通过湿甲板填充物 64D 流动的水以逆流的方式抽入到湿润甲板填充物 64D 中。定位在湿甲板填充物 64D 上方并且在除水器（图 11 中未示出）下方的液体分配器 54（在

图 11 中未示出）在湿甲板填充物 64D 上方分配水，在那里其与空气湍流混合，从而被蒸发地冷却。然后，在排入并且在贮槽 52D 中收集以前，冷却的水在线圈组件 24D 上方排放，与线圈组件 24D 交换热。如果期望的话，从湿甲板填充物 64D 排放的水可以集中以直接地在线圈组件 24D 上方流动，如艾威普科公司的美国专利 6598862 公开的，该公开通过引用的方式整体地包含于此，以便更有效地将冷却水引导到线圈组件 24D。水从贮槽 52D 通过泵 58（在图 11 中未示出）通过导管 56（在图 11 中未示出）再循环到液体分配器 54 中。在空气通过出气口 4D 排出以前，空气与任何夹带的水一起被通过在出气口壳体 50D 中的风扇 48D 向上地抽取通过除水器。

[0089] 蒸发热交换装置的性能通过通常地但不排他地在冷却过程中的热传送的量进行测量。该测量被几个因素影响。首先，该测量被内部地通过一个或多个装置线圈组件 24 的管子 10 流动的处理流体以及外部地通过线圈组件流动的水或其它冷却液体的量和温度所影响。流动速率利用流动计测量并且利用温度计测量温度。空气流动通过系统的速率与温度以及要求用于驱动把空气移动通过装置的鼓风机 48 的力也是重要的。空气流动通常地通过风力计仪以通过管子的每分钟英尺测量（尽管还可以使用其它的公知的空气流动测量装置），并且通常地通过通常以马力 (HP) 表示的驱动鼓风机的风扇的电机的额定值来确定。

[0090] 在利用具有本发明的翅片管 10 的线圈组件 24 的蒸发热交换装置的一个实施例中，通常地但不是限定地，以水形式的处理流体被泵送到入口 30 中并且以存在于线圈组件中的每个管子约 0.75gpm 到约 16.5gpm 并且优选地约 10gpm 每管子的速率内部地通过线圈组件流动。通过液体分配器 5 分配的通过水供给管 56 供给的外部地通过一个或多个线圈组件 24 的水的量和速率相对于主平面 25 被确定为线圈平面区域的约 1.5gpm/sq.ft. 到约 7gpm/sq.ft.，并且优选地为约 3gpm/sq.ft. 到约 6gpm/sq.ft。使用具有本发明的的翅片管 10 的线圈组件 24 的蒸发热交换装置通常地，但是没有限定地，具有约每分钟 300 英尺到约每分钟 750 英尺，并且优选地约每分钟 600 英尺到约每分钟 650 英尺的空气流动速率。风扇电机的功率取决于蒸发换热器壳体的尺寸、使用的线圈组件的尺寸、在线圈组件中的管子的数量和构造、使用的线圈组件的数量，任何可选湿甲板填充物的存在和定向，以及若干其它因素，因此对于要求的风扇电机的功率没有可以存在的绝对值。通常地，并且没有限定地，风扇电机的功率在非常宽的范围内变化，诸如在蒸发换热器中使用的线圈组件的约 0.06HP 到约 0.5HP 每平方英尺平面区域，与线圈组件的长度和宽度有同样范围的主要平面 25 的面积相对应。

[0091] 在使用本发明的翅片管线圈组件 24 的蒸发热交换装置中，即使与使用具有带有大体上椭圆形横截面形状但是不含有如在本发明中的翅片 20 的节段 12 的管子的类似线圈组件相比，性能也已经示出为通过增加的空气流动速率而增强。鉴于在本发明的线圈组件 24 中使用的管子 10 的节段 12 上的翅片 20 占据的空间，可能预期的是空气流动速率可能降低，因为翅片 20 可能预期阻挡空气和水的流动，因此当空气流动速率增加时是意外且惊人的。空气流动速率的增加提供了在使用具有本发明的翅片管 10 的线圈组件的蒸发热交换装置中热性能的惊人的增强。

[0092] 将相对于下面的非限定测试程序更加详细地描述使用具有本发明的翅片管的线圈组件 24 的蒸发热交换装置的增强的热性能，由此包括本发明的那些的多种线圈组件在

同等测试条件下被测试。

[0093] 测试程序包括在测试设备中将多种单个线圈组件安装在艾威普科公司模型 ATWB 引风逆流蒸发冷却器中。在图 7 中示出了模型 ATWB 引风逆流蒸发冷却器的一般布置，除了仅使用一个线圈组件 24 替代如图 7 中示出的两个线圈组件 24 以外。测试的线圈组件都具有 6 英尺 (1.83m) 长（对应于以适当间距装配在该长度的框架内的具有带有回转弯头的节段的蛇形管）4 英尺 (1.22m) 宽（对应于以适当间距被包装在该宽度的框架内 37 个相邻管子）的平面区域并且具有带有大体上椭圆形横截面形状的通过具有圆形横截面形状的回转弯头连接的节段 12 的十个大体上水平的行，其中节段的主轴沿着多个方向布置。全部测试线圈组件使用的管子具有具有基本上 1.05 英寸 (2.67cm) 外径的回转弯头并且节段具有基本上 1.05 英尺 (2.67cm) 的标称管子外径，具有 1.0625 英寸 (2.699cm)（在下面表格中以“窄”指示）或 1.156 英寸 (2.936cm)（在下面表格以“宽”指示）的大体上水平的中心到中心间距 D_H 以及约 1.875 英尺 (4.763cm) 的基本上竖直中心到中心间距 D_V。一个测试的线圈组件在节段上不具有翅片 20（在下面的表格中和图 12 的图表中的测试 ID“A”）并且显示对比其它翅片线圈组件的基线。在下面表格中与图 12 的图表中标识的其它测试线圈组件具有具有如这里描述和要求的翅片间距和高度的参数的螺旋翅片 20，并且一些具有不具有如这里描述和要求的翅片间距与高度的参数的螺旋翅片 20。包括翅片的全部线圈组件使用具有相同厚度的翅片，即，0.013 英寸 (0.033cm)，其在这里描述与要求的翅片厚度的范围内。某些其它线圈组件，即，那些具有与下面表格和图 12 的图表中的测试 ID“B”和“C”（在不同设备中测试）和测试 ID“D”（利用 5HP 电机测试）相关的参数，以不同方式测试，但是存在于图 12 的图表中的性能数据是利用工业计算获得的以使来自不同构造的装置的性能数据标准化。线圈组件的性能通过 60gpm 到 360gpm 的内部地通过线圈的变化的水流速率、约 5.9gpm 每平方英尺的外部地通过线圈的水流速率，以及 300 英尺每分钟 (91.44 米每分钟）到 750 英尺每分钟 (228.6 米每分钟）的由 3HP 电机驱动的风扇产生的空气流速进行测试（除了如上所述关于测试 ID“C”）。测试的线圈组件具有如在下表中阐述的参数：

[0094]

测试 ID	主轴定向	D_H 管子间距	翅片	翅片间距（翅片/英寸）	翅片高度（英寸）
A	20 ° & 340° 齿牙花边	宽	否	-	-
B	0 °	宽	是	3	0.25
C	20 ° & 340° 齿牙花边	宽	是	1.5	0.3125
D	0 °	窄	是	3	0.3125
E	20 ° &340° 齿牙花边	宽	是	3	03125
F	0 °	宽	是	3	0.3125
G	20 ° & 340° 齿牙花边	宽	是	1.5	0.5
H	20 ° & 340° 齿牙花边	宽	是	3	0.5

[0095] 图 12 是相对于优选地从 6 到 9.8gpm 每管子的内部处理流体（水）流动速率的在上述程序中阐述的在相同条件下的蒸发换热器中的表格中标识的线圈组件的测试的结果的图表，其中每个管子在图表上的 x 轴图例中标识为“回路”。该图表示出了根据在上千 BTU/ 小时 (MBH) 测量的热传送对比内部地通过线圈组件的以加仑 / 分钟 / 管子 (GPM) 的水流。图 12 中的每个曲线 A 到 H 都与上表的相应的线圈组件 A 到 H 相对应。

[0096] 参照图 12，曲线 A 的基线性能涉及线圈组件 A，具有 20° 到 340° 的齿牙花边主轴节段定向并且没有翅片。在曲线 A 上方的曲线 B 到 F 指示在沿着 X 轴指示的内部水流速率处，该曲线比基线性能具有更好的热性能，具有从曲线 B 到曲线 F 的越来越好的热性能。

[0097] 测试 ID “G”和“H”具有 20° -340° 齿牙花边主轴定向，1.5 和 3 个翅片 / 英寸 (2.54cm) 的相应的翅片间距以及 0.5 英寸 (1.27cm) 的翅片高度（在本发明的翅片高度参数外），具有如相应地通过曲线 G 和 H 指示的一致的低的热性能 (MBH)。

[0098] 通常地说，测试结果示出，大体上椭圆形翅片节段沿着大体上竖直方向 (0°) 的主轴的定向比用于具有相同翅片高度和翅片间距的管子的主轴的齿牙花边定向提供了更好的热性能。然而沿着齿牙花边方向布置主要节段仍提供了具有在本发明的范围内的全部其它参数的线圈组件的热性能的非常显著的增加。对于具有相同定向角的管子，即大体上椭圆形节段的齿牙花边或大体上竖直的定向来说，具有 0.3125 英寸 (0.794cm) 的高度的翅片提供更好的热性能。对于具有其主轴的相同定向角和翅片高度的管子，在本发明的参数内的更小的间距提供了更好的热性能。

[0099] 在图 12 中示出的结果的实际效果在于线圈组件是利用本发明的翅片管制成的，具有管子形状、定向、布置和间距以及翅片间距、高度和厚度的因数的组合，全部这些都必

须仔细地平衡，与具有相同覆盖区（平面区域）的其它线圈组件相比提供热能力和性能的急剧的增加。因此，根据本发明，在上述其它好处和优点中，可以通过提供产生相同的热能力要求的较小的线圈组件制造显著地更成本有效的线圈组件。这不仅对于增加的初始商业销售很重要，而且对于后面的利用本发明的线圈组件的蒸发热交换装置的的更加成本有效的操作也很重要。对于相同平面区域的线圈组件，针对测试的实施例与图 12 中示出的结果，将曲线 F 与基线曲线 A 的结果相比，当在以 8gpm 每管子的内部处理流体（水）的流动速率测量时，图 12 的图表非常显著地示出了直到以 MBH 的约 18.3％的增加的增强的热性能（计算为 504-426 ＝ 78/426x100 ＝ 18.3％）。

[0100] 本领域中的技术人员可以意识到的是在不偏离其广义发明构思的情况下可以对上述的实施例作出改变。因此，应该理解的是，本发明不限于公开的具体的实施例，而是旨在覆盖由所附权利要求限定的本发明的精神和范围内的修改。

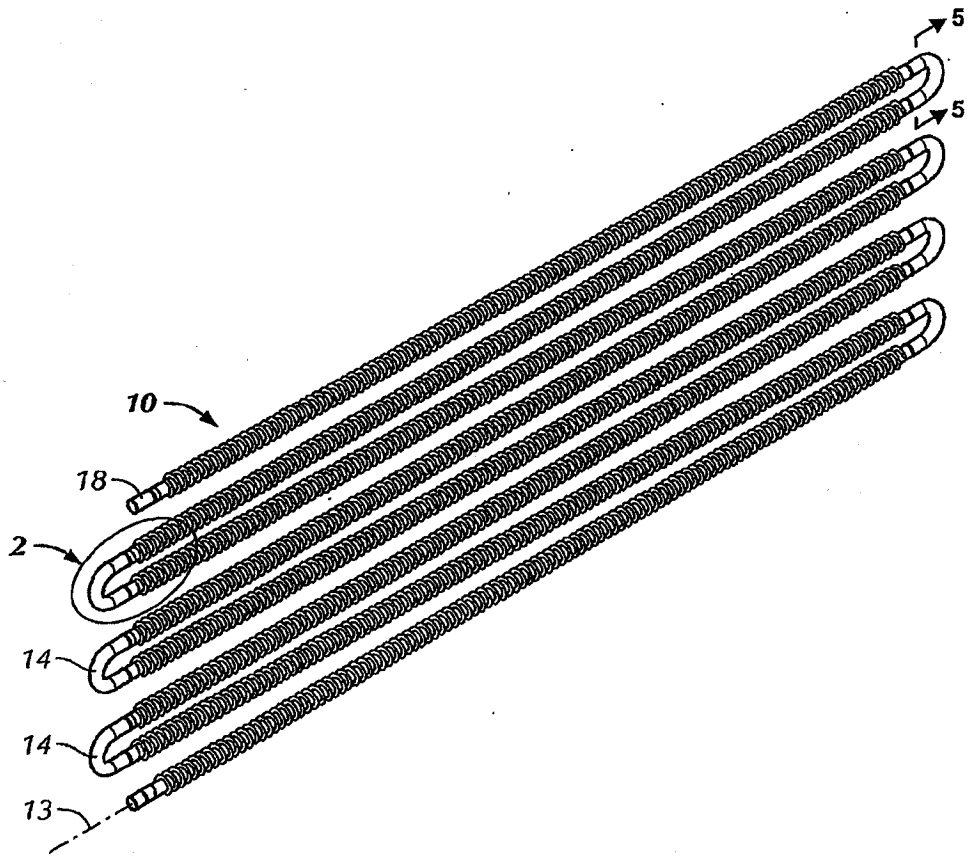


图 1

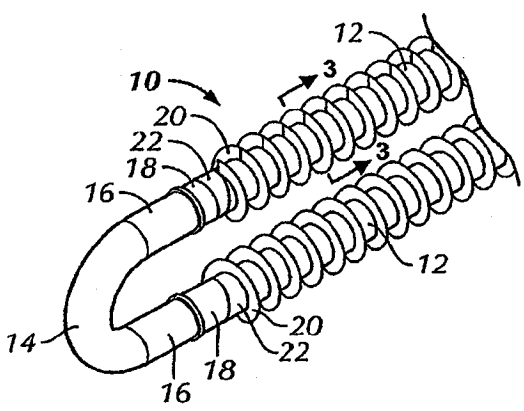


图 2

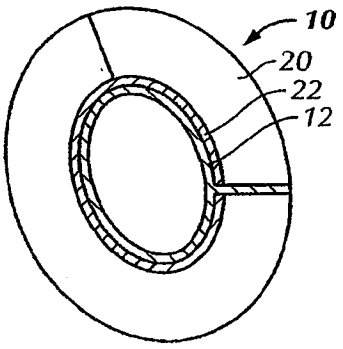


图 3

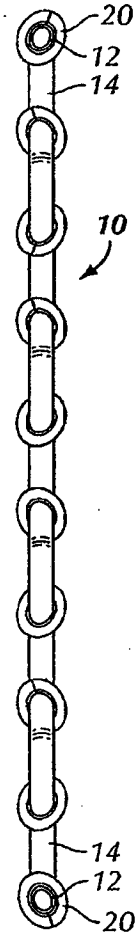

20
12
14
10
14
12
20

图 4

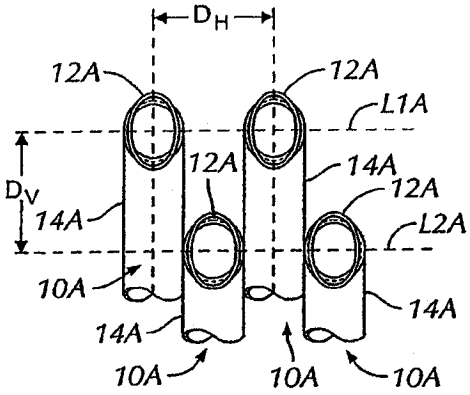

D_H
12A
12A
L1A
12A
14A
D_V
12A
14A
L2A
10A
14A
14A
10A
10A
10A

图 5A

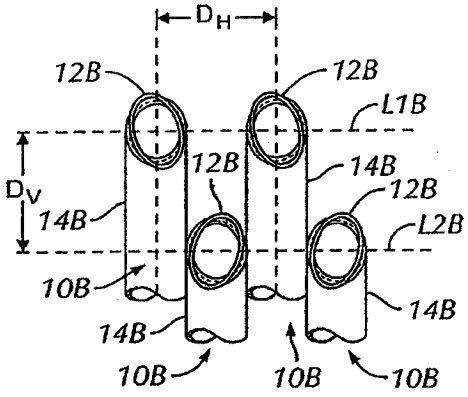

D_H
12B
12B
L1B
12B
14B
D_V
12B
14B
L2B
10B
14B
14B
10B
10B
10B

图 5B

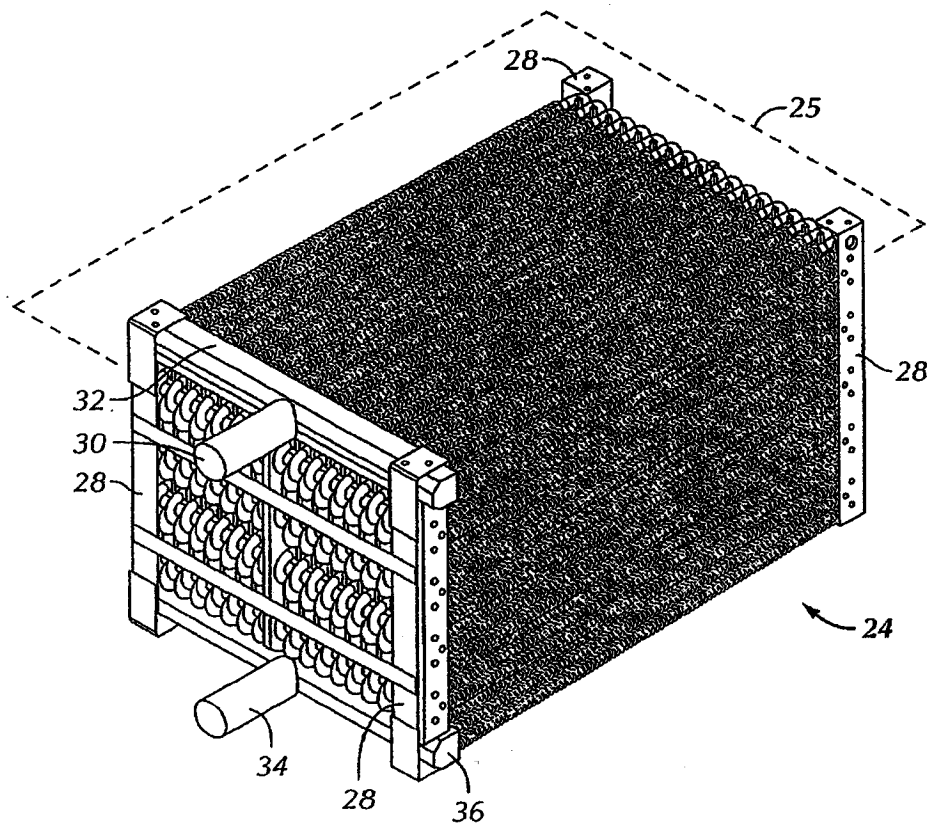


图 6

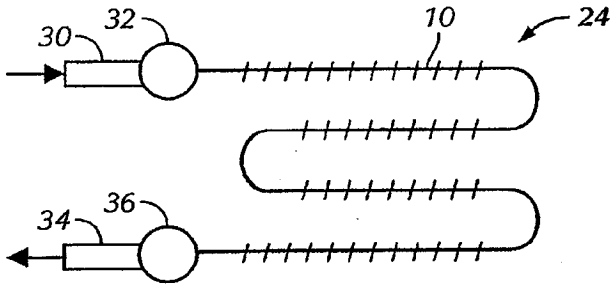


图 6A

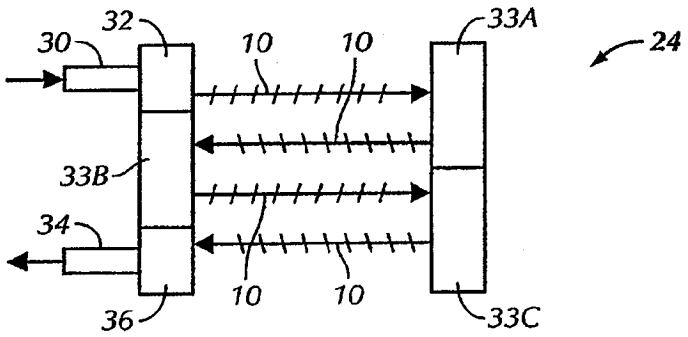

32
30
10
10
33A
24
33B
34
10
10
36
33C

图 6B

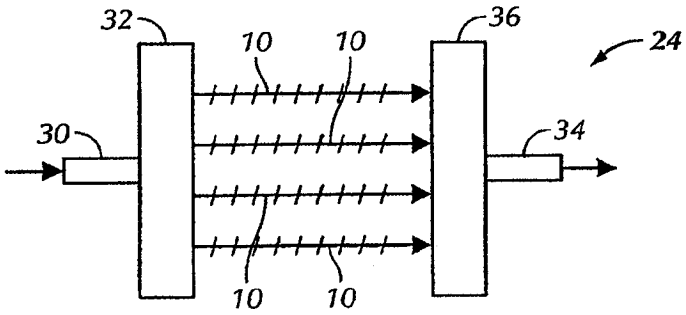

32
10
10
36
24
30
34
10
10

图 6C

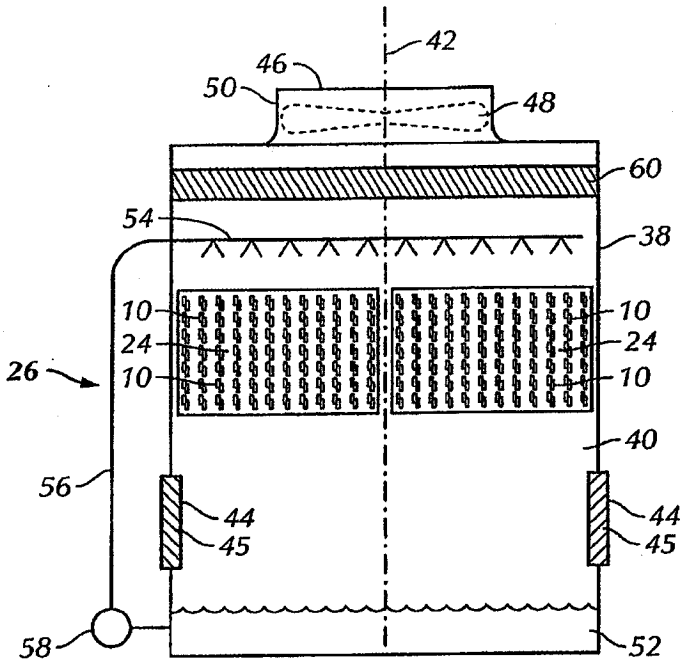

42
46
50
48
60
54
38
10
24
10
10
24
10
26
40
56
44
45
44
45
58
52

图 7

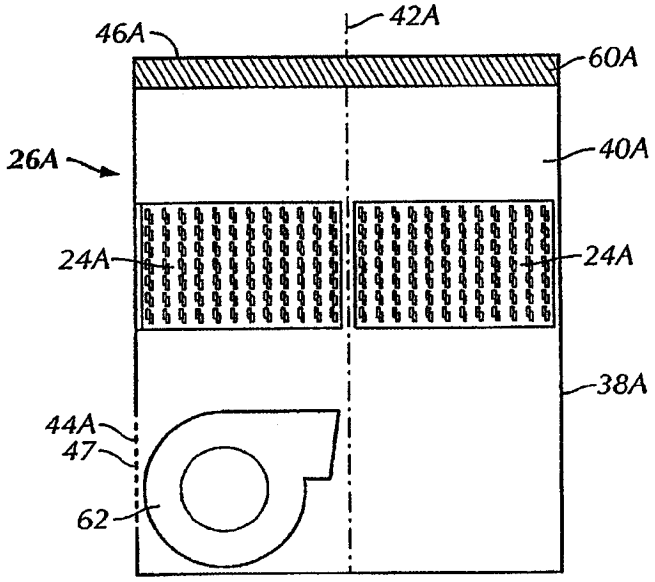

46A
42A
60A
26A
40A
24A
24A
38A
44A
47
62

图 8

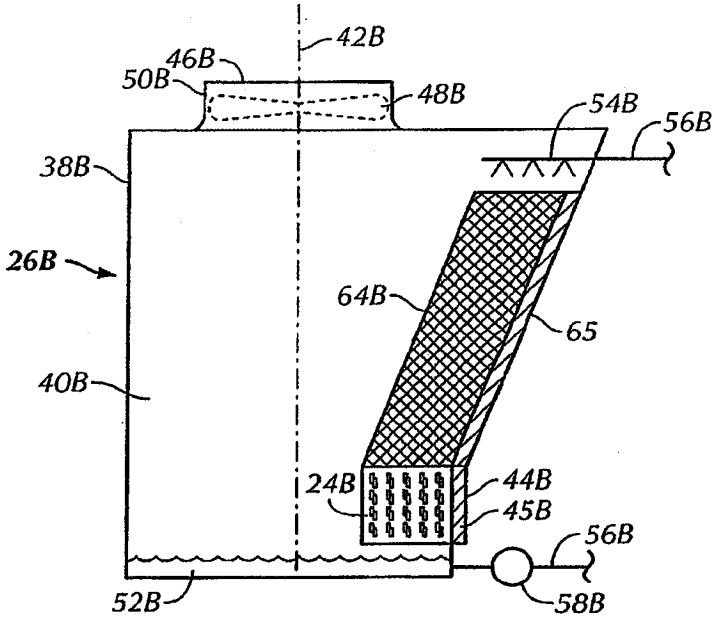

42B
46B
50B
48B
54B
56B
38B
26B
64B
65
40B
24B
44B
45B
56B
52B
58B

图 9

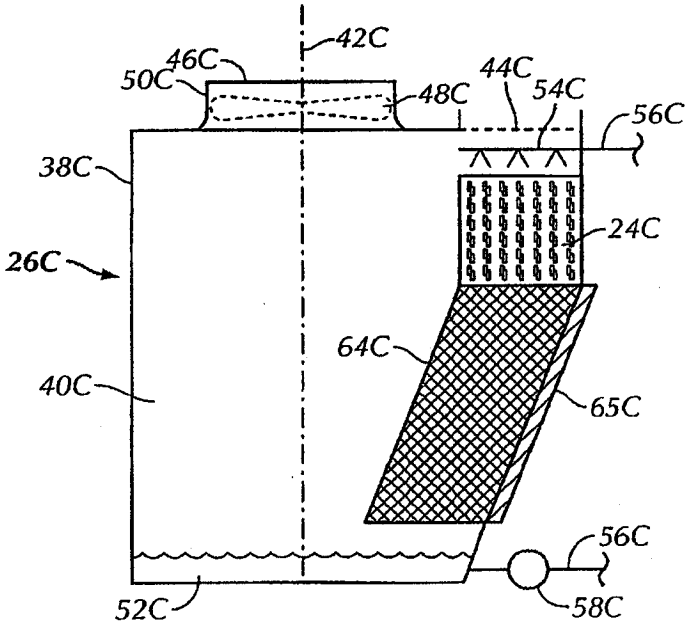

42C
46C
50C
48C
44C
54C
56C
38C
24C
26C
64C
40C
65C
56C
52C
58C

图 10

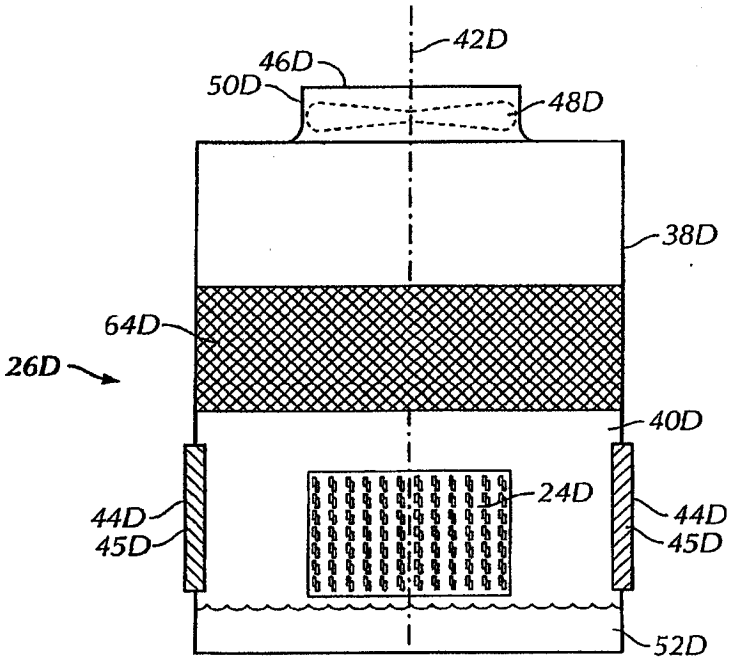

42D
46D
50D
48D
38D
64D
26D
40D
24D
44D
45D
44D
45D
52D

图 11

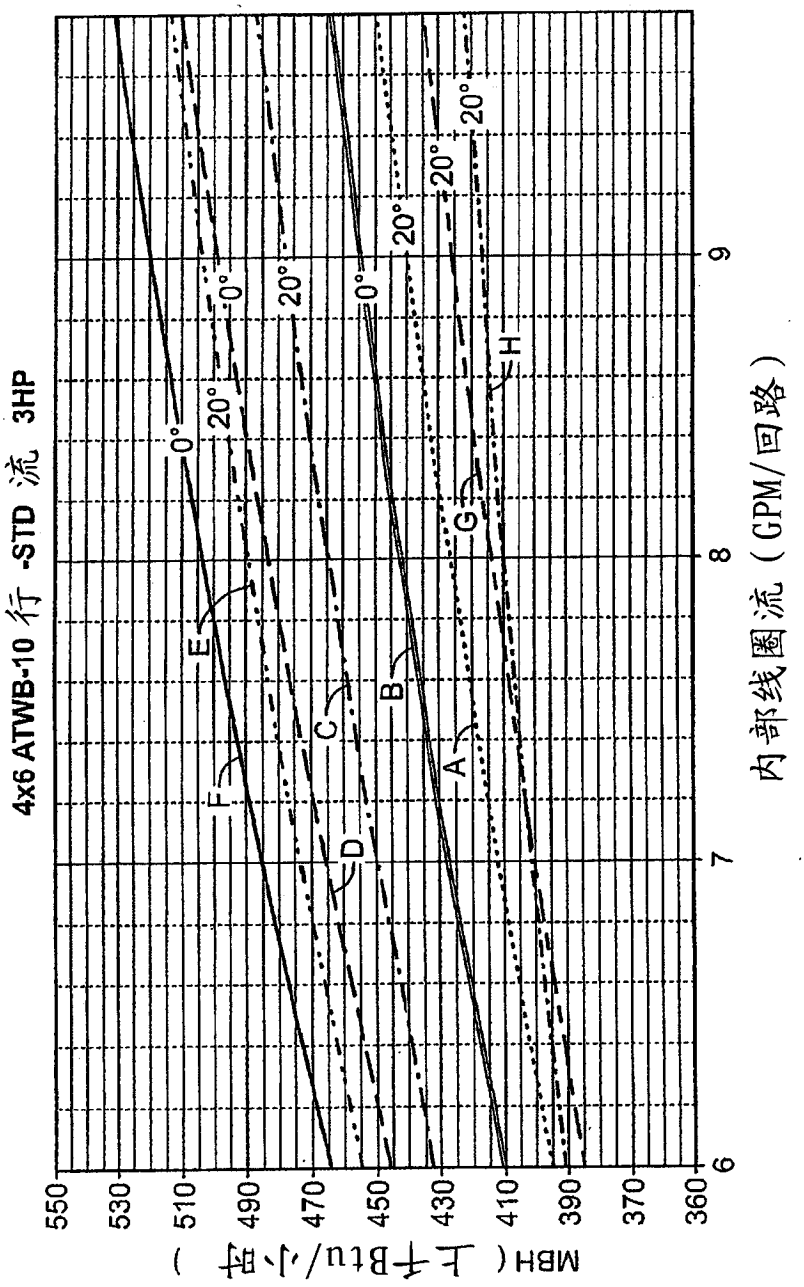

4x6 ATWB-10 行 -STD 流 3HP
MBH（千Btu/小时）
内部线圈流（GPM/回路）
550
530
510
490
470
450
430
410
390
370
360
6
7
8
9
0°
20°
A
B
C
D
E
F
G
H

图 12