

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101936676 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 05

(21) 申请号 201010279816. 4

(22) 申请日 2010. 09. 13

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 李惟毅 王宇 史维秀

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 杜文茹

(51) Int. Cl.

F28D 15/02 (2006. 01)

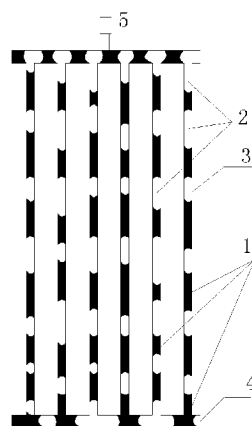
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

多通道并联回路型脉动热管

(57) 摘要

一种多通道并联回路型脉动热管,包括有由液塞与汽塞随机相间分布的连通管和由液塞与汽塞随机相间分布的集连管,在两条平行设置的集连管之间设置有多条等长的连通管,所述的两条集连管与多条连通管相连通。所述的多条连通管中的一个或集连管上设置充液阀。所述的集连管和连通管的工作介质充灌率为 30%~70%。本发明易启动、运行稳定,传热极限高,传热阻低,且结构简单。



1. 一种多通道并联回路型脉动热管,包括有由液塞(1)与汽塞(2)随机相间分布的连通管(3)和由液塞(1)与汽塞(2)随机相间分布的集连管(4),其特征在于,在两条平行设置的集连管(4)之间设置有多条等长的连通管(3),所述的两条集连管(4)与多条连通管(3)相连通。

2. 根据权利要求1所述的多通道并联回路型脉动热管,其特征在于,所述的两条集连管(4)和多条连通管(3)的管径满足:

$$0.7 \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_{liq} - \rho_{vap}) \cdot g}} \leq D \leq 1.8 \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_{liq} - \rho_{vap}) \cdot g}}$$

式中: σ 为工质表面张力, ρ_{liq} 为工质液相密度, ρ_{vap} 为工质气相密度,D表示管径。

3. 根据权利要求1所述的多通道并联回路型脉动热管,其特征在于,所述的集连管(4)和连通管(3)的工作介质充灌率为30%~70%。

4. 根据权利要求1所述的多通道并联回路型脉动热管,其特征在于,所述的多条连通管(3)中的一个或集连管(4)上设置充液阀(5)。

多通道并联回路型脉动热管

技术领域

[0001] 本发明涉及一种脉动热管。特别是涉及一种适用于电子功率器件的冷却散热的多通道并联回路型脉动热管。

背景技术

[0002] 脉动热管 (Pulsating Heat Pipe) 又称为振荡热管 (Oscillating Heat Pipe), 上世纪 90 年代由日本学者 H. Akachi 提出, 是一种结构简单但机理复杂的两相流传热器件, 通常由毛细管弯曲绕制而成, 根据管端连接与否分为开路型和回路型, 如图 1 所示。管路抽真空并充灌部分容积的工作介质, 由于表面张力作用, 毛细管中会形成汽塞 - 液塞相间的随机分布的状态。脉动热管的一端 (蒸发段) 加热, 另一端 (冷凝段) 冷却, 热量就会通过管内工作介质的两相振荡流动进行传递, 如图 2 所示, 其传热效果是传统热管的几十倍。

[0003] 众多影响脉动热管运行特性的参数中, 结构参数是重要的一类, 包括管路形式, 管路长度, 管截面形状、尺寸, 管路弯数等。近年来, 不少研究人员针对结构参数对脉动热管传热特性的影响进行了研究。相关文献研究表明, 回路型脉动热管中工作介质由于存在单向的循环流动, 其传热性能明显优于开路型脉动热管, 因而更多的实验研究和应用都集中于回路型脉动热管; 中国专利 ZL200510001979.5 及 ZL200410030574.X 中分别介绍了通过调整相邻管路的管径及管路横截面实现回路型脉动热管的换热强化。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是, 提供一种具有高传热限、低传热阻特性的多通道并联回路型脉动热管。

[0005] 本发明所采用的技术方案是: 一种多通道并联回路型脉动热管, 包括有由液塞与汽塞随机相间分布的连通管和由液塞与汽塞随机相间分布的集连管, 在两条平行设置的集连管之间设置有多条等长的连通管, 所述的两条集连管与多条连通管相连通。

[0006] 所述的两条集连管和多条连通管的管径满足:

$$[0007] \quad 0.7 \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_{liq} - \rho_{vap}) \cdot g}} \leq D \leq 1.8 \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_{liq} - \rho_{vap}) \cdot g}}$$

[0008] 式中: σ 为工质表面张力, ρ_{liq} 为工质液相密度, ρ_{vap} 为工质气相密度, D 表示管径。

[0009] 所述的集连管和连通管的工作介质充灌率为 30% ~ 70%。

[0010] 所述的多条连通管中的一个或集连管上设置充液阀。

[0011] 本发明的多通道并联回路型脉动热管, 传热极限高、传热阻低, 且结构简单。具有如下有益效果:

[0012] (1) 易启动、运行稳定。加热段连通的集连管内有平衡压力的作用, 相对于传统回路而言, 启动时不需克服相邻管之间汽塞受热膨胀形成的阻力; 运行过程中也不易产生局

部的干烧现象,恶化传热;

[0013] (2) 高传热限,如图 4、5 所示,随着传热量增大,本发明的多通道并联回路型脉动热管热阻逐渐减小且降幅变化率较小(如图 4),而传统回路型脉动热管中虽传热量增大,热阻降幅越来越小,且热量增大到一定程度出现热阻的增加现象(如图 5);

[0014] (3) 低传热阻,如图 4、5 所示,以丙酮作为工作介质时,传热量达到 100W 后,本发明的多通道并联回路型脉动热管热阻仍然不断降低,而传统回路型热管传热出现恶化,热阻上升;以酒精为工作介质时,传热量达到 100W 后,本发明的多通道并联回路型脉动热管热阻不断降低且明显低于 $0.4^{\circ}\text{C}/\text{W}$,而传统回路型热管热阻几乎不再改变维持在 $0.4^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

附图说明

[0015] 图 1 是现有技术的脉动热管结构示意图,

[0016] 其中:(a) 开路型,(b) 回路型;

[0017] 图 2 是现有技术的脉动热管工作示意;

[0018] 图 3 是本发明的多通道并联回路型脉动热管结构示意图;

[0019] 图 4 是本发明的多通道并联回路型脉动热管传热性能坐标图,

[0020] 其中:(a) 工质为丙酮,(b) 工质为无水酒精;

[0021] 图 5 是现有技术的脉动热管传热性能坐标图,

[0022] 其中:(a) 工质为丙酮,(b) 工质为无水酒精;

[0023] 图 6 是抽真空及充灌工作介质阀件连接示意图。

[0024] 其中:

[0025] 1:液塞 2:汽塞

[0026] 3:连通管 4:集连管

[0027] 5:充液阀 6:真空压力表

[0028] 7:四通阀件 8:真空泵

[0029] L;冷凝段 Z:蒸发段

[0030] R:热量传递

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例和附图对本发明的多通道并联回路型脉动热管做出详细说明。

[0032] 如图 3 所示,本发明的多通道并联回路型脉动热管,包括有由液塞 1 与汽塞 2 随机相间分布的连通管 3 和由液塞 1 与汽塞 2 随机相间分布的集连管 4,其连接结构是在两条平行设置的集连管 4 之间设置有多条等长的连通管 3,即所述的多条等长的连通管 3 与所述的所述的两条平行设置的集连管 4 为垂直设置,并且所述的两条集连管 4 与多条连通管 3 相连通。充液阀 5 可以设置在所述的多条连通管 3 中的任意一个上,或设置在集连管 4 上。所述的集连管 4 和连通管 3 的工作介质充灌率为 $30\% \sim 70\%$ 。

[0033] 本发明所述的两条集连管 4 和多条连通管 3 的管径满足下式:

$$[0034] \quad 0.7 \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_{liq} - \rho_{vap}) \cdot g}} \leq D \leq 1.8 \sqrt{\frac{\sigma}{(\rho_{liq} - \rho_{vap}) \cdot g}} \quad (1)$$

[0035] 式中： σ 为工质表面张力， ρ_{liq} 为工质液相密度， ρ_{vap} 为工质气相密度， D 表示管径。

[0036] 下面是在相同热工条件下进行的多通道并联回路型脉动热管与传统回路型脉动热管的测试对比。

[0037] 首先选用丙酮和无水酒精作为工质，按照公式 (1) 确定的选用管径范围在 1.2 ~ 3.5mm 之间，根据相容性原则选用铜质毛细管。

[0038] 按照图 1 (b) 和图 3 所示，分别用铜质毛细管制作本发明的多通道并联回路型脉动热管 and 传统回路型脉动热管，进行传热性能对比实验。按照图 2 所示的情况提供实验测试条件，在蒸发段 Z 缠绕加热电阻丝进行可控电功率加热，冷凝段 L 采用水域冷却，通过冷却水量及供回水温度可确定试件的传热量；并在蒸发段 Z 与冷凝段 L 分别设置测温点，结合传热量可确定本发明的多通道并联回路型脉动热管 and 传统回路型脉动热管试件的传热热阻，对试件传热性能进行评价。如图 6 所示，测试前通过一连接真空压力表 6 及充液阀 5 的四通阀件 7 及真空泵 8 实现试件热管中工作介质的充灌；测试中分别对低、中、高三个不同的充液率下本发明的多通道并联回路型脉动热管 and 传统回路型脉动热管两种试件的运行情况进行测试评价。

[0039] 实验 1：

[0040] 选用工作介质为丙酮，对于本发明的多通道并联回路型脉动热管，充液率 (FR) 分别为 34%，51%，68%；对于传统回路型脉动热管，充液率 (FR) 分别为 35%，53%，70%；

[0041] 实验 2：

[0042] 选用工作介质为乙醇，对于本发明的多通道并联回路型脉动热管，充液率 (FR) 分别为 34%，51%，68%；对于传统回路型脉动热管，充液率 (FR) 分别为 35%，53%，70%；。

[0043] 本发明的多通道并联回路型脉动热管传热效果如图 4 所示，传统回路型脉动热管传热效果如图 5 所示。

[0044] 本发明的多通道并联回路型脉动热管，改变传统的回路型脉动热管的管路结构，分别连通蒸发段和冷凝段的弯管，形成集连管，两集连管之间形成了多个连通管路，可以看作是单个循环回路中并联了多个流通管路，将其称为多通道并联的回路型脉动热管，如图 3 所示。实现了易启动、运行稳定，高传热限和低传热阻的效果。

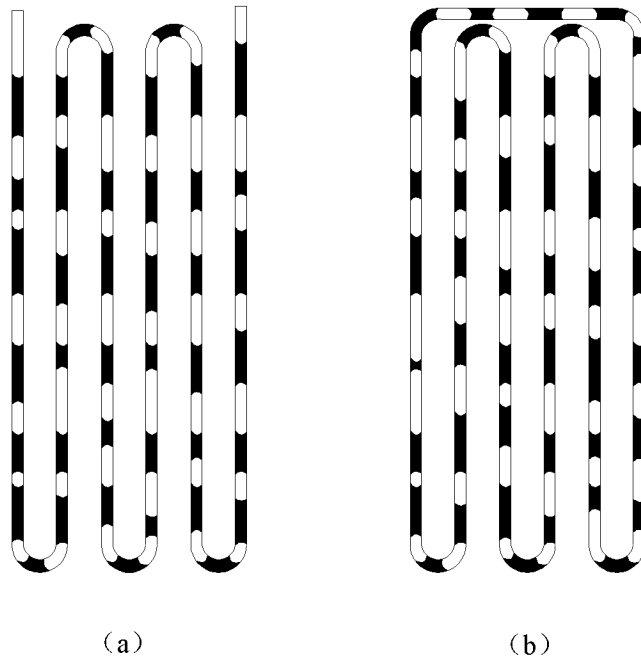


图 1

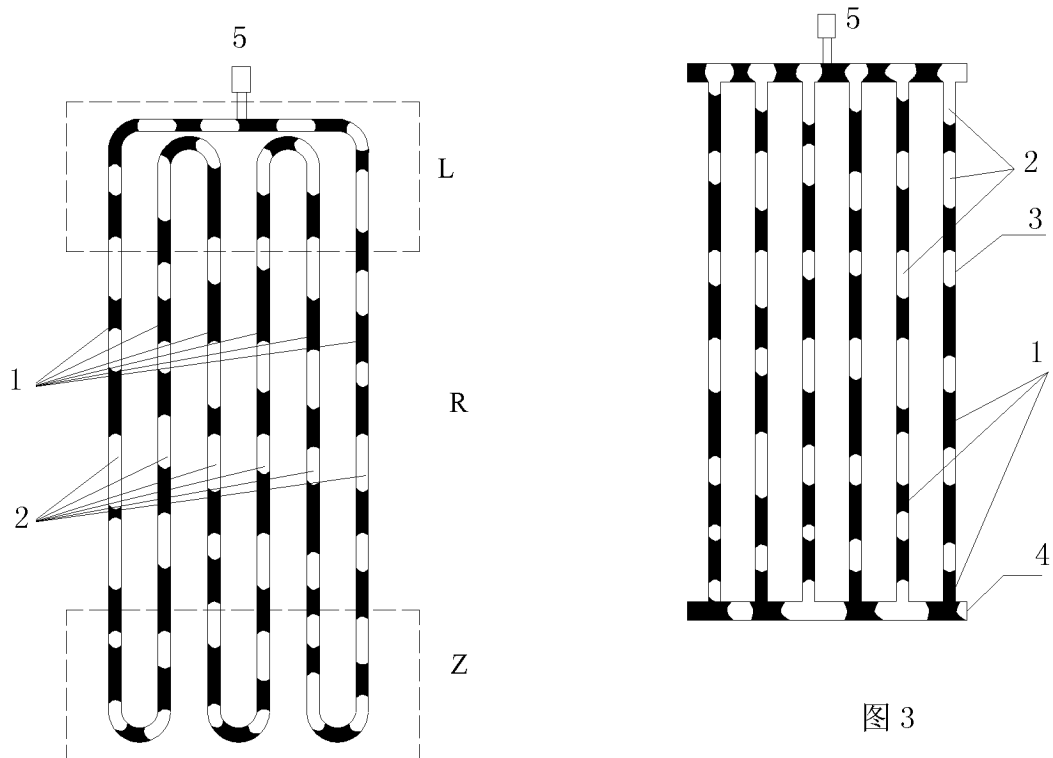


图 2

图 3

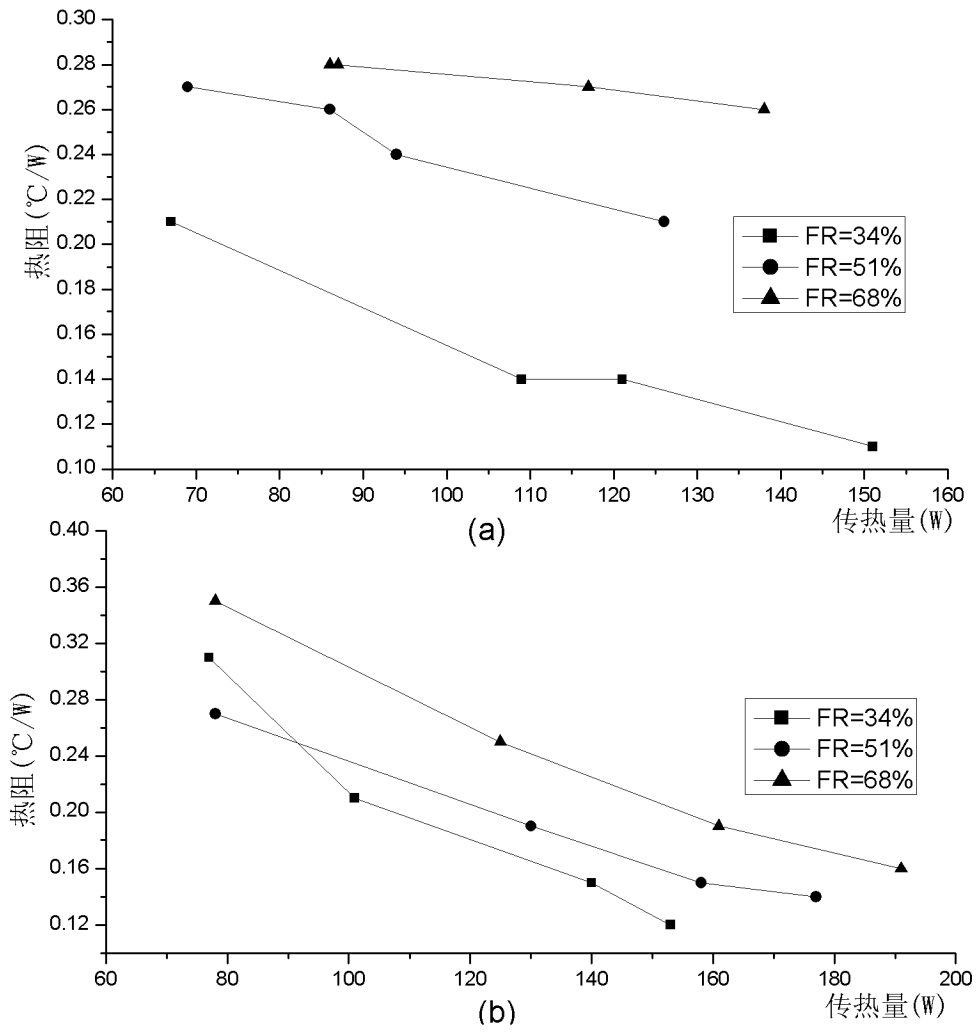


图 4

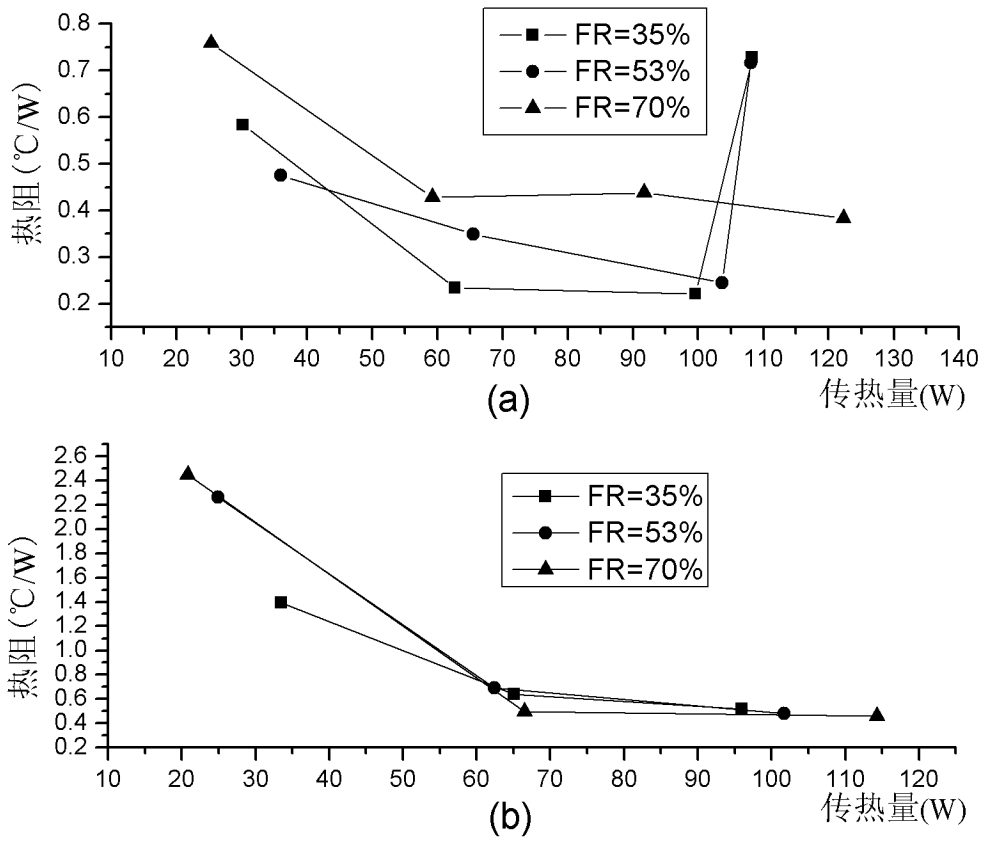


图 5

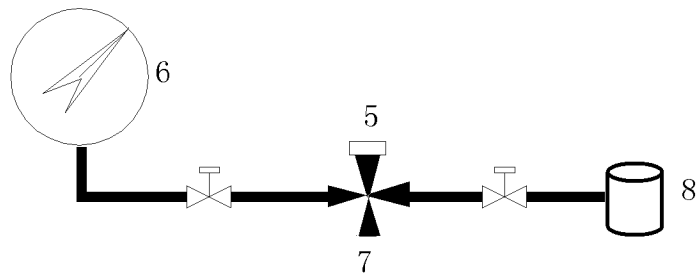


图 6