



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119008552 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 28

(21) 申请号 202411448474.2

(22) 申请日 2024.10.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119008552 A

(43) 申请公布日 2024.11.22

(73) 专利权人 深圳市鲁光电子科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市龙华区龙华街道清华社区和平东路幸福城商业大厦 A1307

(72) 发明人 朱礼贵 陈维伟 侯智杰 朱珂硕

侯玉军 秦连杰

(74) 专利代理机构 深圳市中企同达专利代理事

务所(普通合伙) 441182

专利代理师 李迪

(51) Int. Cl.

H01L 23/367 (2006.01)

H01L 23/473 (2006.01)

H01L 23/38 (2006.01)

H01L 23/467 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 116825730 A, 2023.09.29

CN 202217657 U, 2012.05.09

审查员 林秀瑶

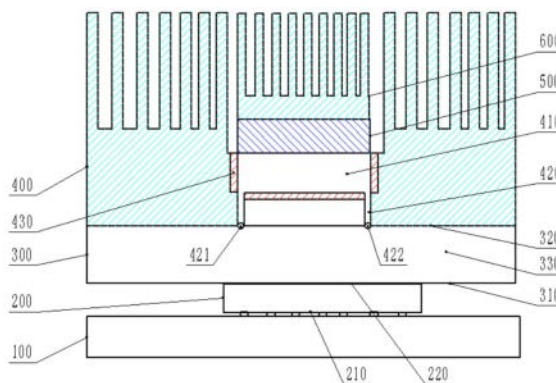
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

半导体芯片封装结构及其散热方法

(57) 摘要

本发明公开了一种半导体芯片封装结构及其散热方法,涉及半导体芯片封装技术领域,一种半导体芯片封装结构,其包括:基板;半导体芯片,包括第一面和与所述第一面相对的第二面,所述第一面安装在所述基板上;均热板,包括吸热侧和散热侧,所述吸热侧与所述第二面热接触,所述均热板内部设置有用于存储冷却介质的第一储液腔;主散热器,与所述散热侧连接,所述主散热器内部设置有用于存储冷却介质的第二储液腔;循环管路,设置于所述第一储液腔和所述第二储液腔之间。本申请的半导体芯片封装结构,通过独特的第一储液腔和第二储液腔以及循环管路的独特设计,具备高效地散热性能和可靠性。



1. 一种半导体芯片封装结构,其特征在于,其包括:
基板;
半导体芯片,包括第一面和与所述第一面相对的第二面,所述第一面安装在所述基板上;
均热板,包括吸热侧和散热侧,所述吸热侧与所述第二面热接触,所述均热板内部设置有用于存储冷却介质的第一储液腔;
主散热器,与所述散热侧连接,所述主散热器内部设置有用于存储冷却介质的第二储液腔,所述第二储液腔与所述主散热器之间还设置有隔热部;
循环管路,设置于所述第一储液腔和所述第二储液腔之间,所述循环管路上设置第一单向阀和第二单向阀,所述第一单向阀被配置为在预设压力下打开,以使所述第一储液腔内的所述冷却介质流入所述第二储液腔,所述第二单向阀被配置为在预设压力下打开,以使所述第二储液腔内的冷却介质流入所述第一储液腔。
2. 如权利要求1所述的半导体芯片封装结构,其特征在于,所述半导体芯片封装结构还包括制冷片,所述制冷片的制冷端与所述第二储液腔接触,用于对所述第二储液腔进行冷却。
3. 如权利要求2所述的半导体芯片封装结构,其特征在于,所述半导体芯片封装结构还包括辅助散热器,所述辅助散热器与所述制冷片的散热端连接。
4. 如权利要求3所述的半导体芯片封装结构,其特征在于,所述制冷片和所述辅助散热器与所述主散热器不直接接触。
5. 如权利要求3所述的半导体芯片封装结构,其特征在于,所述主散热器和/或辅助散热器包括水冷单元,通过水冷的方式进行散热,所述水冷单元包括水冷管道、水泵和冷却装置,所述水冷管道的一部分设置于所述主散热器和/或所述辅助散热器的内部,并呈迂回型,所述水冷管道的另一部分设置于主散热器和/或所述辅助散热器的外部并形成闭环,所述水冷管道上设置有所述水泵,位于主散热器和/或所述辅助散热器外部的所述水冷管道上还设置有所述冷却装置进行降温。
6. 如权利要求1所述的半导体芯片封装结构,其特征在于,所述吸热侧包括凹陷区域,所述半导体芯片的所述第二面设置于所述凹陷区域内。
7. 如权利要求1所述的半导体芯片封装结构,其特征在于,所述均热板的内表面为沟槽结构,所述均热板内部还设置有毛细芯,用于促进冷却介质在所述吸热侧和所述散热侧之间的再循环。
8. 一种半导体芯片封装结构的散热方法,其特征在于,其包括如权利要求2-4任意一项所述的半导体芯片封装结构,所述散热方法包括:
获取所述半导体芯片的工作温度,预设第一温度;
若所述工作温度大于所述第一温度,启动所述制冷片;
若所述工作温度小于所述第一温度,关闭所述制冷片。
9. 一种半导体芯片封装结构的散热方法,其特征在于,其包括如权利要求5所述的半导体芯片封装结构,所述散热方法包括:
获取所述半导体芯片的工作温度,预设第一温度和所述第二温度,所述第一温度小于所述第二温度;

若所述工作温度大于所述第一温度并小于所述第二温度,启动所述水冷单元,并关闭所述制冷片;

若所述工作温度大于所述第二温度,启动所述制冷片;

若所述工作温度小于所述第一温度,关闭所述水冷单元和所述制冷片。

半导体芯片封装结构及其散热方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体芯片封装技术领域,具体涉及一种半导体芯片封装结构及其散热方法。

背景技术

[0002] 随着电子技术的快速发展,半导体芯片的集成度不断提高,性能不断提升,对封装技术提出了更高的要求。特别是功率密度和工作频率的提高,导致芯片在工作过程中产生大量热量,需要高效的散热技术以保证芯片的正常工作和寿命。然而,传统的半导体芯片封装结构在散热性能方面逐渐显现出其局限性,散热效率较低,难以满足现代高性能芯片的需求。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中半导体芯片封装结构散热效率低下,提供一种半导体芯片封装结构及其散热方法。

[0004] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题:

[0005] 一种半导体芯片封装结构,其包括:

[0006] 基板;

[0007] 半导体芯片,包括第一面和与所述第一面相对的第二面,所述第一面安装在所述基板上;

[0008] 均热板,包括吸热侧和散热侧,所述吸热侧与所述第二面热接触,所述均热板内部设置有用于存储冷却介质的第一储液腔;

[0009] 主散热器,与所述散热侧连接,所述主散热器内部设置有用于存储冷却介质的第二储液腔;

[0010] 循环管路,设置于所述第一储液腔和所述第二储液腔之间,所述循环管路上设置第一单向阀和第二单向阀,所述第一单向阀被配置为在预设压力下打开,以使所述第一储液腔内的所述冷却介质流入所述第二储液腔,所述第二单向阀被配置为在预设压力下打开,以使所述第二储液腔内的冷却介质流入所述第一储液腔。

[0011] 在本方案中,通过在均热板内部设置第一储液腔,并在主散热器内部设置第二储液腔,实现了冷却介质在两个储液腔之间的循环流动。均热板的吸热侧与半导体芯片的第二面直接热接触,将芯片产生的热量迅速传导至冷却介质中,通过冷却介质的循环流动将热量有效地传导至主散热器,实现高效散热,确保半导体芯片在高功率密度工作时的温度稳定。循环管路设计,使得系统能够动态响应半导体芯片工作过程中热负载的变化。通过设置在循环管路上的第一单向阀和第二单向阀,冷却介质能够在预设压力下实现单向流动,能够动态地应对半导体芯片工作功率的波动。在未循环前,第一储液腔内的冷却介质温度会高于第二储液腔内的冷却介质温度。在短时间、低功率下工作时,半导体芯片产热量低,冷却介质可仅在第一储液腔内进行内循环散热;当在长时间、高功率下工作时,半导体芯片

产热量高,第一储液腔内的冷却介质温度会升高,冷却介质受热膨胀,其压力也会随之升高,进而冷却介质能够通过第一单向阀进入到第二储液腔内,随之,第二储液腔内的压力也会增大,使得冷却介质经过第二单向阀回流至第一储液腔内,以降低第一储液腔内冷却介质的温度。本申请的半导体芯片封装结构,通过独特的第一储液腔和第二储液腔以及循环管路的独特设计,具备高效地散热性能和可靠性。

[0012] 较佳地,所述半导体芯片封装结构还包括制冷片,所述制冷片的制冷端与所述第二储液腔接触,用于对所述第二储液腔进行冷却。

[0013] 较佳地,所述半导体芯片封装结构还包括辅助散热器,所述辅助散热器与所述制冷片的散热端连接。

[0014] 较佳地,所述制冷片和所述辅助散热器与所述主散热器不直接接触。

[0015] 较佳地,所述第二储液腔与所述主散热器之间还设置有隔热部。

[0016] 较佳地,所述主散热器包括水冷单元,通过水冷的方式进行散热。

[0017] 较佳地,所述吸热侧包括凹陷区域,所述半导体芯片的所述第二面设置于所述凹陷区域内。

[0018] 较佳地,所述均热板的内表面为沟槽结构,所述均热板内部还设置有毛细芯,用于促进冷却介质在所述吸热侧和所述散热侧之间的再循环。

[0019] 一种半导体芯片封装结构的散热方法,其包括如上所述的半导体芯片封装结构,所述散热方法包括:

[0020] 获取所述半导体芯片的工作温度,预设第一温度;

[0021] 若所述工作温度大于所述第一温度,启动所述制冷片;

[0022] 若所述工作温度小于所述第一温度,关闭所述制冷片。

[0023] 在本方案中,通过获取半导体芯片的工作温度,并预设一个第一温度阈值,能够实现对芯片温度的动态监控。若工作温度超过预设的第一温度,启动制冷片进行冷却,确保芯片在高温工作条件下仍能保持稳定运行。反之,若工作温度低于预设温度,关闭制冷片,避免不必要的能量消耗。这种动态控制方法能够有效提升散热效率,确保芯片工作在安全温度范围内,实现了高效、节能的散热控制,优化了能源利用效率。

[0024] 一种半导体芯片封装结构的散热方法,其包括如上所述的半导体芯片封装结构,所述散热方法包括:

[0025] 获取所述半导体芯片的工作温度,预设第一温度和第二温度,所述第一温度小于所述第二温度;

[0026] 若所述工作温度大于所述第一温度并小于所述第二温度,启动所述水冷单元,并关闭所述制冷片;

[0027] 若所述工作稳定大于所述第二温度,启动所述制冷片;

[0028] 若所述工作温度小于所述第一温度,关闭所述水冷单元和所述制冷片。

[0029] 在本方案中,通过预设两个温度阈值(第一温度和第二温度),实现了分级散热控制。这种分级控制能够根据实际温度需求动态调整散热方式。在温度较低时(小于第一温度),关闭所有散热装置,避免不必要的能量消耗。当温度处于中间范围(大于第一温度但小于第二温度)时,优先启动能效较高的水冷单元。当温度达到较高水平(大于第二温度)时,启动更强效的制冷片。这种设计能够在不同温度区间下实现能效和散热效果的最佳平衡。

附图说明

[0030] 图1为本发明实施例1的半导体芯片封装结构的示意图；

[0031] 图2为本发明实施例2的半导体芯片封装结构的示意图；

[0032] 图3为本发明实施例3的半导体芯片封装结构的散热方法的流程图。

[0033] 附图标记说明：

[0034] 基板100, 半导体芯片200, 第一面210, 第二面220, 均热板300, 吸热侧310, 散热侧320, 第一储液腔330, 主散热器400, 第二储液腔410, 循环管路420, 第一单向阀421, 第二单向阀422, 隔热部430, 制冷片500, 辅助散热器600。

具体实施方式

[0035] 下面通过实施例的方式进一步说明本发明,但并不因此将本发明限制在的实施例范围之内。

[0036] 实施例1

[0037] 如图1所示,本实施例提供了一种半导体芯片封装结构,其包括基板100、半导体芯片200、均热板300、主散热器400和循环管路420。半导体芯片200包括第一面210和与第一面210相对的第二面220,第一面210安装在基板100上。均热板300包括吸热侧310和散热侧320,吸热侧310与半导体芯片200的第二面220热接触,均热板300内部设置有用于存储冷却介质的第一储液腔330。主散热器400与均热板300的散热侧320连接,主散热器400内部设置有用于存储冷却介质的第二储液腔410。循环管路420设置于第一储液腔330和第二储液腔410之间,循环管路420上设置第一单向阀421和第二单向阀422,第一单向阀421被配置为在预设压力下打开,以使第一储液腔330内的冷却介质流入第二储液腔410,第二单向阀422被配置为在预设压力下打开,以使第二储液腔410内的冷却介质流入第一储液腔330。

[0038] 通过在均热板300内部设置第一储液腔330,并在主散热器400内部设置第二储液腔410,实现了冷却介质在两个储液腔之间的循环流动。均热板300的吸热侧310与半导体芯片200的第二面220直接热接触,将芯片产生的热量迅速传导至冷却介质中,通过冷却介质的循环流动将热量有效地传导至主散热器400,实现高效散热,确保半导体芯片200在高功率密度工作时的温度稳定。循环管路420设计,使得系统能够动态响应半导体芯片200工作过程中热负载的变化。通过设置在循环管路420上的第一单向阀421和第二单向阀422,冷却介质能够在预设压力下实现单向流动,能够动态地应对半导体芯片200工作功率的波动。在未循环前,第一储液腔330内的冷却介质温度会高于第二储液腔410内的冷却介质温度。在短时间、低功率下工作时,半导体芯片200产热量低,冷却介质可仅在第一储液腔330内进行内循环散热;当在长时间、高功率下工作时,半导体芯片200产热量高,第一储液腔330内的冷却介质温度会升高,冷却介质受热膨胀,其压力也会随之升高,进而冷却介质能够通过第一单向阀421进入到第二储液腔410内,随之,第二储液腔410内的压力也会增大,使得冷却介质经过第二单向阀422回流至第一储液腔330内,以降低第一储液腔330内冷却介质的温度。本申请的半导体芯片200封装结构,通过独特的第一储液腔330和第二储液腔410以及循环管路420的独特设计,具备高效地散热性能和可靠性。

[0039] 具体地,半导体芯片200可以为氮化镓、碳化硅芯片等,在此不做具体限定。

[0040] 在本实施例中冷却介质可以采用氟利昂。在其他实施例中,冷却介质也可以采用

水。

[0041] 半导体芯片200的第二面220与均热板300的吸热侧310可以直接接触,也可以通过导热膏连接。

[0042] 在本实施例中,半导体芯片200封装结构还包括制冷片500,制冷片500的制冷端与第二储液腔410接触,用于对第二储液腔410进行冷却。制冷片500直接对第二储液腔410进行冷却,可以快速降低冷却介质的温度,使得返回第一储液腔330的冷却介质温度更低,从而增强整个系统的散热效率。这样,在高功率密度的工作条件下,半导体芯片200的温度能够得到更有效的控制,防止过热。制冷片500的引入可以提供额外的主动冷却手段,相比于仅依靠自然散热或被动冷却方式,制冷片500能够更加精准地控制冷却介质的温度。通过增加制冷片500,本封装结构能够适应更高功率密度的半导体芯片200,确保其在高功率、高频率的工作条件下依然能够保持稳定的工作温度,避免性能下降或失效。

[0043] 当然,在一些实施例中,也可以不设置制冷片500,第二储液腔410通过主散热器400进行冷却。

[0044] 在本实施例中,半导体芯片200封装结构还包括辅助散热器600,辅助散热器600与制冷片500的散热端连接。辅助散热器600可以有效地将制冷片500从第二储液腔410吸收的热量散发到外界环境中,进一步提高整体散热效率。

[0045] 在本实施例中,主散热器400和辅助散热器600均为翅片结构,通过风冷的方式进行散热。

[0046] 在一些实施例中,也可以不设置辅助散热器600,可以增大主散热器400的体积,制冷片500通过主散热器400进行散热。

[0047] 在本实施例中,制冷片500和辅助散热器600与主散热器400不直接接触。制冷片500和辅助散热器600与主散热器400不直接接触,形成了独立的散热路径。这样,制冷片500和辅助散热器600可以专注于冷却第二储液腔410的冷却介质,而主散热器400则负责散热均热板300上的热量。这种独立散热路径的设计可以避免热量在不同散热器之间的相互干扰,提高了整体散热效率。

[0048] 在本实施例中第二储液腔410与主散热器400之间还设置有隔热部430。隔热部430的设置可以有效地防止第二储液腔410与主散热器400之间的热量传递。这样可以保持两者之间的温度差异,确保冷却介质在第二储液腔410内的温度维持较低水平,当冷却介质流向第一储液腔330时,能够有效地降低第一储液腔330内的温度,从而为半导体芯片200在高负载工作时提供了保障。

[0049] 在本实施例中,均热板300的内表面为沟槽结构(图中未示出),均热板300内部还设置有毛细芯,用于促进冷却介质在吸热侧310和散热侧320之间的再循环。内表面的沟槽结构增加了冷却介质与均热板300接触的面积,从而提高了热交换效率。这样可以更有效地将半导体芯片200产生的热量传导到均热板300的散热侧320,提高整体的散热性能。内表面的沟槽结构和毛细芯的设置可以大幅提高冷却介质在均热板300内部的流动性,从而提高散热效率。

[0050] 在本实施例中,均热板300和主散热器400一体成型。均热板300和主散热器400一体成型,消除了传统结构中两者之间的接触热阻。这意味着热量可以更快速、更高效地从均热板300传导到主散热器400,从而提高了整体的散热效率。当然,在一些实施例中,均热板

300和主散热器400也可以分别加工后组装。

[0051] 实施例2

[0052] 如图2所示,本实施例与实施例1的方案基本相同,其不同之处在于,在本实施例中,主散热器400包括水冷单元,通过水冷的方式进行散热。水冷单元的加入大大提升了散热效率。水的比热容较高,能够吸收和传导更多的热量,从而比传统的风冷方式更有效地将均热板300传导来的热量迅速散发出去。通过水冷单元进行散热,可以显著降低半导体芯片200封装结构的工作温度,保证半导体芯片200在较低温度下稳定运行。

[0053] 具体地,水冷单元包括水冷管道、水泵(图中未示出)、冷却装置(图中未示出),水冷管道440一部分设置于主散热器400的内部,并呈迂回型,另一部分设置于主散热器400的外部,形成闭环。水冷管道上设置有水泵。位于主散热器400外部的水冷管道还设置有冷却装置进行降温。

[0054] 在一些实施例中,辅助散热器600也可以包括水冷单元,通过水冷的方式进行散热。

[0055] 在本实施例中,均热板300的吸热侧310包括凹陷区域,半导体芯片200的第二面220设置于凹陷区域内。凹陷区域设计使得半导体芯片200的第二面220可以嵌入均热板300内,增大了芯片与均热板300之间的接触面积。相比于传统的平面接触设计,这种凹陷结构能够更有效地传导芯片产生的热量到均热板300,提高散热效率。

[0056] 实施例3

[0057] 如图3所示,本实施例提供了一种半导体芯片封装结构的散热方法,其包括如上的半导体芯片封装结构,散热方法包括:

[0058] S10、获取半导体芯片的工作温度,预设第一温度。

[0059] S20、若工作温度大于第一温度,启动制冷片。

[0060] S30、若工作温度小于第一温度,关闭制冷片。

[0061] 通过获取半导体芯片的工作温度,并预设一个第一温度阈值,能够实现对芯片温度的动态监控。若工作温度超过预设的第一温度,启动制冷片进行冷却,确保芯片在高温工作条件下仍能保持稳定运行。反之,若工作温度低于预设温度,关闭制冷片,避免不必要的能量消耗。这种动态控制方法能够有效提升散热效率,确保芯片工作在安全温度范围内,实现了高效、节能的散热控制,优化了能源利用效率。

[0062] 实施例4

[0063] 本实施例还提供了一种半导体芯片封装结构的散热方法,其包括如上的半导体芯片封装结构,散热方法包括:

[0064] S40、获取半导体芯片的工作温度,预设第一温度和第二温度,第一温度小于第二温度。

[0065] S50、若工作温度大于第一温度并小于第二温度,启动水冷单元,并关闭制冷片;

[0066] S60、若工作稳定大于第二温度,启动制冷片;

[0067] S70、若工作温度小于第一温度,关闭水冷单元和制冷片。

[0068] 通过预设两个温度阈值(第一温度和第二温度),实现了分级散热控制。这种分级控制能够根据实际温度需求动态调整散热方式。在温度较低时(小于第一温度),关闭所有散热装置,避免不必要的能量消耗。当温度处于中间范围(大于第一温度但小于第二温度)

时,优先启动能效较高的水冷单元。当温度达到较高水平(大于第二温度)时,启动更强效的制冷片。这种设计能够在不同温度区间下实现能效和散热效果的最佳平衡。

[0069] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这仅是举例说明,本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下,可以对这些实施方式做出多种变更或修改,但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

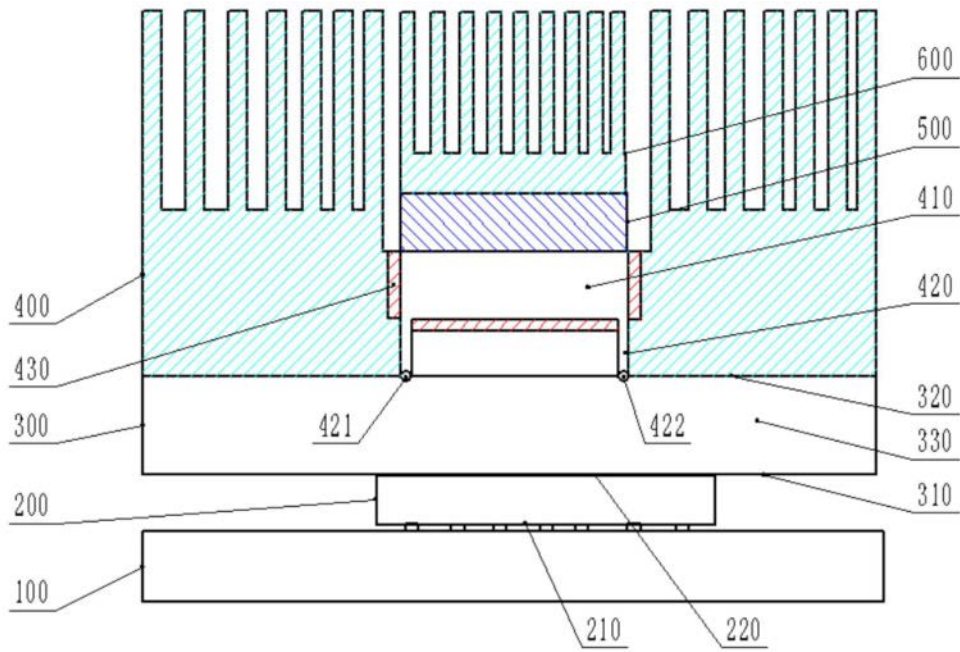


图1

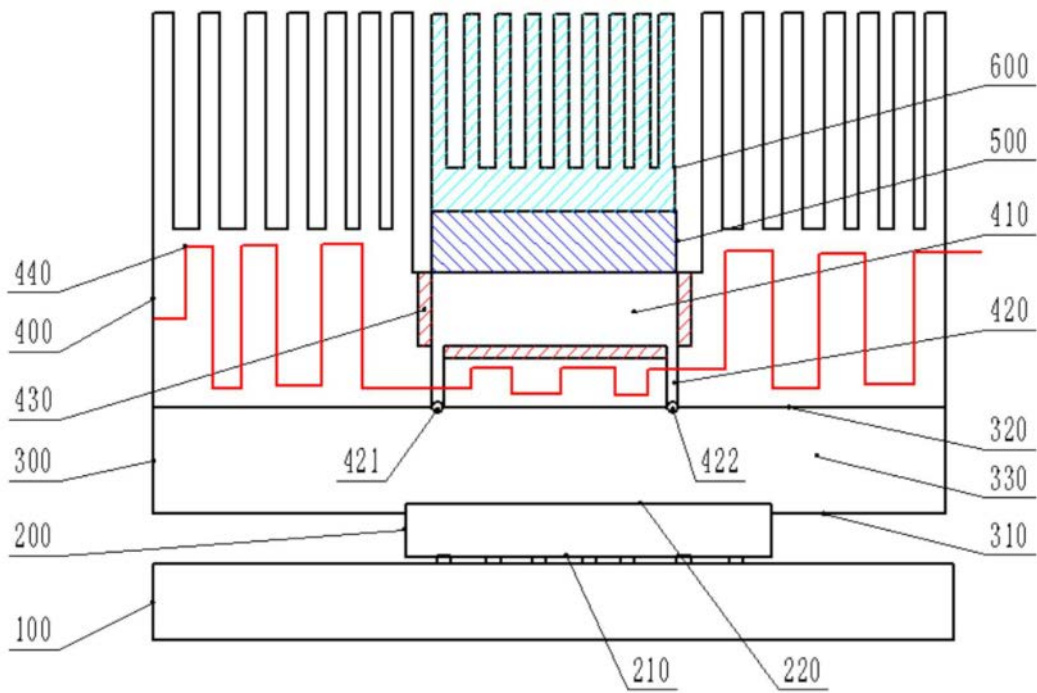


图2

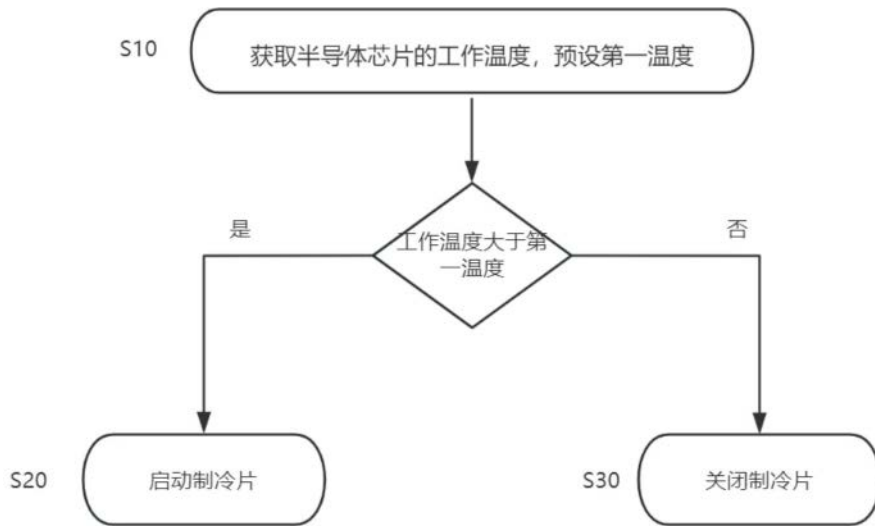


图3