



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111509394 B

(45) 授权公告日 2021.01.19

(21) 申请号 202010208670.8

CN 1993862 A,2007.07.04

(22) 申请日 2020.03.23

CN 107464982 A,2017.12.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 205303676 U,2016.06.08

申请公布号 CN 111509394 A

CN 108701888 A,2018.10.23

(43) 申请公布日 2020.08.07

CN 110165355 A,2019.08.23

(73) 专利权人 西安电子科技大学

CN 102361114 A,2012.02.22

地址 710071 陕西省西安市太白南路二号

DE 102007026534 A1,2016.07.07

(72) 发明人 李鹏 刘伟刚 孟文举 任泽敏

WO 2016073536 A1,2016.05.12

王超 宋立伟 许万业

CN 107533032 A,2018.01.02

(74) 专利代理机构 北京世誉鑫诚专利代理有限公司

US 7732301 B1,2010.06.08

11368

US 2018287252 A1,2018.10.04

代理人 郭官厚

CN 102711643 A,2012.10.03

(51) Int. Cl.

夏林艳.基于液态金属的频率可重构天线新设计.《电子元件与材料》.2013,

H01Q 15/00 (2006.01)

Meng Li.Fluidically Tunable Frequency Selective/Phase Shifting Surfaces for

H01Q 1/00 (2006.01)

High-Power Microwave Applications.《IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND

H01Q 1/42 (2006.01)

PROPAGATION》.2012,

(56) 对比文件

CN 206728466 U,2017.12.08

审查员 范巧音

权利要求书2页 说明书7页 附图10页

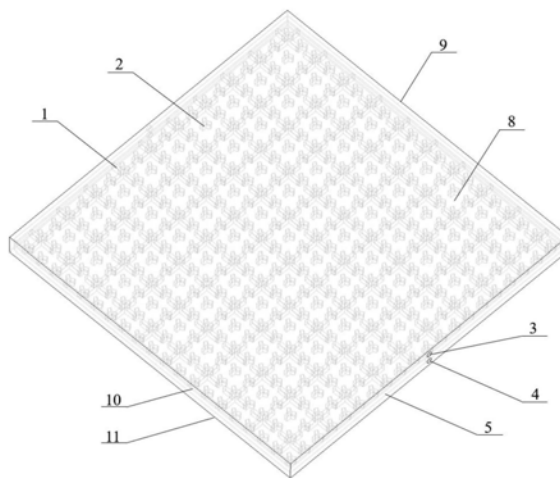
(54) 发明名称

率要求下正常工作。

一种基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置

(57) 摘要

本发明公开的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,涉及电子产品技术领域,包括顶层频率选择阵列、底层频率选择阵列、壁板、液态金属进出口、盖板、中间隔离层及底板,顶层频率选择阵列每一行的顶层频率选择单元在水平方向对齐,底层频率选择阵列中每一行的底层频率选择单元在水平方向对齐,顶层频率选择阵列每一列的顶层频率选择单元在垂直方向对齐,底层频率选择阵列每一列的底层频率选择单元在垂直方向对齐,壁板固定在顶层频率选择阵列及底层频率选择阵列四周,减小了天线罩表面的热累积,提高了散热效果,能够保证频率选择表面的正常工作,且使其能在多种不同工作频



1. 一种基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,包括顶层频率选择阵列、底层频率选择阵列、壁板和液态金属进出口,其中:

所述顶层频率选择阵列以M行N列形式排列,所述底层频率选择阵列以2M行2N列形式排列,其中,M、N为整数且 $M \geq 1$ 、 $N \geq 1$;

所述顶层频率选择阵列每一行的顶层频率选择单元在水平方向对齐,所述底层频率选择阵列中每一行的底层频率选择单元在水平方向对齐;

所述顶层频率选择阵列每一列的顶层频率选择单元在垂直方向对齐,所述底层频率选择阵列每一列的底层频率选择单元在垂直方向对齐;

四个底层频率选择单元对应一个顶层频率选择单元,每个底层频率选择单元的中心位于1/4大小的顶层频率选择单元的中心,壁板固定在顶层频率选择阵列及底层频率选择阵列四周;

每个顶层频率选择单元包括上盖、“十”字形支柱和中间隔离板,每个底层频率选择单元包括中间隔离板、“Y”字形支柱和底座,“十”字形支柱位于上盖与中间隔离板之间,“Y”字形支柱位于中间隔离板与底座之间且“十”字形支柱或“Y”字形支柱周围分布有液态金属,其中,上盖、“十”字形支柱、中间隔离板、“Y”字形支柱和底座由上到下依次设置;

液态金属进出口位于与“Y”字形支柱中的任一分支平行的壁板上;

各个顶层频率选择单元的上盖紧密相接,构成顶层频率选择阵列的盖板;

各个底层频率选择单元的底座紧密相接,构成底层频率选择阵列的底板;

各个顶层频率选择单元或底层频率选择单元的中间隔离板紧密相接,构成可散热频率可重构频率选择装置的中间隔离层。

2. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

所述“十”字形支柱包括两个分支,所述两个分支的中心重叠且呈夹角为90度分布的连接型结构。

3. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

所述“Y”字形支柱包括三个分支,所述三个分支呈圆形阵列分布的中心连接型结构。

4. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板为大小相同的正方形板;

各个底层频率选择单元的中间隔离板及底座为大小相同的正方形板;

各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板之间平行设置;

各个底层频率选择单元的中间隔离板及底座之间平行设置;

各个顶层频率选择单元的上盖、中间隔离板的中心均位于“十”字形支柱的两个分支的连接轴线上;

各个底层频率选择单元的中间隔离板及底座的中心均位于“Y”字形支柱三个分支的连接轴线上。

5. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

所述液态金属为室温下呈液态的金属,包括镓、铟、锡、铋和锌中至少一种的金属流体。

6. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

所述液态金属包括镓、铟、锡、铋和锌中至少两种的合金流体。

7. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

所述“十”字形支柱的高度、两个分支的长度及宽度可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

8. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

所述“Y”字形支柱的高度、三个分支的长度和宽度、相邻分支的夹角、可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

9. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板的边长和厚度可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

10. 根据权利要求1所述的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,其特征在于,

各个底层频率选择单元的底座的边长和厚度可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

一种基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电子产品技术领域,具体涉及一种基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,电子器件在天线系统中的集成度越来越高,尤其是有源天线的出现,较大功率天线系统的散热问题越来越引起人们的关注。同时在飞机进入对流层时,由摩擦产生的热量十分巨大,热流密度能够达到 $1000\text{W}/\text{cm}^2$ 以上,为了保证内部电子设备的正常工作,也需要强大的散热能力。另外,频率选择表面在飞行器隐身以及保护机载天线等方面的应用十分广泛。

[0003] 频率选择表面通常是由导电片或孔元件组成的周期性结构,其主要目的是反射、传输或吸收电磁波。随着现代通讯的不断发展,天线系统对频率选择表面的性能要求进一步提高,传统的频率选择表面已逐渐满足不了现实中的使用指标。

[0004] 现有的频率选择模型通常是用激光刻印或者3D打印的方式在介质表面上打印铜贴片,或者在现有的单面覆铜板上刻蚀频率选择单元图案,然后将频率选择单元图案加在高速飞行器天线罩表面,只是单一地进行频率选择而不具备散热效果。频率选择表面的滤波作用其对象是空间电磁波,需要关注的不仅有透射、反射的电磁波幅值和相位变化,还有交叉极化和热损耗等方面的问题,因此,在频率选择的同时会加剧天线罩表面的热累积,降低散热效果。例如,专利号为201510200529.2的发明专利公开的一种由正中心开有正方形孔的正方形薄片单元周期排布形成的频率选择表面,该频率选择表面虽然能很好地覆盖2-18GHz频段,且带通部分S11参数值小于-15dB,可以实现超宽带范围吸波,但是带来的负面效果是加剧了天线罩表面的热累积,降低了散热效果,影响频率选择表面的正常工作。同时,单层频率选择表面一般只能工作在某一单一频率,当需要频率可重构时不能满足要求。

发明内容

[0005] 为解决现有技术的不足,本发明实施例提供了一种基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,该装置包括顶层频率选择阵列、底层频率选择阵列、壁板和液态金属进出口,其中:

[0006] 所述顶层频率选择阵列以M行N列形式排列,所述底层频率选择阵列以2M行2N列形式排列,其中,M、N为整数且 $M \geq 1$ 、 $N \geq 1$;

[0007] 所述顶层频率选择阵列每一行的顶层频率选择单元在水平方向对齐,所述底层频率选择阵列中每一行的底层频率选择单元在水平方向对齐;

[0008] 所述顶层频率选择阵列每一列的顶层频率选择单元在垂直方向对齐,所述底层频率选择阵列每一列的底层频率选择单元在垂直方向对齐;

[0009] 四个底层频率选择单元对应一个顶层频率选择单元,每个底层频率选择单元的中心位于1/4大小的顶层频率选择单元的中心,壁板固定在顶层频率选择阵列及底层频率选

择阵列四周；

[0010] 每个顶层频率选择单元包括上盖、“十”字形支柱和中间隔离板，每个底层频率选择单元包括中间隔离板、“Y”字形支柱和底座，“十”字形支柱位于上盖与中间隔离板之间，“Y”字形支柱位于中间隔离板与底座之间且“十”字形支柱或“Y”字形支柱周围分布有液态金属；

[0011] 液态金属进出口位于与“Y”字形支柱中的任一分支平行的壁板上；

[0012] 各个顶层频率选择单元的上盖紧密相接，构成顶层频率选择阵列的盖板；

[0013] 各个底层频率选择单元的底座紧密相接，构成底层频率选择阵列的底板；

[0014] 各个顶层频率选择单元或底层频率选择单元的中间隔离板紧密相接，构成可散热频率可重构频率选择装置的中间隔离层。

[0015] 优选地，所述“十”字形支柱包括两个分支，所述两个分支的中心重叠且呈夹角为90度分布的连接型结构。

[0016] 优选地，所述“Y”字形支柱包括三个分支，所述三个分支呈圆形阵列分布的中心连接型结构。

[0017] 优选地，各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板为大小相同的正方形板；

[0018] 各个底层频率选择单元的中间隔离板及底座为大小相同的正方形板；

[0019] 各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板之间平行设置；

[0020] 各个底层频率选择单元的中间隔离板及底座之间平行设置；

[0021] 各个顶层频率选择单元的上盖、中间隔离板的中心均位于“十”字形支柱的两个分支的连接轴线上；

[0022] 各个底层频率选择单元的中间隔离板及底座的中心均位于“Y”字形支柱三个分支的连接轴线上。

[0023] 优选地，所述液态金属为室温下呈液态的金属，包括镓、铟、锡、铋和锌中至少一种的金属流体。

[0024] 优选地，所述液态金属包括镓、铟、锡、铋和锌中至少两种的合金流体。

[0025] 优选地，所述“十”字形支柱的高度、两个分支的长度及宽度可根据实际工作频率进行调整，以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0026] 优选地，所述“Y”字形支柱的高度、三个分支的长度和宽度、相邻分支的夹角、可根据实际工作频率进行调整，以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0027] 优选地，各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板的边长和厚度可根据实际工作频率进行调整，以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0028] 优选地，各个底层频率选择单元的底座的边长和厚度可根据实际工作频率进行调整，以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0029] 本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置，具有以下有益效果：

[0030] 减小了天线罩表面的热累积，提高了散热效果，能够保证频率选择表面的正常工作，且使其能在多种不同工作频率要求下正常工作。

附图说明

[0031] 图1为本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的整体结构示意图；

[0032] 图2为图1的俯视图；

[0033] 图3为图1的右视图；

[0034] 图4为本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的顶层频率选择单元的结构示意图；

[0035] 图5为图4的正视图；

[0036] 图6为图4的俯视图；

[0037] 图7为本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底层频率选择单元的结构示意图；

[0038] 图8为图4的正视图；

[0039] 图9为图4的俯视图；

[0040] 图10为在本发明实施例提供的仅在顶层频率选择单元中设置液态金属时,基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀加上恒温1000℃热源后,采用自然对流散热方式得到的温度云图；

[0041] 图11为在本发明实施例提供的仅在顶层频率选择单元中设置液态金属时,基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀加上恒温1000℃热源后,采用电磁泵驱动液态金属循环流动进行散热得到的温度云图；

[0042] 图12为本发明实施例提供的在顶层频率选择单元和底层频率选择单元中均设置液态金属时,基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀加上恒温1000℃热源后,采用自然对流散热方式得到的温度云图；

[0043] 图13为本发明实施例提供的在顶层频率选择单元和底层频率选择单元中均设置液态金属时,基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀加上恒温1000℃热源后,采用电磁泵驱动液态金属循环流动进行散热得到的温度云图；

[0044] 图14为本发明实施例仅顶层频率选择单元设置液态金属时的带通部分S11参数曲线图；

[0045] 图15为本发明实施例仅底层频率选择单元设置液态金属时的带通部分S11参数曲线图。

具体实施方式

[0046] 以下结合附图和具体实施例对本发明作具体的介绍。

[0047] 如图1所示,本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置包括顶层频率选择阵列1、底层频率选择阵列2、壁板5和液态金属进出口3和液态金属进出口4、液态金属8、盖板9、中间隔离层10及底板11,其中:

[0048] 顶层频率选择阵列1以M行N列形式排列,底层频率选择阵列2以2M行2N列形式排列,其中,M、N为整数且 $M \geq 1$ 、 $N \geq 1$ 。

[0049] 顶层频率选择阵列1每一行的顶层频率选择单元在水平方向对齐,底层频率选择阵列2中每一行的底层频率选择单元在水平方向对齐。

[0050] 顶层频率选择阵列1每一列的顶层频率选择单元在垂直方向对齐,底层频率选择阵列2每一列的底层频率选择单元在垂直方向对齐。

[0051] 如图4所示,顶层频率选择单元6包括上盖61、“十”字形支柱62和中间隔离板63,“十”字形支柱62位于上盖61与中间隔离板63之间且“十”字形支柱62周围分布有液态金属8。

[0052] 如图7所示,底层频率选择单元包括中间隔离板63、“Y”字形支柱72和底座73,“Y”字形支柱位于中间隔离板63与底座73之间且“Y”字形支柱72周围分布有液态金属8。

[0053] 四个底层频率选择单元7对应一个顶层频率选择单元6,每个底层频率选择单元7的中心位于1/4大小的顶层频率选择单元6的中心,壁板5固定在顶层频率选择阵列及底层频率选择阵列四周。

[0054] 液态金属进出口3及液态金属进出口4位于与“Y”字形支柱中的任一分支平行的壁板上;

[0055] 各个顶层频率选择单元6的上盖61紧密相接,构成可散热频率可重构频率选择装置的盖板9;

[0056] 各个底层频率选择单元7的底座73紧密相接,构成底层频率选择阵列的底板11;

[0057] 各个顶层频率选择单元6或底层频率选择单元7的中间隔离板63紧密相接,构成可散热频率可重构频率选择装置的中间隔离层10。

[0058] 可选地,“十”字形支柱62包括两个分支,两个分支的中心重叠且呈夹角为90度分布的连接型结构。

[0059] 可选地,“Y”字形支柱72包括三个分支,三个分支呈圆形阵列分布的中心连接型结构。

[0060] 可选地,各个顶层频率选择单元6的上盖61及中间隔离板63为大小相同的正方形板;

[0061] 各个底层频率选择单元7的中间隔离板63及底座73为大小相同的正方形板;

[0062] 各个顶层频率选择单元6的上盖61及中间隔离板63之间平行设置;

[0063] 各个底层频率选择单元7的中间隔离板63及底座73之间平行设置;

[0064] 各个顶层频率选择单元6的上盖、中间隔离板63的中心均位于“十”字形支柱62的两个分支的连接轴线上;

[0065] 各个底层频率选择单元7的中间隔离板63及底座73的中心均位于“Y”字形支柱72三个分支的连接轴线上。

[0066] 可选地,液态金属8为室温下呈液态的金属,包括镓、铟、锡、铋和锌中至少一种的金属流体。

[0067] 可选地,液态金属8包括镓、铟、锡、铋和锌中至少两种的合金流体。

[0068] 其中,液态金属8可根据实际工作情况进行选择,以使其具备良好的流动性、导热性和导电性。

[0069] 作为一个具体的实施例,液态金属8选用的材料为Ga68In20Sn12。工作时,根据不同工作频率的要求,仅在顶层频率选择单元中设置液态金属或在底层频率选择单元中设置液态金属,液态金属的流速通过外部的电磁泵、节流阀和调速器共同调节控制。

[0070] 可选地,“十”字形支柱的高度、两个分支的长度及宽度可根据实际工作频率进行

调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0071] 可选地,“Y”字形支柱的高度、三个分支的长度和宽度、相邻分支的夹角、可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0072] 可选地,各个顶层频率选择单元的上盖及中间隔离板的边长和厚度可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0073] 可选地,各个底层频率选择单元的底座的边长和厚度可根据实际工作频率进行调整,以使可散热频率可重构频率选择装置的带通部分S11参数值小于-20dB。

[0074] 作为一个具体的实施例,“十”字形支柱62、“Y”字形支柱72、盖板9、中间隔离层10、底板11及壁板5均采用有机玻璃或Al2O3陶瓷这些具有良好耐腐蚀性和透波性的材料。

[0075] 其中,本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的大小取决于顶层频率选择单元的行数M和列数N、壁板的厚度、各个顶层频率选择单元以及底层频率选择单元的尺寸,即本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的高度等于顶层频率选择单元与底层频率选择单元的高度之和,本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的长度等于N个顶层频率选择单元的边长与两个壁板的厚度之和,本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的宽度等于M个顶层频率选择单元的边长与两个壁板的厚度之和,其中,为减小液态金属对腔体结构的冲击力,每个液态金属进出口的直径均小于等于“十”字型支柱或“Y”字型支柱的高度。

[0076] 作为一个具体的实施例,如图2和图3所示,当M=10、N=10时,壁板5的厚度为2mm,液态金属进出口3和液态金属进出口4均为直径为4mm的圆形通孔且均位于与“Y”字形支柱72中的任一分支平行的壁板上,一组圆形通孔位于顶层频率选择阵列一个侧面壁板的正中心,另一组位于底层频率选择阵列一个侧面壁板的正中心。本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的长为258mm、宽为258mm、高为16mm。

[0077] 为了说明本发明的优越性,以相同热源加热本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置,分别通过自然对流和利用电磁泵驱动液态金属循环流动带走热量两种不同的方式,利用商业仿真软件Ansys Icepak19.0对本发明公开的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的散热效果进行仿真,利用商业仿真软件HFSS19.2对本发明装置的电性能进行仿真。

[0078] (1) 仿真参数:

[0079] 设置“十”字形支柱62高度为5mm,两条直线单元长度均为8.6mm,宽度均为2.4mm,相邻两条直线单元的夹角为90°,上盖61和中间隔离板63长均为25.4mm、宽均为25.4mm、高均为2mm,M=10,N=10,壁板5的厚度为2mm,液态金属进出口3直径均为 $\Phi = 4\text{mm}$,整个顶层频率选择装置的长为258mm、宽为258mm、高为9mm。

[0080] 设置“Y”字形支柱72高度为5mm,三个分支长度均为3.1mm、宽度均为2.3mm,相邻两个分支的夹角为120°,中间隔离板63和底座73长均为12.7mm、宽均为12.7mm、高均为2mm,2M=20,2N=20,壁板5的厚度为2mm,液态金属进出口4直径均为4mm,整个底层频率选择装置的长为258mm、宽为258mm、高为9mm。

[0081] 液态金属8为选用Ga68In20Sn12材料,其密度为6363kg/m³,比热容为366J/kg·k,

粘度为 $0.00222\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$,热导率为 $16.5\text{w}/\text{m}\cdot\text{k}$,该热导率远远高于水的热导率。

[0082] 盖板9、“十”字形支柱62、中间隔离层10、“Y”字形支柱72、底座11以及壁板5均选用有机玻璃材料,该玻璃材料的密度为 $3970\text{kg}/\text{m}^3$,比热容为 $840\text{J}/\text{kg}\cdot\text{k}$,热导率为 $27\text{w}/\text{m}\cdot\text{k}$ 。

[0083] “十”字形支柱62分别与盖板9和中间隔离层10之间均不存在接触热阻,“Y”字形支柱72分别与中间隔离层10和底座11之间均不存在接触热阻,壁板5分别与盖板9、中间隔离层10和底座11之间也不存在接触热阻。

[0084] 为了让两个实验形成对比,自然对流散热时,液态金属8进口的速度设为0,即设定液态金属8为静止状态,利用电磁泵驱动液态金属8循环流动进行散热时,液态金属8进口的速度分别设为 $10\text{m}/\text{s}$ 。

[0085] 为了统一两个实验的其他变量,初始温度和环境温度均为 20°C ,初始压力值均为标准大气压,同时,仿真中均不考虑辐射换热。

[0086] (2) 仿真内容与结果:

[0087] 仿真1

[0088] 如图10所示,仅在底层频率选择单元中设置液态金属的情况下,在本发明公开的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀的加上恒温 1000°C 热源后,采用自然对流方式对可散热频率可重构频率选择装置进行散热,得到本发明公开的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置下表面的温度云图。

[0089] 从图10可以看出,温度均匀分布且较高,向未设置液态金属进出口的两壁逐渐降低,装置下表面最高温达 932.79°C ,最低温在 14.96°C 左右,说明自然对流不能将热量散出去,在这种情况下,天线系统会出现故障。

[0090] 同样在本发明公开的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀的加上恒温 1000°C 热源后,采用电磁泵驱动液态金属循环流动进行散热,得到如图11所示的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置下表面的温度云图。

[0091] 从图11可以看出,液态金属快速流过装置的高温表面,将热量带走,沿着液态金属进出口从中心到两边温度逐渐升高,且从进口到出口处温度也逐渐升高,在进口处温度达到最低,装置下表面最高温达 724.18°C ,最低温在 19.69°C 左右,说明循环流动能一定程度上将热量散出去,天线系统可正常工作。

[0092] 仿真2

[0093] 在顶层频率选择单元及底层频率选择单元都设置液态金属的情况下,在本发明公开的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置的底部表面均匀的加上恒温 1000°C 热源后,采用自然对流方式对可散热频率可重构频率选择装置进行散热,得到如图12所示的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置下表面的温度云图。

[0094] 从图12可以看出,温度分布较为均匀,从进口到出口处温度逐渐降低,可散热频率可重构频率选择装置下表面最高温达 858.59°C ,最低温在 19.98°C 左右,在这种情况下,达到了一定的散热效果,天线系统可以工作。

[0095] 同样在本实例装置的底部表面均匀的加上恒温 1000°C 热源后,采用电磁泵驱动液态金属循环流动进行散热,得到如图13所示的可散热频率可重构频率选择装置下表面的温度云图。

[0096] 从图13可以看出,通过驱动液态金属的循环流动,液态金属快速流过可散热频率

可重构频率选择装置的高温表面,将热量带走,可散热频率可重构频率选择装置下表面最高温只有720.56℃,起到了散热效果,天线系统可正常工作。

[0097] 对比图10至图13结果,表明本发明公开的可散热频率可重构频率选择装置可降低天线系统的温度,对天线系统进行高效散热。

[0098] 仿真3

[0099] 设液态金属8属于理想的金属电导体,有机玻璃的相对介电常数为2.57,介质损耗角正切为0.0078,利用商业仿真软件HFSS19.2对本实例装置的电性能进行仿真,在仅顶层通液态金属或底层通液态金属时,得到带通部分S11参数曲线,结果分别如图14及15所示。

[0100] 从图14可以看出,仅在顶层频率选择单元设置液态金属的情况下,当谐振频率 $f=4.98\text{GHz}$ 时, $S_{11}=-23.05\text{dB}$,即 S_{11} 达到 -20dB 以下;从图15可以看出,仅底层通液态金属时,当谐振频率 $f=12.98\text{GHz}$ 时, $S_{11}=-20.84\text{dB}$,即 S_{11} 达到 -20dB 以下。故在仅顶层频率选择单元设置液态金属或底层频率选择单元设置液态金属的情况下,都表现出良好的电性能,能够满足现实中的使用要求。

[0101] 本发明实施例提供的基于液态金属的可散热频率可重构频率选择装置包括顶层频率选择阵列、底层频率选择阵列、壁板、液态金属进出口、盖板、中间隔离层及底板,顶层频率选择阵列每一行的顶层频率选择单元在水平方向对齐,底层频率选择阵列中每一行的底层频率选择单元在水平方向对齐,顶层频率选择阵列每一列的顶层频率选择单元在垂直方向对齐,底层频率选择阵列每一列的底层频率选择单元在垂直方向对齐,四个底层频率选择单元对应一个顶层频率选择单元,每个底层频率选择单元的中心位于1/4大小的顶层频率选择单元的中心,壁板固定在顶层频率选择阵列及底层频率选择阵列四周,减小了天线罩表面的热累积,提高了散热效果,能够保证频率选择表面的正常工作,且使其能在多种不同工作频率要求下正常工作。

[0102] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0103] 可以理解的是,上述方法及装置中的相关特征可以相互参考。

[0104] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0105] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0106] 以上仅为本申请的实施例而已,并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的权利要求范围之内。

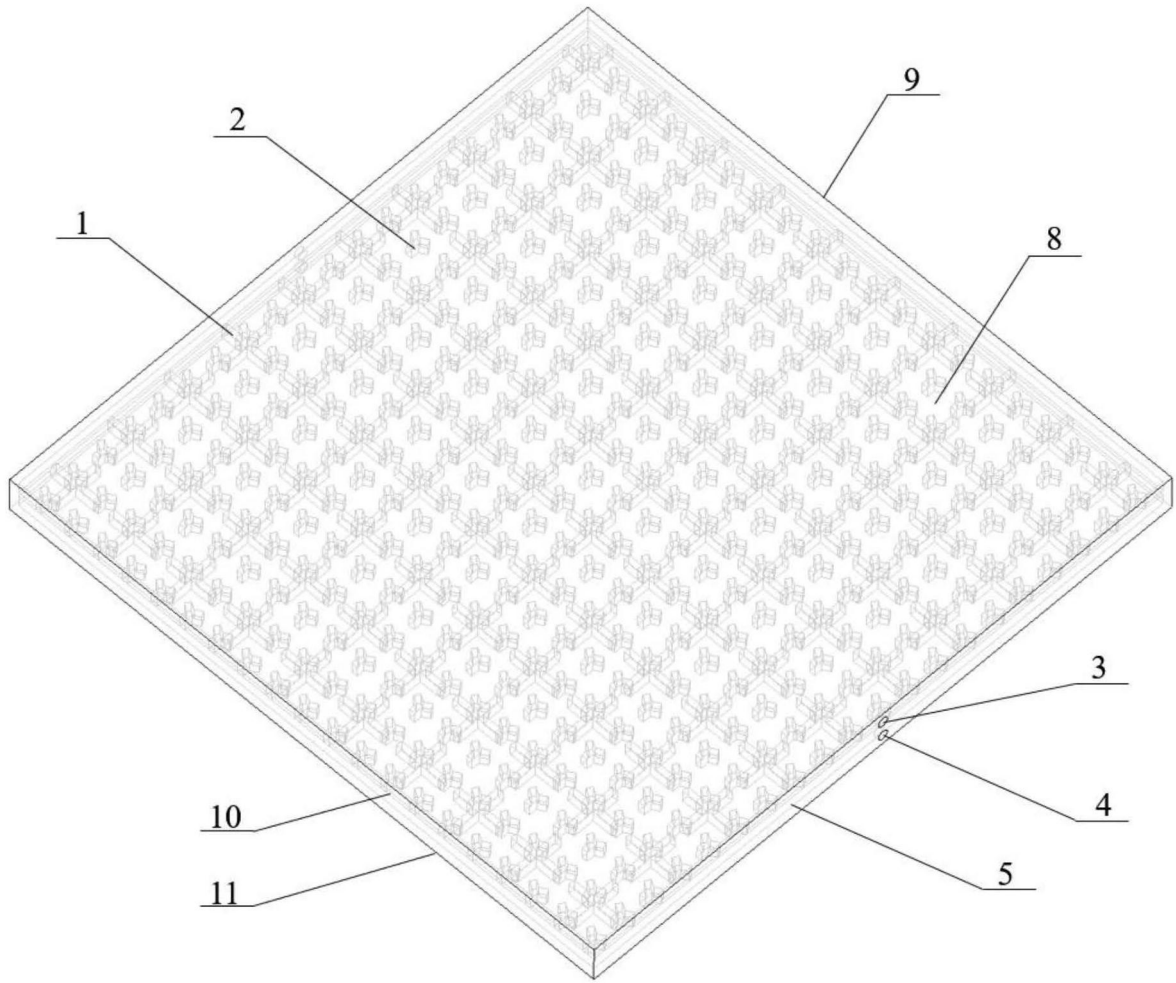


图1

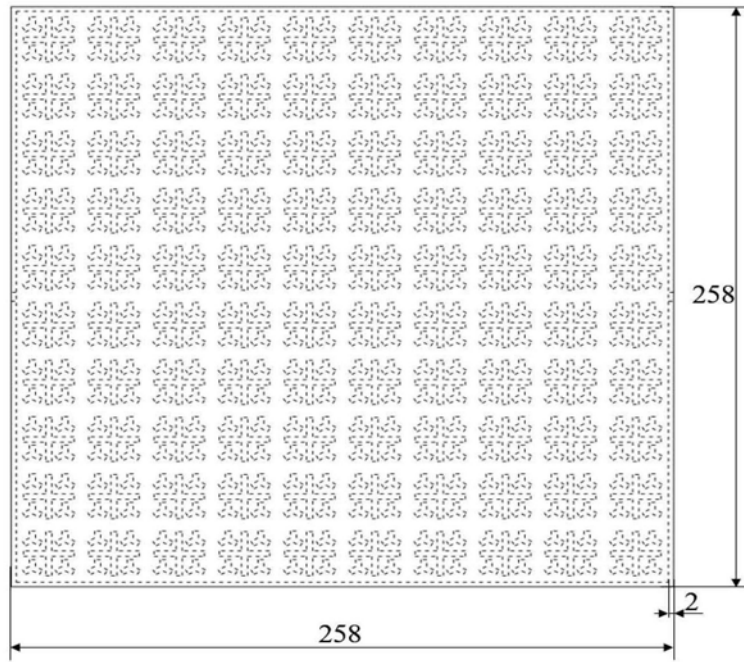


图2

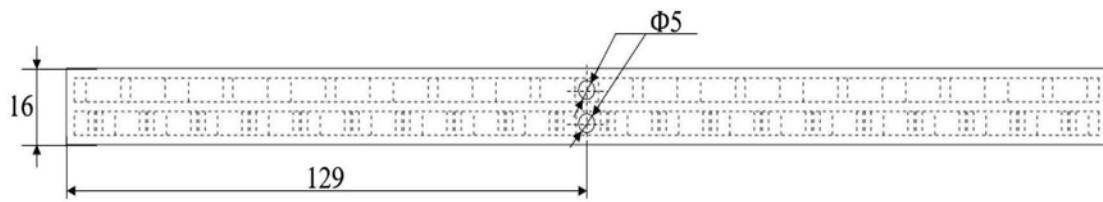


图3

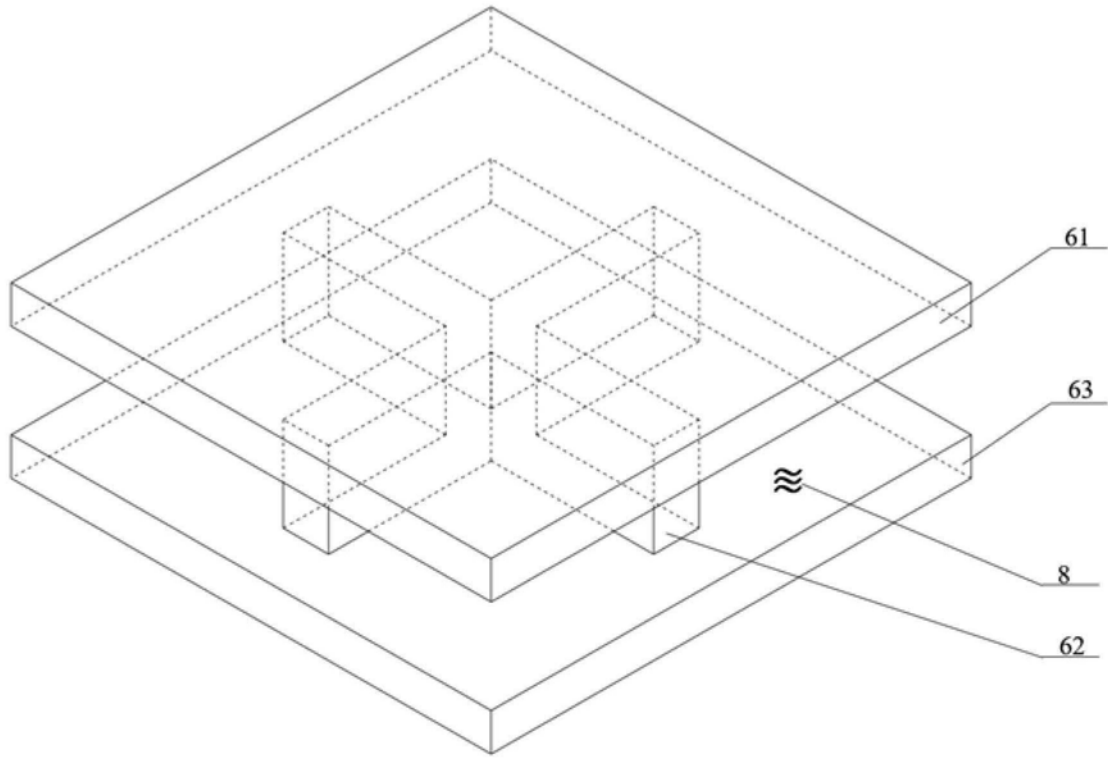


图4

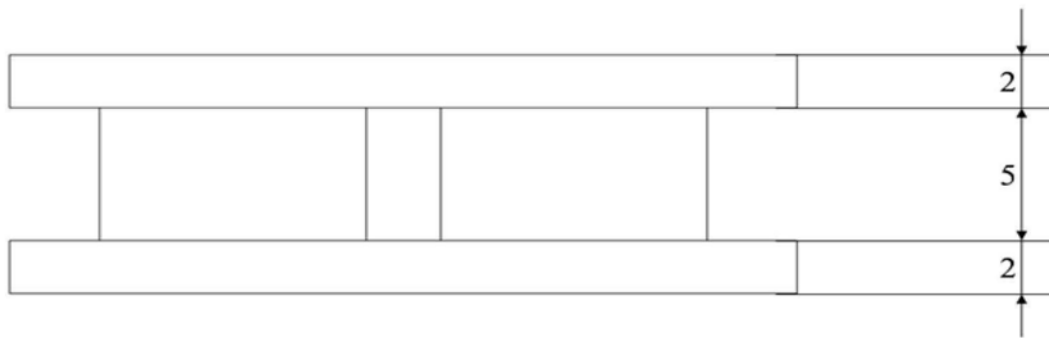


图5

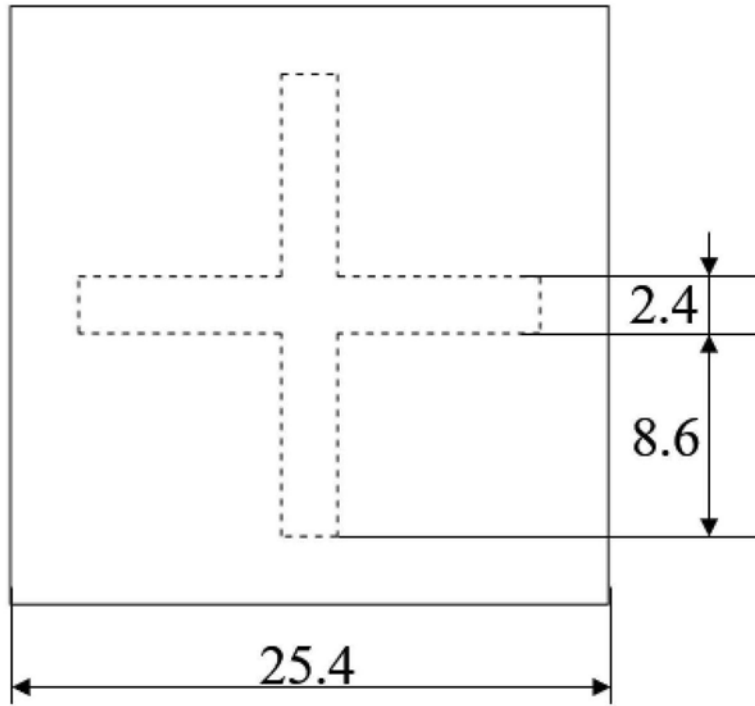


图6

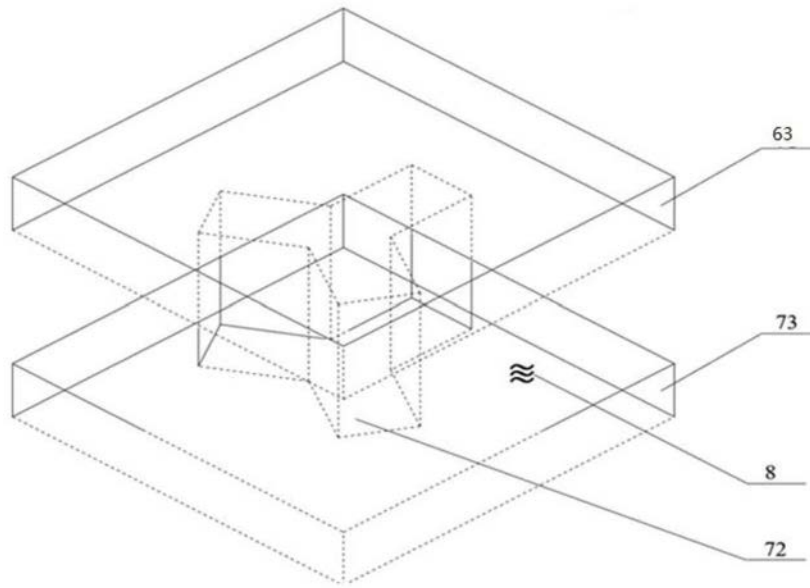


图7

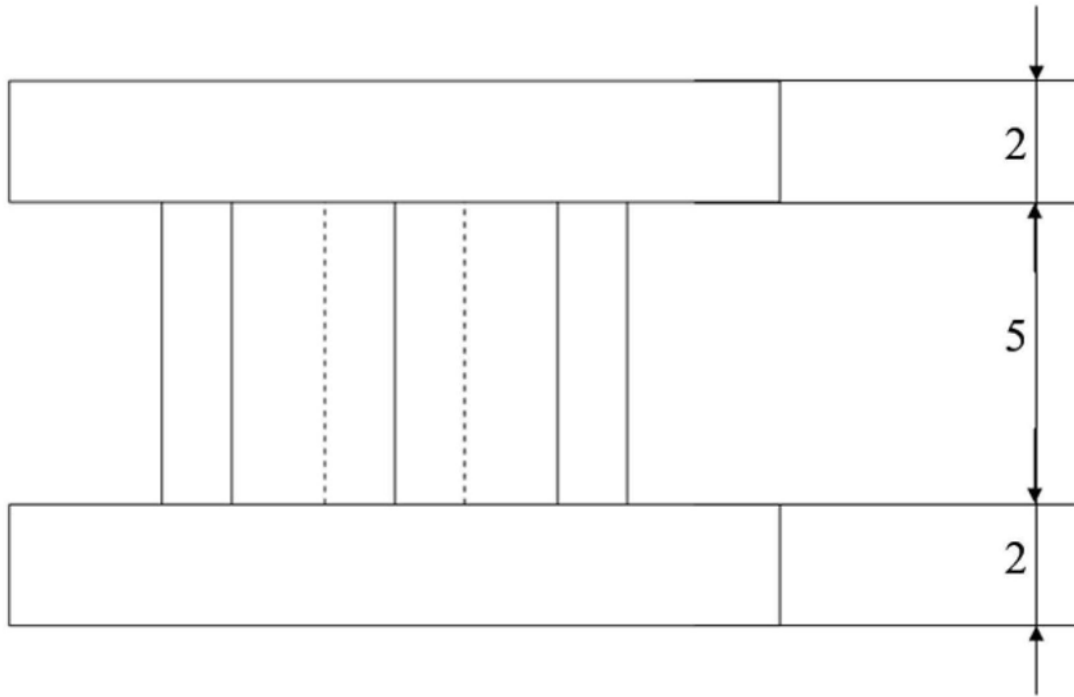


图8

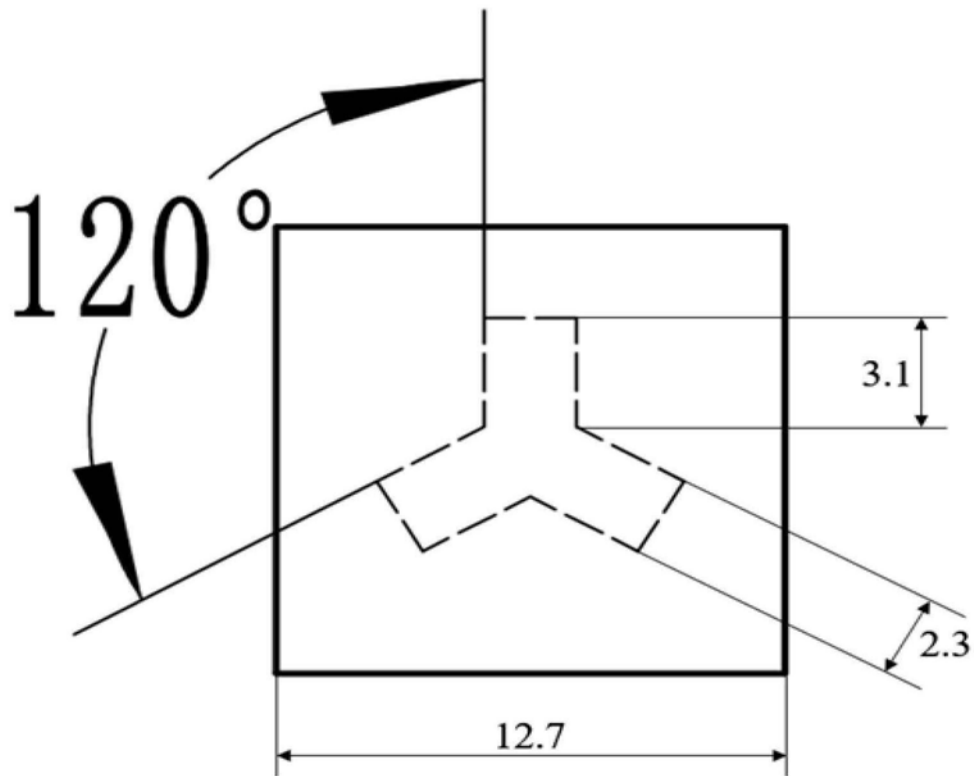


图9

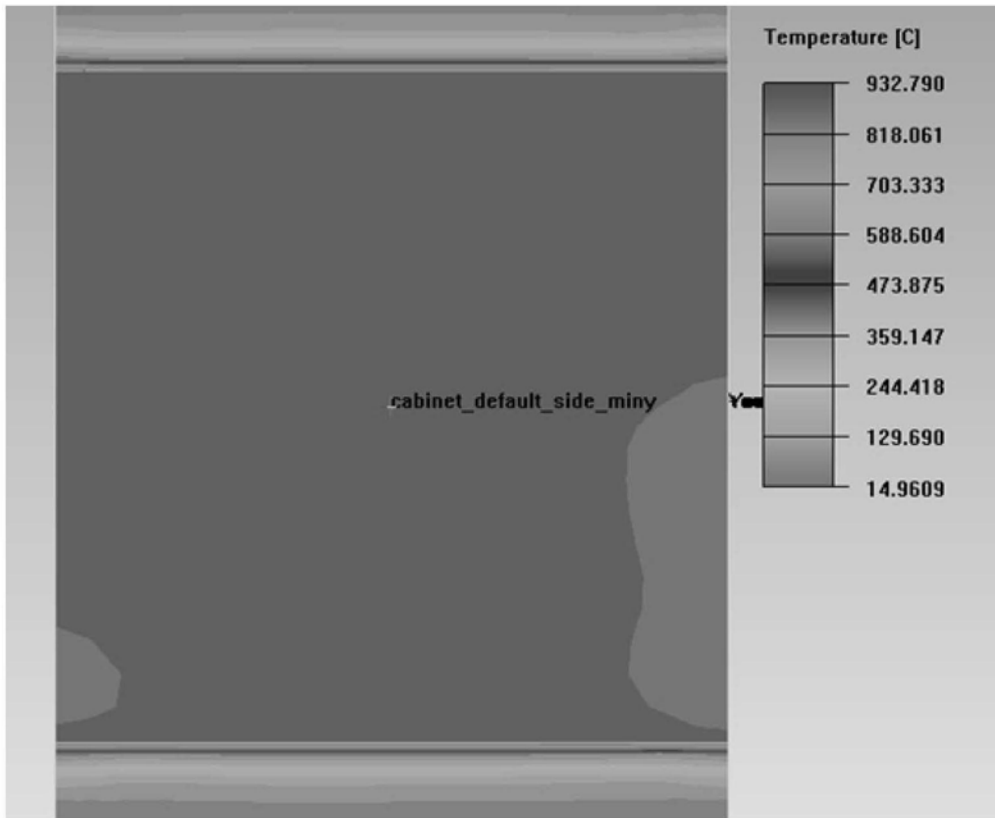


图10

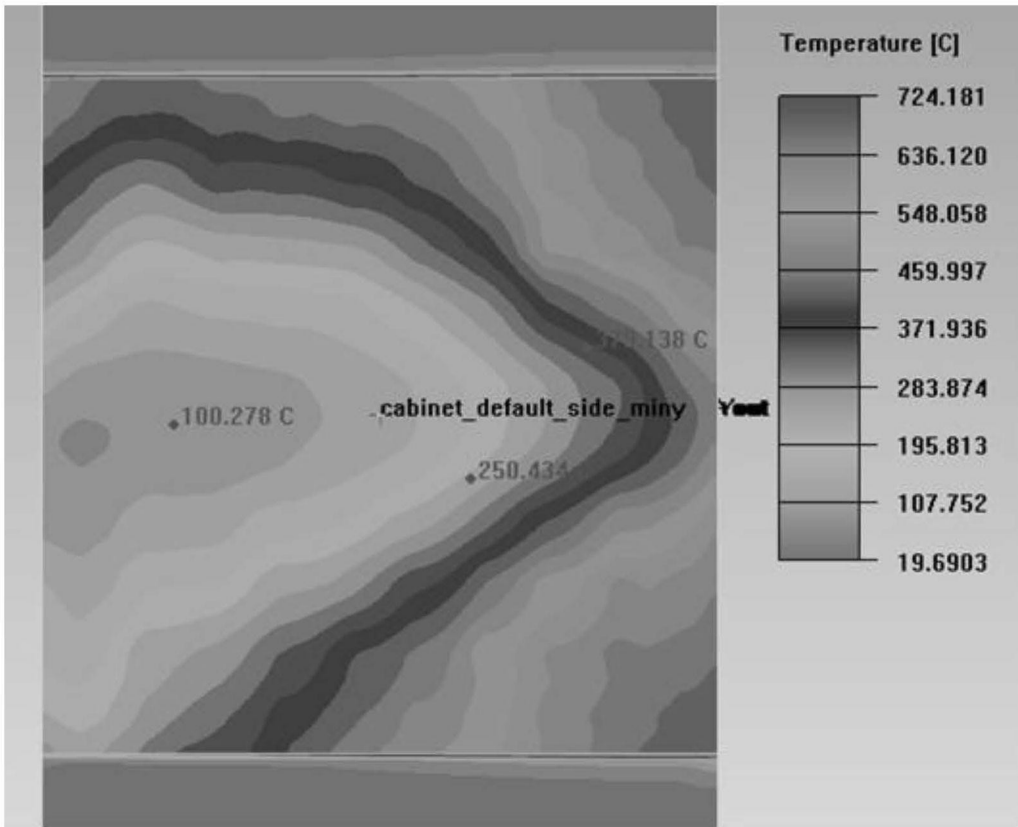


图11

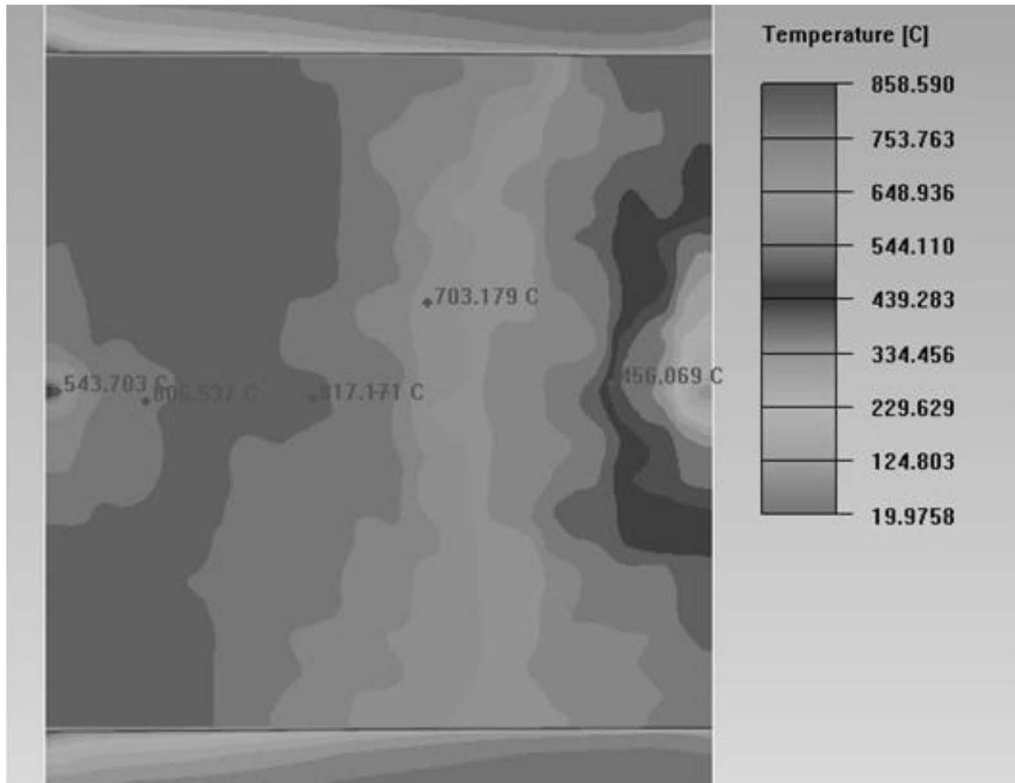


图12

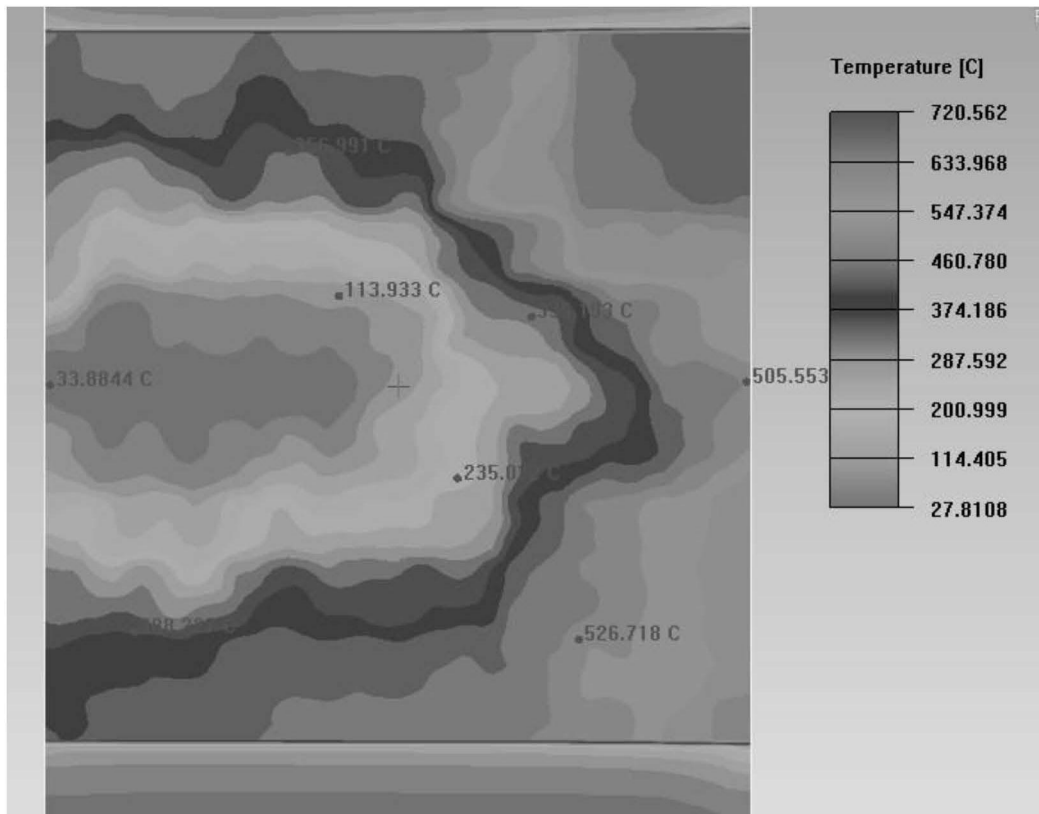


图13

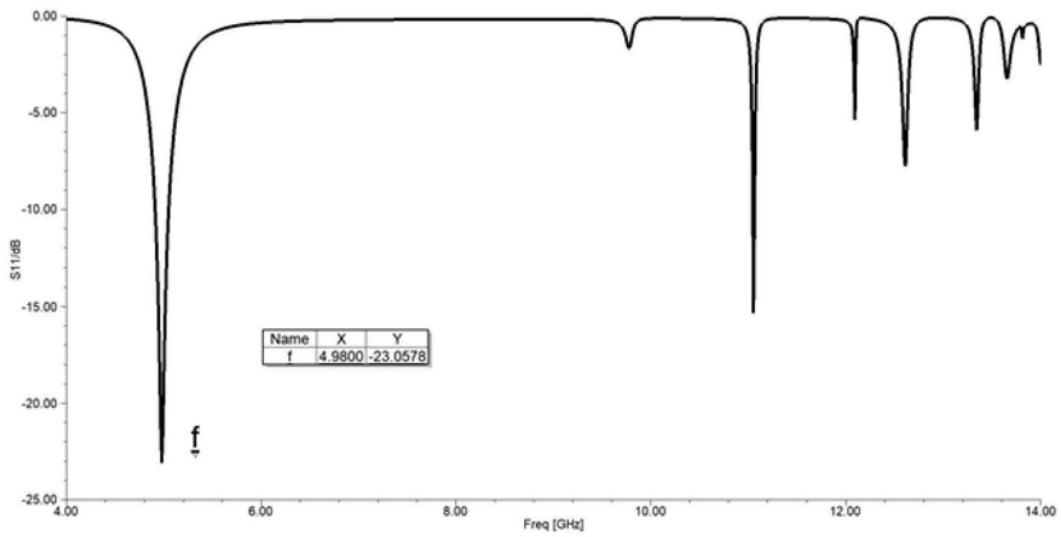


图14

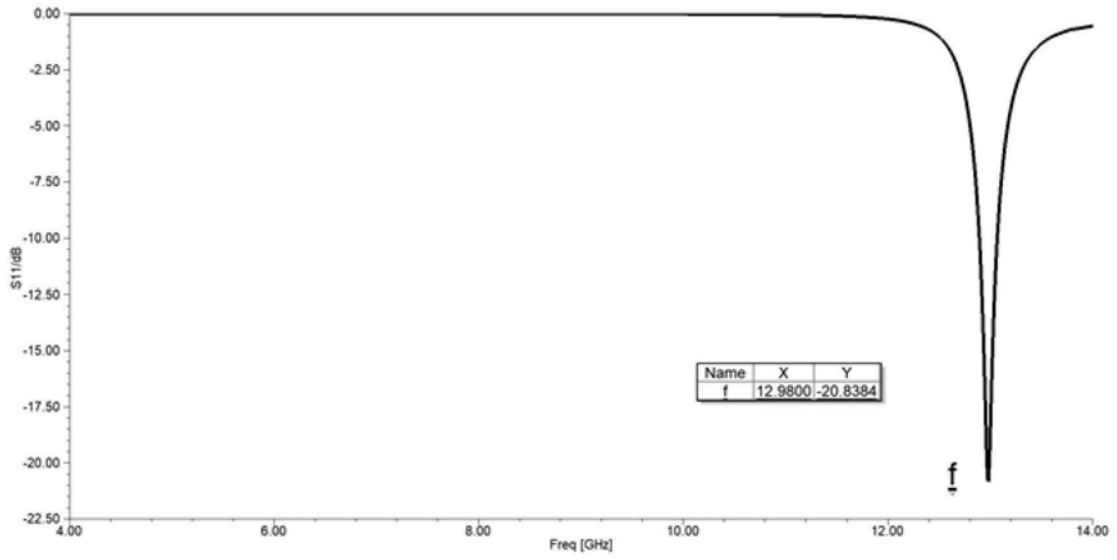


图15