



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107833887 A

(43)申请公布日 2018.03.23

(21)申请号 201710833146.8

(22)申请日 2017.09.15

(30)优先权数据

15/266,299 2016.09.15 US

(71)申请人 美国亚德诺半导体公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 R·R·诺顿

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张小稳

(51)Int.Cl.

H01L 27/085(2006.01)

H01L 29/423(2006.01)

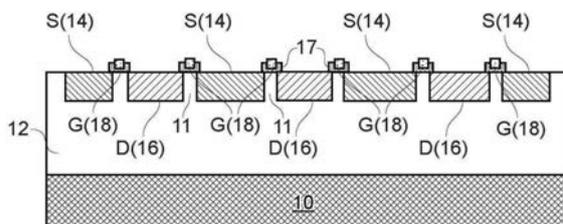
权利要求书2页 说明书7页 附图15页

(54)发明名称

多指FET中的热管理

(57)摘要

本公开涉及多指FET中的热管理。本公开通过提供多栅指FET布置而在多栅指场效应晶体管(FET)中解决热问题,其中多个栅指之间的相应距离沿着器件被调制,使得在器件的中间或朝向器件的中间的栅指之间的距离大于在器件的边缘或朝向器件的边缘的栅指之间的距离。通过在位于在器件的中间或朝向器件的中间的栅指之间设置更大的距离,然后获得改进的热管理性能,并且器件作为整体保持比其他情况更冷,这是与器件寿命相关的改进。



1. 构造用于热能管理的晶体管器件,所述晶体管器件包括在半导体基板内形成的多个有源区域,所述有源区域分别由具有其上形成的端子电极的其它区域分开,所述端子电极包括通过各自的电极间距彼此分开的导电元件,所述电极间距离从所述晶体管器件的边缘向所述晶体管器件的中间增加。

2. 根据权利要求1所述的晶体管器件,其中所述晶体管是多栅指场效应晶体管(FET),并且所述有源区域是交替跨越所述晶体管器件的源极和漏极区域,所述源极和漏极区域通过相应的通道区域彼此分开,所述端子电极是细长栅电极。

3. 根据权利要求1所述的晶体管器件,其中所述导电元件是细长,并且基本上彼此平行延伸。

4. 根据权利要求3所述的晶体管器件,其中所述有源区域从所述晶体管器件的一侧到所述晶体管器件的另一侧以彼此相邻的线性阵列延伸,并且通过其他区域分开,所述细长导电元件基本上垂直于所述线性阵列的延伸方向延伸。

5. 根据权利要求1所述的晶体管器件,其中所述电极间距离从一个距离到朝向所述器件中间的下一个增加固定的量。

6. 根据权利要求1所述的晶体管器件,其中所述电极间距离从一个距离到朝向所述器件中间的下一个增加相对分数量。

7. 根据权利要求1所述的晶体管器件,其中所述电极间距离布置最大允许电极间距离。

8. 构造用于在操作期间提高FET内的热能水平的功率放大应用的多栅指场效应晶体管(FET),所述多栅指FET包括:

通过各自通道区域分开的交替源极和漏极区域阵列;和
在所述通道区域上延伸的导电栅指,

其中相邻栅指之间的各自距离根据从阵列的边缘到阵列的中间的单调功能进行调制。

9. 根据权利要求8所述的多栅指FET,其中所述单调功能为使得从阵列的边缘到阵列的中间相邻指之间的相应距离增加固定的量。

10. 根据权利要求8所述的多栅指FET,其中所述单调功能为使得从阵列的边缘到阵列的中间相邻指之间的相应距离增加相对的量。

11. 根据权利要求10所述的多栅指FET,其中所述单调功能为使得一对栅指之间的第二距离比另一对栅指之间的第一距离大所述第一距离的分数。

12. 根据权利要求8所述的多栅指FET,其中相邻栅指之间的相应距离围绕阵列的中间是对称的。

13. 根据权利要求8所述的多栅指FET,其中相邻指之间的相应距离根据不超过栅指之间的最大允许距离的单调功能调制。

14. 根据权利要求8所述的多栅指FET,其中所述交替源极和漏极区域的各自宽度适于给出栅指之间的相应距离,所述各自通道宽度基本相同。

15. 具有在各自通道区域上形成的多栅电极的多栅晶体管,所述多栅电极彼此分开栅间距离,至少四个多栅电极之间的至少第一、第二和第三连续栅间距离从距离到距离增加为使得所述第三栅间距离大于所述第二栅间距离,并且所述第二栅间距离大于所述第一栅间距离。

16. 根据权利要求15所述的多栅晶体管,其中所述三个连续栅间距离从距离到距离增

加固定的量。

17. 根据权利要求16所述的多栅晶体管,其中所述固定的量在第一栅间距离的10%至40%的范围内。

18. 根据权利要求15所述的多栅晶体管,其中所述三个连续栅间距离增加之前栅间距离的预定百分比的量,从而所述第二栅间距离比所述第一栅间距离大第一栅间距离的分数,并且所述第三栅间距离比所述第二栅间距离大第二栅间距离的分数。

19. 根据权利要求18所述的多栅晶体管,其中所述预定百分比的量在10%至40%的范围内。

20. 根据权利要求15所述的多栅晶体管,其中所述多栅电极包括在基本彼此平行的通道区域上延伸的电气共同细长指。

多指FET中的热管理

技术领域

[0001] 本公开涉及用于管理多栅指场效应晶体管 (FET) 中的发热的技术, 其在一些示例中可以用于高功率RF放大的目的。在一些示例中, 热管理通过根据器件中栅指的位置调制栅指之间的距离来获得。

背景技术

[0002] 多栅指场效应晶体管 (FET) 经常用于RF功率放大器应用。它们通常包括平行细长“指-状”电极, 其在基板中形成的并排交替漏极和源极区域之间形成的各种通道区域上延伸。通常, 3、5或7个并联栅指包含在单个器件中, 并且指示之间的间隔通常固定为相同, 或者可替换地可以在两个值之间从指向间隔到跨越器件的间隔交替。

[0003] 使用这种晶体管的问题之一是可能发生热积聚, 特别是在与中间栅指相邻的器件的中心。即, 随着器件的运行, 热能将围绕栅指集中, 并通过基板缓慢消散。由于在器件的中心或周围存在多个栅极指示, 因此热能在该区域中积累得比其消散更快, 从而导致操作基板的温度升高。提高工作温度会降低器件寿命并增加器件内的热噪声, 因此是不合需要的。

发明内容

[0004] 为了在多栅指FET中解决热问题, 本公开涉及多栅指FET布置, 其中多个栅指之间的相应距离沿着器件被调制, 使得在器件的中间或朝向器件的中间的栅指之间的距离大于在器件的边缘或朝向器件的边缘的栅指之间的距离。通过在位于在器件的中间或朝向器件的中间的栅指之间设置更大的距离, 然后获得改进的热管理性能, 并且器件作为整体保持比其他情况更冷。

[0005] 考虑到上面, 从本公开例子的一方面提供晶体管器件, 包括在半导体基板内形成的多个有源区域。有源区域分别由具有其上形成的端子电极的其它区域分开, 端子电极通过各自的电极间距彼此分开的导电元件。电极间距离从器件的边缘向器件的中间增加, 这防止器件中间的热积聚, 因此器件比操作中的情况保持冷却。

[0006] 在一个例子中, 晶体管是FET, 并且有源区域是交替跨越器件的相应源极和漏极区域, 所述源极和漏极区域通过通道区域彼此分开, 端子电极是栅电极。

[0007] 在一个例子中, 导电元件是细长的并且基本上彼此平行延伸。在这种例子中, 有源区域通常从器件的一侧到器件的另一侧以线性阵列延伸, 并且通过其他区域分开, 细长导电元件基本上垂直于所述线性阵列的延伸方向延伸。

[0008] 在一个例子中, 电极间距离可从一个距离到朝向所述器件中间的下一个增加固定的量, 而在另一个例子中, 电极间距离可从一个距离到朝向所述器件中间的下一个增加相对分数量。在任一情况下, 电极间距离可布置最大允许电极间距离, 以防止器件变得太大。

[0009] 从本公开例子的另一方面提供多栅指FET, 包括: 通过各自通道区域分开的交替源极和漏极区域阵列; 和在所述通道区域上延伸的导电栅指。然后栅指之间的各自距离根据

从阵列的边缘到阵列的中间的单调功能进行调制。通过单调功能调制距离意味着在操作中器件不会像其他情况那样变得热。

[0010] 在一个例子中,单调功能为使得各自距离从指到指增加固定的量,而在另一例子中,单调功能为使得各自距离从指到指增加相对的量。例如,在该第二例子中,单调功能为使得栅指之间的第二距离的尺寸比栅指之间的第一距离大所述第一距离的分数。

[0011] 在一个例子中,栅指之间的相应距离围绕阵列的中间是对称的,并且还可根据经历栅指之间的最大允许距离的单调功能调制。应用最大允许距离可防止器件变得过大。

[0012] 从本公开例子的又一方面提供具有在各自通道区域上形成的多栅电极的多栅晶体管,多栅电极彼此分开栅间距离。第一、第二和第三连续栅间距离设置在至少四个多栅电极之间,并且第一、第二和第三栅间距离从距离到距离增加为使得所述第三栅间距离大于所述第二栅间距离,并且所述第二栅间距离大于所述第一栅间距离。通过这样的布置,提高了多栅电极附近的晶体管的热管理。

[0013] 在一个例子中,三个连续栅间距离从距离到距离增加固定的量,固定的量例如在第一栅间距离的10%至40%的范围内。已经发现这种增加提供改善的热性能而不会过度增加器件的尺寸。

[0014] 可替换地,在另一例子中,三个连续栅间距离增加之前栅间距离的预定百分比的量,从而所述第二栅间距离比所述第一栅间距离大第一栅间距离的分数,并且所述第三栅间距离比所述第二栅间距离大第二栅间距离的分数。预定百分比的量可再次在10%至40%的范围内。

[0015] 在一个例子中,晶体管是多栅指FET,并且多栅电极包括在基本彼此平行的通道区域上延伸的电气共同细长指。

[0016] 本公开的其他特征、实施方案和优点将从以下描述和所附权利要求中变得显而易见。

附图说明

[0017] 现在将参照附图描述本公开的示例,其中相同的附图标记表示相同的部分,其中:

[0018] 图1和2是多栅指FET布置的图,其中栅指之间的距离在两个值之间交替;

[0019] 图3、4和5描述图1和2的多栅指FET布置的热模拟结果;

[0020] 图6是根据本公开的例子多栅指FET布置的图;

[0021] 图7和8是沿线A-A的图6的多栅指FET的剖视图;

[0022] 图9和10是根据本公开的另一例子多栅指FET的剖视图;

[0023] 图11描述图9和10的多栅指FET的热模拟的结果;和

[0024] 图12至16各自描述使用不同指间距离的另外例子的另外热模拟的结果。

具体实施方式

[0025] 在下面将要描述的本公开的例子中,在具有在基板上形成的具有平行栅极电极的多指示FET中积聚的热能的问题通过增加多指FET的栅极指向之间的距离来解决器件的中间。结果,那些栅指在晶体管中的栅格指阵的中间比栅格指列边缘处的栅指更远离彼此。这种增加的距离防止在器件的中心积聚过多的热能,同时不会过度增加器件的整体尺寸。由

于这种布置而发生的运行期间减少的热积聚意味着器件寿命得到改善,并且来自晶体管的输出信号中产生的热噪声较少。

[0026] 为了进一步提供上下文和细节,多栅指场效应晶体管(FET)通常用于射频功率放大器应用。参考图1和图2,晶体管通常具有在基板(12)内交替并排地形成漏极和源极区域(16、14)的结构,每个区域之间的狭窄通道横跨宽度的区域。在每个通道顶部放置的是氧化层(17),其上分别形成各自的平行细长“指”型结构中的栅电极(18)。栅指电连接共同栅极输入端子;同样相应漏极区域电连接共同漏极端子,并且相应源极区域也电连接一个或多个共同源极端子,其在使用中通常可连接RF地面。基板(12)通常安装在基底芯片(10)上。

[0027] 多栅指FET的一个设计参数是狭窄通道之间的栅指端子之间的距离,其可以被认为是通道之间的距离,并且被称为栅指音高。通常,栅指音高是固定的(例如,每个指之间有100 μm),在这种情况下,相应的相邻漏极和源极区域通常各自具有相同的宽度,或者栅指音高可以在两个(通常是接近)的值可以例如彼此相差10%(例如100 μm 和110 μm)。在栅指音高交替的地方,这意味着交替漏极和源极区域的宽度相等。例如,在图1和图2中,漏极区域显示为92 μm 宽,源极区域为99 μm ,非常窄的通道宽度为4.5 μm 。

[0028] 发明人已经注意到,在作为RF功率放大器的操作期间,可以在器件内部产生热量积聚,从而将器件的内部温度升高到潜在的破坏性水平,从而减少器件寿命。热积聚量取决于半导体基板的背衬,图3、4和5示出了图1和图2所示的6栅极FET的热模拟结果,其中交替栅指音高分别为92 μm 和99 μm 。

[0029] 图3示出了具有图1或图2的配置的FET器件和第一类型的模具背衬(AI)的热模拟的结果。在这里,栅指的位置可以在热模拟中看作是热点,每个栅指附近的温度在85.6 $^{\circ}\text{C}$ 和99.8 $^{\circ}\text{C}$ 之间,被相对较大体积的基板包围,被加热到73.4 $^{\circ}\text{C}$ 和85.6 $^{\circ}\text{C}$ 。此外,可以看出,在指阵列中间的栅指比边缘的栅指更高的温度体积更大,表明这些栅极指变得更热。

[0030] 图4显示了与第二种类型的模具背衬(84-1LMIT)相同的器件,这使得热情况更糟。在这个模拟中,每个栅栏周围的温度范围在111 $^{\circ}\text{C}$ 到131 $^{\circ}\text{C}$ 之间,而器件中部的一些栅极指示温度在131 $^{\circ}\text{C}$ 到155 $^{\circ}\text{C}$ 之间。这种操作温度将显着减少器件寿命和/或增加热噪声。

[0031] 图5示出了与图3和图4中所使用的相同器件的热模拟结果,但是这次使用具有比第二模具类型更高的热导率的第三类型的模具背衬(D591),并且与图4的示例相比,其改善了热情况,但是仍然显示出一些热积聚,类似于实际上略大于图3的示例。即,每个栅极指示器附近的温度通常在85.6 $^{\circ}\text{C}$ 和99.8 $^{\circ}\text{C}$ 之间,但是这些被相当大体积的基板(52)包围,其被加热到73.4 $^{\circ}\text{C}$ 和85.6 $^{\circ}\text{C}$ 之间。

[0032] 如这些例子所示,在操作期间,在多栅指FET中可能存在显着的热积聚,这将影响器件寿命,可能会大大缩短寿命。虽然选择退役可能会影响情况并在一定程度上改善,为了完全改善问题,增加器件寿命似乎需要其他设计变更。

[0033] 鉴于上述情况,本公开的例子如前所述解决了多栅指FET中的热问题,通过改变器件之间的栅极指示之间的距离,特别是通过使指位于器件的中间或朝向器件的中间之间的距离大于位于或朝向器件边缘的指向之间的距离。就这样而言,多栅指FET通常包括交替漏极和源极区域的阵列,由狭窄通道区域分隔,其上形成狭窄的“指”-状栅电极,通过狭窄氧化层与狭窄通道区域分离。在本公开的例子中,交替漏极和源极区域的宽度在器件之间进行调制,使得区域的宽度朝向区域阵列的中心更大,并且朝向区域阵列的边缘较小。通过以

这种方式调制漏极和源极区域的宽度,位于漏极和源极区域之间的通道区域之上的栅极电极之间的有效距离也以相同的方式进行调制。通过以这种方式改变栅指之间的间距,可以更好地控制器件中心处的热积聚,栅极指向周围的半导体区域在操作过程中不像上述情况那样变热或者均匀地分布在器件上,或者距离在更小的值和更大的值之间交替指示到指。

[0034] 关于指示之间的距离,如上所述,在本公开的例子中,指向之间的距离从指阵列的任一边的指向中间的指变得更大,使得在至少一个示例中指组中间的指针彼此之间有最大的分离。就此而言,本公开的例子旨在与具有至少4个,优选至少5个或更多栅指的多栅指FET器件一起使用。对于大多数射频功率应用,多栅指FET将具有偶数个指示,因此在稍后描述的一些示例中,可以包括栅指。在其他示例中,可以使用更多的栅指,并且可以容易地应用本公开的概念。

[0035] 关于指标之间的距离是如何调整的,发明人发现,从指到指的距离应至少增加10%,但更优选20%,至高达40%,从指向阵列的外边缘朝向数组中的指或指。在一些示例中,如果器件特别大、具有大量的指针,则可以在允许的指示之间存在最大距离,在这种情况下,指针之间的距离将从每个边缘增加到最大值,然后数组中间的指针将处于彼此之间的最大距离。

[0036] 就如何应用增长而言,在一些示例中,增加可以是“绝对的”或“简单”的基础,因为相应的绝对距离增加被应用于从指向中间的应用于边缘的数组中的第二和第三指针之间。因此,例如,如果以“绝对”为基础增加20%,并且第一和第二指标之间的距离为 $50\mu\text{m}$,那么第二个和第三个指针之间的距离应该是 $50 + (50 * 20\%) = 60\mu\text{m}$,第三和第四指之间的距离应为 $50 + 2(50 * 20\%) = 70\mu\text{m}$ 等,从指到指,直到达到中指或指,或达到最大指距距离。在这种情况下,距离会增加一个固定的量即 $(50 * 20\%) = 10\mu\text{m}$,从指向指向数组的中间

[0037]
$$W_n = W_1 + (n-1)(A) \quad \text{for } n=1, 2, \dots, x/2 \quad (\text{Eq. 1})$$

[0038] 其中 W_n 是栅极从源极或者极数的一个边缘到阵列中间的第 n 个连续指间距离的宽度, W_1 是设置在已知初始距离(例如上面的例子中的 $50\mu\text{m}$)的最外指指距离(即最外面的第一和第二指标之间)的宽度, A 是从最外面指向中心的指距距离(例如上面的例子中的 $10\mu\text{m}$)的期望增加, x 是数组提供的指间距的数量。

[0039] 在其他示例中,增加可以应用在“复合”或“相对”的基础上,因为栅指阵列中的各栅指之间的距离随着指向栅阵列边缘之间的一对栅指之间的距离的百分比而增加。因此,例如,如果以“相对”为基础增加20%,第一和第二指示之间的距离为 $50\mu\text{m}$,那么第二个和第三个指针之间的距离应该是 $50 + (50 * 20\%) = 60\mu\text{m}$,第三和第四指之间的距离应为 $60 + (60 * 20\%) = 72\mu\text{m}$ 等,从指到指,直到达到中指或指,或达到最大指距距离。在这种情况下,距离会随着指的增加而增加即:

[0040]
$$W_n = W_{n-1} + B(W_{n-1}) \quad n=2, 3, \dots, x/2$$

[0041]
$$W_n = W_1 \quad n=1 \quad (\text{Eq. 2})$$

[0042] 其中 W_n 是栅极从源极或者极数的一个边缘到阵列中间的第 n 个连续指间距离的宽度, W_1 是设置在已知初始距离(例如上面的例子中的 $50\mu\text{m}$)的最外指指距离(即最外面的第一和第二指标之间)的宽度, B 是指距距离从指定到指向最远指向中心的相对百分比增长(例如上例中的20%), x 是数组提供的指间距的数量。

[0043] 在上述两个示例中,计算的宽度可以经受最大允许宽度,这也代表最大允许指距

距离,例如在150至200 μm 的范围内,其中器件尺寸的增加被认为对于边缘由此获得的热性能的增加。

[0044] 更一般地,指针之间的距离根据单调功能从指阵列的边缘向阵列的中间进行调制,除非达到最大距离。具有这样的功能,指之间的距离从指阵列的边缘向中间增加,受任何最大阈值距离的影响。通过这种安排,器件的热管理得到改善。

[0045] 根据本公开的多栅指FET器件的一个例子如图6至图8所示,其中图7和图8是沿着线A-A截取的图6的器件的剖视图,并且沿箭头的方向观察。这里,源极和漏极半导体区域的阵列61形成在半导体基板上,跨器件的阵列中交替源极和漏极区域。每个源极和漏极区域由相应的通道区域分开,在其顶部形成小的各自的氧化层67,具有形成在其上的各个狭窄(大约4.5 μm)栅极电极68。如图6所示,各栅极电极在漏极和源极区域阵列的整个宽度上横向延伸,在与漏极和源极区域阵列的方向大致正交的方向上。栅极电极通过相应的栅极通孔66连接到共同栅极电极(RFIN),共同栅极电极(RFIN)在使用中构成器件的输入节点。

[0046] 源极和漏极区域阵列中的每个源极区域(S)通过电气共同源极通孔62连接到接地连接,并且源极和漏阵列中的每个相应的漏极区域(D)极区通过电气共同漏极通孔64连接到漏极电极,其在使用中构成器件的输出节点。

[0047] 如图6和图8所示,为了改善器件的热性能,在这个例子中,栅极指通过从器件的边缘到器件的中间的距离增加而彼此分开。特别地,在这个例子中有一个9个源极和漏极区域的阵列,其中5个源极区域与4个漏极区域交错,每个由一个通道区域分开,其上形成了栅指。因此,总共有8个栅指68,它们被从器件的边缘朝向器件的中心的增加的距离分开。特别地,从图8可以看出,左手侧的第一和第二指示68之间的距离被设定为50 μm ,第二和第三指标之间的距离增加到60 μm ,第三和第四指进一步上升至72 μm 。代表指阵列中间的第四和第五指标之间的距离最大,为96 μm ,然后距离指针阵列的中间向着相反的边缘再次开始减小。即,第五和第六指之间的距离从左侧减小到72 μm ,第六和第七指针之间的距离为60 μm ,然后最后从第七指向最外面的八指指示距离减小到50 μm 。通过这种安排,从指针的任一侧的最外面的指示获得从一个指向下一个指向的距离的相对20%的增加到最中间的指,指之间的距离有助于减少器件内的热负荷,并改善器件运行(通过降低热噪声)和使用寿命。

[0048] 图9和图10中示出另一示例性器件,图11显示了器件操作的热模拟。在图11的热模拟中,在图5的背景热模拟示例中假设用于器件的相同的模具背衬。

[0049] 另外的例子类似于前面的例子,但是不同之处在于,栅指从器件边缘到中间的间距的增加略有不同。特别地,在这个例子中,栅指之间的距离每次增加固定的量,从指到指,而不是按照第一个例子相对百分比增加。

[0050] 更具体地说,如图9和图10所示,源极和漏极半导体区域的阵列形成在半导体基板上,在整个器件的阵列中具有交替的源极(94)和漏极(92),每个源极和漏极区由相应的通道区域分开,在其顶部形成小的各自的氧化层97,具有形成在其上的各个狭窄(大约4.5 μm)栅极电极98。在这个例子中,如上所述,栅指98之间的距离根据设定的量而增加,在这种情况下为20 μm ,从指到指。总共提供了六栅指98,使得器件左侧的第一指与阵列中的下一指之间的距离为100 μm ,指阵列中第二指和第三指之间的距离为120 μm ,并且阵列中的第三个和第四个指针之间的距离(其定义了器件的中间)是最大距离,在140 μm 处。可以看出,在这个例子中,指间距增加了一个固定的量,即在这个例子中,从指到指。从最大的中间距离开始,

距离指向的阵列的相对外边缘稍稍移动。即,第四指和第五指之间的距离减小到 $120\mu\text{m}$,然后最后第五和第六指之间的距离再次以相同的固定量减少至 $100\mu\text{m}$ 。

[0051] 图9和图10的结构受到假设与图5的前述背景示例相同的背模(D591)的热模拟,结果如图11所示。由于使用了相同的条件,图5和图11的结果是直接可比的,从图中比较可以看出,图9和图10的器件结构热积累量大大降低。特别地,在图5中考虑加热到 73.8°C 和 86.2°C 之间的基板52的区域。在图5的模拟中,该区域以不间断的方式延伸以包含所有指电极,并且每个指电极在其紧邻附近也被基板包围,其下一个温度带为 86.2°C 至 101°C 。将该结果与本第二示例的器件的图11所示的结果进行比较,可以容易地看出,在本实施例中,加热到 73.8°C 和 86.2°C 范围的基板的区域被分解成围绕每个指电极的小的离散区域112。此外,几乎任何一种基板都不会下降到 86.2°C 至 101°C 的下一个温度带。因此,与后台装置相比,器件的热负荷特性大大提高,因此获得了具有更少热噪声和增加的器件寿命的改进的器件操作。

[0052] 此外,如果考虑图2和图10的两个可比较器件的相对器件宽度。在图2的后台装置中,栅指之间的距离在器件宽度上的两个值 $92\mu\text{m}$ 和 $99\mu\text{m}$ 之间交替,器件任一侧的两个最外层指针之间的总宽度为 $474\mu\text{m}$ 。如果图10的器件遵循相同的指距距离的交替模式,那么对应的总宽度将为 $540\mu\text{m}$,而随着本公开的布置,指间距向中间增加,相应的总宽度为 $580\mu\text{m}$,所以在背景情况下只有 $40\mu\text{m}$,或 7.4% 。因此,虽然使用本发明的技术增加了器件宽度,但是并没有显著增加。

[0053] 关于指标增加从指到指,如上所述,从指导指的增加幅度在 20% 至 40% 之间已经发现是有利的,虽然增幅略有下降,例如低至 10% ,可能是可以接受的。高于约 40% 的优势开始减弱,因为在器件中心的指标之间的宽度变得相对较大,所以在中心获得了非常少的边际效益,尽管仍可能获得一些边际效益。然而, 40% 以上的器件开始变大,从而获得的增量热效应被增加的器件尺寸所抵消。图12至16显示了指宽度增长率的 10% 至 40% 的几个例子。

[0054] 首先参见图12,这里示出了在D591背模上形成的六指多栅极FET的热模拟结果。图12的示例涉及器件配置,其中指彼此相等,每个指示之间具有 $50\mu\text{m}$ 指间距。在这种情况下,可以看出,围绕图中阵列的两个中心图形,以及在温度高于 130°C 的情况下形成了相邻的图形非常热区域122中的一个。围绕这些区域,并围绕每一个指针,各个热区124是明显的,被包围热区124的温暖区域126包围。温暖区域126被第一冷却区域128包围,第一冷却区域128又通过基板远离指示器的进一步的较冷区域包围。这个背景示例形成了一个测试用例,可以比较本公开的例子,指标距离增加。

[0055] 因此,在图13中,在这个例子中,栅间距离增加了相对 10% 从指到指。因此,由六指和五栅间距离,栅间距离从左到右为 $50\mu\text{m}$ 、 $55\mu\text{m}$ 、 $60.5\mu\text{m}$ (中心)、 $55\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 。即,器件配置类似于图10所示的配置,但是具有上述栅间距离。通过这种安排,可以看出,在任何指标周围不再有任何非常热的区域,而任何大小的热区124仅围绕中心四个指标形成,而不是围绕外部指示。温暖区域126稍微增加,并且被第一冷却区域128包围。因此,即使在指距距离从指到指的增加只有 10% ,可以看到热分布的改善,因为没有非常热的区域,并且热区124的尺寸减小。

[0056] 移动到图14,在这个例子中,栅间距离增加了相对 20% 从指到指。因此,由六指和

五栅间距离,栅间距离从左到右为 $50\mu\text{m}$ 、 $60\mu\text{m}$ 、 $72\mu\text{m}$ (中心)、 $60\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 。即,器件配置类似于图10所示的配置,但是具有上述栅间距离。通过这种布置,可以看出,与图13的示例相比,热区124再次在任何指标周围不再有任何非常热的区域,而热区124的尺寸进一步减小。温暖区域126稍微收缩,特别是中间的两个中心指之间的距离最大。第一个冷区128的大小增加,并开始投射到指阵列的中心。这样的结果是对图12的背景情况有很大的改进,因为没有非常热的区域122,热区域124被非常减弱,暖区域126也开始缩小,有利于第一冷区域128。

[0057] 这些影响随着指距距离的增加而增加。在图15的示例中,栅间距离从指向指增加了相对30%。因此,由六指和五栅间距离,栅间距离从左到右为 $50\mu\text{m}$ 、 $65\mu\text{m}$ 、 $84.5\mu\text{m}$ (中心)、 $65\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 。即,器件配置类似于图10所示的配置,但是具有上述栅间距离。通过这种布置,可以看出,没有非常热的区域,热区域124被严重地减小,使得可以忽略,并且暖区域126进一步收缩,并且指示阵列的中间显着减小。第一冷区128进一步增长,以进一步投影到指阵列的中间。

[0058] 最后一个例子如图16所示,其中栅间距离增加了相对40%从指到指。因此,由六指和五栅间距离,栅间距离从左到右为 $50\mu\text{m}$ 、 $70\mu\text{m}$ 、 $98\mu\text{m}$ (中心)、 $70\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 。即,器件配置类似于图10所示的配置,但是具有上述栅间距离。通过这种布置,可以看出没有非常热的区域,并且热区124可忽略。暖区126也进一步减小,实际上已经分离成围绕器件中间的两个离散的区域,第一冷区128将器皿(130)中心的暖区126平分。这一结果表明,相对增长超过40%的指标距离是不可能的,因为所发生的一切就是,平分温暖区域的第一冷区128的区域130将变得不必要地变宽,从而增加了器件的大小。因此,从这些例子可以看出,指距距离相对增长在10%到40%之间,更优选为**20~40%**,提高了器件的热特性,而不会不必要地增加器件大小。

[0059] 可以对上述实施例进行各种进一步的修改,无论是通过添加、删除还是取代,以提供进一步的实施例,其任何和全部旨在被所附权利要求所涵盖。

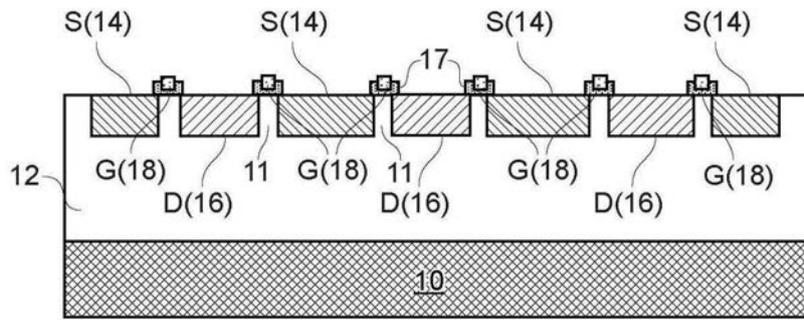


图1

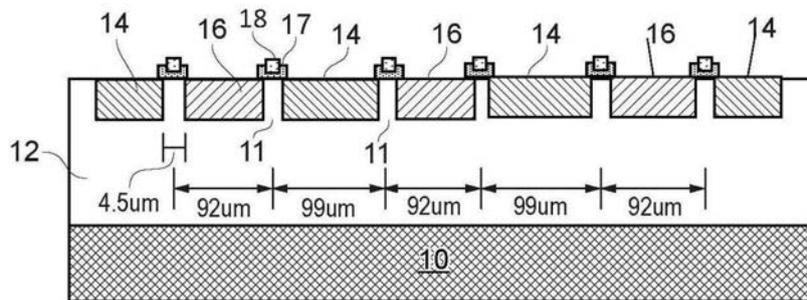


图2

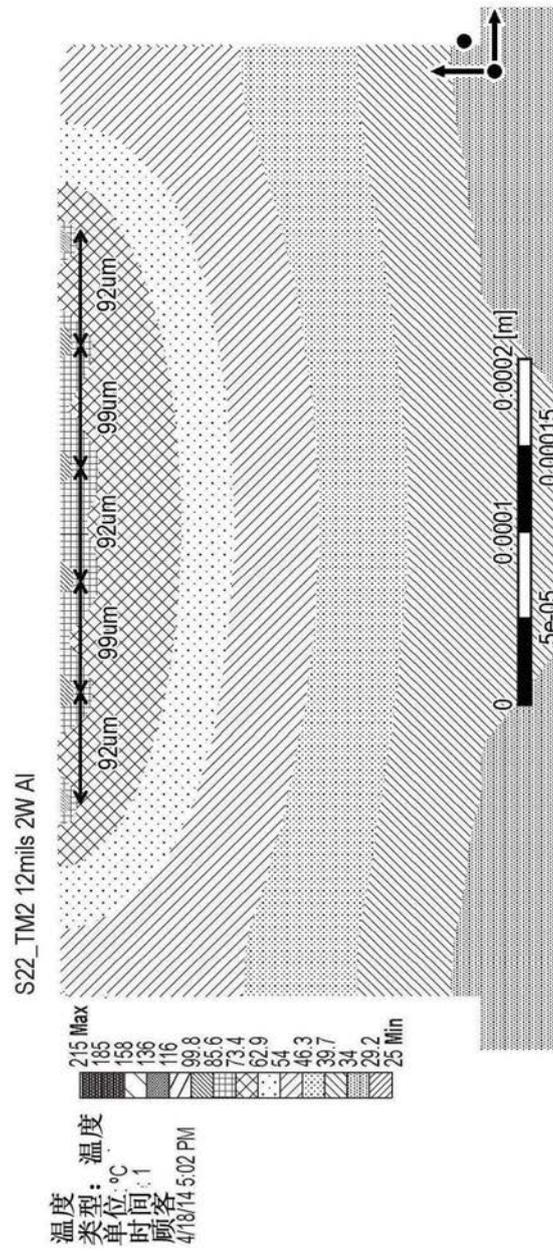


图3

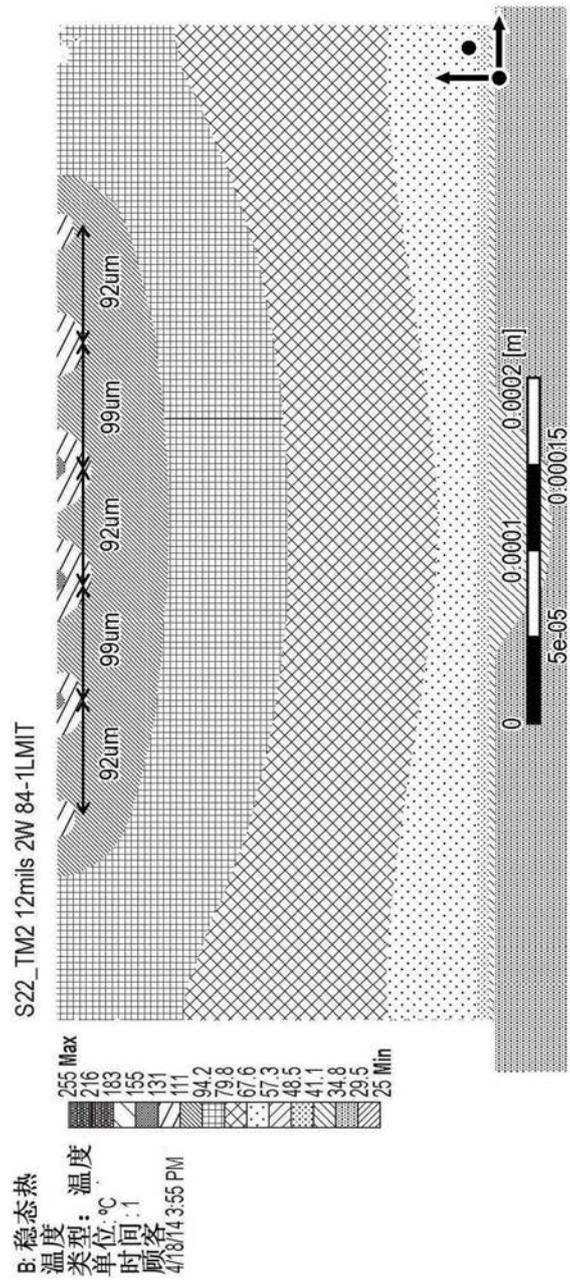


图4

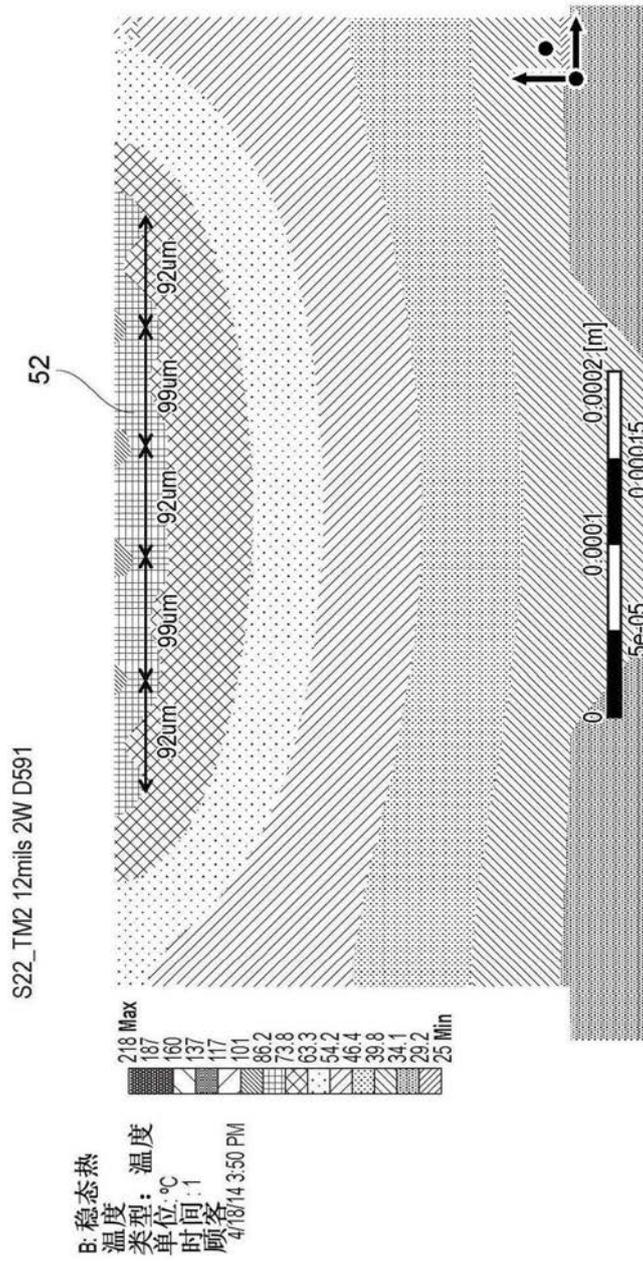


图5

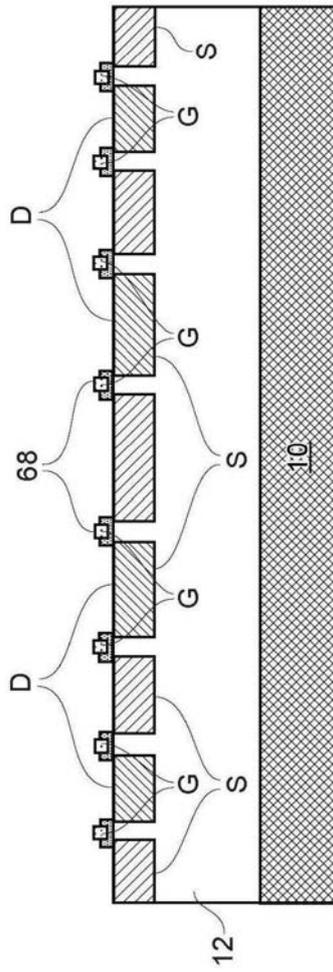


图7

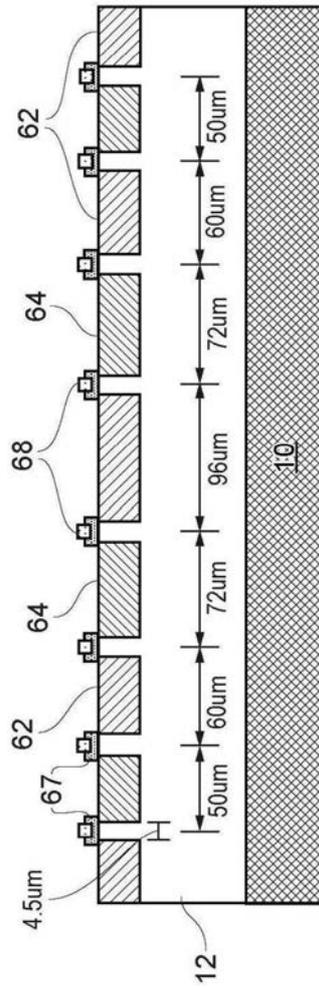


图8

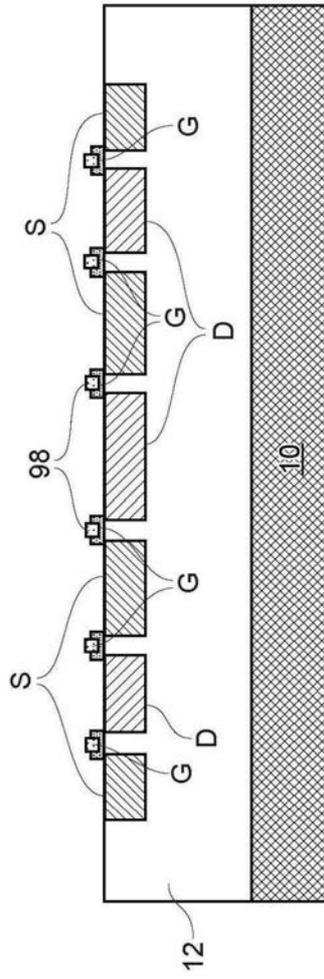


图9

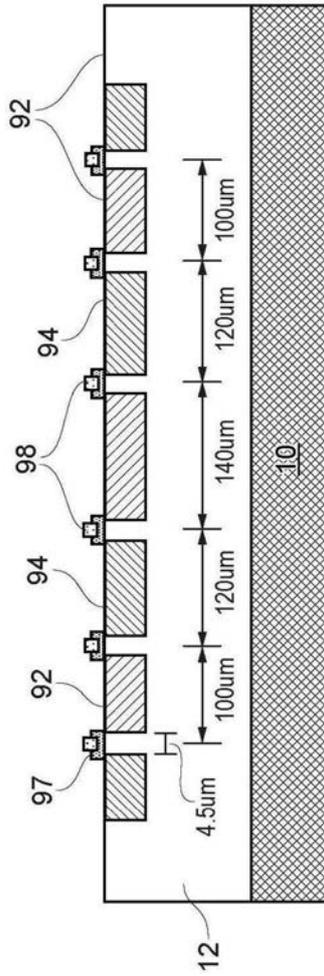


图10

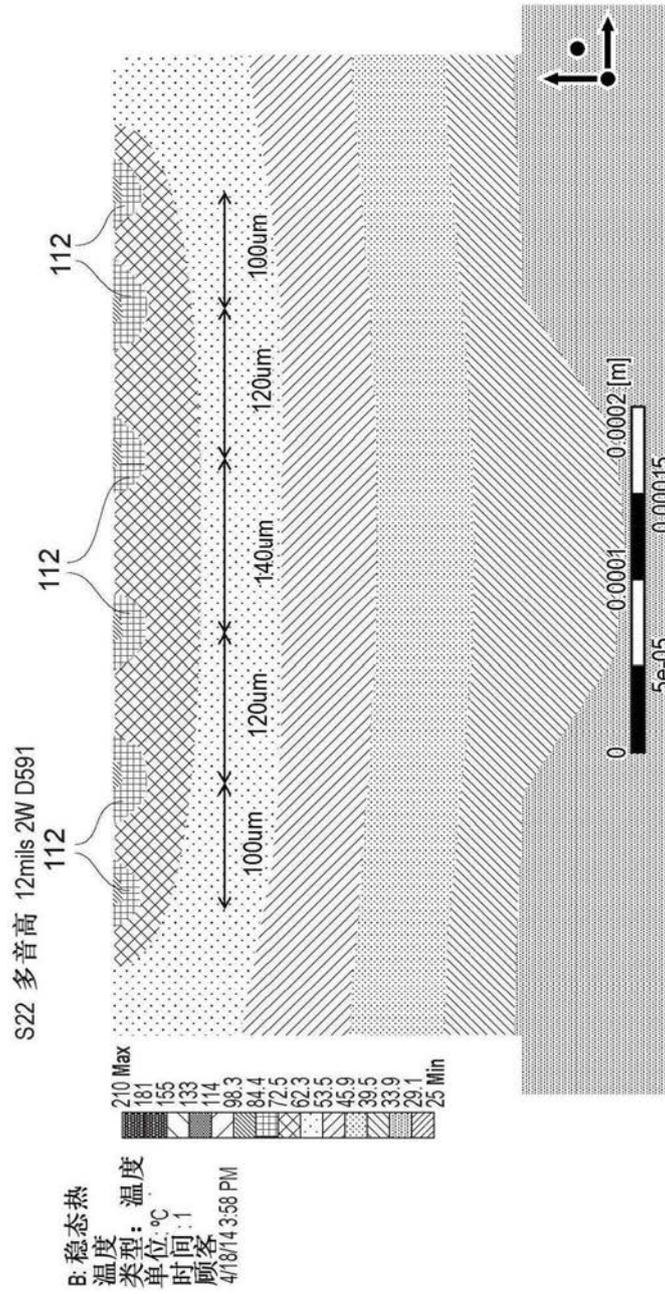


图11

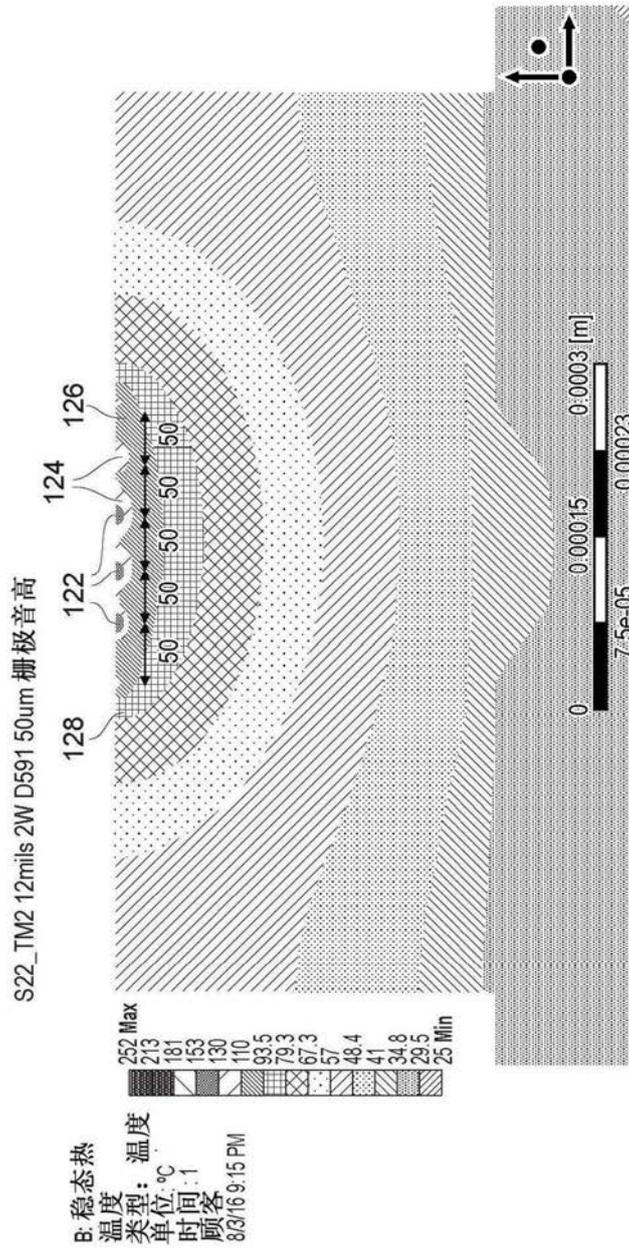


图12

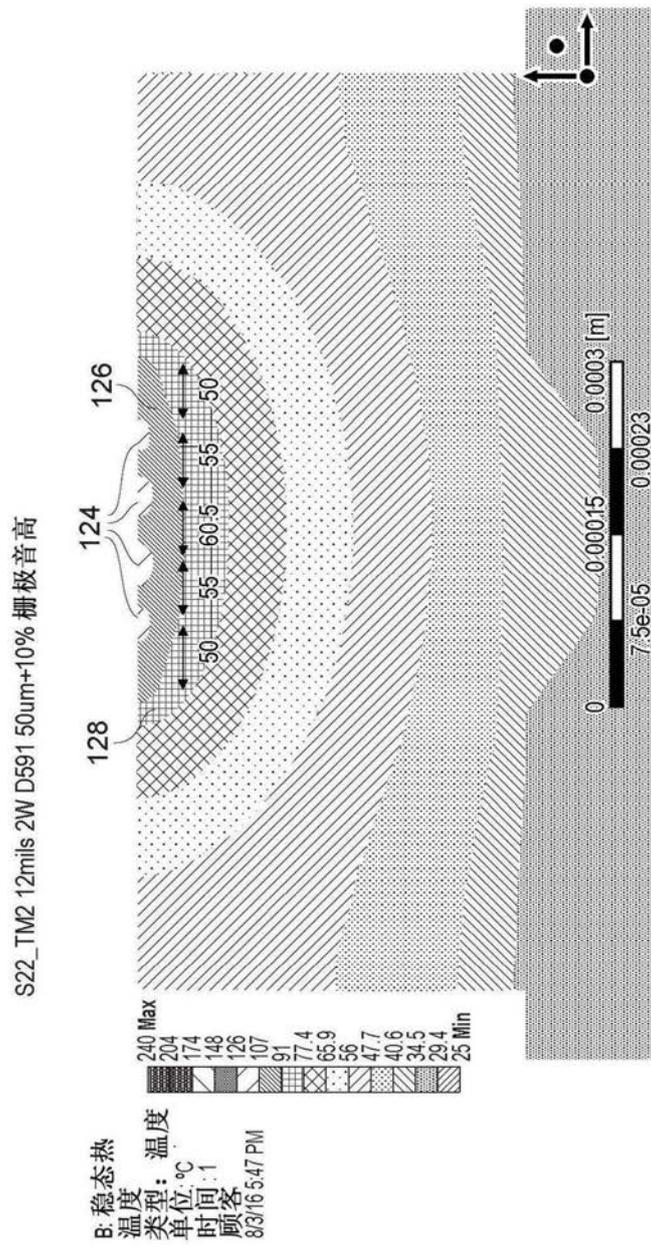


图13

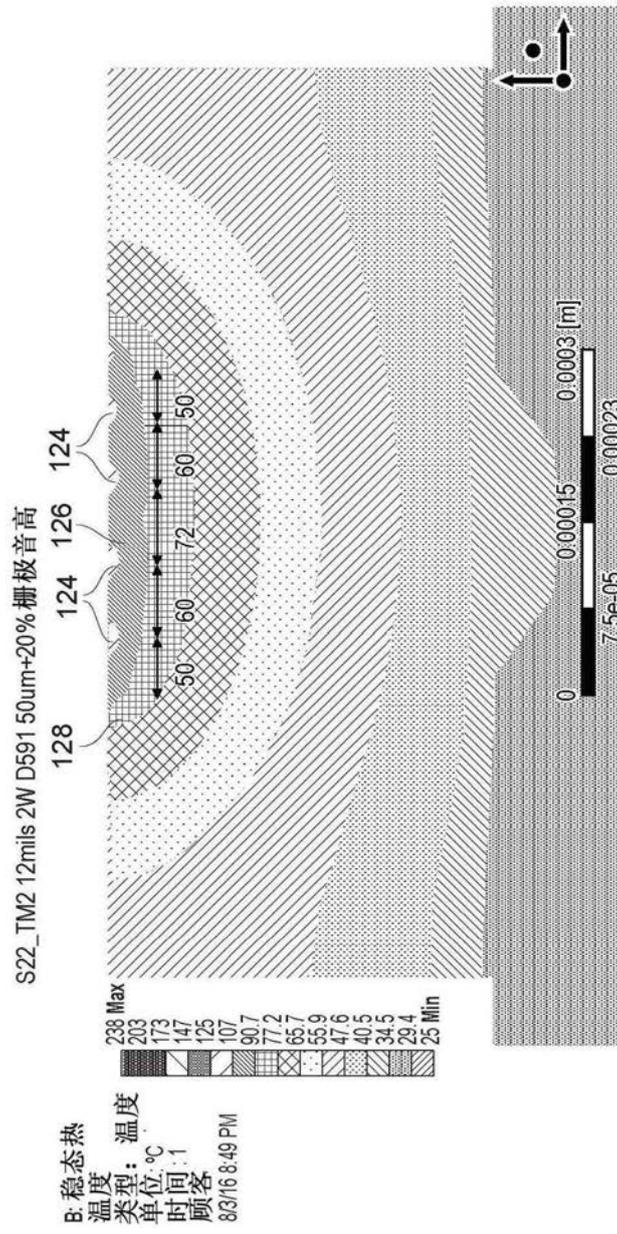


图14

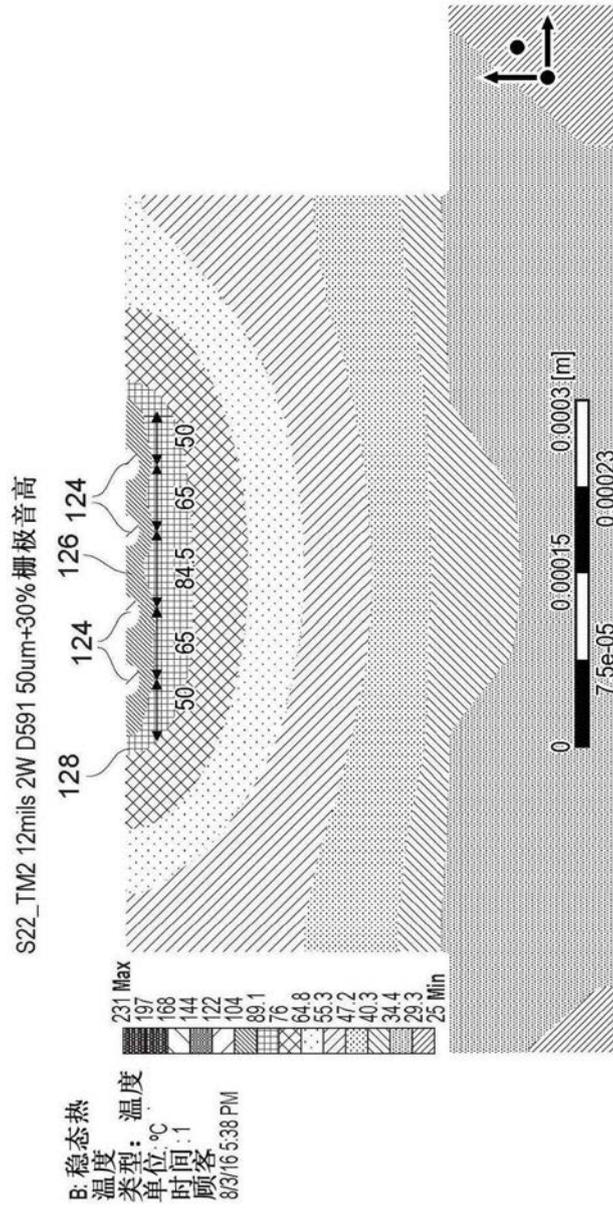


图15

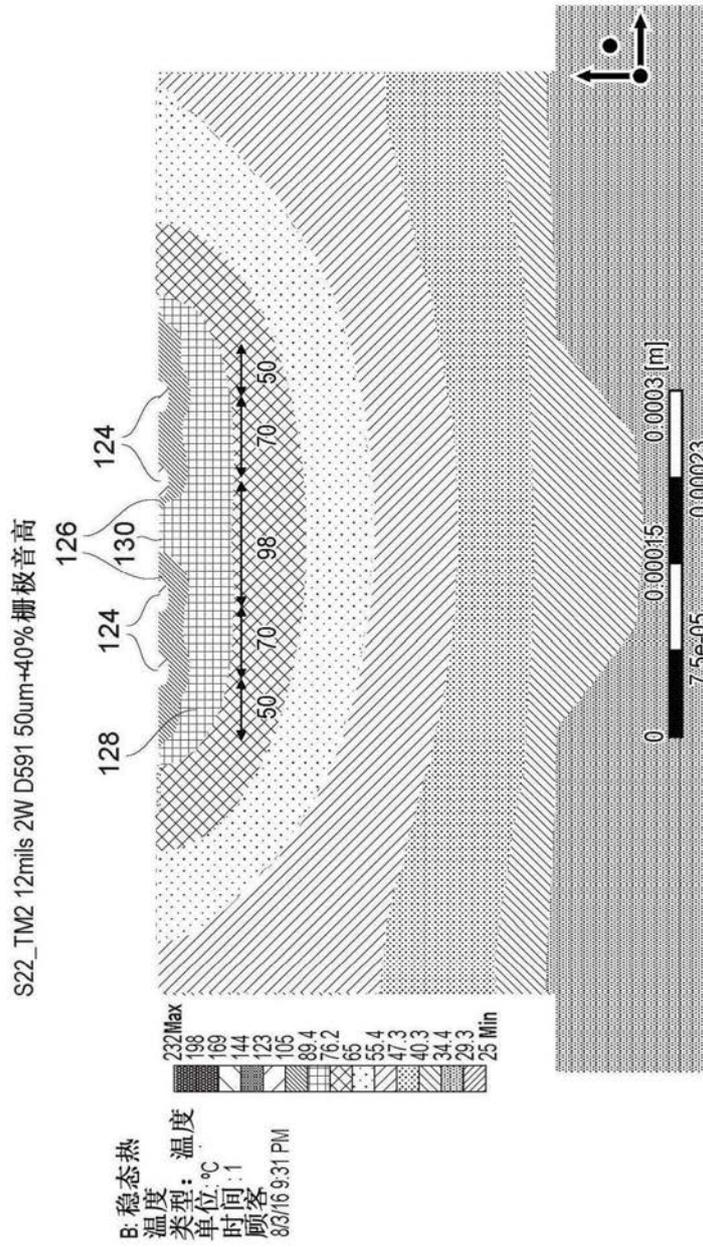


图16