



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01822913.1

[43] 公开日 2004年4月28日

[11] 公开号 CN 1492992A

[22] 申请日 2001.12.20 [21] 申请号 01822913.1

[30] 优先权

[32] 2000.12.29 [33] US [31] 09/751,338

[86] 国际申请 PCT/US2001/050465 2001.12.20

[87] 国际公布 WO02/055973 英 2002.7.18

[85] 进入国家阶段日期 2003.8.28

[71] 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 B·E·科尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

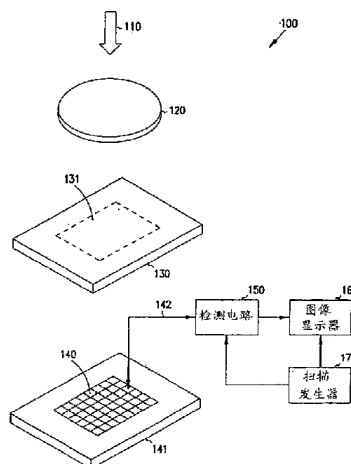
代理人 吴立明 陈 霁

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

[54] 发明名称 用于辐射热测量计阵列的高吸收宽带像素

[57] 摘要

一微辐射计阵列具有像素，该像素具有有金属吸收器层的二氧化硅的薄平台，并且该像素与衬底反射器具有谐振缝隙。氧化钒的像素电阻器具有低的总阻抗，其金属触点位于相对边上。



1. 一微辐射计像素，具有通过至少一个支撑壁接触并悬在该衬底上的对温度变化敏感的电阻器和一平台体，该平台体的厚度等于或小于约 0.5 μm 且包括一用于提高吸收的金属层。
- 5 2. 如权利要求 1 的像素，其中平台体的厚度等于或小于 0.3 μm 。
3. 如权利要求 1 的像素，其中平台体还包括一二氧化硅层。
4. 如权利要求 3 的像素，其中平台体还包括位于该二氧化硅层下面的另一层。
5. 如权利要求 4 的像素，其中另一层为二氧化硅。
- 10 6. 如权利要求 4 的像素，其中另一层为氮化硅。
7. 如权利要求 4 的像素，其中电阻器覆盖该另一层，且位于二氧化硅层下。
8. 如权利要求 1 的像素，其中金属层位于该平台的下表面上。
9. 如权利要求 8 的像素，其中该金属为镍铬。
- 15 10. 如权利要求 8 的像素，其中该金属的厚度大约为 100 \AA 。
11. 如权利要求 1 的像素，其中还包括在位于平台下的衬底上的一反射层。
12. 如权利要求 11 的像素，其中该反射层为镍铬。
13. 如权利要求 11 的像素，其中该反射层直接面对平台中的金属
- 20 层。
14. 如权利要求 1 的像素，其中通过一缝隙将该平台体与衬底分离，该缝隙的深度大致范围为 0.8-2.5 μm 。
15. 如权利要求 14 的像素，其中该缝隙的深度大约为 1.8 μm 。
16. 如权利要求 14 的像素，其中该像素适于感应波长范围在大约
- 25 6 μm -18 μm 的入射辐射。
17. 如权利要求 1 的像素，其中该电阻器同时具有相对高的温度系数和相对低的总电阻。
18. 如权利要求 17 的像素，其中该电阻器包括一基本为矩形的体部分。
- 30 19. 如权利要求 17 的像素，其中该电阻器具有至少一个位于一个平台臂上的臂。
20. 如权利要求 19 的像素，其中该电阻器臂比电阻器体的电阻率

小。

21. 一种成像检测器，用于大约在 $6\mu\text{m}$ - $18\mu\text{m}$ 范围内的红外线辐射，包括在一个公共衬底上的像素阵列，每个像素包括：

- 5 一热隔离的吸收器平台，它的厚度等于或小于约 $0.5\mu\text{m}$ 并具有金属层，且它通过一缝隙与衬底分离，该缝隙的大致范围为 0.8 - $2.5\mu\text{m}$ ；
- 一位于该平台上的随温度而变的电阻器；
- 一位于衬底上的反射层；
- 一组与该电阻器电耦合的导体。

10 22. 如权利要求 21 的检测器，其中还包括至少与导体中的一些导体耦合的检测电路。

23. 如权利要求 22 的检测器，其中该检测电路位于衬底上。

24. 如权利要求 22 的检测器，其中还包括一图像显示器。

25. 如权利要求 24 的检测器，其中还包括一与检测电路耦合的扫描发生器，用于扫描阵列中的像素。

15 26. 如权利要求 25 的检测器，其中该扫描发生器还与图像显示器耦合。

用于辐射热测量计阵列的高吸收宽带像素

技术领域

- 5 本发明涉及热成像，更具体地说涉及辐射热测量计阵列的改进的像素或单元。

背景技术

- 由检测器阵列通过接收由热体发射的红外辐射可实现夜视和相关的
应用，该检测器阵列的电输出信号被转换为可视图像。被称为单元、
10 元件或像素的单独的检测器必须非常小。而且它们应当对非常宽的红外光谱敏感，并在环境温度下具有最小的噪声、工作灵敏度高且制造便宜。

- 在半导体衬底上的未冷却的辐射热测量计的阵列提供了一种室温
红外成像的有前途的方法。这种阵列在以下几个不同方面有缺点。很
15 难实现宽带宽，且该阵列对各单独像素中的结构和材料中的大量互相作用的因素敏感。当该阵列没有被冷却到低温温度时，噪声可淹没有用信号。对微小温度差的良好灵敏度需要对入射的辐射的高吸收，而这对其他设计指标经常是有害的。虽然已经使用纳米工艺技术来制造辐射热测量计阵列，但是为达到操作指标会导致制造成本高和产量
20 低，特别对于具有大量单独成像元件或像素的阵列来说，更是如此。

发明内容

- 根据本发明的辐射热测量计阵列具有宽的红外频谱带宽，可增加
用于成像的温度范围。它还具有高吸收性以增加对温差的灵敏度。它
25 的结构、材料和制造以降低制造成本的方式在竞争因素之间平衡折衷。

- 一薄膜辐射热测量计像素的非冷却阵列可实现这些目标和其他目
标，该阵列具有通过预定的缝隙与一衬底分离的高度隔离的吸收材料
的平台结构。一反射层可以增加效率和带宽。该阵列还可包括一成
30 形的电阻器，该电阻器由具有相对较低的总电阻且同时对很小的温度差异保持很高的电阻变化的材料制成。

附图说明

- 图 1 示出具有根据本发明像素的红外成像器；
图 2 示出图 1 的像素中的一个的等距示图；
图 3 示出沿图 2 中 3-3'线的横截面图；
5 图 4 示出根据本发明的另一像素的顶视图；
图 5 示出图 2-4 中像素的波长响应，以及传统像素的典型响应。

具体实施方式

图 1 为一典型的红外成像检测器 100 的程式化视图，该检测器 100
10 具有根据本发明构造的像素。箭头 110 表示由一热体产生并被发射到
由传统技术设计的红外成像光学器件 120 的红外辐射。组件 130 具有
一窗区域 131，该区域对用于传递辐射 110 的红外波长是透明的。在很多
应用中，为了增加灵敏度和像素间隔离，并减少污染和老化，需要对
组件 130 进行密封并抽空其中的气体。

15 在硅或具有适当的电和微机械加工特性的类似材料的衬底上，制
作该组件 130 中的矩形辐射热测量计阵列 140。一个典型的阵列边长为
5-15mm。在很多应用中，例如夜视成像器中，阵列 140 在环境温度下，
例如在大约 -40°C 到 $+100^{\circ}\text{C}$ 的范围内工作。但是，也有可能通过冷却该
阵列或在例如太空的环境中操作该阵列从而实现在更低的温度下例如
20 大约 2K-20K 的温度下操作该阵列。行和列布线 142 读出代表各单独像
素例如 200 的温度的电信号，并且还可以提供扫描信号来对像素信号
进行时间复用。

检测器 150 执行例如积分、放大和分离像素信号的传统功能。单
元 160 接收处理后的信号并向观察者显示一个可视图像。在其他实施
25 例中，单元 150 可由记录器或用于存储表示一个或更多连续图像或用
于信号的其他处理的其他装置来替换或补充。因此，词汇“显示器”
应当是广义上的意义。可以包括扫描发生器 170，来复用像素信号和/
或用于控制显示器或用于处理单元 160 上图像。系统 100 表示本发明
的一个实例环境；其他的环境也是可能的。

30 图 2 详细的示出在图 1 阵列 140 的衬底 141 上构造的辐射热测量
计像素 200 中的一个。图 3 示出沿图 2 中的 3-3'线的横截面图；为了
说明的简便，只示出 3-3'平面中的部件。这些像素有时称为微辐射

计。它们的尺寸很小，通常约 50 μm 见方或更小，其快速响应时间适于用在 120 \times 160 像素或更多像素的焦平面的成像阵列中，用于以高达 30/秒的帧速率实时产生图像。通常通过对硅晶片或其它合适材料进行微机械加工来原位制造一个整体的像素阵列。牺牲层允许将材料中要底切的地方底切。

平台 210 吸收入射的红外辐射 110，并且产生可被感觉到的温度变化。（在技术上，词汇“像素”有时可被单独应用于该平台；这里不说明这种应用）。平台 210 尽可能与衬底 141 和相邻的像素热隔绝。中央区域或体 211 基本为矩形，以便在阵列 140 中能将像素一起紧密地平铺在一起。由于这种考虑决定了平台的形状，因此必须广义的理解词汇“矩形”，它包括其他可以基本平铺一个平面的形状，例如正方形，平行四边形，梯形，甚至六边形。平台 210 还包括臂 212，该臂 212 的长和薄对于机械支撑应尽可能的实用，以便增加中央体 211 与衬底 141 以及相邻像素之间的热隔离。该臂被折叠，从而使相邻像素的间距可以更近，提高阵列的填充因数。

辐射热测量计的中央体必须包括一个吸收器，因为它的主要功能是产生一个可被检测到的温度变化。中央体 211 包括两个分开的层，一下层 211A 和一上层 211B。由图 2 中局部断开地示出的层 211B 为二氧化硅，大约为 0.2 μm 厚。由于二氧化硅非常低的导电率和低折射率 ($n \approx 1.5$)，因此它是优选的。下层 211A 不那么关键，它可以是二氧化硅或氮化硅，厚度为 0.1 μm 量级。中央体 211 总厚度很小，小于约 0.5 μm ，优选厚度约为 0.3 μm ，如果技术允许的话可以更小。通过为入射的辐射提供大的相对区域，同时由于小的总体积和质量缩短了用于实时成像的响应时间，这种薄吸收器平台的使用提高了效率。但是，虽然二氧化硅（以及氮化硅）是好的吸收器，但该薄度降低了该平台吸收辐射的能力。在层 211A 下面，即在平台 210 的下表面上制造一金属层 213，在不明显增加厚度即保持薄平台的优点的情况下恢复了这种能力。金属层 213 另外的优点在于金属具有宽带吸收特性。该层的厚度基于所使用的具体金属；对于镍铬 (Ni:Cr，镍铬合金)，约 100 \AA 的厚度具有合适的特性，只使总的平台厚度增加了很小的百分比。已经观察到，为了该目的这种金属层的热性能可以通过电薄层电阻来表征；优选大约 $360 \pm 200 \Omega/\text{平方}$ 的薄膜。中央体 211 中的吸收事实上主

要发生在位于该体的底部上的这层中。（下面所述的检测器材料 222 通常具有可忽视的吸收）

即使在存在金属层 213 的情况下，入射辐射的一小部分通过平台 210 到达衬底 141。在衬底 141 的顶部形成通常为 500 Å 厚度的 Ni:Cr 薄膜的反射金属层 214，以尽可能地将这一小部分反射回到中央体 211 内。大多数反射的热都被吸收，从而增加了像素的整体效率。通过在平台 210 的下侧放置金属层 213 使之直接面对反射器 214 来提高吸收。

平台 210 与衬底之间的适当间距通过在所需的波长带上增加吸收，提高了像素效率。如果平台到衬底（实际上，到反射器 214）的缝隙 215 的深度是根据感兴趣的波长选择的，则位于该带内的辐射在该缝隙中谐振以便增强体 211 中对层 214 反射来的辐射的吸收。在一实例中，具有 8μm 到 12μm 的所需带的检测器，缝隙 215 的深度范围是 $1.8 \pm 0.3 \mu\text{m}$ 。在另一实例中，不同的波长带可采用的缝隙范围是 0.8-2.5μm。

位于像素 200 的两个相对角落处的支柱 216 通过臂 212 为平台 210 提供机械支撑。

有时称为辐射热测量计的检测器的电阻器 220 形成在平台 210 上，从而由平台 210 吸收的红外线加热该电阻器，并与它的温度成比例的改变它的电阻。电阻器 220 具有电阻相对于温度的高变化率（温度系数），以便为了区分入射辐射的亮度而将信号的变化最大化。温度系数基于所使用的材料，氧化钒具有适当的特性。总电阻取决于材料和电阻器的形状。电阻器体 221 具有与平台体 211 相匹配的矩形形状，以实现较低的整体电阻值，并尽可能的将其整体暴露于平台体 211 的温度以实现良好的热接触。适当的低电阻产生足够大的读出电流，而电压足够低以不损坏薄的结构或者不需要高电压 CMOS 电路。而且，低电阻会导致大的电阻器体积，这将降低电阻中的 $1/f$ 噪声密度。这种形状也使得较薄的层具有所需的低电阻，从而提高它的光学性能。即因为该电阻器材料并没大量吸收红外线，因此它应当尽可能的透明，以便使平台体 210 的其余部分可以尽可能有效的吸收入射的辐射。对于厚度在 50nm-100nm 的范围，混合的氧化钒 (VO_x) 的薄层电阻大约为 50-400kΩ/平方，而电阻器体 221 的总电阻也在相同的范围内，

图 3 中的特定实施例的电阻大约为 $100\text{k}\Omega$ 。

电阻器臂 222 也具有平台臂 212 的形状。触点 223 和 224 在适当的时间使电阻器 220 与导体 230 连接。在本实施例中，触点 231 将电阻器 220 的一端持续的与电源电压耦合。在另一端的触点 224 与衬底 141 中形成的 FET（未示出）耦合，还与地址线 233 耦合。由于阵列 140 的每行像素都是由导体 233 上的电压顺序寻址，因此该行中所有的 FET 接通，将信号线 234 与该行中的所有电阻器 220 连接。由该行中的每个电阻器的温度确定的电流流过信号导体 234 流到图 1 的检测电路 150，该检测电路 150 也可与像素 200 一起形成在衬底 141 上。

图 4 为另一像素实施例 400 的顶视图。除了注明的外，像素 400 具有像素 200 的特征和特性。

在一例如 140 的成像阵列中，使该阵列的填充因数最大化非常重要。即吸收器平台区域应当尽可能多的占有总像素区域。尽可能多的吸收入射的辐射将使阵列变得更灵敏。为了该目的，将平台体 411 的相对角切去以容纳支柱的必要尺寸。当平台体 411 的形状基本保持矩形时，可实现在不显著降低每个像素的吸收表面 416 的总面积的情况下，增加该阵列的填充因数。一些技术可实现嵌入的支柱，这样可实现更大的填充因数。

电阻器 420 的结构可提高上述提到的电阻器 220 的所需特性。臂 222 的长薄结构给它们提供了不需要的高电阻。但是，由于臂 422 不需要具有高电阻率或任何温度依赖性，因此臂 422 可由金属或其他较低电阻率材料，例如镍铬（Ni:Cr）制成。为了保持总电阻低而不管电阻器体的高电阻率材料，将臂 422 低电阻率材料延伸到平台体 411 上，从而沿电阻器体 421 的相对侧边形成电阻器触点 423。如果相对边中的两个边比另两个边长，如图 4 中的情况，则沿最长的相对侧边设置触点 423 以最小化体 421 的总电阻。将电阻器体构造为单个连续板，然后对于给定的电阻器材料将其总电阻最小化。

图 5 示出说明图 2-4 所示的辐射热测量计像素在红外波长的一宽范围内的相对响应 510 的曲线 500。曲线 500 是根据电输出信号相对于波长为 $6\mu\text{m}$ -约 $18\mu\text{m}$ 范围内的最大输出进行校准的。用于成像动物和环境中的普通结构的有用波长是从可见光到远红外的波长。因此，红外线检测器的带宽越宽，成像越可靠。

曲线 510 示出像素 200 在 8-12 μm 的参考带上具有相对响应 >96%，其中产生热辐射 (1300K) 峰。它的有用响应从 7 μm 到超过 18 μm 保持 >90%。在整个范围内的变化很小，并且响应向短波长方向平滑的减小。在大于 20 μm 的波长处响应通常不是问题。如果需要，调整缝隙 215 的大小可以增强不同波长上的响应。

曲线 520 表示具有传统厚度约 0.8 μm 的氮化硅平台的基线像素。该像素对限制在 8-12 μm 的传统波长范围具有响应，其中它具有 78% 的吸收比。在小于 8 μm 时响应急速下降，且峰陡，然后在超过 12 μm 以后有宽的变化。曲线 530 示出厚度比基线像素的厚度小，但其他方面与其相似的像素。该像素的吸收率更好，但是在带的 8 μm 端处吸收比下降更陡，并且峰陡。曲线 540 示出具有氮化硅平台体和 500 欧姆的底部吸收器的薄像素的响应。在相同的带下，吸收比已经提高到 92%，且向更短波长方向进一步延伸。但是仍然存在显著的峰。

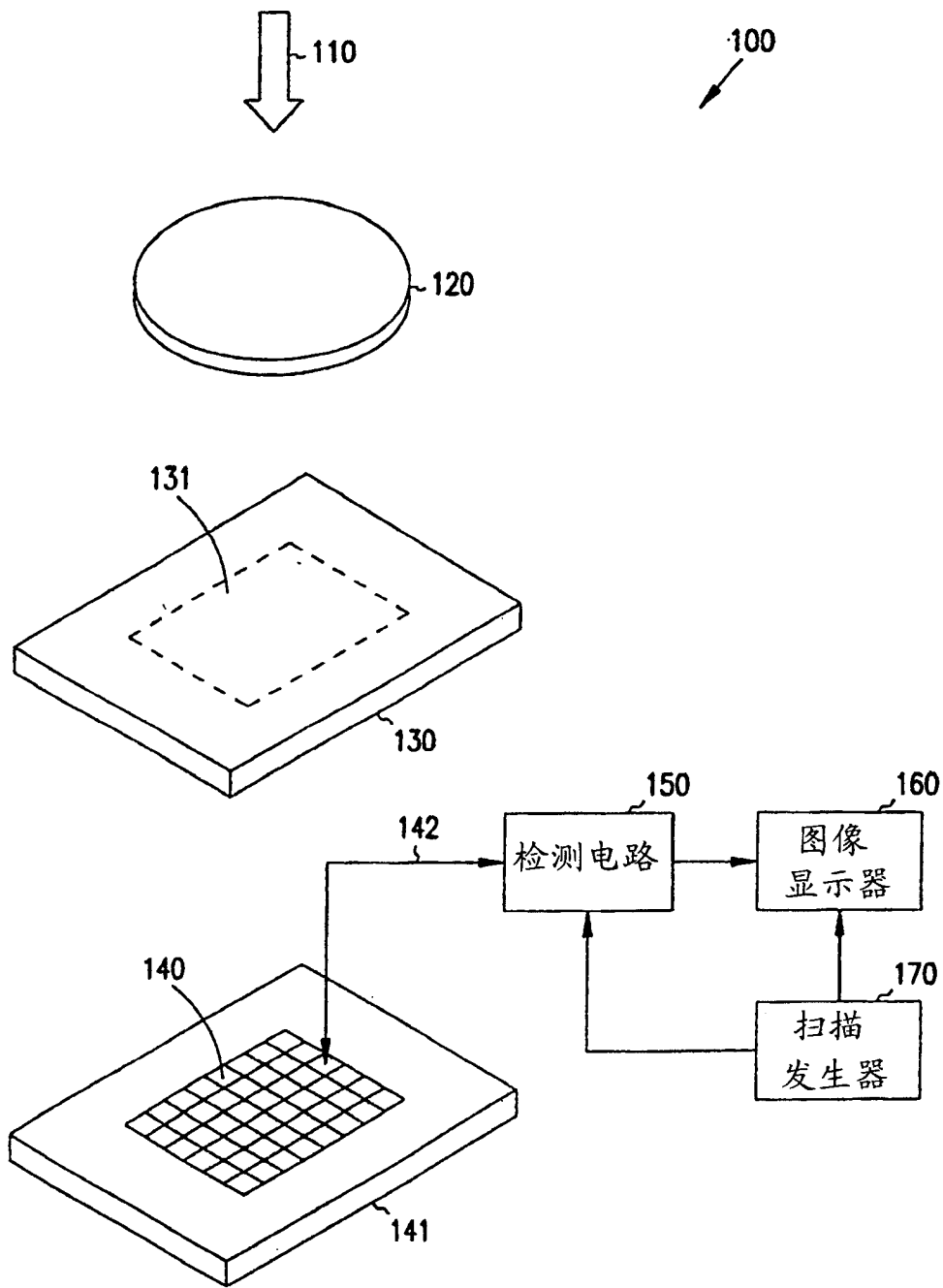


图 1

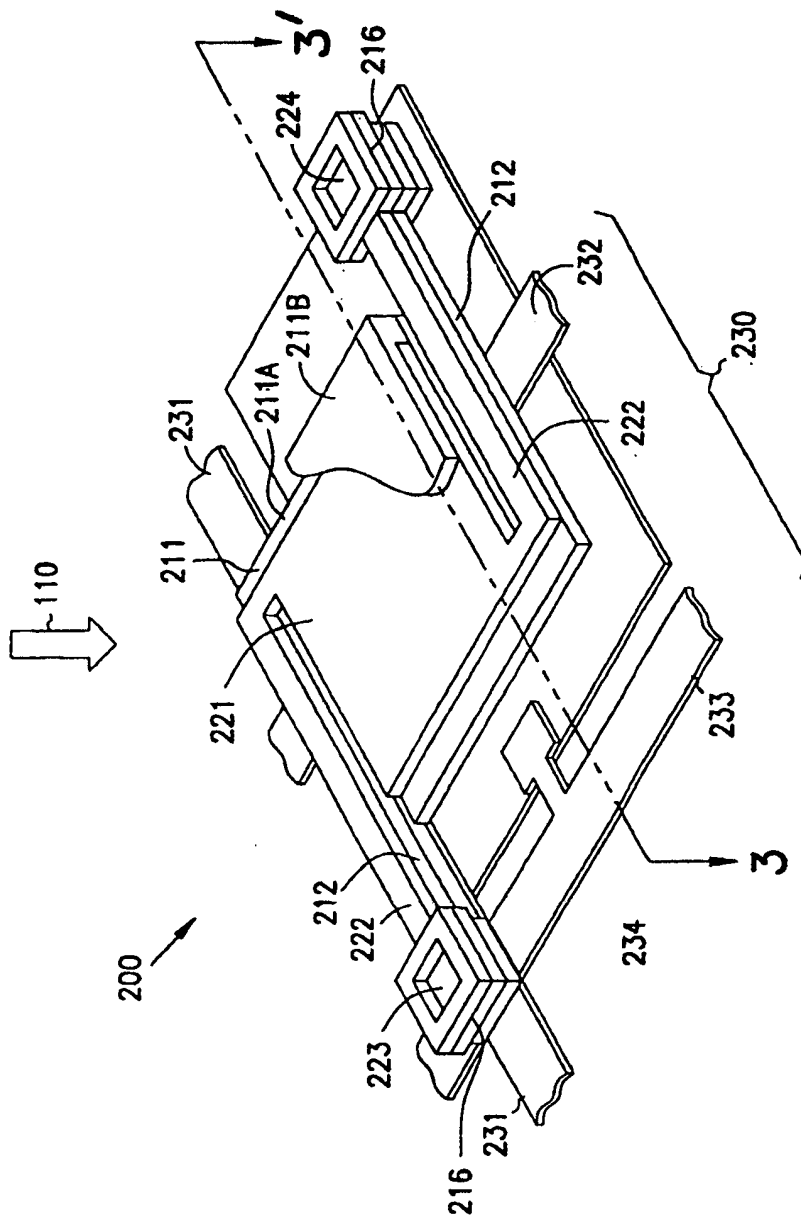


图 2

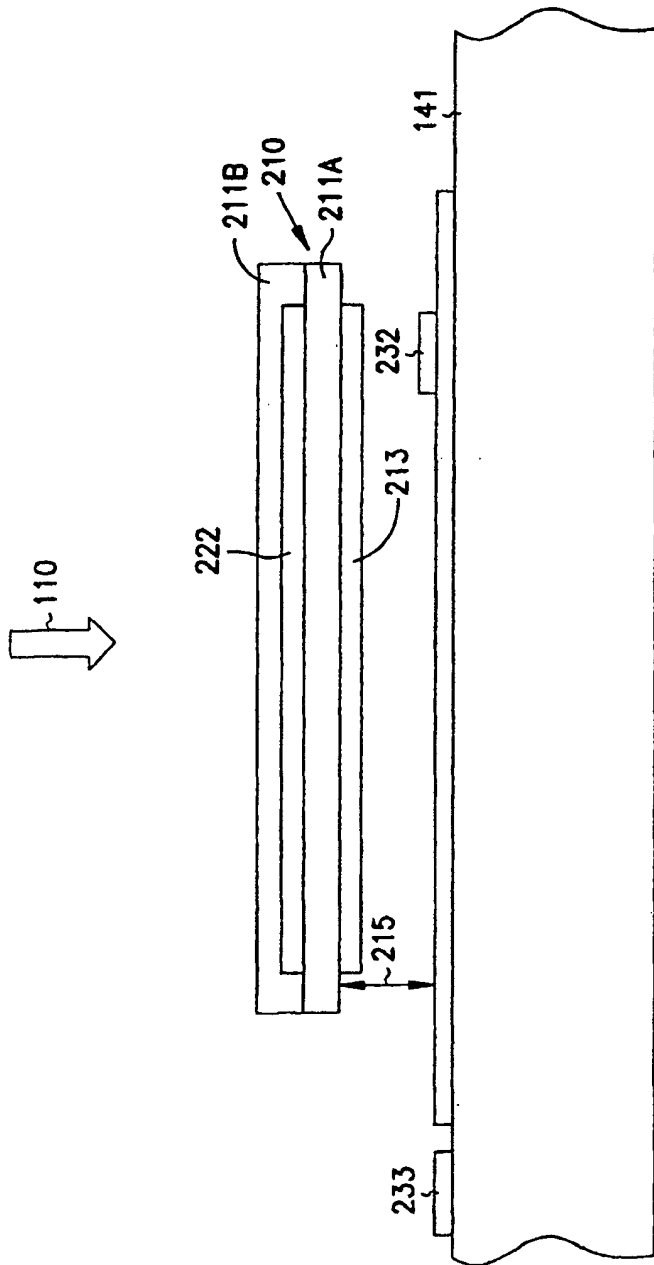


图 3

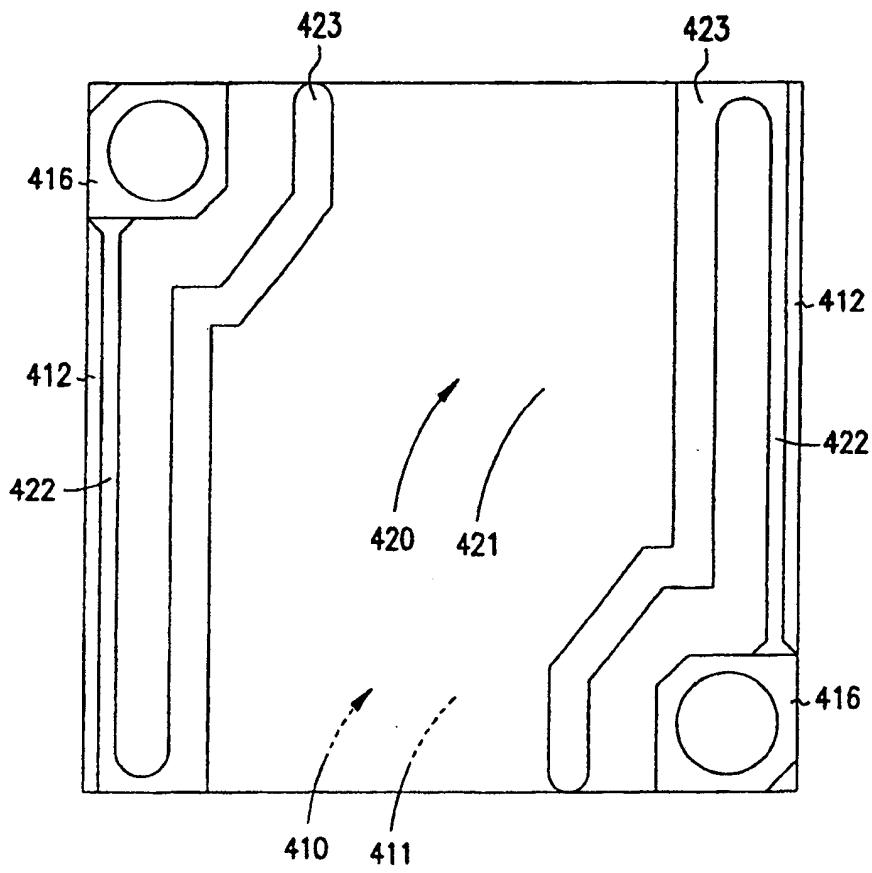


图 4

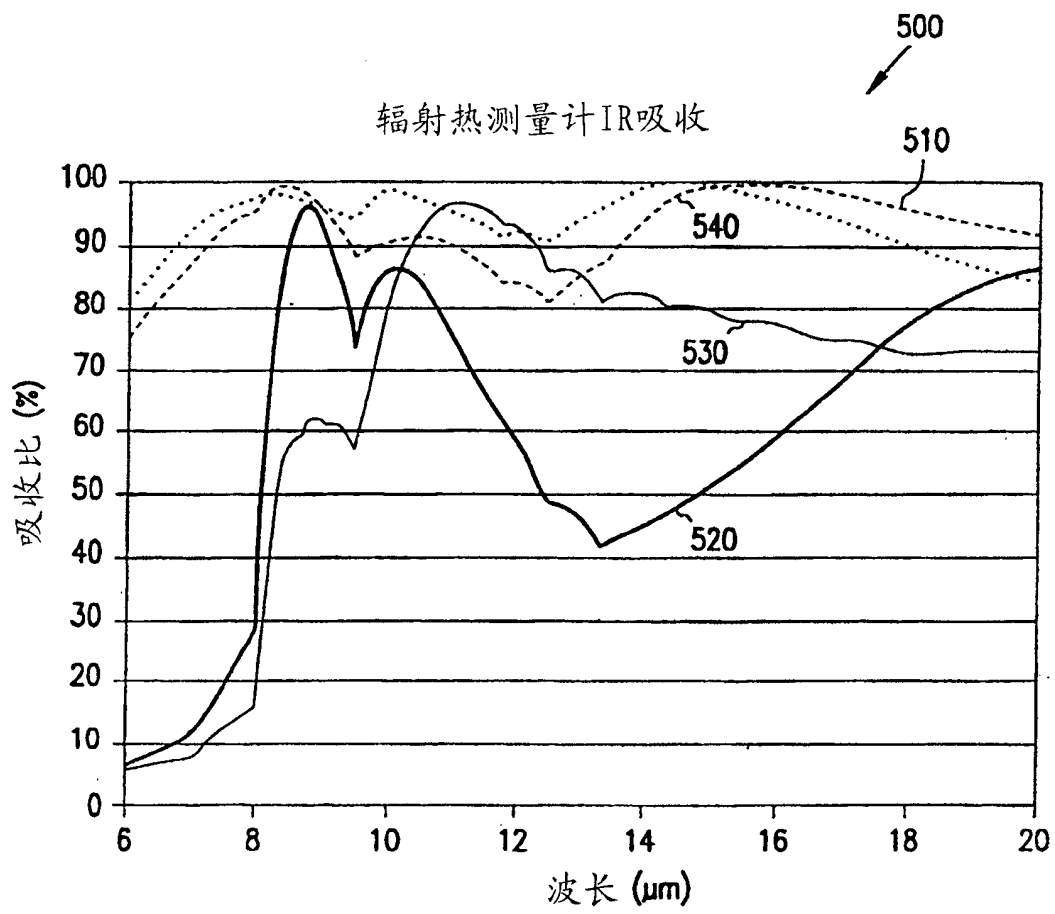


图 5