

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06M 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580043291.1

[43] 公开日 2007 年 11 月 28 日

[11] 公开号 CN 101080733A

[22] 申请日 2005.10.14

[21] 申请号 200580043291.1

[30] 优先权

[32] 2004.10.15 [33] US [31] 60/619,491

[86] 国际申请 PCT/US2005/037189 2005.10.14

[87] 国际公布 WO2006/044758 英 2006.4.27

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.15

[71] 申请人 田纳西州特莱科产品公司

地址 美国田纳西州

[72] 发明人 V·D·普赖斯 蒋 琚

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 刘 杰 魏 军

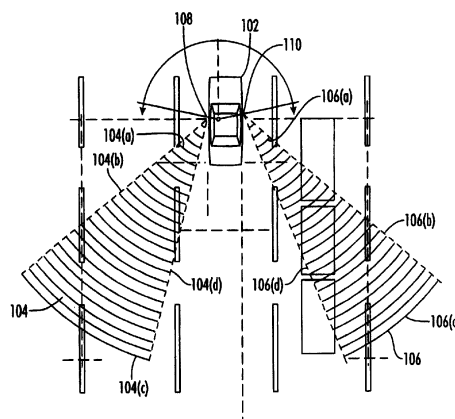
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称

具有 VCSEL 二极管阵列的对象检测系统

[57] 摘要

安装在车辆上的对象检测系统(200)，利用激光器二极管作为发射器源以警告车辆操作员在被监视区域(104 和 106)中存在另外的移动车辆。对象检测系统(200)包括光发送器(204)和光接收器(212)。



1. 一种对象检测系统, 包括:
 - a. 光发送器;
 - b. 光接收器;
 - c. 电耦合至所述光发送器和接收器的系统板, 所述系统板包括逻辑功能, 以使得发送器产生光信号, 使得接收器接收从被检测对象反射时的光信号, 并对接收的光信号进行处理;
 - d. 包括发射器模块的光发送器, 所述发射器模块包括至少一个垂直腔表面发射激光器 (VCSEL) 二极管。
2. 根据权利要求 1 所述的系统, 其中
 - a. 所述光发送器还包括发送器电路板; 且
 - b. 所述发射器模块包括安装在发送器电路板上的至少一个 VCSEL 芯片, 每个 VCSEL 芯片包括安装在表面安装封装体中衬底上的多个 VCSEL 二极管, 所述表面安装封装体具有集成热耗散元件。
3. 根据权利要求 2 所述的系统, 其中所述发射器模块包括安装在发送器电路板上的多个 VCSEL 芯片。
4. 根据权利要求 3 所述的系统, 其中
 - a. 所述多个 VCSEL 芯片以预先定义的二维 VCSEL 芯片阵列定位在发送器电路板上; 且
 - b. 每个 VCSEL 芯片中的多个 VCSEL 二极管以预先定义的二维 VCSEL 二极管阵列定位在衬底上。
5. 根据权利要求 4 所述的系统, 其中每个衬底包括陶瓷材料。
6. 根据权利要求 2 所述的系统, 进一步包括发送器透镜, 且其中所述光发送器包括定位在发射器模块上的至少一个光导管, 所述光导管远离发送器电路板延伸, 以通过发送器透镜引导光信号。
7. 根据权利要求 4 所述的系统, 其中以小于 1.3% 的占空比为 VCSEL 二极管输送电脉冲。
8. 根据权利要求 4 所述的系统, 其中 VCSEL 芯片阵列包括相应的几何结构, 使得通过将发送器板旋转 180 度就能够使得所述发送器板用于右侧或左侧系统位置。
9. 一种垂直腔表面发射激光器 (VCSEL) 芯片, 用于产生持续预定脉冲持续时间的相对高强度的前向聚焦激光束, 包括:

表面安装集成电路封装体;

定位在所述表面安装集成电路封装体上的 VCSEL 二极管阵列, 用于产生所述高强度激光束;

基本平坦的发射器圆顶, 定位在每个所述 VCSEL 二极管上, 用于前向聚焦所述高强度激光束; 和

热耗散装置, 以与所述表面安装集成电路封装体热接触的方式定位, 用于耗散由所述 VCSEL 二极管产生的热。

10. 根据权利要求 9 所述的芯片, 其中选择所述脉冲持续时间, 使得在预定间隔期间通过所述 VCSEL 二极管产生的热量小于在所述间隔期间能够由所述热耗散装置耗散的热量。

11. 根据权利要求 10 所述的芯片, 其中所述热耗散装置将至少 50mw 的功率耗散至相关的安装板。

12. 根据权利要求 9 所述的芯片, 其中以低于大约 1.5% 的占空比为所述 VCSEL 二极管输送脉冲。

13. 根据权利要求 9 所述的芯片, 其中所述垂直腔表面发射激光器具有圆形孔径。

14. 根据权利要求 9 所述的芯片, 其中所述芯片并入在车辆感测系统中。

15. 根据权利要求 9 所述的芯片, 其中所述阵列包括围绕中心垂直腔表面发射激光器布置的六个垂直腔表面发射激光器。

具有 VCSEL 二极管阵列的对象检测系统

技术领域

本发明通常涉及对象检测系统。更具体地，本发明针对一种安装在车辆上的对象检测系统，所述对象检测系统利用激光器二极管作为发射器源。

背景技术

已经开发出对象检测系统，用以警告机动车辆操作员在被监视区域内有另外的移动车辆的存在，所述被监视区域在安装在侧面的车辆反光镜之后延伸。感兴趣的监视区域通常称为“盲点”。传统的侧面对象检测（SOD）系统使用光发送器以经过发送器透镜将检测光束发送至被监视区域，使用接收器以接收从被监视区域内的对象被反射后通过接收器透镜的检测光束，并且使用系统板，所述系统板包含通常用于控制该系统（包括对接收到的信号进行处理）的电子硬件和软件。所述系统板电耦合至车辆的电气总线。

在许多 SOD 系统中，将多条检测或者感测光束从使用多个边缘发射激光器二极管的光源发送至被监视区域。使用一个或更多光电检测器的目的在于，在被监视区域内使得所述光电检测器接收来自被监视区域内对象的任何检测光束反射。这样的系统通常在接收反射时使用三角测量（triangulation）或者相移来区分从被监视区域内对象反射的光和从被监视区域边界外散发的光。在美国专利 No. 5463384 和 No. 6377167 中公开了这种系统的实例，其所有内容包含在此以供参考。

对于许多 SOD 系统来讲，优选的是激光器型红外光源，尤其是边缘发射激光器二极管。然而，这些边缘发射激光器二极管产生了漫射的椭圆光束，很难对所述漫射的椭圆光束的反射进行检测和分析。因而，很难精确地限定对象检测区域，并且因此很难降低使用边缘发射激光器二极管的 SOD 系统中的错误检测。另外，边缘发射激光器二极管其自身比较昂贵且响应时间较慢。由于发射光束的方向问题，边缘发射器激光器二极管不能安装在标准表面安装封装体中，进一步增加了其在 SOD 系统的使用成本。边缘发射激光器二极管的高成本和低性

能导致总成本较高且用于这些现有技术 SOD 系统的功能性减少，这已经大大限制了其 SOD 系统的市场畅销度。

因而，所需要的是具有激光器光源的安装在车辆上的对象检测系统，所述激光器光源比较廉价，提供了增加的准确度，并且可以使用传统表面安装电子部件的装配方法进行制造。

发明内容

本发明针对一种包括光发送器和光接收器的对象检测系统。系统板电耦合至光发送器和接收器。所述系统板包括逻辑功能，以使得发送器产生光信号，使得接收器接收从被检测对象反射时的光信号，并对所接收的光信号进行处理。所述光发送器包括具有发射器模块的发送器电路板，所述发射器模块包括多个垂直腔表面发射激光器（VCSEL）芯片。可选地，所述光发送器包括至少一个光导管，所述光导管定位在发射器模块上，使得所述光导管远离发送器电路板延伸，以将光信号引导至发送器透镜。

多个 VCSEL 芯片以预定的二维 VCSEL 芯片阵列形式定位在发送器电路板上。每个 VCSEL 芯片具有多个 VCSEL 二极管，所述多个 VCSEL 二极管安装在表面安装封装体中的衬底上，并且以预定的二维 VCSEL 二极管阵列形式定位在所述衬底上。优选地，VCSEL 芯片阵列具有相应的（reciprocal）几何形状，使得通过旋转发送器板 180 度，发送器板可以用于右侧或者左侧车辆位置。表面安装封装体包括集成陶瓷散热元件。以小于 1.5% 的占空比为 VCSEL 二极管输送脉冲，以适应表面安装封装体的低功率耗散能力。

附图说明

图 1 为定位在多车道高速公路上的车辆的顶视图，另外示出了由根据本发明的 SOD 系统监视的从车辆的侧视镜延伸的区域；

图 2 示出了根据本发明的 SOD 系统的优选实施例的系统方框图；

图 3（a）- 3（c）每个包含 VCSEL 芯片的三个不同实施例的侧视图、边缘视图和顶视图，所述 VCSEL 芯片封装在根据本发明的表面安装封装体中；

图 4（a）- 4（e）为根据本发明的 VCSEL 二极管阵列的不同实施例的顶视图；

图 5 示出了根据本发明的多条检测光束的透视图，所述多条检测

光束从 SOD 系统发送器发射，用以限定被监视区域；

图 6 (a) 为 SOD 系统发射器模块的平面图，所述 SOD 系统发射器模块包含以相应的几何结构和功能布置的 VCSEL 阵列，以产生如图 5 所示的多条检测光束；

图 6 (b) 为 SOD 系统接收器的平面图，所述 SOD 系统接收器包含以相应的几何结构和功能布置的光电检测器阵列，以接收从被监视区域中的对象反射的多条检测光束；

图 7 (a) - 7 (e) 分别示出了用于本发明发射器和接收器板的光纤接口的一个实施例的顶视图、斜视图、前视图、侧视图和底视图。

具体实施方式

本发明针对一种用于机动车辆的对象检测系统。此处描述的实施例用于侧面对象检测 (SOD)。

图 1 示出了 SOD 的基本概念。所述 SOD 系统用于向主车辆 102 的驾驶者提供临近检测区域 (有时也称作被监视区域) 104 和 106 中存在一部或多部车辆的相关信息，所述检测区域由 SOD 系统或者单元 108 和 110 监视。所述检测区域 104 和 106 由边界 104 (a - d) 和边界 106 (a - d) 限定。优选地，所述被监视区域 104 和 106 围成了所谓的“盲点”或者车辆 102 的驾驶者不能直接或者通过内部和外部后视镜看到的区域。在本 SOD 系统的这种盲点应用中，期望大约 4 至 25 英尺的被监视区域 104 和 106，以充分覆盖从侧面后视镜测量时驾驶者侧和乘客侧的盲点。

优选将 SOD 系统 108 和 110 的发射器和检测器单元安装在车辆外侧的后视镜中或者安装在其上。为了检测被监视区域 104 和 106 中的对象，从 SOD 系统 108 和 110 向区域 104 和 106 中发送多条光束 (有时称作检测光束) 的三维阵列。如下面更加详细讨论的，检测光束优选通过布置在多个 VCSEL 芯片阵列中的多个垂直腔表面发射激光器 (VCSEL) 二极管产生。使用 SOD 系统 108 和 110 中的接收器接收被反射的检测光束。与被反射的检测光束对应的返回信号与相同频率的相位控制参考信号混合，所述相位控制参考信号被设置为与从被监视区域边界范围内发出的返回信号存在 90 度相位差。由于在这样的情形中信号在相位上正交，因此在区域边界处从混频器产生了 0 输出。因此，来自被监视区域内 (比范围边界更近) 的对象的返回信号将从混频器

中产生正符号信号，而如果被检测光束来自被监视区域外部（超出边界范围）的对象，则产生负符号信号。尽管可以使用返回信号中的相移幅度来确定至被检测对象的距离，但是对于车辆盲点中 SOD 的用途，这种计算不是必要的。由于光速基本恒定，因此对于至被检测对象的每英尺范围来讲，返回的光信号将相移 1.97ns。因此，可以简单地通过查找反射信号中特定的相移幅度来改变检测区域的大小。

同样，可以选择不同的频率用于传输，使得当在区域 104 和 106 之一内检测到对象时，混频器的输出选择性地为正或为负。因此，通过选择用于传输的特定改变频率，可以消除对于确定对象的精确范围的需要，使得简单地通过检测混频器中正输出存在与否来检测区域中的对象。在美国专利 No. 6377167 中公开了这种检测方法和系统。

垂直腔表面发射激光器（VCSEL）二极管是比较新型的激光器二极管。VCSEL 二极管（有时简单称为“VCSEL”）产生基本相干光的前向光束。换言之，与边缘发射激光器二极管相比，从二极管的顶部表面远离二极管安装表面引导来自 VCSEL 二极管的光束。通常，单个 VCSEL 二极管安装在衬底上。传统上，单个 VCSEL 是功率非常低的装置，其以连续模式或以高占空比操作以产生可见照明。VCSEL 的可用功率输出是 VCSEL 封装体（以及任何相关的热沉）耗散热的能力和由于过热的易损性的函数。因此，传统应用中的大多数 VCSEL 二极管封装在金属外壳中以增强热耗散。总之，传统封装体中的 VCSEL 不适用于在 SOD 系统中使用。相对于边缘发射激光器二极管，VCSEL 是响应时间更快的低功率装置。

在许多应用中，由于用于电子部件的表面安装封装体的低轮廓（low profile）、低成本并适合于在高度自动化制造过程中使用，因此是优选的。本发明人已经发现通过以低占空比为 VCSEL 二极管输送脉冲，并通过将多个 VCSEL 二极管的阵列制作在单个衬底上，可以在不超过封装体的热耗散能力的情况下，使用 VCSEL 二极管阵列在表面安装封装体中得到相对高强度的红外激光束。更重要的是，本发明人已经发现这种表面安装 VCSEL 阵列可以用于产生高强度、低占空比激光束，所述激光束尤其适合用于上述对于图 1 所讨论的车辆对象检测系统。

现在参考图 2，示出了用于车辆的对象检测系统的一个实施例的图

示。系统 200 由微控制器 202 来管理，所述微控制器 202 通过车辆接口 203 与车辆进行通信。微控制器 202 由时钟 205 来驱动。具有一组发射器和相关驱动器的发送器模块 204 用于产生红外光检测光束，所述红外光检测光束通过透镜 206 聚焦至期望检测到反射对象 208 的区域。如此处更加详细所讨论的，发送器 204 优选包括 VCSEL 芯片阵列，每个 VCSEL 包含 VCSEL 二极管阵列。从对象 208 反射的检测光束经过接收透镜 210，所述接收透镜 201 将被反射的光束引导至接收器模块 212，所述接收器模块 212 具有一组光电检测器和相关放大器。控制发射器模块 204 和处理来自接收器模块 212 的信号 的电路包含在现场可编程门阵列 (FPGA) 214 中。门阵列 214 提供有参考时钟 207。门阵列 214 还用于提供发送器 (发射器) 模块 204 和接收器模块 212 与微处理 202 之间的接口。门阵列 214 进一步用于产生本机振荡器 (LO) 信号，所述本机振荡器信号与接收器 212 信号在模拟混频器 216 中组合以产生中频 (IF) 信号。低通滤波器 218 和高增益放大器/限幅器 220 用于进一步调节 IF 信号，使得放大器/限幅器 220 的输出提供检出和未检出数据信号，所述检出和未检出数据信号可以由微处理器 202 进行处理。可以提供透镜测试发射器 222 和透镜测试接收器 224 以使得可以对环境条件和透镜透明度进行监视和评估。

现在参考图 3(a) - (c)，示出了对象检测系统的发射器模块 204 中使用的优选 VCSEL 表面安装封装体 302、304 和 306 的机械图。图 3 (a) 中示出的 A1 表面安装封装体 302 具有矩形基底 238 以及基本圆形的圆顶 310。VCSEL 元件 312 在基底 308 上延伸至圆顶 310。VCSEL 元件 312 的电接触 314 连接至圆顶 310 中的 VCSEL 312 的顶部。图 3 (b) 中示出的 A2 表面安装封装体 304 与 A1 表面安装封装体 302 类似之处在于，所述 A2 表面安装封装体 304 具有矩形基底 316 以及延伸至圆顶 320 中的 VCSEL 元件 318。然而，圆顶 320 具有基本平坦的上表面 322，该上表面有助于产生更加准直、相干的激光束。图 3 (c) 所示的 A3 表面安装封装体 306 同样具有矩形基底 324，该矩形基底 324 具有平坦的圆顶 326。然而，A3 封装体 306 使用了这样的 VCSEL 元件 328，所述的 VCSEL 元件 328 将其电连接提供在矩形基底 324 内。可以使用集成陶瓷热沉来制造所有的封装体 302、304 和 306，以改善此处的热耗散特性。

在封装体 302、304 和 306 的每个封装体中, VCSEL 元件 312、318 或者 328 可以是单个 VCSEL 二极管或者位于单个衬底上的 VCSEL 二极管阵列, 如图 4(a) - 4(d) 所示。在本发明的优选实施例中, 每个 VCSEL 元件的表面安装封装体 (302、304 或 306) 是具有陶瓷衬底的标准 LED 表面安装封装体, 以提供集成热沉。这种封装体的一个实例是 ULM Photonics GMBH 的 ULM850-7T-TN-HSMDCA。

为了在不超出封装体的热耗散能力的情况下, 使用在表面安装封装体中的 VCSEL 二极管阵列来产生高强度的检测光束, 本发明人已经发现, 优选的是使用在单个衬底上间隔开的 VCSEL 阵列, 并以低占空比为二极管输送脉冲。在没有降低所产生的检测光束的可利用强度的情况下, 低占空比降低了每个 VCSEL 二极管所耗散的平均功率。在图 4(a) 至 4(e) 中示出了不同的 VCSEL 二极管阵列 402、404、406、408 以及 409。每个 VCSEL 阵列 402、404、406、408 以及 409 具有芯片识别器部分 410 和用于提供与芯片电接触的焊接区域 412。阵列 402 具有 5 个 VCSEL 二极管 414, 所述 5 个 VCSEL 二极管 414 以类似于标准管芯 (die) 上的 5 点进行布置, 以形成在每侧上大约 $420\mu\text{m}$ 的 $2 \times 2 + 1$ 阵列测量。VCSEL 孔径 414 具有大约 $50\mu\text{m}$ 的直径。对阵列 402 执行的测试表明该阵列 402 将使用至少 150mW 的功率电平以恒定波的方式操作, 或者在没有遭受任何损坏的情况下使用小于 1.5% 的占空比在 500mW 以脉冲方式操作。因此, 通过使用低占空比为 VCSEL 二极管阵列输送脉冲, 可以在不损坏 VCSEL 的情况下实现更高强度的光束。

阵列 404 使用围绕第七中心 VCSEL 二极管 414 外围布置的六个 VCSEL 二极管 414, 以形成尺寸约为 $516\mu\text{m} \times 516\mu\text{m}$ 的阵列。第三阵列 406 同样使用围绕第七中心 VCSEL 二极管 414 布置的六个 VCSEL 二极管 414。然而, 在大约 $670\mu\text{m} \times 670\mu\text{m}$ 的更大衬底上制作第三阵列 406, 以使得阵列 406 的功率耗散能力增加。虽然相对于第二阵列 404, 由于衬底的面积增加, 第三阵列 406 的功率耗散能力增加, 但是本领域技术人员将很容易意识到, 尺寸增加同样导致了成本增加。第四阵列 408 使用了 9 个 VCSEL 二极管 414, 所述 9 个 VCSEL 二极管 414 以 3×3 阵列布置在尺寸与第二阵列 404 的尺寸大致相同的衬底上。当使用小于 1.5% 的占空比以脉冲模式操作时, 阵列 404、406 和 408 能够在所监视的区域内提供至少 700mW 的光功率。阵列 409 由位于 $670\mu\text{m} \times 170\mu\text{m}$

衬底上的一行三个 VCSEL 二极管构成, 该阵列在没有遭受损坏的情况下, 能够产生 300mW 限定持续时间的脉冲。虽然此处示出了图 4 (a) 至 4 (e) 中的 VCSEL 二极管阵列 402、404、406、408 以及 409, 但是根据包含该阵列的特定系统的需求, 可以采用各种类型的不同阵列几何结构。

现在参考图 5, 利用了七条发射的检测光束示出了根据本发明优选实施例的被监视检测区域的定义图。对于车辆的左侧 502 和右侧 504 都建立了检测区域 502。在每个区域 502 和 504 内, 七条光束 506-518 和 520-532 分别是为了确保正确地覆盖检测区域 502 和 504。每个区域 502 和 504 优选包含至少一条远光束 (hi-beam) 518 和 532, 所述远光束针对光束 506-516 和 520-530 的垂直上方, 以确保检测到悬挂在路面上方一定高度的对象, 诸如支撑在一对车轮之间的车底座的底部。远光束 518 和 532 优选针对检测区域 502 和 504 的最远距离点, 以确保检测到检测区域中心处的对象。

现在参考图 6 (a) 和 (b), 示出了图 5 中用于产生和接收检测光束图案的发射器 (发送器) 模块板 602 和接收器模块板 604 的优选阵列几何结构。发射元件 606 以向上/向下交错关系布置, 以确保正确覆盖期望的检测区域, 所述发射元件 606 可以是单个 VCSEL 二极管或者具有 VCSEL 二极管阵列的 VCSEL 芯片 (如优选实施例中所示)。通过使一个发射元件 608 与其它元件 606 偏移来提供远光束。接收器模块板 604 的几何结构与发射器模块几何结构 602 相同, 所述接收器模块板 604 的几何结构使用了光电检测器 610, 所述光电检测器 610 以与发射元件 606 的图案对应的图案进行布置。还提供了与远光束发射器元件 608 对应的偏移光电检测器 612。在一个实施例中, 发射器和接收器板 602 和 604 可以为弯曲的柔性板, 通过将所述柔性板安装在曲面安装表面板上来引导光束。在另外的实施例中, VCSEL 芯片可以使用光导管或者其它光学器件直接表面安装在平面印刷电路板上, 以便在期望的方向上呈现检测光束。提供参考发射器 614 和接收器 616 以用于校准用途。

在根据本发明进行操作的车辆 SOD 系统中, 检测光束具有 850nm 的额定波长, 并在检测区域内提供了 700mw 的最小光功率。为了提供这样的检测光束, 在 270ns 的额定脉冲持续时间下, 以 1.2% 的占空比

使用 1 至 1.2 安培 (amps) 的电流脉冲来驱动 VCSEL 芯片。在 SOD 系统的一个实施例中, 在发射器和接收器模块板与其对应的准直透镜之间存在 1.59 英寸的焦距。虽然优选的是占空比小于 1.5%, 但是可以根据特定应用的需求而增加占空比。用于这种操作的适合的 VCSEL 二极管可以从 ULM Photonics GMBH 得到。对应的光电检测器可以为同样可从 ULM Photonics GMBH 得到的 SD150-14-002 VCSEL 监视器光电二极管。

优选地, 光学和电子部件的机械和电学布置将在发送器和接收器之间提供至少 120-150db 的光学和电学隔离。

现在参考图 7(a)-7(e), 示出了用于图 6(a) 和图 6(b) 所示发射器和接收器板的优选光纤接口 702 的透视图。光纤接口 702 包括多个光导管 704, 所述多个光导管 704 以与图 6(a) 和图 6(b) 所示发射器和检测器阵列的几何结构对应的图案进行布置。这允许发射器和检测器安装在较廉价的平板上, 同时保持其独自聚焦至透镜中心或者朝着透镜中心聚焦的能力。

优选地, 限定在发送器模块板 602 上的 VCSEL 芯片阵列具有如图 6(a) 所示的相应的几何形状, 使得单板 602 可以简单通过将板的方向旋转 180 度使其用于右侧或者左侧 SOD 系统。

因此, 尽管此处已经描述了本发明的具体实施例——新型有效的“具有 VCSEL 二极管阵列的对象检测系统”, 但是这样的参考不应理解为是对下面权利要求书所阐述的本发明范围的限制。

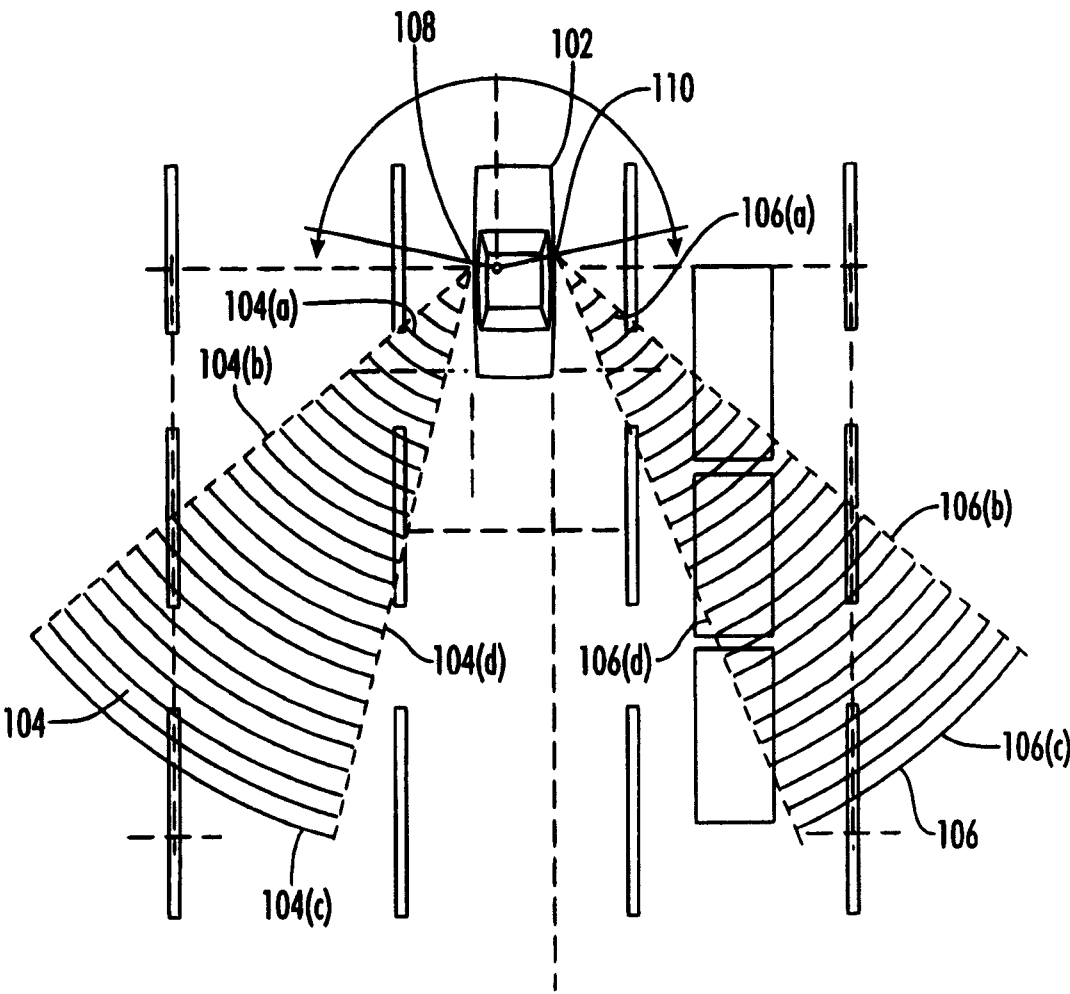


图 1

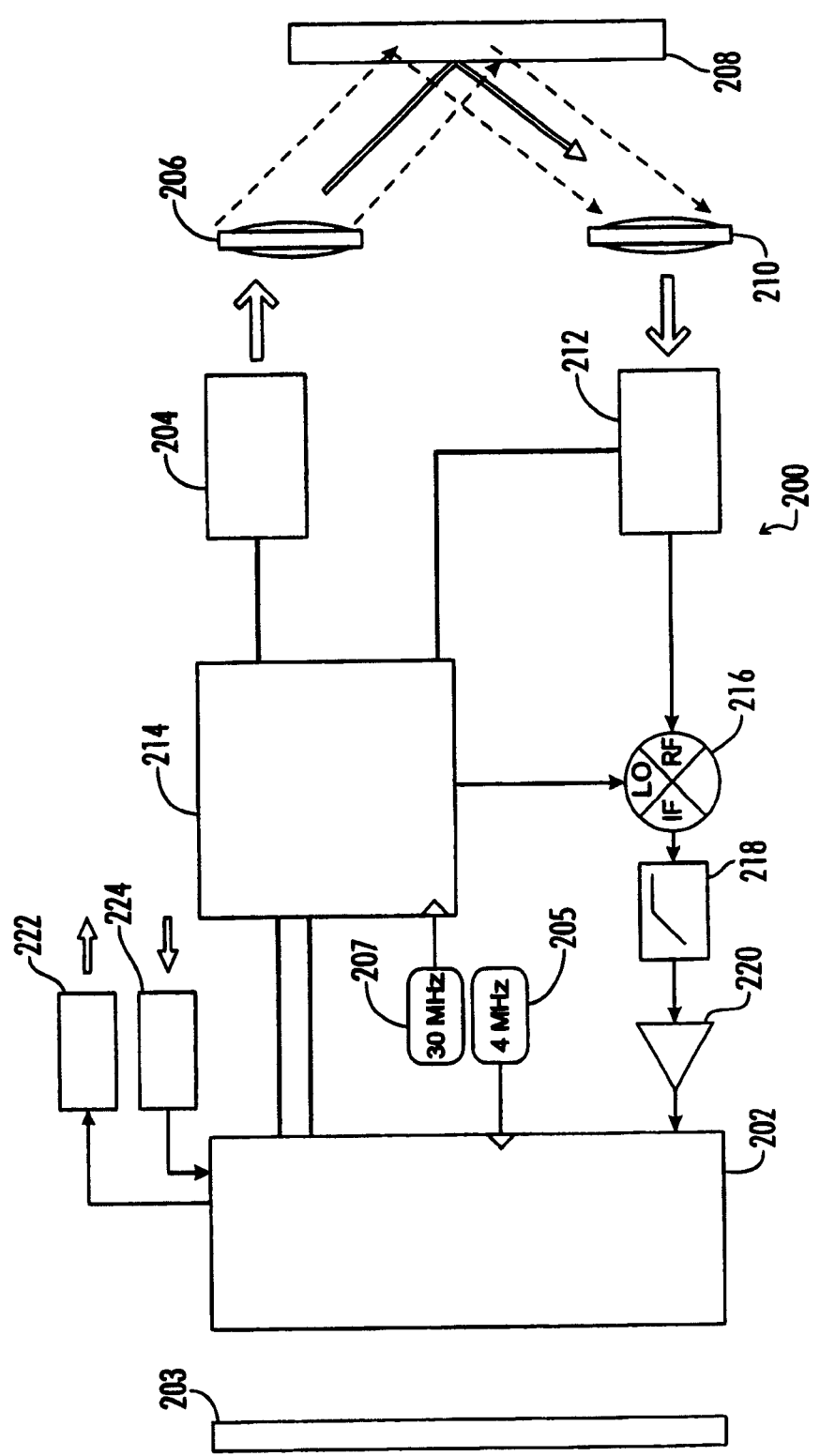


图 2

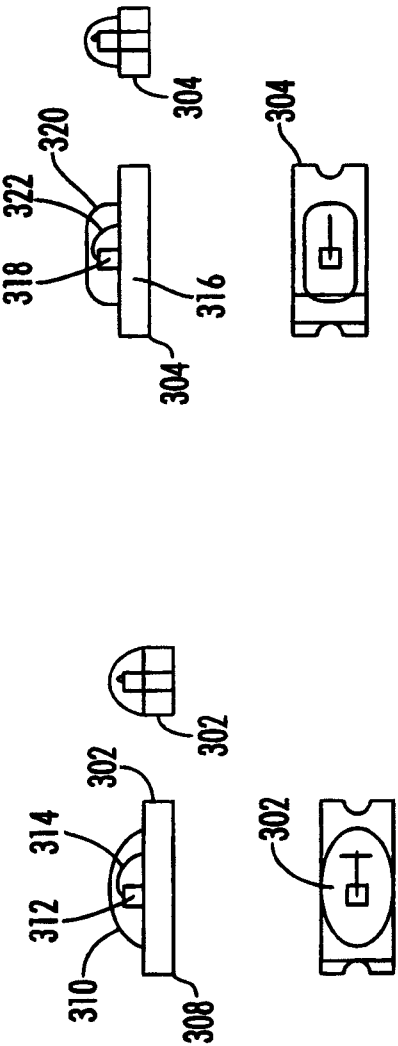


图 3(a)

图 3(b)

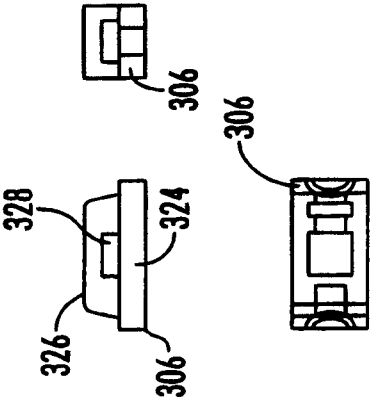


图 3(c)

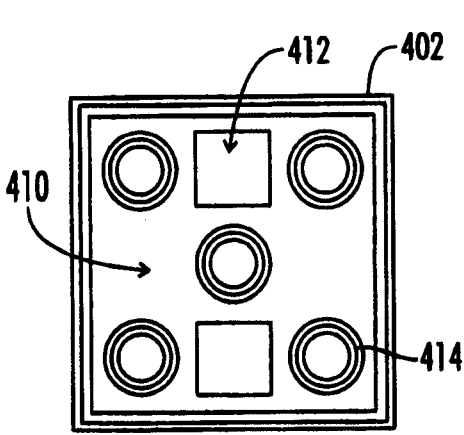


图 4(a)

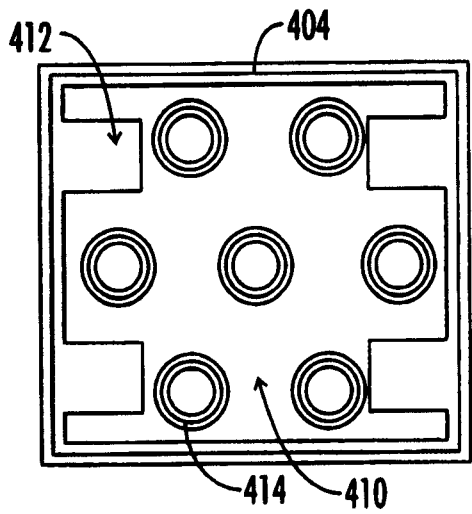


图 4(b)

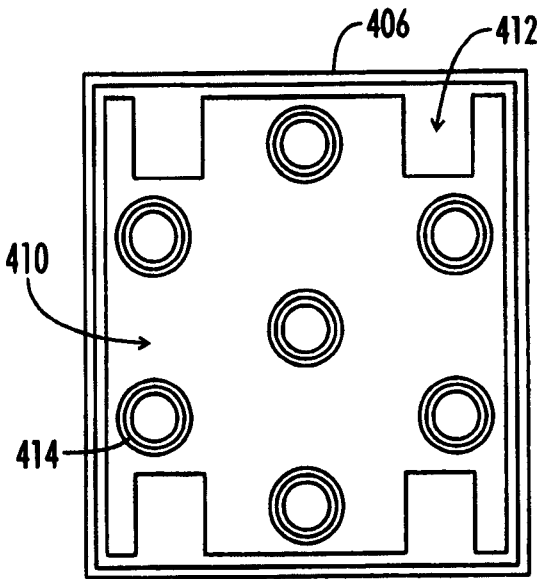


图 4(c)

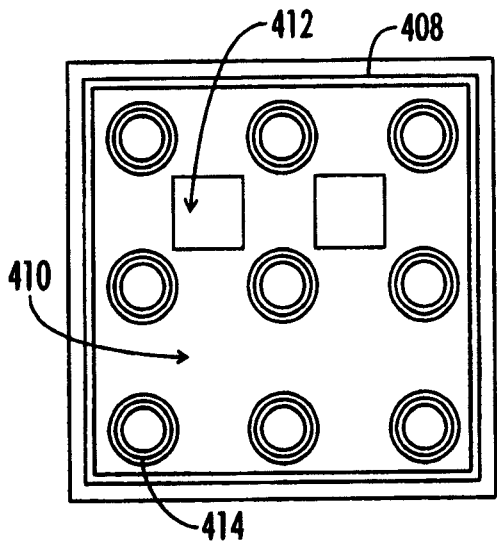


图 4(d)

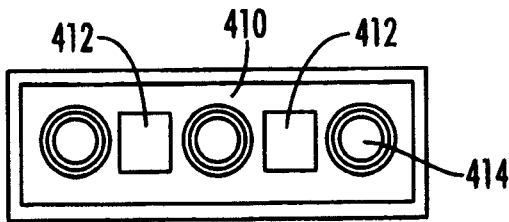


图 4(e)

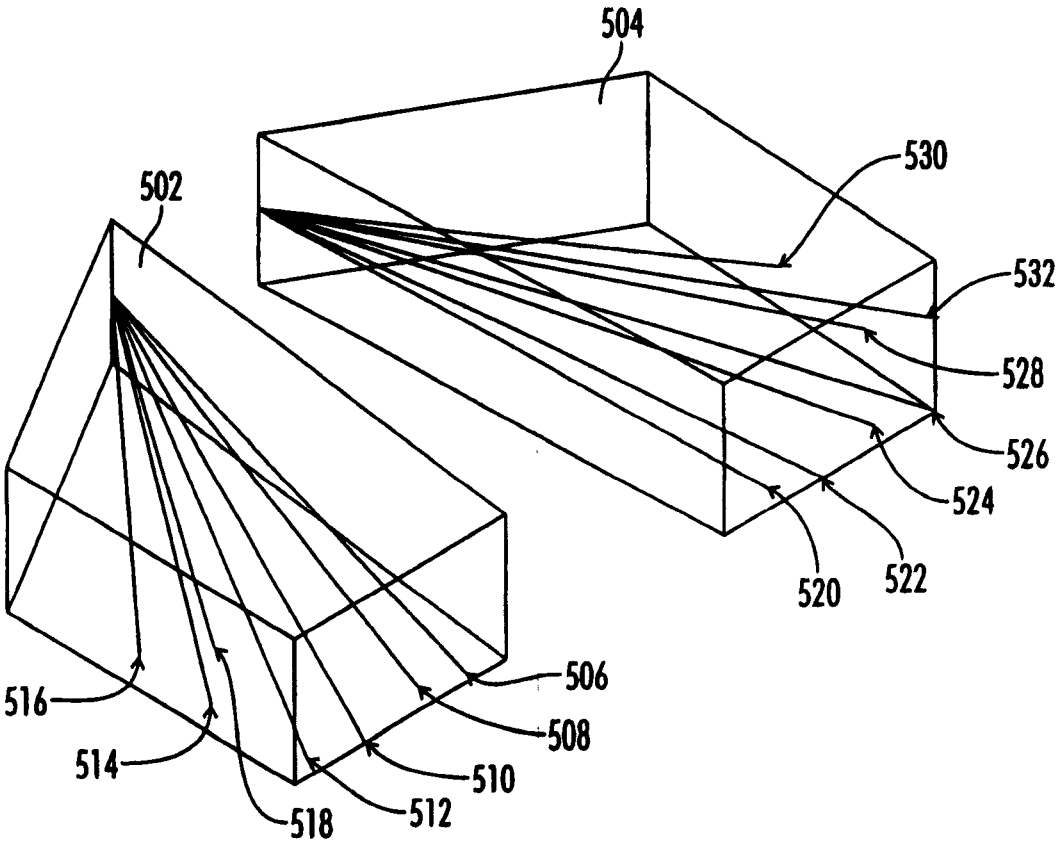


图 5

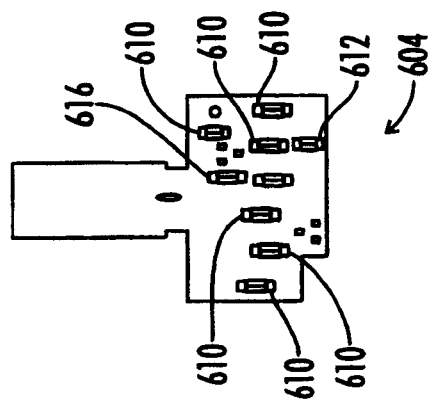


图 6(b)

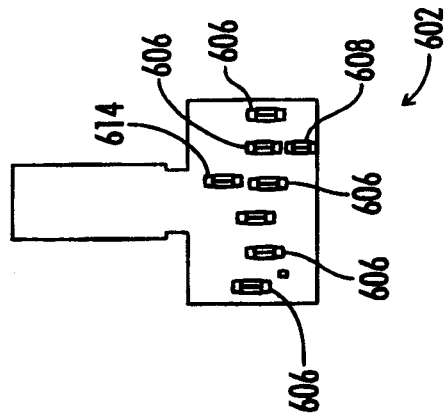


图 6(a)

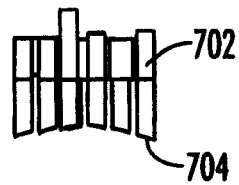


图 7(a)

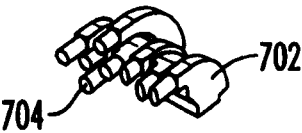


图 7(b)



图 7(c)

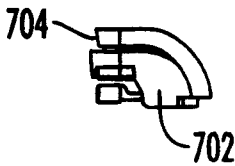


图 7(d)

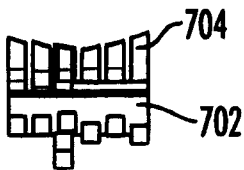


图 7(e)