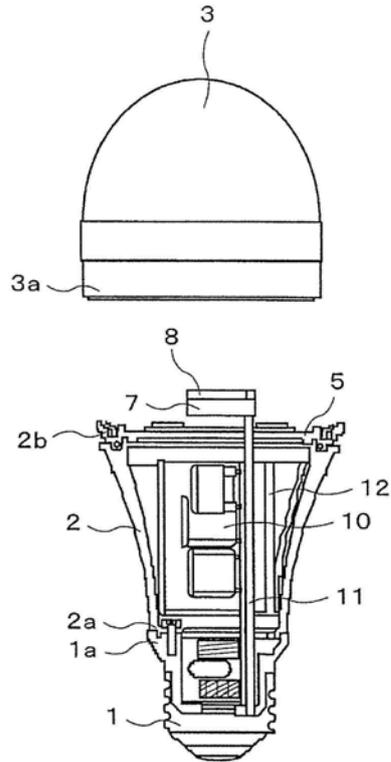


说明书摘要

本发明提供一种驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具及其利用方法，只要取代设置在厕所、浴池、走廊等处的现有的照明器具而设置，便能够检测人体的位置、呼吸次数及心率等，从而能够迅速检测人体病情的骤变。在盒体内，配置着配置于圆周上的发光二极管元件（6）、驻波雷达模块（8）、设有运算部（31）的基板（7）以及发光二极管元件控制单元（10）。从发光二极管元件将照明光朝向外部出射，并且从驻波雷达模块（8）发送微波，并检测反射波。运算部（31）合成发送波及反射波以检测驻波，并由该驻波来检测直至被反射体为止的距离及微小移位（脉搏、呼吸）。

摘要附图



权 利 要 求 书

1、一种驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具，其特征在于包括：

箱体，至少一部分具备透光性的罩；

5 作为发光体的发光二极管元件光源，存放在该盒体内，经由所述罩而将照明光照射至外部；

驻波检测部，存放在所述盒体内，经由所述罩而将经频率扫描的电波作为发送波发送至外部，使所述发送波具有发送波长 λ ，在基于所述发送波长的隔开固定距离 $\lambda/8$ 的两点检测从外部的被反射体收到的反射波作为接收波，以对由所述发送波及所述接收波合成的合成波的驻波进行检测；

运算部，从所述驻波检测部所检测到的所述合成波的频率分布中去除其直流成分并进行傅里叶变换，求出距离频谱，以运算出直至所述被反射体为止的距离；

15 信号处理部，将所得的直至所述被反射体为止的距离与在测定空间无人的情况下获得的距离成分进行比较，提取与进入所述测定空间内的测定对象者之间的距离成分；以及

判定部，根据与测定对象者之间的距离成分，对所述测定对象者的身体状态与包括呼吸次数及脉搏的生理状态进行判定。

20 2、根据权利要求 1 所述的驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具，其特征在于，在所述盒体的下部设有供电部，所述供电部包含可安装于灯泡的灯座或天花板的连接器，经由该供电部来对所述发光二极管元件光源及所述驻波检测部供电。

25 3、根据权利要求 1 或 2 所述的驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具，其特征在于，所述运算部、所述信号处理部及所述判定部与所述驻波检测部一同作为模块而存放在所述盒体内。

30 4、根据权利要求 1 或 2 所述的驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具，其特征在于，当所述判定部判定为与所述测定对象者之间的距离或所述测定对象者的呼吸次数或脉搏处于预先设定的危险区域时，将警报信号发送至外部的警报信号接收部以发出警报。

5、一种驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具的利用方法，其特征在于，

5 将所述权利要求 1 或 2 所述的驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具设置于住宅或建筑物的天花板上，对住宅或建筑物内的人体的异常进行判定。

6、一种驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具的利用方法，其特征在于，

10 将所述权利要求 1 或 2 所述的驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具设置于交通工具的天花板上，对交通工具内的人体的拥挤情况进行判定。

7、一种驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具的利用方法，

设置所述权利要求 1 或 2 所述的驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具以用于道路的照明，并对溢出道路的水的水位及位于道路上的人体的拥挤情况进行判定。

说明书

驻波雷达内置型发光二极管元件照明器具及其利用方法

技术领域

5 本发明涉及一种发光二极管元件（Light Emitting Diode, LED）照明器具，尤其涉及一种驻波雷达内置型 LED 照明器具及其利用方法，该驻波雷达内置型 LED 照明器具附加有使用驻波雷达（standing-wave radar）来检测位于照明器具下方的人体的危险状态的功能。

10 背景技术

以往的检测人体的照明器具是通过红外线传感器（sensor）、超声波传感器或多普勒传感器（Doppler sensor）来检测人体，以控制照明的开（ON）及关（OFF）（专利文献 4、专利文献 5），无法检测人体的危险状态。

15 在专利文献 1 中，作为即使在布局各不相同的监控对象的住所内也能容易地设置，从而能够容易地掌握居住者的行动推移及每个生活空间的动向的居住者监控系统，公开了下述系统，其具有：电波传感器，放出电波，并接收其反射波；检测部，对该电波传感器所接收的信号的振幅及相位进行检测，以获得检测信号；以及信号处理部，由该检测信号
20 测定居住者或动物的当前位置、移动、呼吸次数及心率，以判定有无居住者或动物存在。

而且，在专利文献 2 中公开了一种非接触式心肺功能监控装置，其具备通过多普勒效应来检测监控对象的移动的电波传感器，使移动信号
25 通过将呼吸次数的频带作为通过频带的呼吸次数滤波器，并通过将心率的频带设为通过频带的心率滤波器，从而由各自的最大振幅算出呼吸次数及心率。

进而，在专利文献 3 中公开了一种监控系统：在住所内收发电波，从与电波传感器所接收的反射波相应的信号中提取与居住者的呼吸对应的频带的呼吸信号和比该呼吸信号高的频带的移动信号，当检测到呼
30 吸信号且基于移动信号发现居住者在固定时间以上未移动时，判定为居

住者处于异常状态（权利要求 1）。而且，该电波传感器为多普勒传感器（权利要求 3）。

现有技术文献

专利文献

- 5 专利文献 1：日本专利特开 2010-66877 号公报
- 专利文献 2：日本专利第 3057438 号公报
- 专利文献 3：日本专利特开 2006-285795 号公报
- 专利文献 4：日本专利特开 2011-34938 号公报
- 专利文献 5：日本专利特开 2003-132704 号公报

10 但是，在专利文献 1 所公开的背景技术中，是根据由设置在每个房间内的（段落 0007）多个电波传感器所检测到的相位或振幅来检测人的呼吸次数及心率，但是对于居住者的位置信息，只能将相位或振幅发生变动的传感器所监控的区域视为有居住者存在，而将相位或振幅无变动的传感器所监控的区域视为无居住者存在，以此来判定居住者的位置

15 （段落 0013）。这样，在专利文献 1 中，对于居住者的位置，只能检测居住者位于哪个房间这种程度的位置信息。而且，对于居住者的异常，将居住者长时间处于通常不会长时间滞留的场所的情况判定为异常（段落 0026）。因而，在专利文献 1 中，无法高精度且迅速地检测人的异常。

而且，当如专利文献 1 般，对所放射的电波的反射波的接收信号的

20 振幅及相位进行检测时，能检测其振幅及相位的距离必须隔开数米以上，只能对来自该隔开数米以上的位置的反射波检测振幅及相位。如果检测器为多普勒雷达，则虽能实现近距离的心跳及呼吸的检测，但由于多普勒雷达是检测反射波的频率变化，因此如专利文献 1 般，只靠信号的振幅及相位的变化无法检测心跳及呼吸。

25 进而，专利文献 2 及专利文献 3 是根据通过多普勒效应而检测出的信号来算出最大振幅的频率以作为呼吸次数及心率，但由于是多普勒方式，因此虽能检测对象物的速度，但无法检测距离。因而，专利文献 2 及专利文献 3 无法检测人体的位置。

30 发明内容

本发明是有鉴于上述问题而完成，其目的在于提供一种驻波雷达内置型 LED 照明器具，只要取代设置在厕所、浴池、走廊等处的现有的照明器具而设置，便能够检测人体的位置、呼吸次数及心率等，从而能够迅速检测人体病情的骤变。

5 本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具包括：

盒体 (case)，至少一部分具备透光性的罩 (cover)；

作为发光体的 LED 光源，存放在该盒体内，经由所述罩而将照明光照射至外部；

驻波检测部，存放在所述盒体内，经由所述罩而将经频率扫描
10 (sweep)的电波作为发送波发送至外部，使所述发送波具有发送波长 λ ，在基于发送波长的隔开固定距离 $\lambda/8$ 的两点检测从外部的被反射体收到的反射波作为接收波，以对由发送波及接收波合成的合成波的驻波进行检测；

运算部，从所述驻波检测部所检测到的合成波的强度的频率分布中
15 去除其直流成分并进行傅里叶变换 (Fourier transform)，求出距离频谱，以运算出直至所述被反射体为止的距离；

信号处理部，将所得的直至被反射体为止的距离与在测定空间无人的情况下获得的距离成分进行比较，提取与进入所述测定空间内的测定对象者之间的距离成分；以及

20 判定部，根据与测定对象者之间的距离成分，对所述测定对象者的身体状态与包括呼吸次数及脉搏的生理状态进行判定。

在本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具中，其特征在于，例如，
在所述盒体的下部设有供电部，所述供电部包含可安装于灯泡的灯座 (socket) 或天花板 (ceiling) 的连接器 (connector)，经由该供电部
25 来对所述 LED 光源及所述驻波检测部供电。

而且，在本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具中，例如，
所述运算部、所述信号处理部及所述判定部与所述驻波检测部一同
作为模块 (module) 而存放在所述盒体内。

进而，在本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具中，例如，
30 当所述判定部判定为与所述测定对象者之间的距离或所述测定对

象者的呼吸次数或脉搏处于预先设定的危险区域时，将警报信号发送至外部的警报信号接收部以发出警报。

并且，本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具的利用方法，包括：

将上述驻波雷达内置型 LED 照明器具设置于住宅或建筑物的天花
5 板上，对住宅或建筑物内的人体的异常进行判定。

或者，本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具的利用方法，包括：

将上述驻波雷达内置型 LED 照明器具设置于交通工具的天花板上，对交通工具内的人体的拥挤情况进行判定。

或者，本发明的驻波雷达内置型 LED 照明器具的利用方法，包括：

10 设置上述驻波雷达内置型 LED 照明器具以用于道路的照明，并对溢出道路的水的水位及位于道路上的人体的拥挤情况进行判定。

(发明的效果)

根据本发明，通过驻波分析，在从微小距离直至远方的范围内，均能够高精度地测定直至测定对象者为止的距离，并且也能够对测定对象
15 者的呼吸次数及脉搏等的微小移位进行测定。

附图说明

图 1 是本发明的实施方式的 LED 照明器具的外观图。

图 2 (a)、图 2 (b) 是表示本发明的实施方式的结构的纵剖面图。

20 图 3 是本发明的实施方式的雷达控制模块基板 7、驻波雷达模块 8 及 LED 控制单元 10 的框图。

图 4 是表示驻波雷达的基本结构的图。

图 5 是表示发送波的波长的图。

图 6 是表示合成波功率的图。

25 图 7 是傅里叶变换后的图。

图 8 是表示合成波功率的图。

图 9 是表示针对多个目标的驻波雷达的基本结构的图。

图 10 是表示目标成分 $p_a(f_d, 0)$ 的频谱图。

图 11 是表示目标为 2 个时的距离频谱的图。

30 图 12 是表示合成波的频谱的真数部分与虚数部分的图。

图 13 是表示将本发明的实施方式的 LED 照明器具设置于厕所时的利用方法的图。

图 14 是表示将本发明的实施方式的 LED 照明器具设置于浴池时的利用方法的图。

5 图 15 是表示将本发明的实施方式的 LED 照明器具设置于走廊时的利用方法的图。

图 16 是表示代表性的异常呼吸模式 (pattern) 的图。

图 17 (a)、图 17 (b)、图 17 (c) 是表示将本发明的实施方式的 LED 照明器具用于电车内的监控的状态的图。

10 图 18 (a)、图 18 (b) 是表示将本发明的实施方式的 LED 照明器具用于道路状况的监控的状态的图。

图 19 是表示直下型的照明器具的图。

图 20 是表示导光方式的照明器具的图。

附图标记：

- 15 1: 灯头
1a、2a、2b、3a: 螺纹部
2: 盒体本体
3: 罩
4: 吸顶灯板
20 5: 铝基板
6、101、111: LED
7: 驻波雷达模块基板
8: 驻波雷达模块
8a: 天线
25 10: LED 控制单元
11、100: 基板
12: 导架
21: 电源区块
22: LED 驱动器
30 23: 内部电源调节器

- 24: LED 微电脑控制器
- 31: 运算部
- 32: 高频单元
- 33: 输出端子
- 5 34: 音频放大器
- 35: 24 GHz 高频模块
- 36a、36b: 检波器
- 37a、37b、40: 运算放大器
- 38: 调制信号生成部
- 10 39: DA 转换部
- 41: AD 转换部
- 42: 信号处理部
- 43: 警报部
- 102、112: 收发部
- 15 103、113: 罩
- 110: 导光板
- A: 信号源的振幅
- c: 光速
- d1~dn: 距离
- 20 f: 频率
- P(x): 距离频谱
- p (fd、x1)、p (fd、x2): 功率电平
- VT: 发送波
- VRK: 反射波
- 25 γ_k : 反射波相对于发送波的大小之比 (反射系数的大小)
- ϕ_k : 相位差 (反射系数的相位)

具体实施方式

以下, 参照附图来具体说明本发明的实施方式。图 1 是本发明的实
30 施方式的驻波雷达内置型 LED 照明器具的外观图。LED 照明器具的盒

体包括：灯头 1，可安装于现有的灯座中；盒体本体 2，由丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS）等的树脂原材料或铝材等形成，且具备散热功能；以及透光性罩 3，包含透明或半透明的 ABS 或聚碳酸酯等的透光性树脂原材料或玻璃等。透光性罩 3 具有使光扩散或使光束收聚的透镜（lens）形状。另外，作为照明器具，也有取代灯头 1 而具备吸扣安装于天花板的吸顶灯板(ceiling hook)4 者。这样，作为 LED 照明器具，存在多种 LED 照明器具，而本发明能适用于任一 LED 照明器具。

图 2 (a)、图 2 (b) 是表示本发明的实施方式的 LED 照明器具的结构图。LED 照明器具在包含灯头 1、盒体本体 2 及罩 3 的盒体的内部存放有表面安装型 LED6、驻波雷达模块 8 及 LED 控制单元 10。灯头 1 的下半部分是螺入灯座内的部分，由导电性的材料形成，该灯头 1 的上半部分成为绝缘性的支撑体。并且，在灯头 1 的绝缘性支撑体的上端部，在其内周缘部设有沿周方向延伸的螺纹部 1a，在盒体本体 2 的下端部，在其外周缘部也设有沿周方向延伸的螺纹部 2a，通过使螺纹部 1a 螺合于螺纹部 2a，灯头 1 与盒体本体 2 相连结。而且，在盒体本体 2 的上端部形成有螺纹部 2b，在罩 3 的下端部形成有螺纹部 3a，通过使螺纹部 3a 螺合于螺纹部 2b，罩 3 与盒体本体 2 相连结。

在盒体本体 2 内，设置有绝缘性的基板固定用导架（guide frame）12，在该导架 12 上固定着 LED 控制单元 10 的基板 11。该基板 11 使其面朝上下方向，即，使其面平行于照明器具的中心轴而固定于导架 12 上。LED 控制单元 10 被搭载于该基板 11 上，且配置在由盒体本体 2 及灯头 1 所围成的空间内。对于该基板 11，在灯头 1 内供给从外部供电的 100 V 的交流电源，该电源在由搭载于基板 11 上的转换器进行交流-直流（Alternating Current-Direct Current, AC-DC）转换后，被供给至 LED 控制单元 10。

在盒体本体 2 的上端部，散热性优异的铝基板 5 使其面水平地配置。该铝基板 5 被支撑于盒体本体 2 的上端部的缘部，但基板 11 插通该铝基板 5 而进入罩 3 内。并且，在该基板 11 的上端部，雷达控制模块基板 7 使其面水平地受到支撑，在该雷达控制模块基板 7 上搭载有驻波雷达模

块 8。在铝基板 5 上，多个（图示例为 7 个）LED6 围绕照明器具的中心轴而配置在等配的位置，即，配置在圆周上的等间隔的位置上。基板 11 的配线连接于铝基板 5 的电源线，经由基板 11 上的配线，从 LED 控制单元 10 对搭载于铝基板 5 上的 LED6 供电，以使 LED6 发光。而且，对于搭载于雷达控制模块基板 7 上的驻波雷达模块 8，经由基板 11 上的配线来进行供电，驻波雷达模块 8 收发微波等的电波，雷达控制模块基板 7 以无线的方式将检测信号发送至外部的中继设备。在该驻波雷达模块 8 的上表面，设置有天线（antenna）8a，经由该天线 8a 来收发电波。另外，该驻波雷达模块 8 相对于雷达控制模块基板 7 而可倾斜，通过使该驻波雷达模块 8 倾斜，从而能够调节天线 8a 的指向方向。

图 3 是雷达控制模块基板 7、驻波雷达模块 8 及 LED 控制单元 10 的框图。从外部电源向 LED 控制单元 10 的电源区块（block）21 输入 100 V 的交流电源，由电源区块 21 的 AC-DC 转换器（converter）转换成直流电源后输入内部电源调节器（regulator）23，从而将直流的 5 V 电源供给至驻波雷达模块 8 及 LED 微电脑控制器（controller micro computer）24。而且，AC-DC 转换器的输出也被供给至 LED 驱动器（driver）22 以用于驱动 LED6。LED 微电脑控制器 24 接收来自驻波雷达模块 8 的控制信号，并向 LED 驱动器 22 输出 LED 的开/关控制信号及调光控制信号，LED 驱动器 22 基于该控制信号来驱动 LED6。

在雷达控制模块基板 7 上设有运算部 31，运算部 31 生成由调制信号生成部 38 进行 FM 调制后的频率控制电压，将由 DA 转换部 39 使该频率控制电压转换为模拟（analog）信号的频率控制信号经由运算放大器（operational amplifier）40 而放大后，输入至 24 GHz 高频模块 35 的电压可控振荡器（Voltage Controlled Oscillator，VCO）的控制输入端。通过该频率控制信号，VCO 使发送电波的频率进行扫描（sweep）。

在驻波雷达模块 8 中设有 24 GHz 高频收发部 35，该 24 GHz 高频收发部 35 是将 24 GHz 频带 VCO（电压控制振荡器）与平面天线 8a 一体化的模块。并且，该收发部 35 通过 VCO 从平面天线 8a 发送微波，并使天线 8a 检测来自被反射体的反射波。在收发部 35 中内置有两个检波器 36a、36b，检波器 36a、36b 对发送波及接收波进行检波。

当从天线 8a 发送电波时，在有反射物体的情况下，反射波返回天线 8a，频率相同且行进方向不同的波重叠，从而产生驻波。在连接 VCO 与天线 8a 的线路上及天线供电部中，混合存在有发送信号（行进波）与接收信号（反射波），这些波合成而产生驻波。此时，必须使供给至 VCO 的扫描电压至少在直至发送电波由被反射体反射后返回为止的时间内保持为固定，因此必须使所述扫描电压呈阶梯（step）状变化。并且，通过控制 VCO 来依序切换频率，由检波器 36a、36b 来检测针对多个频率的混合波的信号电平（level）。在检波器 36a、36b 中，对发送波的功率、反射波的功率、因驻波产生的成分进行检测。所得的检波信号由运算放大器 37a、37b 对 400 kHz 以下的必要频带进行放大，并由运算部 31 内的 AD 转换部 41 转换为数字（digital）信号后，被输入信号处理部 42。在信号处理部 42 中，输入的信号为周期函数，其周期与距被反射体的距离成反比，因此通过对其进行傅里叶变换，从而求出周期的倒数即频率，由此，能够根据该频率来求出直至被反射体为止的距离。而且，基于所得的波形的相位，能够检测被反射体的微小移位信息。例如，在 24 GHz 的情况下，微小移位是将光速除以 $4\pi f$ 所得的值，能够检测约 ± 3.125 mm 的范围的移位。这样，通过对由检波器 36a、36b 检测到的信号进行信号处理，从而运算出距被反射体的距离、被反射体的速度及移位，并对其随时间的变化进行计测，从而能够检测被反射体的移动。在运算部 42 中对该被反射体的移动进行分析，将分析结果输出至警报部 43，警报部 43 将 LED 的点灯、闪烁、熄灯、警报闪烁等的控制信号输出至 LED 微电脑控制器 24。

而且，运算部 31 将所得的被反射体的状态经由高频单元 32 而以无线的方式，而且经由输出端子 33 而以有线的方式发送至外部。而且，运算部 31 经由音频放大器（audio amplifier）34 来发出警报音。该无线发送、有线发送或警报音只要采用任一种方式即可。

接下来，对于本发明的实施方式的动作，与信号处理部 42 的结构一同进行说明。驻波如图 4 所示，是因从信号源即 VCO 生成的发送波 VT 与来自各目标的反射波 VR1、VR2、VR3、 \dots VRn 的干涉而产生。驻波雷达通过利用该驻波来检测目标的有无，以测定直至各目标为止的

距离 d_1 、 d_2 、 $d_3 \cdots d_n$ 。

当设信号源的振幅为 A ，频率为 f ，光速为 c (3×10^8 m/s) 时，发送波（行进波）以各数学式 1 表达。其中，频率 f 如图 5 所示，以 f_0 与 f_d 表达。

5 [数学式 1]

$$V_T = A e^{j2\pi \int f(t - \frac{x}{c}) dt - \frac{x}{c}}$$

10 如果设第 k 个目标的距离为 d_k ， x 轴上的任意点处的反射波相对于发送波的大小之比为 γ_k （反射系数的大小），相位差为 ϕ_k （反射系数的相位），则来自该目标的反射波能以下述数学式 2 表达。

[数学式 2]

$$V_{Rk} = A \gamma_k e^{j\phi_k} e^{j2\pi \int f(t - \frac{2d-x}{c}) dt - \frac{2d-x}{c}}$$

15

由天线检测的检波输出为合成波，因此振幅 V_c 以下述数学式 3 表达，功率为振幅的二次方，因此合成波的功率以下述数学式 4 表达。

[数学式 3]

$$V_C = V_T + \sum_{k=1}^n V_{Rk}$$

20

[数学式 4]

$$p(f_d, x) = \left| V_T + \sum_{k=1}^n V_{Rk} \right|^2$$

25

发送波的大小远大于反射波的大小，因此 γ_k 与 1 相比极小。因此，若将数学式 1 及数学式 2 代入数学式 4 并取近似值，则获得下述数学式 5。

[数学式 5]

5

$$p(f_d, x_s) \approx A^2 \left\{ 1 + \sum_{k=1}^n \gamma_k^2 + 2 \sum_{k=1}^n \gamma_k \cos \left(\frac{4\pi f_d}{c} (d_k - x_s) + \frac{4\pi f_0}{c} (d_k - x_s) - \phi_k \right) \right\}$$

在该数学式 5 中，{ } 内的第 1 项表示发送波的功率，第 2 项表示反射波的功率，第 3 项表示因驻波造成的功率的变化量。以往的雷达是接收第 2 项的反射波来进行信号处理，但在本发明中，对第 3 项的信号进行信号处理。因此，为了删除第 1 项目与第 2 项目，将合成波功率 $p(f_d, x_s)$ 以 f_d 来微分，以去除该第 1 项目及第 2 项目。

此处，若设目标（被反射体）的数量为 1，则将 $n=1$ 代入数学式 5，获得下述数学式 6。若将该数学式 6 图表化，则如图 6 所示。即，合成波的功率为固定值 $1+\gamma^2$ 与周期函数之和。在该图 6 中，周期函数的频率（周期的倒数）为 $c/2d$ ，距离 d 的成分包括在内。因此，若根据周期来求频率，则可求出距离 d 。若从数学式 6 去除直流成分 $1+\gamma^2$ 后进行傅里叶变换，则如图 7 所示，可求出距离频谱 $P(x)$ 。

[数学式 6]

20

$$p(f, 0) = 1 + \gamma^2 + 2\gamma \cos(2\pi(2d/c)f - \phi)$$

首先，针对下述数学式 7 所示的傅里叶变换公式，进行变量的置换，进而，若以观测位置为原点进行傅里叶变换，则获得下述数学式 8 所示的距离频谱。其中，设 $Sa(z) = \sin(z)/z$ 。另外，在数学式 8 中，直流成分未被截除（cut）。若对有周期的函数进行傅里叶展开，则被分解为该函数中所含的直流成分与振动成分（sin, cos）。距离频谱在其公式上如下述数学式 8 般表示。

[数学式 7]

傅里叶转换公式 $F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt$

变量的置换 $t \Rightarrow f_d \quad \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \frac{2x}{c} \quad f(t) \Rightarrow p(f_d, x_s)$

以观测位置为原点 $\Rightarrow x_s = 0$

[数学式 8]

5

$$P(x) = \int_{-f_w/2}^{+f_w/2} p(f_d, 0) e^{-j\frac{4\pi x f_d}{c}} df_d =$$

$$A^2 f_w \left\{ \left(1 + \sum_{k=1}^n \gamma_k^2 \right) \text{Sa} \left(\frac{2\pi f_w}{c} x \right) + \right.$$

$$\sum_{k=1}^n \gamma_k e^{-j\phi_k} e^{j\frac{4\pi f_0 d_k}{c}} \text{Sa} \left(\frac{2\pi f_w}{c} (x - d_k) \right) +$$

$$\left. \sum_{k=1}^n \gamma_k e^{j\phi_k} e^{-j\frac{4\pi f_0 d_k}{c}} \text{Sa} \left(\frac{2\pi f_w}{c} (x + d_k) \right) \right\}$$

10 另外，数学式 8 的 $A^2 f_w (1 + \sum \gamma_k^2) \text{Sa} (2\pi f_w / c) x$ 为直流成分，但该直流成分在实际的电路中通过电容器 (condenser) 去除。

若以图表来看由该数学式 8 的第 3 式所表达的功率 $P(x)$ ，则如图 8 所示。并且，去除数学式 8 的 $\{ \}$ 内的第 1 项目的直流成分，对于第

3 项目，将 \cos 成分转换为复正弦波（分析信号）而予以去除，能够提取驻波成分即第 2 项目的成分。但是，如图 8 中的虚线所示，虚数侧的信号漏入数学式 8 的 $\{ \}$ 内的第 2 项目的成分内。即，成为虚数侧的信号漏入该部分的驻波成分中的值。

5 为了解决此类问题，在本发明中，如图 9 所示，在对将发送波与其反射波合成的信号进行检测时，使发送波的波长为 λ ，在隔开 $\lambda/8$ 的两点检测信号电平。即，在 x 轴取雷达的行进方向的情况下，天线接收来自被反射体即 n 个（ n 为自然数，图示仅为 2 个）目标的反射波，由在 x 轴方向上隔开 $\lambda/8$ 的两个功率检波器（power detector）对该反射波与
10 发送波一同进行检测，并对其进行信号处理。此时，若将该两个检波器所检测的功率电平设为 $p(f_d, x_1)$ 、 $p(f_d, x_2)$ ，则置于 $x_1=0$ 的位置处的检波器的输出是将 $x_1=x_s=0$ 代入表示检测功率的数学式 5，从而作为下述数学式 9 所示的 $p(f_d, 0)$ 而求出，置于 $x_1=-\lambda/8$ 的位置处的检波器的
15 输出是将 $x_2=x_s=-\lambda/8$ 代入表示检测功率的数学式 5，从而作为下述数学式 9 所示的 $p(f_d, -\lambda/8)$ 而求出。如该数学式 9 所示，通过在隔开 $\lambda/8$ 的两点检测驻波，在置于各位置（0、 $-\lambda/8$ ）处的检波器的输出的驻波成分中获得 \cos 与 \sin 的正交成分，由此，能够去除虚像信号，从而能够消除从虚像侧漏入的信号的影响。即，由 \cos 与 \sin 的正交成分（ X 轴成分与 Y 轴成分）合成的向量（vector）为求出的分析信号。通常，虚轴
20 侧的信号无法测定，但在 $-\lambda/8$ 的位置处能够计测虚轴侧的信号，从而能够形成向量合成信号。该向量的旋转速度为频率，因此在本实施方式中，对该频率与相位进行分析。

[数学式 9]

25

30

置于 $x_1=0$ 的位置处的检波器的输出

$$p(f_d, 0) = A^2 \left\{ 1 + \sum_{k=1}^n \gamma_k^2 + 2 \sum_{k=1}^n \gamma_k \cos \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)d_k}{c} - \phi_k \right) \right\}$$

置于 $x_2 = -\frac{\lambda}{8}$ (其中, $\lambda = \frac{c}{f_0}$) 的位置处的检波器的输出

$$p(f_d, -\frac{\lambda}{8}) = A^2 \left\{ 1 + \sum_{k=1}^n \gamma_k^2 - 2 \sum_{k=1}^n \gamma_k \sin \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)d_k}{c} - \phi_k \right) \right\}$$

若将该数学式 9 中的 $x_s=0$ 的位置的检波器的输出中的驻波成分设为
 5 a, 将 $x_s=-\lambda/8$ 的位置的检波器的输出中的驻波成分设为 b, 则 a、b 以下
 述数学式 10 表达。并且, 对于数学式 8 的第 3 式, 若基于下述数学式
 11 来进行置换, 则获得下述数学式 12 及数学式 13。即, 数学式 10 可置
 换为将求出的 X 轴、Y 轴 (实信号、虚轴信号) 转换为实信号的形式。
 数学式 13 切实地表达时间方向的信号与旋转轴上的信号, 最终可知,
 10 通过该数学式 13 能够计算旋转的分析信号。

[数学式 10]

$$a = \sum_{k=1}^n \gamma_k \cos \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right)$$

$$b = \sum_{k=1}^n \gamma_k \sin \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right)$$

15 [数学式 11]

$$\begin{aligned}
 P_{DC} &= A^2 \left(1 + \sum_{k=1}^n \gamma_k^2 \right) \\
 m(f_d) &= 2A^2 \sqrt{a^2 + b^2} \\
 \theta(f_d) &= \arctan \left(\frac{b}{a} \right) \\
 a &= \sum_{k=1}^n \gamma_k \cos \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right) \\
 b &= \sum_{k=1}^n \gamma_k \sin \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right)
 \end{aligned}$$

[数学式 12]

5

$$p(f_d, x_s) = P_{DC} + m(f_d) \cos \left(\theta(f_d) - \frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} x_s \right)$$

[数学式 13]

$$\begin{aligned}
 m(f_d) e^{j\theta(f_d)} &= 2A^2 (a + jb) \\
 &= 2A^2 \left\{ \sum_{k=1}^n \gamma_k \cos \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right) \right. \\
 &\quad \left. + j \sum_{k=1}^n \gamma_k \sin \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right) \right\} \\
 &= 2A^2 \sum_{k=1}^n \gamma_k e^{j \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right)}
 \end{aligned}$$

10

数学式 12 的右边的 P_{DC} 为直流成分, $m(f_d) \cos(\theta(f_d) - 4\pi(f_0 + f_d)/c \cdot x_s)$ 为周期性地变化的驻波成分。该驻波成分如前所述, $x_s=0$ 的位

置的成分 a 与 $x_s=-\lambda/8$ 的位置的成分 b 的合成成分 $a+jb$ 成为 \sin 与 \cos 的正交成分，通过由 a 与 b 合成分析信号，因多余的信号（从图 8 所示的虚数侧漏入的信号）造成的影响得以去除。因而，通过对该值（数学式 13 的信号）进行分析，获得图 10 所示的目标成分 $p_a(f_d, 0)$ 。

5 另外，目标为两个时的距离频谱如图 11 所示，从 $x_s=0$ 的功率 $p(f_d, 0)$ 与 $x_s=-\lambda/8$ 的功率 $p(f_d, -\lambda/8)$ 的合成波去除直流成分并进行傅里叶变换，由此获得与距离对应的频率，从而可求出距离 d_1 、 d_2 。

图 12 是表示合成波的真数的频谱与虚数的频谱的图。电波的速度 c 为约 30 万千米/秒。当以 75 MHz 宽度 (f_w) 来进行发送波的频率的扫描时，该 75 MHz 的波长为 $c/f_w=4$ m。但是，用于对波形进行取样的扫描往复为 4 m，因此行程为其一半的 2 m。将该 2 m 称作 1 周期。因此，当以扫描宽度(sweep width)75 MHz 来计测 20 m 时，计测为 10 周期。若设扫描时间为 256 μs ，则所观测的波形的频率为 $10/256 \mu\text{s}=39$ kHz。同样地，当计测 200 m 时，为 100 周期，因此为 $100/256 \mu\text{s}=390$ kHz。并且，图 12 所示的检测出的频谱的频率的电平表示反射的强度，频率被置换为距离。因而，如图 11 所示，若进行傅里叶变换后在 39 kHz 处出现波峰 (peak)，则可知其是来自距离 $d_1=10$ m 的位置的反射波，若在 390 kHz 处出现波峰，则可知其是来自距离 $d_2=100$ m 的位置的反射波。这样，若对检波器的合成波的检测功率 $p_a(f_d)$ 进行微分以去除直流成分并进行傅里叶变换，便能够求出直至被反射体为止的距离。

当扫描宽度(sweep width)为 200 MHz 时，1 周期为 0.75 m，因此 10 m 的计测为观测 $10/0.75=13.3$ 周期，当扫描时间为 256 μs 时，则为 $13.3/256=51.9$ kHz。即，当扫描宽度(sweep width)为 200 MHz 时，若在 51.9 kHz 处出现波峰，则可观测到直至被反射体为止的距离为 10 m。因而，通过调整扫描宽度(sweep width)，并调整扫描时间，从而能够调整检波输出的频率，因无线电法的限制，频带宽度受到限制，因此一般通过使扫描时间可变，从而测定直至被反射体为止的距离。

接下来，对微小移位计测进行说明。在数学式 8 中，若着眼于相位，则相对于第 k 个目标的相位可通过下述数学式 14 求出，若将距离 d_k 的变化量设为 Δd_k ，将相位的变化量设为 $\Delta\phi_k$ ，则可获得下述数学式 15。

[数学式 14]

$$b = \sum_{k=1}^n \gamma_k \sin \left(\frac{4\pi(f_0 + f_d)}{c} d_k - \phi_k \right) \longrightarrow \psi_{Ak} = \frac{4\pi f_A}{c} d_k$$

5 [数学式 15]

$$d_k = \frac{c}{4\pi f_0} \Delta\psi_k$$

10 由该数学式 15 求出距离 d 的微小移位。当频率为 24 GHz 时，能够检测 ± 3.125 mm 的移位。

如上所述，在信号处理部 42 中，通过将来自被反射体的反射波合成至发送波中的驻波的分析，能够计测被反射体的距离及微小移位。如果随时间掌握该计测结果，便能够计测被反射体的距离、速度及移位，
 15 最终能够计测被反射体的移动。若为以往的雷达，则 1 m~2 m 以下难以进行距离的测定，与此相对，根据本发明，在从接近 0 m 的极近距离直至 200 m 的远距离的范围内，均能够实现距离的测定。而且，在本发明的情况下，能够进行微小移位的检测，相对移位分辨率也达到 0.01 mm。并且，在驻波雷达的情况下，会透过衣服并被由衣服所包裹的人体
 20 直接反射，因此能够高精度地检测人体的异常。

接下来，对本发明的实施方式的驻波雷达内置型 LED 照明器具的利用例进行说明。图 13 表示在厕所的天花板上设置本实施方式的 LED 照明器具以监控人体的异常的情况，图 14 表示在浴室的天花板上设置本实施方式的 LED 照明器具以监控人体的异常的情况，图 15 表示在走廊
 25 的天花板上设置本实施方式的 LED 照明器具以监控人体的异常的情况。

首先，如图 13 所示，对居住者倒在厕所内的情况进行说明。最先，

在设置 LED 照明器具后，对无人的情况下的驻波进行分析，由此预先测定出从 LED 照明器具到地板面为止的距离 d_4 、到马桶座为止的距离 d_3 。并且，在居住者进入厕所后，通过本实施方式的 LED 照明器具来计测距离 d_2 。该距离 d_2 是直至居住者的头为止的距离。由此，通过计测出与 d_3 、 d_4 不同的距离 d_2 ，从而判定为居住者正在使用厕所。随后，在经过对于厕所的使用为适当的时间后，无法再计测到距离 d_2 的情况下，判定为进行了通常的厕所的使用。

另一方面，在使用者蹲在厕所内的情况或坐在厕所内的情况下，人体产生了异常，但距离 d_5 及距离 d_6 不同于距离 d_3 、 d_4 并且大于直至坐在马桶座上时的头为止的距离 d_2 ，因此可知发生了异常事态。此时，若使用者有意识，则 LED 照明器具也会检测到使用者的移动，因此也可判定为并非装饰品而是人体，从而可确实地掌握人体产生了异常。由此，警报部 43 输出警报信号，将厕所使用者的异常事态告知外部。

而且，当使用者倒在厕所的地板上且无意识时，LED 照明器具计测到与头的距离 d_2 不同的距离 d_7 ，但无法计测人体的移动。但是，在本发明中，能够通过相位分析来检测微小移位，因此也能检测倒下的人的呼吸次数及脉搏等的人体的微小的移位。因此，通过本发明，能够判定并非装饰品而是人体倒下。此时，通过驻波雷达，能够透过衣服来直接计测其下的人体的表面的移动，因此能够更确实地检测人体的异常。而且，若对运算部 31 预先设定呼吸次数及脉搏等的危险区域，则通过呼吸等的检测，不仅能够区别是人体还是装饰品，还能判定人体的状况是重症还是并非如此。

在图 14 所示的浴池的情况、图 15 所示的走廊等的情况下，也同样地预先求出无人的情况下的计测结果，若从异常检测中排除该计测距离，便能够判定居住者的异常。此时，设定通常的人体行动时的检测距离的范围，当计测到偏离该范围的距离时，也能判定为居住者产生了异常。并且，能够根据微小移位来计测呼吸及脉搏，因此也能够判定是否为人体以及若为人体则为何种程度的重症。另外，图 16 是表示计测到呼吸次数的状态的图。如图 16 所示可知的是，通过本发明能够检测异常呼吸。

图 17 (a)、图 17 (b)、图 17 (c) 表示在电车的天花板上安装本发明的实施方式的 LED 照明器具，利用 LED 来进行照明，并且对驻波进行分析以判定电车的拥挤情况的方法。这样，如果将本发明的实施方式的 LED 照明器具安装于电车的天花板上，便能够检测电车内的人体的数量是多还是少以及该人体的大概数量。因而，能够在电车的集中运行管理中心容易地掌握电车内是满员，还是通常的拥挤情况，又或者是空车。

而且，同样地在地下开采场等的隧道内的天花板部分安装本发明的实施方式的 LED 照明器具，利用 LED 来进行照明，并且对驻波进行分析，也能够判定开采现场的拥挤情况或者有人还是无人。这样，若将本发明的实施方式的 LED 照明器具安装于隧道内的天花板上，便能够检测隧道内的作业员的数量是多还是少以及该作业员的大概数量。因而，能够在地下开采场的集中运行管理中心容易地掌握地下开采场的各计测点 (point) 的作业员的活动状况以及在该地点有无作业员。由此，在引起塌方等的事故时，也能进行适当的避难引导。

图 18 (a)、图 18 (b) 表示在市区的电线杆上安装本发明的实施方式的 LED 照明器具，利用 LED 来进行照明，并且判定因洪水导致水溢出道路时的水位以及在该异常的道路上存在何种程度的人的方法。这样，若将本发明的实施方式的 LED 照明器具安装于电线杆上，便能够在防灾中心对因洪水导致水溢出的道路的水位的变化以及此时有何种程度的人数陆续涌现在道路上等进行管理判定。

同样地，在被称作地下通道 (underpass) 的立交且为下掘式的地下道路、钻挖式通路、通过铁路或道路下的地道的天花板部分或者侧面安装本发明的实施方式的 LED 照明器具，利用 LED 来进行照明，并且能够判定因局部暴雨 (guerrilla heavy rain) 等的洪水导致水溢出道路时的水位以及何种程度的人存在于该异常的道路上。这样，若将本发明的实施方式的 LED 照明器具安装于地道的天花板部分，便能够在防灾中心对因洪水导致水溢出的道路的水位的变化以及此时有何种程度的人数陆续涌现在道路上等进行管理判定。

在对因洪水导致水溢出的道路的水位变化进行计测时，有时会起浪，当水位伴随浪的移动而大幅变化时，利用由 I、Q 检波输出获得的

信号，在水浪面朝向雷达而来的情况下，对水浪面远离雷达的异常点计测多普勒频率，由此，计测水浪面的移动速度，捕捉速度为零的异常点，在此时刻（timing）进行距离计测。而且，同样地，对于水浪面的腹部的部分，也捕捉速度的行进方向发生异常的时刻并进行距离计测，由此来计测浪高。由此，计测浪高的峰值、浪高的谷值，并计算其平均值，由此能够求出水位的平均值。

这样，若将本发明的实施方式的 LED 照明器具安装于地道等的天花板部分，便能够在防灾中心对因洪水导致水溢出的道路的水位的变化以及此时有何种程度的人数陆续涌现在道路上等进行管理判定。

10 本发明并不限于上述实施方式，可进行各种变形。例如，图 19 表示本发明的照明器具的其他形态。该图 19 所示的照明器具不同于图 2 (a)、图 2 (b) 所示的灯泡型，是在广告板等的平面发光的显示面的背侧配置有 LED 者，是直下型的照明器具。在基板 100 上的中心位置，设置有将电波发送至外部并且接收来自外部的反射波的收发部 102，在该收发部 102 的周边，多个 LED101 例如等间隔地配置。这些 LED101 及收发部 102 由透光性的罩 103 所覆盖，来自 LED101 的照明光经由该罩 103 而出射至外部，收发部 102 经由该罩 103 来收发发送波及反射波。该罩 103 也具有使光扩散的作用，LED 照明光从罩 103 朝向外部扩散，并作为平滑的照明光而出射。在该照明器具中，也能从收发部 102 发送电波及接收反射波。另外，在该直下方式中，在照明罩的背后配置 LED，使 LED 光直接出射至外部。因而，LED 光的光量虽强，但收发部 102 无法设在金属制的散热基板 101 的背后（下方），雷达收发部的设置位置存在限制。另外，平面发光的显示面当然未必限于广告板。也可为不像广告板那般附有文字或图形的墙壁之类者。

25 图 20 所示的照明器具是导光方式的照明器具，在导光板 110 的背后配置电波的收发部 112，从导光板 110 的侧面将从多个等间隔排列的 LED111 发出的照明光导入导光板 110 内，使照明光在导光板 110 内反射，并从导光板 110 朝垂直于其表面的方向出射。在该导光板 110 的前方也配置有透光性的罩 113，该罩 113 也具有光的扩散作用，通过扩散能使平滑的照明光出射。进入导光板 110 内的 LED 光在导光板 110 内被

其下表面及上表面反射，并从导光板 110 的上表面成为光量在其面内大致均匀的面发光而出射至外部。在该照明器具中，也能从收发部 112 发送电波及接收反射波。在该导光方式中，能够使照明光进行面发光，并且雷达收发部 112 的位置也可为导光板 110 的背后，其设置场所并无限制。

5

说明书附图

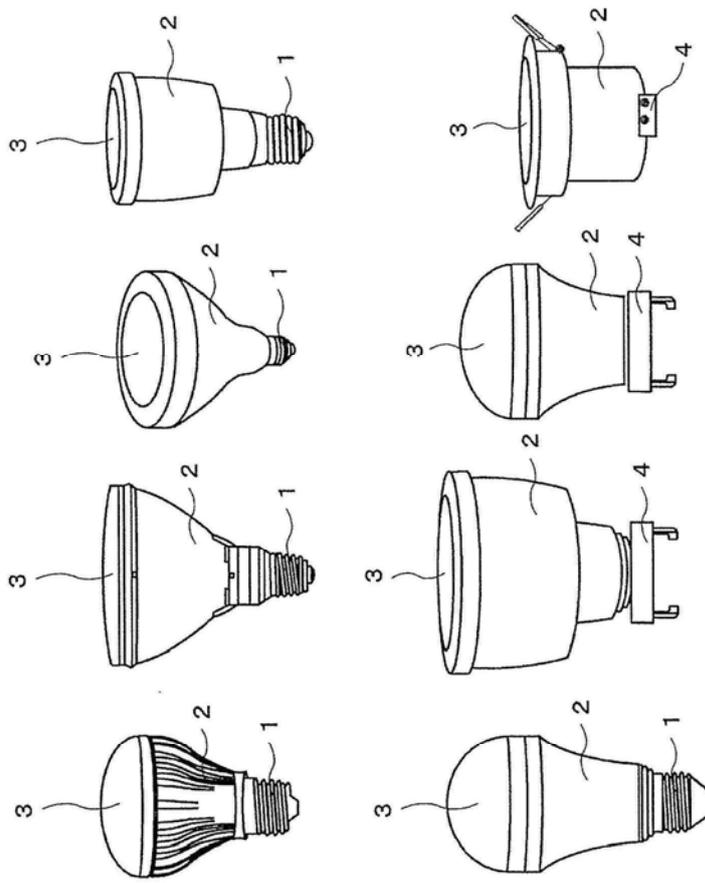


图 1

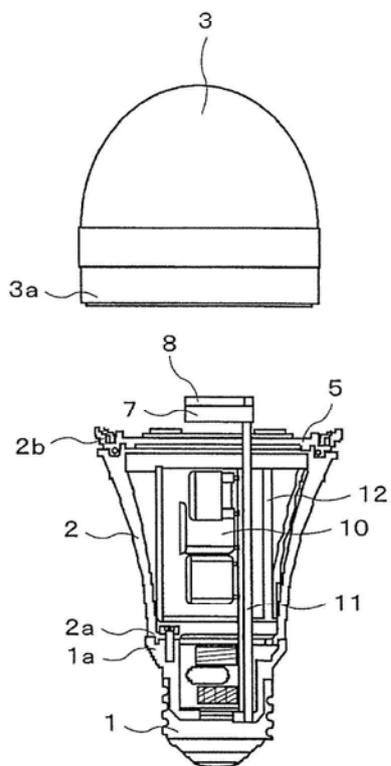


图 2(a)

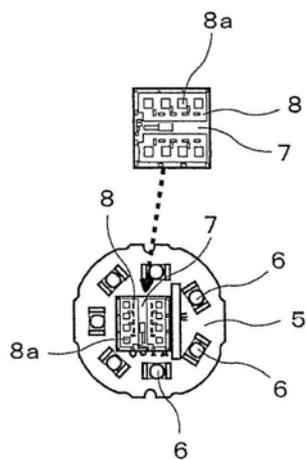


图 2(b)

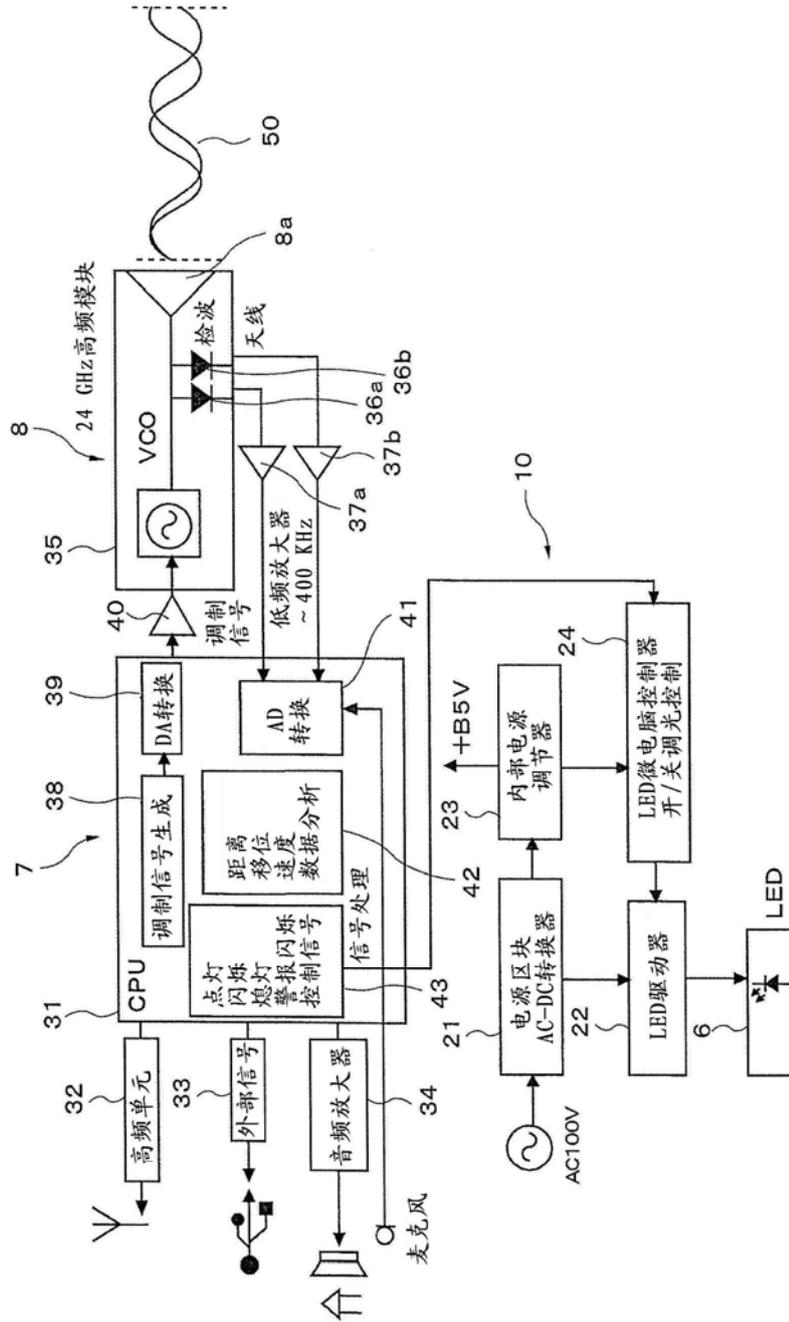


图 3

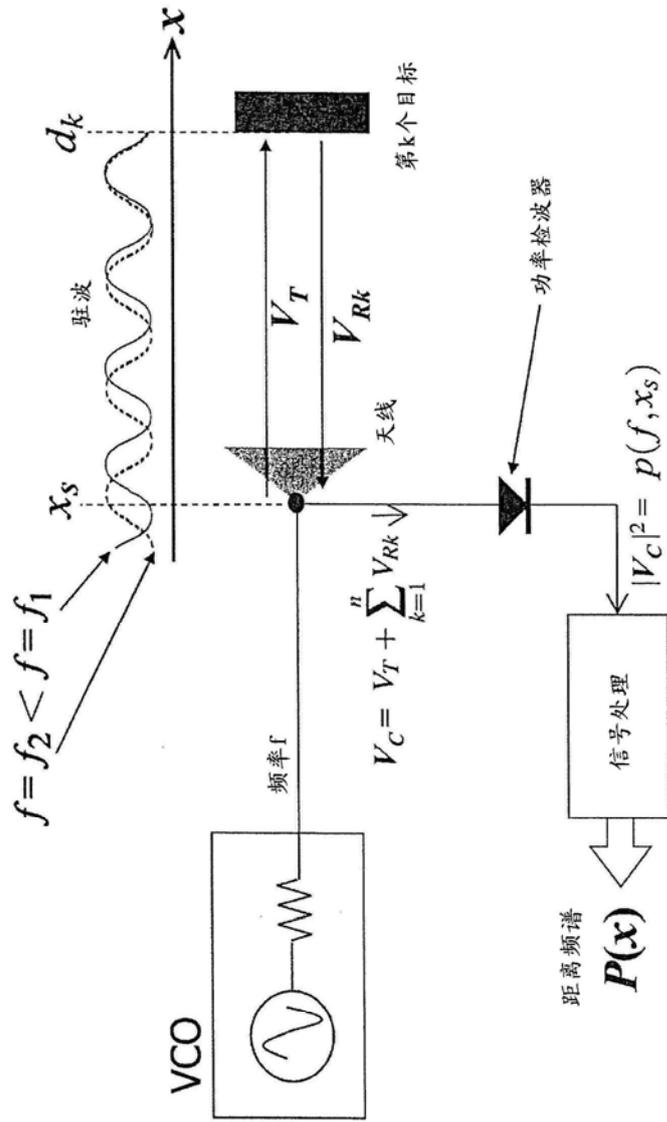


图 4

A : 信号源的振幅
 C : 光速
 f : 频率

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f(t) = f_0 + f_d \\ f_d = \frac{f_w}{t_w} t \end{array} \right.$$

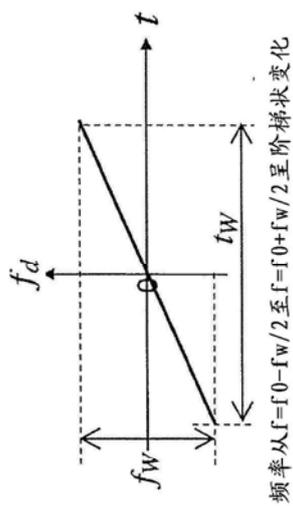


图 5

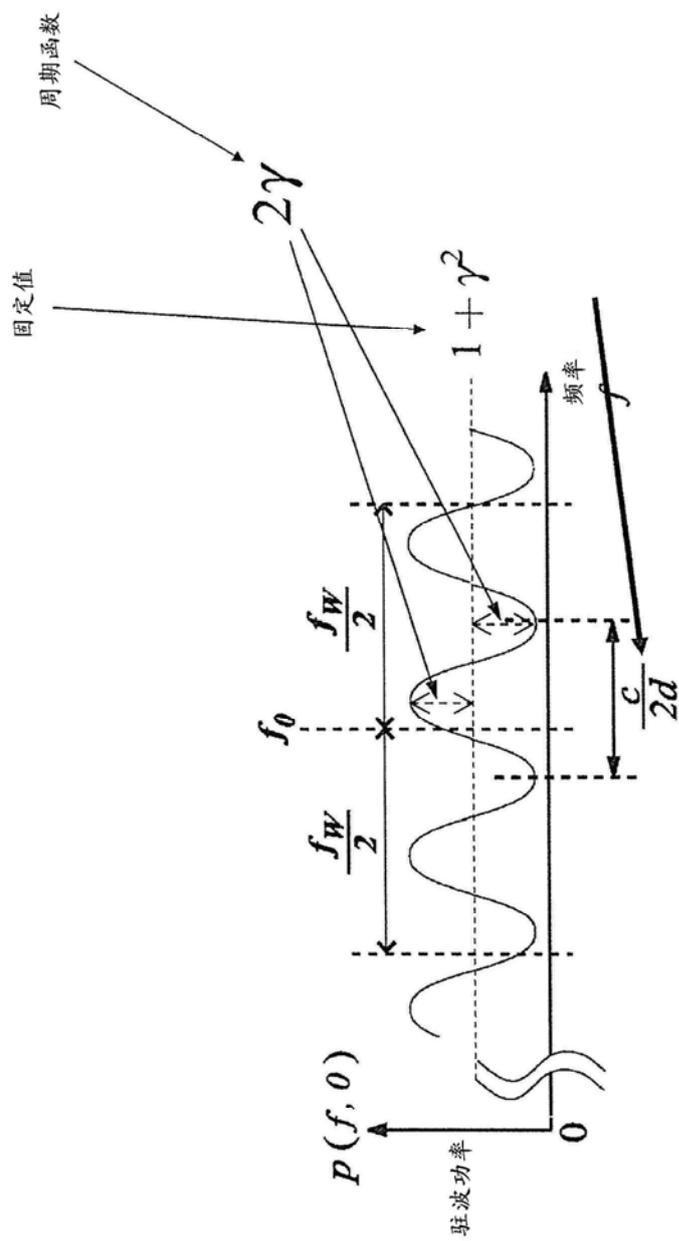


图 6

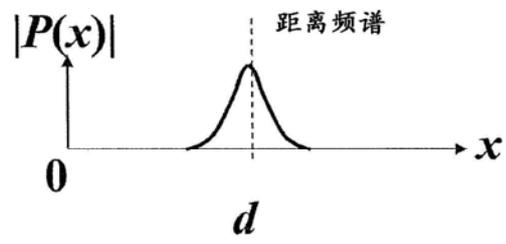


图 7

$$P(x) = A^2 f_W \left\{ \left(1 + \sum_{k=1}^n \gamma_k^2 \right) \text{Sa} \left(\frac{2\pi f_W}{c} x \right) + \sum_{k=1}^n \gamma_k e^{-j\phi_k} e^{j\frac{4\pi f_0 d_k}{c}} \text{Sa} \left(\frac{2\pi f_W}{c} (x - d_k) \right) + \sum_{k=1}^n \gamma_k e^{j\phi_k} e^{-j\frac{4\pi f_0 d_k}{c}} \text{Sa} \left(\frac{2\pi f_W}{c} (x + d_k) \right) \right\}$$

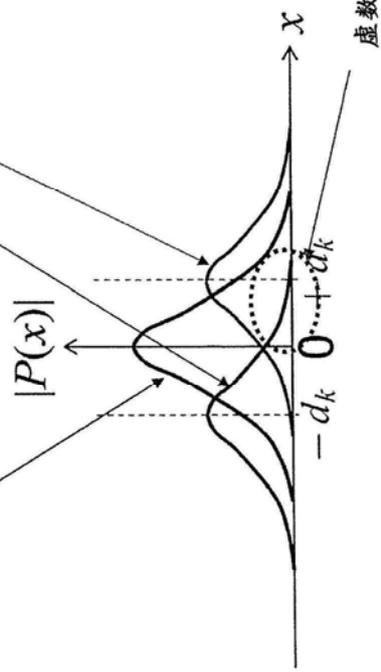


图 8

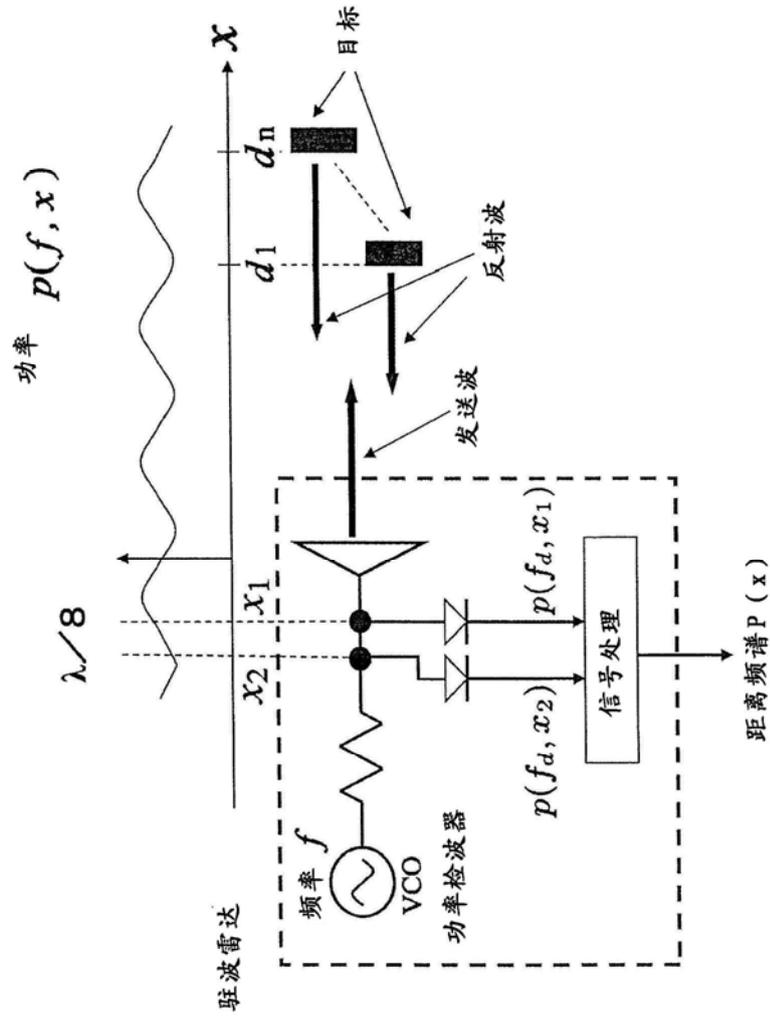


图 9

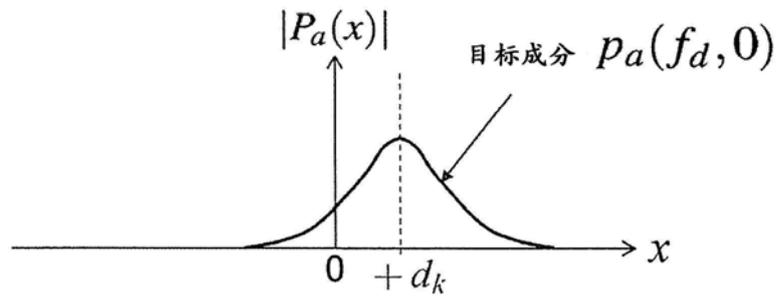


图 10

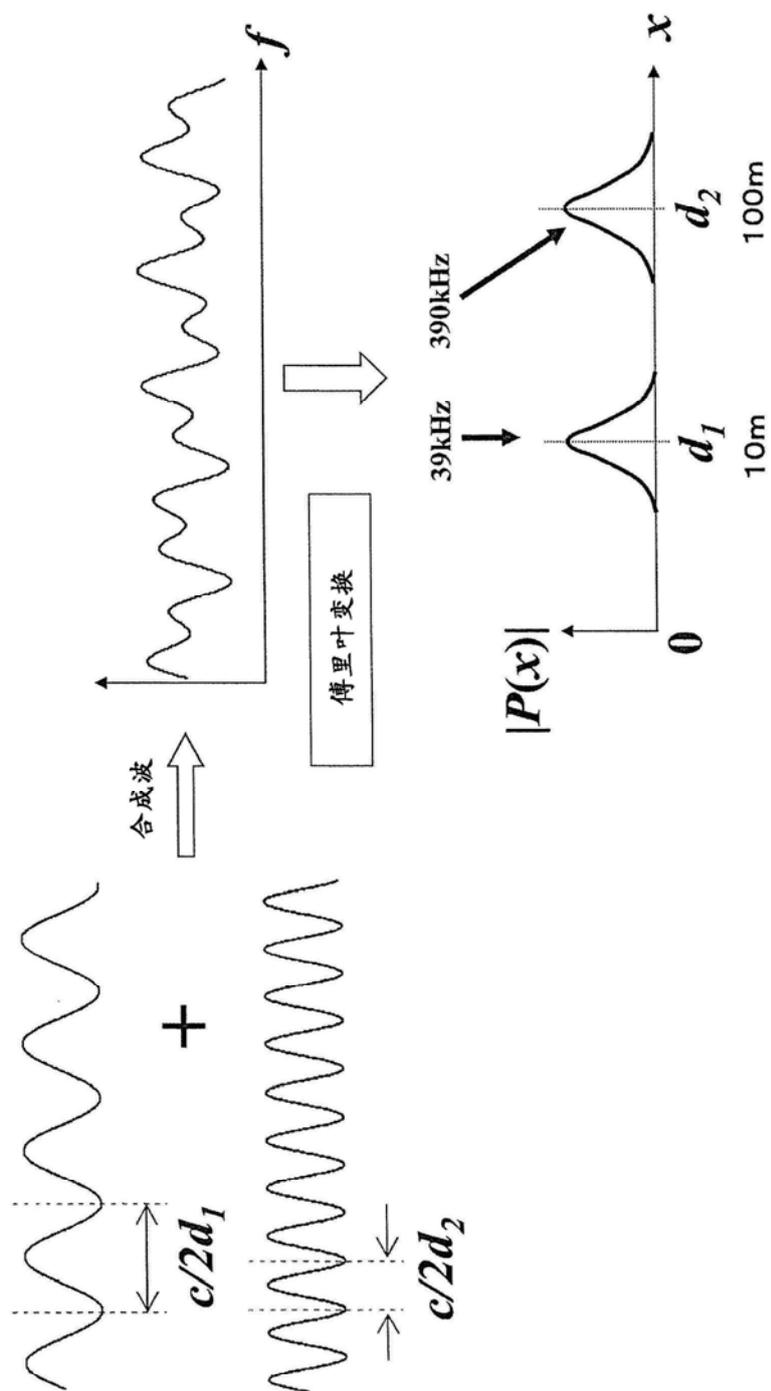


图 11

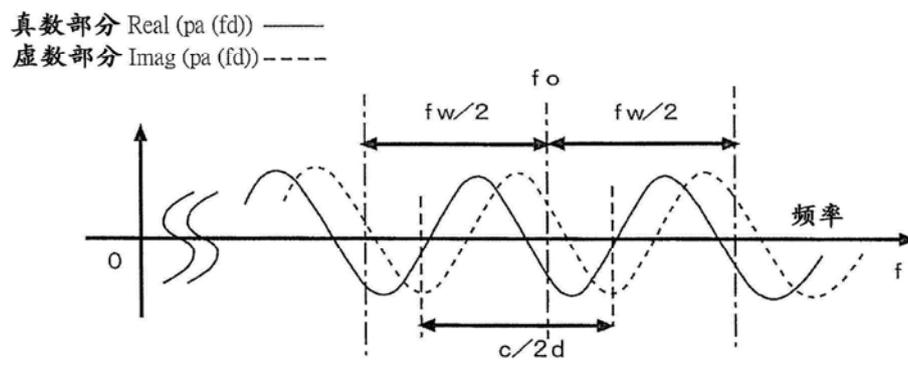


图 12

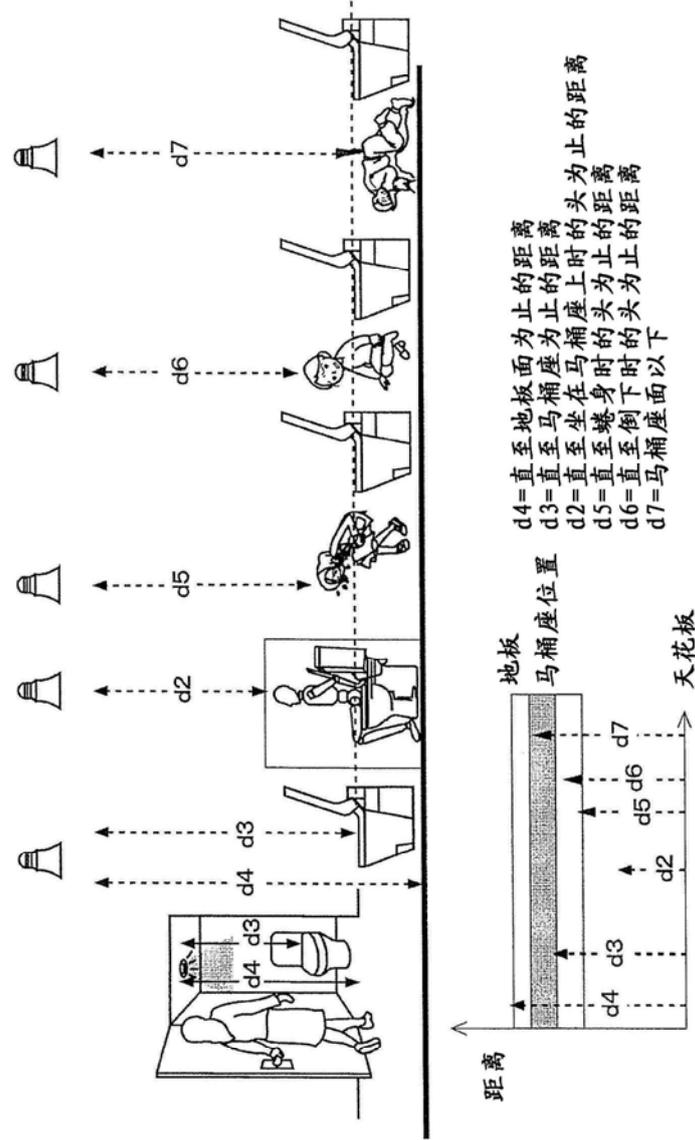


图 13

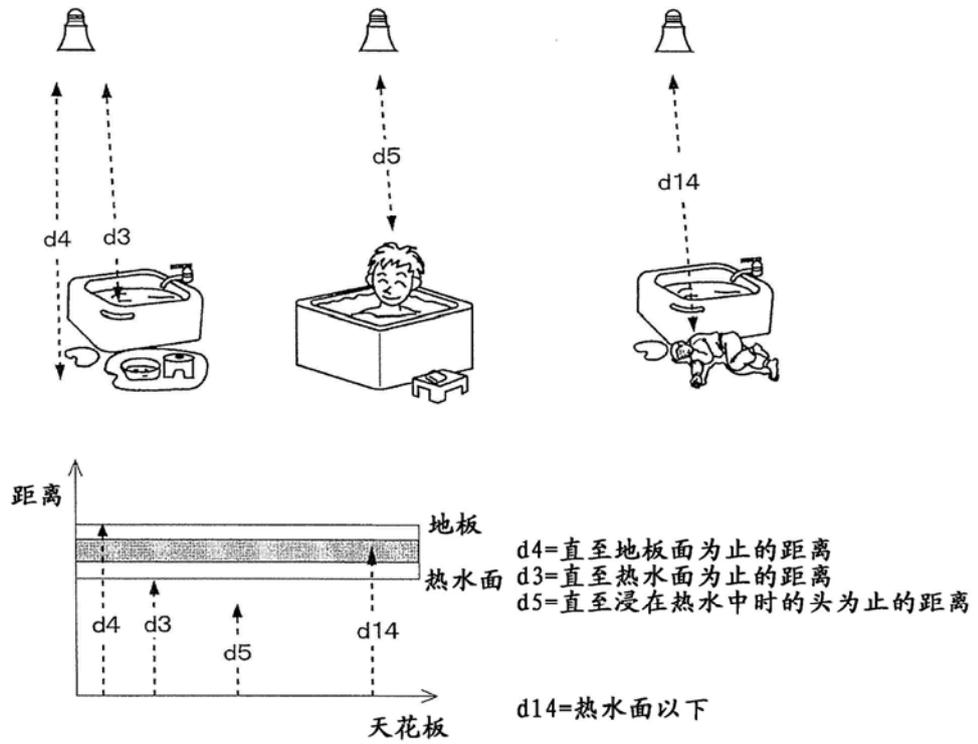


图 14

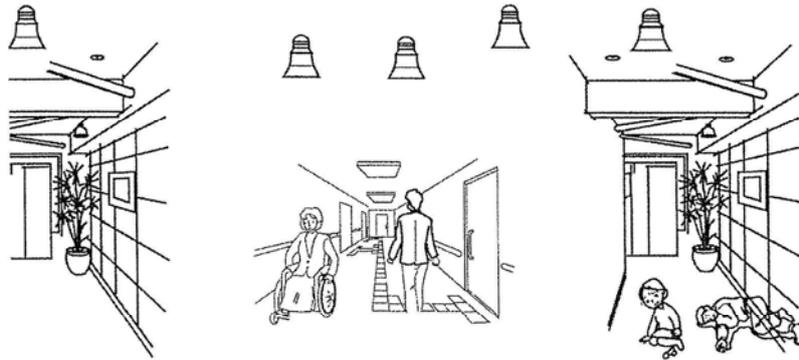


图 15

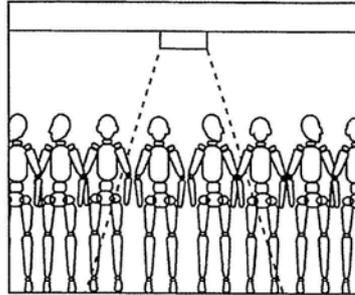


图 17 (a)

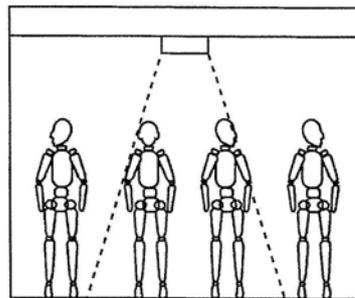


图 17 (b)

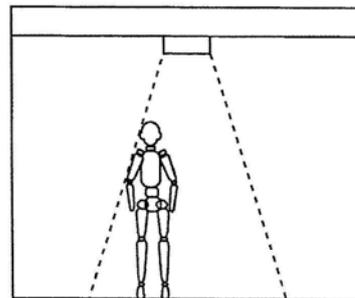


图 17 (c)

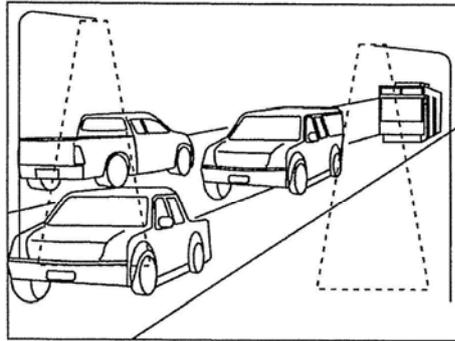


图 18 (a)

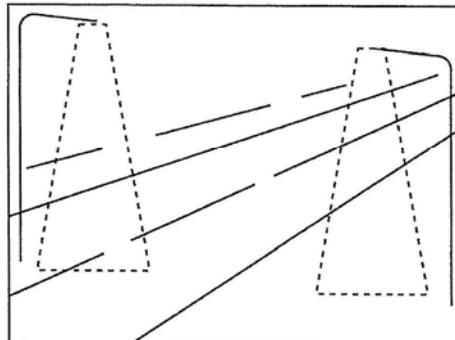


图 18 (b)

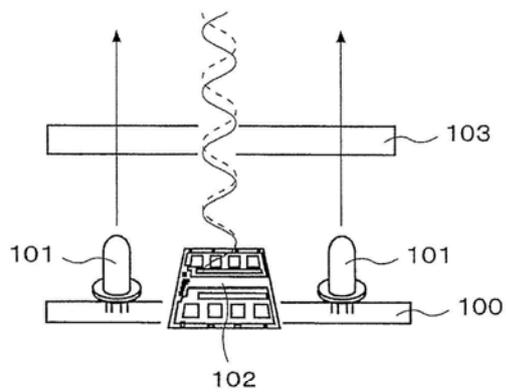


图 19

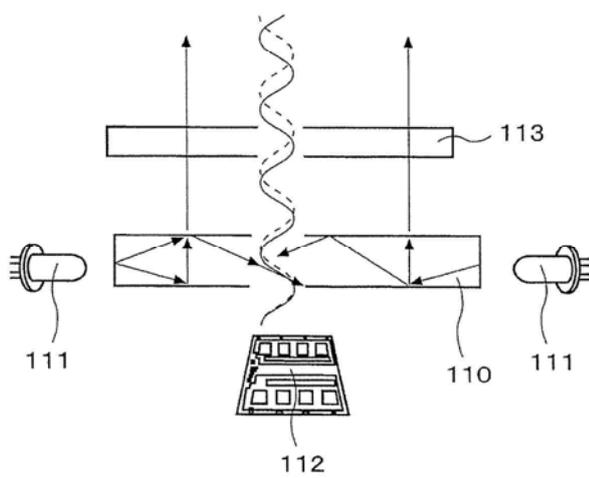


图 20