



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102607608 A

(43) 申请公布日 2012.07.25

(21) 申请号 201210059521.5

(22) 申请日 2012.03.08

(71) 申请人 天津奇谱光电技术有限公司

地址 300384 天津市滨海新区新技术产业园
区华苑产业区华天道 2 号 6017 室

(72) 发明人 高培良

(74) 专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限
公司 12209

代理人 王来佳

(51) Int. Cl.

G01D 5/26(2006.01)

G01D 5/353(2006.01)

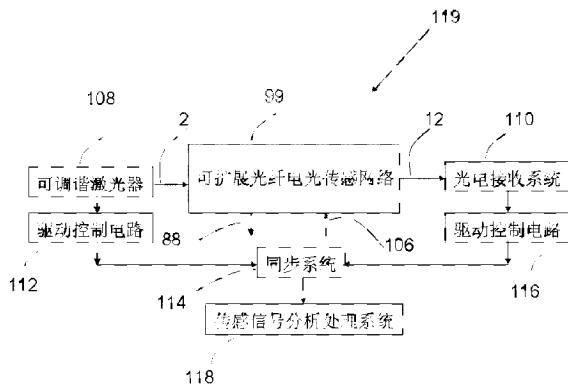
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

可扩展电光传感系统

(57) 摘要

本发明涉及一种可扩展电光传感系统，包括可调谐激光器及其驱动控制电路、可扩展光纤电光传感网络、光电接收系统及其驱动控制电路、同步系统和传感信号分析处理系统；可调谐激光器的输出连接到可扩展光纤电光传感网络，可扩展光纤电光传感网络的输出连接到光电接收系统，同步系统连接到可调谐激光器的驱动控制电路和光电接收系统的驱动控制电路，同步系统的输出连接到传感信号分析处理系统。本发明以宽带可调谐激光器作为光源并结合光波分复用器、电子传感器和可变光衰减器构成，使得系统易于扩展，扩大了传感器的应用范围，具有应用广泛、成本低、易于安装及生产等特点，特别适合于远距离，大范围和对多个环境参量监测的应用需要。



1. 一种可扩展电光传感系统,其特征在于:包括一个可调谐激光器及其驱动控制电路、一个可扩展光纤电光传感网络、一个光电接收系统及其驱动控制电路、一个同步系统和一个传感信号分析处理系统;所述的可调谐激光器的输出连接到可扩展光纤电光传感网络,所述的可扩展光纤电光传感网络的输出连接到光电接收系统,所述的同步系统连接到可调谐激光器的驱动控制电路和光电接收系统的驱动控制电路,所述的同步系统的输出连接到传感信号分析处理系统。

2. 根据权利要求 1 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的可扩展光纤电光传感网络包括一个或多个可扩展单频道光纤电光传感系统。

3. 根据权利要求 2 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的可扩展单频道光纤电光传感系统包括一个光波分复用分离器、一个电光传感系统和一个光波分复用合成器,所述的光波分复用分离器的输入端口连接到可调谐激光器上,光波分复用分离器的输出端口连接到电光传感系统的输入端口,光波分复用分离器的反射端口连接到下一个频道的电光传感系统的输入端口;电光传感系统的输出端口连接到所述的光波分复用合成器的第一输入端口,光波分复用合成器的第二输入端口连接到下一个频道的电光传感系统的第二输入端口。

4. 根据权利要求 3 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的光波分复用分离器、电光传感系统、光波分复用合成器之间通过单模光纤的电弧融化焊接或光纤连接器连接。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的电光传感系统由电子传感系统和可调光衰减器连接构成,所述的电子传感系统包括一个电子传感器及其驱动电路和输出信号处理电路,所述的可调光衰减器包括一个光衰减器和一个可调光衰减器的驱动电路,电子传感器接收信号后经输出信号处理电路后,以模拟或数字信号形式输出并连接到可调光衰减器的驱动电路上并经可调光衰减器的输出端口以模拟或数字信号形式输出。

6. 根据权利要求 1 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的可调谐激光器为 DFB 激光器,其采用单模光纤耦合输出耦合到可扩展光纤电光传感网络。

7. 根据权利要求 6 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的可调谐激光器的输出光频率间隔为 200GHz 或 100GHz 或 50GHz 的窄带光,在光纤通讯的 C 或 L 带实现可调谐输出。

8. 根据权利要求 3 或 4 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的光波分复用分离器是 200GHz、100GHz 或 50GHz 高密度光波分复用分离器;所述的光波分合成器是 200GHz、100GHz 或 50GHz 高密度光波分复用合成器。

9. 根据权利要求 5 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的可调光衰减器的光谱响应在 1500 ~ 1700 纳米范围内,光功率衰减在 0 ~ 60dB 范围内;所述的光电接收系统的响应光频率范围在 1500 ~ 1700 纳米内。

10. 根据权利要求 5 所述的可扩展电光传感系统,其特征在于:所述的电子传感器是任何一种能将外界物理量或化学量通过所述的电子传感器的驱动电路和输出信号处理电路转变为电压或电流的传感器。

可扩展电光传感系统

技术领域

[0001] 本发明属于光电领域,尤其是一种可扩展电光传感系统。

背景技术

[0002] 电子传感器系统能够将各种物理量或化学量变化转变为电压或电流量,其技术比较成熟,也有着广泛的应用。但是,在需要进行远距离传感信号传输和控制的传感测量或安全报警等系统中,电子传感器的传输系统往往容易受到电磁等外界环境的干扰,同时,传统电子传感器系统也难以构成传感网络。随着光纤光学和光纤通讯的发展,光纤传感系统得到了快速发展,在光纤通讯技术中,特别是高密度光波分复用技术开始应用于光纤传感系统。光纤传感系统具有抗电磁干扰和潮湿、耐腐蚀、重量轻等特点,而且,易于形成传感网络和进行远距离传感信号的传输。光纤传感系统存在的缺点是:光纤传感器和信号处理系统比较贵,对有些物理或化学量的测试精度较低或很难制作相应光纤传感器去测试,因此,现有的光纤传感器及系统的传感应用领域远远没有传统的电子传感系统广泛。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种光电传感技术相结合且易于形成传感网络和远距离传输的可扩展电光传感系统。

[0004] 本发明解决现有的技术问题是采取以下技术方案实现的:

[0005] 一种可扩展电光传感系统,包括一个可调谐激光器及其驱动控制电路、一个可扩展光纤电光传感网络、一个光电接收系统及其驱动控制电路、一个同步系统和一个传感信号分析处理系统;所述的可调谐激光器的输出连接到可扩展光纤电光传感网络,所述的可扩展光纤电光传感网络的输出连接到光电接收系统,所述的同步系统连接到可调谐激光器的驱动控制电路和光电接收系统的驱动控制电路,所述的同步系统的输出连接到传感信号分析处理系统。

[0006] 而且,所述的可扩展光纤电光传感网络包括一个或多个可扩展单频道光纤电光传感系统。

[0007] 而且,所述的可扩展单频道光纤电光传感系统包括一个光波分复用分离器、一个电光传感系统和一个光波分复用合成器,所述的光波分复用分离器的输入端口连接到可调谐激光器上,光波分复用分离器的输出端口连接到电光传感系统的输入端口,光波分复用分离器的反射端口连接到下一个频道的电光传感系统的输入端口;电光传感系统的输出端口连接到所述的光波分复用合成器的第一输入端口,光波分复用合成器的第二输入端口连接到下一个频道的电光传感系统的第二输入端口。

[0008] 而且,所述的光波分复用分离器、电光传感系统、光波分复用合成器之间通过单模光纤的电弧融化焊接或光纤连接器连接。

[0009] 而且,所述的电光传感系统由电子传感系统和可调光衰减器连接构成,所述的电子传感系统包括一个电子传感器及其驱动电路和输出信号处理电路,所述的可调光衰减器

包括一个光衰减器和一个可调光衰减器的驱动电路，电子传感器接收信号后经输出信号处理电路后，以模拟或数字信号形式输出并连接到可调光衰减器的驱动电路上并经可调光衰减器的输出端口以模拟或数字信号形式输出。

[0010] 而且，所述的可调谐激光器为 DFB 激光器，其采用单模光纤耦合输出耦合到可扩展光纤电光传感网络。

[0011] 而且，所述的可调谐激光器的输出光频率间隔为 200GHz 或 100GHz 或 50GHz 的窄带光，在光纤通讯的 C 或 L 带实现可调谐输出。

[0012] 而且，所述的光波分复用分离器是 200GHz、100GHz 或 50GHz 高密度光波分复用分离器；所述的光波分合成器是 200GHz、100GHz 或 50GHz 高密度光波分复用合成器。

[0013] 而且，所述的可调光衰减器的光谱响应在 1500 ~ 1700 纳米范围内，光功率衰减在 0 ~ 60dB 范围内；所述的光电接收系统的响应光频率范围在 1500 ~ 1700 纳米内。

[0014] 而且，所述的电子传感器是任何一种能将外界物理量或化学量通过所述的电子传感器的驱动电路和输出信号处理电路转变为电压或电流的传感器。

[0015] 本发明的优点和积极效果是：

[0016] 本发明设计合理，其采用宽带可调谐激光器作为光源，结合光纤通讯中常用的 200GHz 或 100GHz 或 50GHz 高密度光纤光波分复用器（DWDM）作为传感网络的核心器件，并利用传统的电子传感器和可变光衰减器的结合而形成，该系统易于扩展，扩大了传感器的应用范围，具有应用广泛、成本低、易于安装及生产等特点，特别适合于远距离，大范围和对多个环境参量监测的应用需要。

附图说明

- [0017] 图 1 是一个三端口光波分复用分离器的示意图；
- [0018] 图 2 是一个三端口光波分复用合成器的示意图；
- [0019] 图 3 是一个三端口光波分复用分离器和合成器光波长透过率示意图；
- [0020] 图 4 是两个相邻频道入射光波的示意图；
- [0021] 图 5 是一个电子传感器的示意图；
- [0022] 图 6 是一个带光纤尾纤的有两个端口的可调光衰减器的示意图；
- [0023] 图 7 是一种电光传感系统的连接示意图；
- [0024] 图 8 是图 7 的简化示意图；
- [0025] 图 9 是一个可扩展的单频道光纤电光传感系统的连接示意图；
- [0026] 图 10 是一个可扩展的四频道光纤电光传感网络的连接示意图；
- [0027] 图 11 是图 10 的简化示意图；
- [0028] 图 12 是可扩展光纤电光传感系统的连接示意图。

具体实施方式

[0029] 以下结合附图对本发明实施例做进一步详述。

[0030] 图 1 给出了一种带单模光纤尾纤的具有三个端口的光波分复用分离器 7 的示意图，该光波分复用分离器 7 设有入射端口 2、反射端口 4 和透射端口 6，该光波分复用分离器 7 的三个端口的光纤尾纤均为单模光纤。

[0031] 图 2 给出了一种带单模光纤尾纤的具有三个端口的光波分复用合成器 15 的示意图,该光波分复用合成器 15 包括第一个入射端口 10、第二个入射端口 14 和透射端口 12,该光波分复用合成器 15 的上述三个端口的光纤尾纤均为单模光纤。

[0032] 图 3 给出了光波分复用分离器 7 和光波分复用合成器 15 的透射光频谱。在该图中,中心透射波长为 λ_i ,为了便于采购和降低成本,通常光波分复用分离器 7 和光波分复用合成器 15 采用光纤通讯中常用的符合国际标准的器件,其中心透射波长 λ_i 符合国际通讯标准 (ITU Grid)。透射光频谱 16 的带宽选择取决于各类不同的应用,如在光纤通讯中常用的有 200GHz, 100GHz 和 50GHz 的密集光波分复用分离器和合成器 (DWDM),两个频道的光频率间隔 Δf 分别为 200GHz, 100GHz 和 50GHz, 或光波长间隔 $\Delta \lambda$ (图 4) 分别约为 : 1.6 纳米, 0.8 纳米, 0.4 纳米。上述三种规格的器件的透射带宽分别为大约 : 0.4 纳米, 0.2 纳米和 0.1 纳米。对于透射带宽的要求也取决于所采用的激光器输出光的波长稳定性和光频道的交叉影响。激光器波长稳定性好的,对透射带宽的要求就较低。对光波分复用分离器 7 和光波分复用合成器 15 的透射光频谱和中心透射波长的选择也可以根据不同的应用要求,用其他特殊的参数。对入射光波的要求是采用光纤通讯中常用的 DFB 激光器 (分布式反馈激光器) 的输出作为入射光光源。

[0033] 下面以采用间距为 100GHz 的入射光波和相应的 100GHz 光波分复用分离器 7 和光波分复用合成器 15 为例进行说明 : 当入射光为两个波长为 λ_i 和 λ_j 的窄带光经耦合进入光波分复用分离器 7 的输入端口 2 后, λ_i 经透射端口 6 输出, λ_j 经反射端口 4 输出。当入射光为两个波长为 λ_i 和 λ_j 的光分别耦合到光波分复用合成器 15 的第一个输入端口 10 和第二个输入端口 14 后,输出端口 12 中包括了两个波长为 λ_i 和 λ_j 的光。一般光波分复用分离器 7 和光波分复用合成器 15 不会改变输入光的频谱,但光功率会有一定的损耗,一般应低于 0.5dB。利用光波分复用合成器 15 和光波分复用分离器 7 可以方便地将多频道光信号耦合到单根光纤中,或将单根光纤中的多频道光信号分离到多根光纤中。采用这两种器件可以方便地构成光纤传感网络及实现远距离的传感需求,而且,上述两种器件在光纤通讯行业已有广泛应用,也可以有效降低成本。

[0034] 图 5 给出了一种电子传感系统 27 的示意图,该电子传感器系统包括电子传感器 24、驱动电路 22 和输出信号处理电路 26。电子传感器 24 定义为任何一种在电子电路驱动下,能将物理或化学量及其变化转变为电压或电流的变化形式的传感器件,是一种技术非常成熟的器件。

[0035] 图 6 给出了一种可调光衰减器 35 的示意图。该可调光衰减器 35 包括带光纤尾纤的输入端口 28、光衰减器 32、带光纤尾纤的输出端口 34 和驱动电路 30。可调光衰减器 35 的工作原理是 : 光信号经耦合由输入端口 28 输入,光衰减器 32 通过驱动电路在一定的电压或电流的作用下,对输入光产生一定的衰减,由输出端口 34 输出。常用的可调光衰减器的衰减范围可达 0-50dB,甚至更高,响应速度可以从秒级快到纳秒量级。光衰减器 32 的种类有机械的、微电机系统 (MEMS)、液晶的和电光晶体的等等。在光纤通讯中,可调光衰减器有着广泛的应用。在电光传感系统中采用光纤通讯中常用的这类器件不仅能满足对光谱特性的要求,也可以降低成本。

[0036] 下面对本发明的各组成部分进行说明 :

[0037] 图 7 给出了一种电光传感系统的示意图。该电光传感系统 37 是由电子传感系统

27 和可调光衰减器 35 结合而成。电子传感系统 27 中的输出信号直接连接到可调光衰减器 35 的驱动电路 30, 该驱动电路 30 具有接收和处理从输出信号处理电路 26 的输出信号的功能, 经一定的信号处理可驱动可调光衰减器 35。电光传感系统 37 有效地把电子传感器 24 对外界的物理或化学量的感应以数字或模拟信号的形式转换成对输入到输入端口 28 的光信号的衰减的变化。图 8 是电光传感系统 37 经简化后的示意图, 该电光传感系统 37 包括带单模光纤尾纤的输入端口 28 和输出端口 34。

[0038] 图 9 给出了一个可扩展的单频道光纤电光传感系统 55 的示意图。该单频道光纤电光传感系统 55 包括一个三端口光波分复用分离器 7、一个电光传感系统 37 和一个三端口光波分复用合成器 15。光波分复用分离器 7 的输出端口 6 和电光传感系统 37 的输入端口 28 相接; 光波分复用合成器 15 的输入端口 10 和电光传感系统 37 的输出端口 34 相接。由于输出端口 6、输入端口 28、输出端口 34 和输入端口 10 均为单模光纤, 两个端口一般可通过电弧光焊接或通过光纤连接器连接。上述两种连接方法的连接光损耗一般约为 0.1dB。单频道光纤电光传感系统 55 是在电光传感系统 37 的输入端增加了一个光波分复用分离器 7, 在系统 37 的输出端增加了一个光波分复用合成器 15, 即可实现该系统的扩展。该单频道光纤电光传感系统 55 的工作原理如下: 光波长为 λ_i 的窄带光波由入射端口 2 输入, 透过光波分复用分离器 7 后经电光传感系统 37, 再输入到光波分复用合成器 15 后, 由输出端口 12 输出。反射端口 4 和入射端口 14 是两个扩展端口, 用于连接到下一个系统。

[0039] 图 10 给出了一个四频道可扩展光纤电光传感网络 99 的示意图。该电光传感网络 99 是由四个具有不同中心透射光频率的单频道光纤电光传感系统 55 组成。上一级的光波分复用分离器的反射端口和下一级的光波分复用分离器的输入端口相连接; 上一级的光波分复用合成器的第二输入端口和下一级的光波分复用合成器的输出端口相连接, 两个端口的一般可通过电弧光焊接或通过光纤连接器连接。电光传感网络 99 的工作原理为: 四个中心频率为 λ_i 、 λ_j 、 λ_k 和 λ_l , 光频率间隔为 100GHz 的光波输入到输入端口 2, 光波 λ_i 透过光波分复用分离器 7 后, 经过电光传感系统 37 后, 再透过光波分复用合成器 15 后, 由输出端口 12 输出。光波 λ_j 、 λ_k 、 λ_l 经光波分复用分离器 7 的反射端口 4 输出并进入光波分复用分离器 46 的输入端口 42。光波 λ_j 透过光波分复用分离器 46 后, 经过电光传感系统 52 后, 再透过光波分复用合成器 58 后, 由输出端口 60 输出后, 再进入光波分复用合成器的第二输入端口 14, 经光波分复用合成器 15 的输出端口 12 输出。其他两个光波 λ_k 、 λ_l 以与 λ_i 和 λ_j 同样的方式, 分别通过光波分复用分离器 68 和 90, 电光传感系统 74 和 92, 光波分复用合成器 86 和 102。光波 λ_k 由输出端口 82 输出, 经光波分复用合成器 58 和 15 反射后, 进入输出端口 12。光波 λ_l 由输出端口 104 输出, 经光波分复用合成器 86, 58 和 15 反射后, 最后由输出端口 12 输出, 上述四个由输出端口 12 输出的光波 λ_i 、 λ_j 、 λ_k 和 λ_l 光功率的变化分别代表了电光传感系统 37, 52, 74 和 96 对外界所进行感应的物理或化学量的变化。输出端口 88 和输入端口 106 是用于连接下一个传感系统的扩展端口。由于, 在 C 带和 L 带(光波长范围约为 1520–1610 纳米)的光在光纤中的传输损耗很小,(约为: 0.1dB/100 千米), 因此, 本发明易于实现远距离, 大面积和多点的传感监控的应用。注意到, λ_j , λ_k , λ_l 的光, 由于多次反射, 光功率的损耗要比 λ_i 的光损耗大。所以, 四个频道入射光的光功率的损耗从小到大依次为: λ_i , λ_j , λ_k , λ_l 。这是制约可扩展的总的传感频道数的一个主要因素。

[0040] 图 11 给出了可扩展四频道光纤光电传感网络 99 简化的示意图，该可扩展四频道光纤光电传感网络中的多频道光波由输入端口 2 输入，经过传感网络后由输出端口 12 输出，端口 88 和 106 为扩展端口。

[0041] 下面对本发明的系统构成进行说明：

[0042] 图 12 给出了一个可扩展光纤电光传感系统 119 的示意图。该可扩展光纤电光传感系统 119 由可调谐激光器 108 及其驱动控制系统 112、可扩展光纤电光传感网络 99、光电接收系统 110 及其驱动控制系统 116、同步系统 114 和传感信号分析处理系统 118 连接构成。目前市场上有的可调谐激光器 108 可以在光纤通讯 C(约为 1520-1570 纳米的波长范围)或 L 波段(约为 1570-1610 纳米的波长范围)实现光频率间隔为 200GHz, 100GHz 和 50GHz 的可调谐输出，一般的输出光功率可达 20 毫瓦，两个频道的调谐速度可达毫秒量级，输出一般是由单模光纤耦合输出。可调谐激光器 108 的输出利用光纤的连接(连接方式可以是常用的电弧融化焊接或光纤连接器的连接)耦合到可扩展光纤电光传感网络 99 的输入端口 2，由输出端口 12 输出的光波耦合到光电接收系统 110，驱动控制系统 116 将光信号转换成电信号，再由同步系统 114 实现可调谐激光器 108 的输出和光电接收系统 116 输出的电信号通过可调谐激光器 108 的驱动控制电路 112 和光电接收系统 110 的驱动控制电路 116 进行同步，使得每一个频道的光信号和转换后的电信号对应相应频道的传感网络。最后输出信号由传感信号分析处理系统 118 进行传感数据的分析处理。系统 119 采用了单一可调谐激光器和单一的光电接受系统使得系统的成本和尺寸大大降低，并可以在不改变已有光纤传感网络的情况下，进行单一或多个传感频道的扩展或减少。

[0043] 需要强调的是，本发明所述的实施例是说明性的，而不是限定性的，因此本发明并不限于具体实施方式中所述的实施例，凡是由本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其他实施方式，同样属于本发明保护的范围。

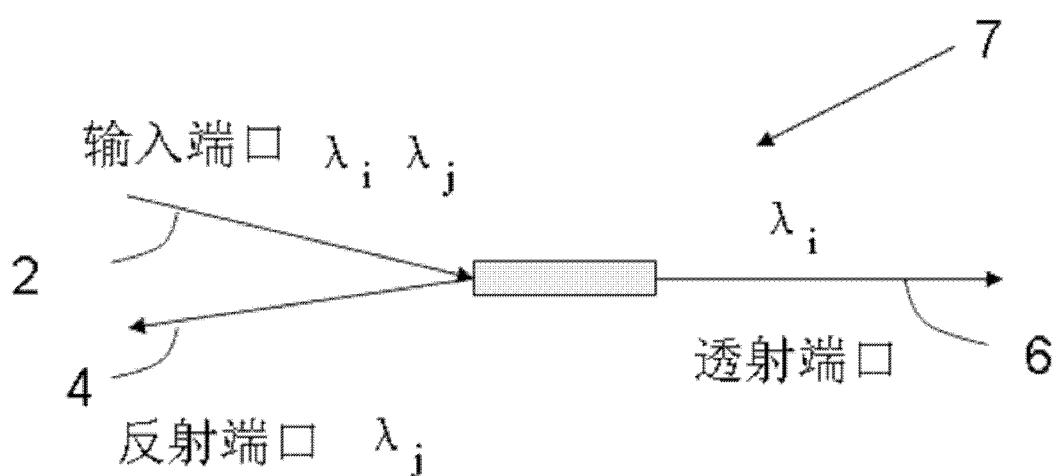


图 1

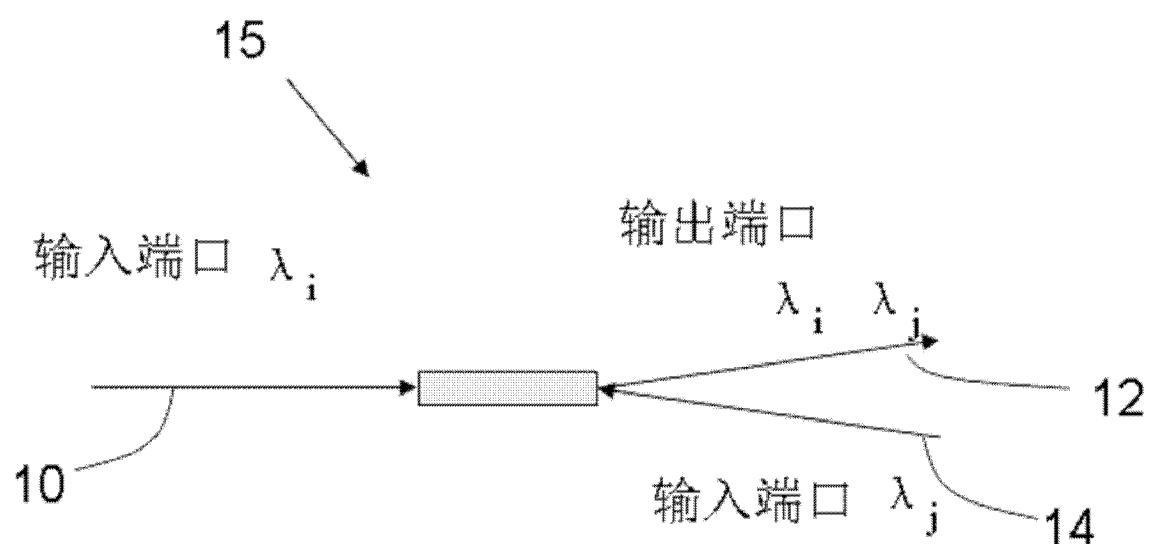


图 2

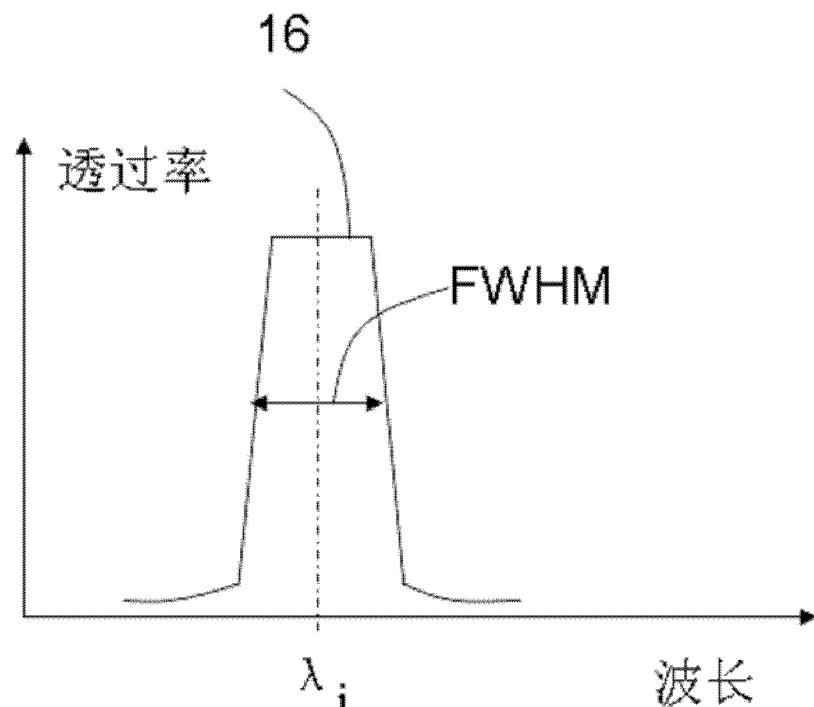


图 3

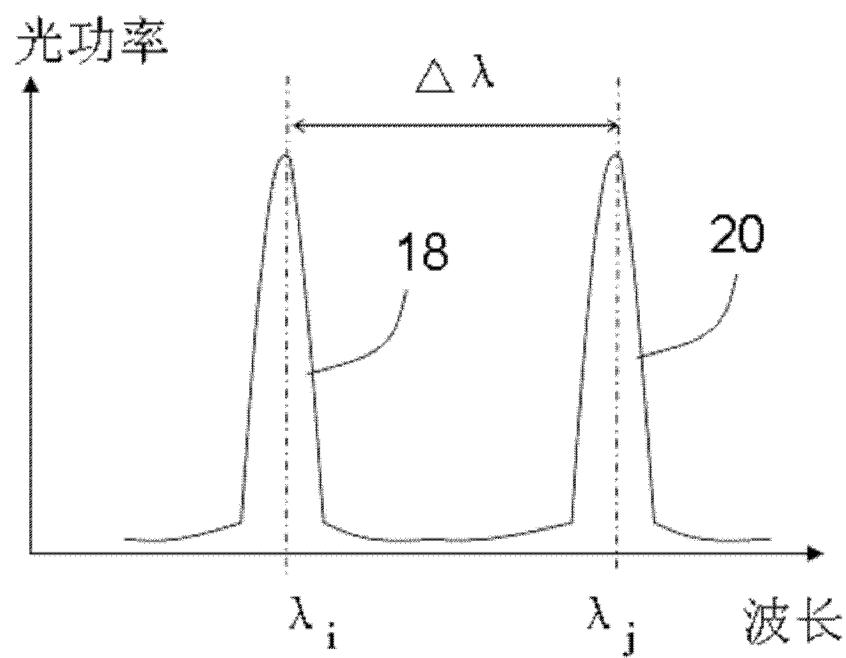


图 4

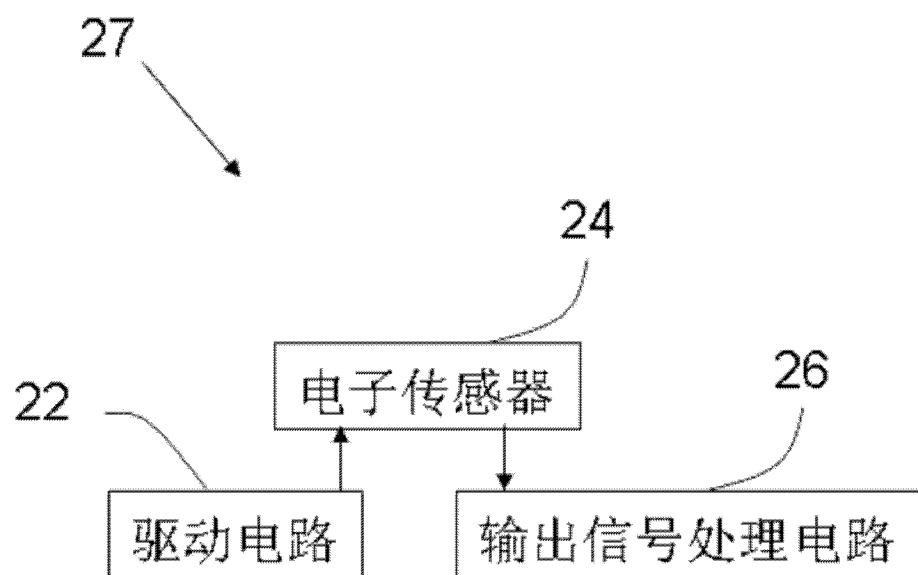


图 5

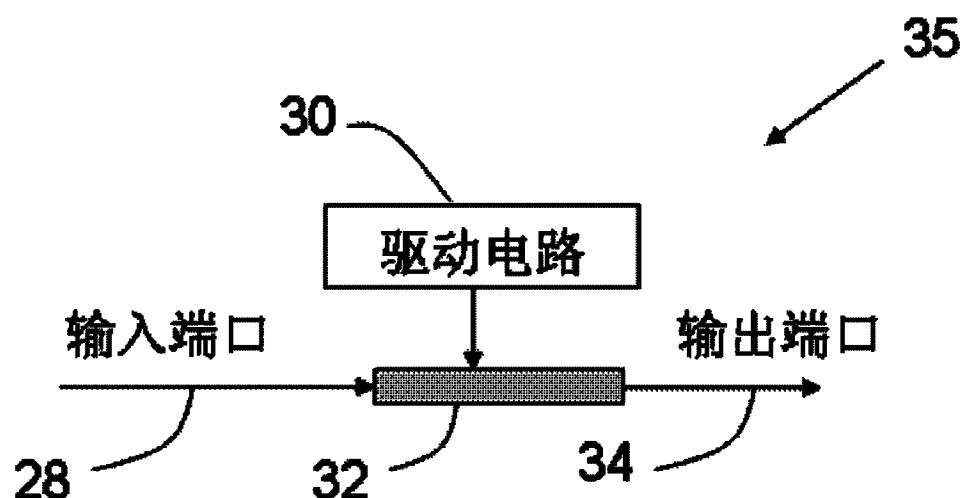


图 6

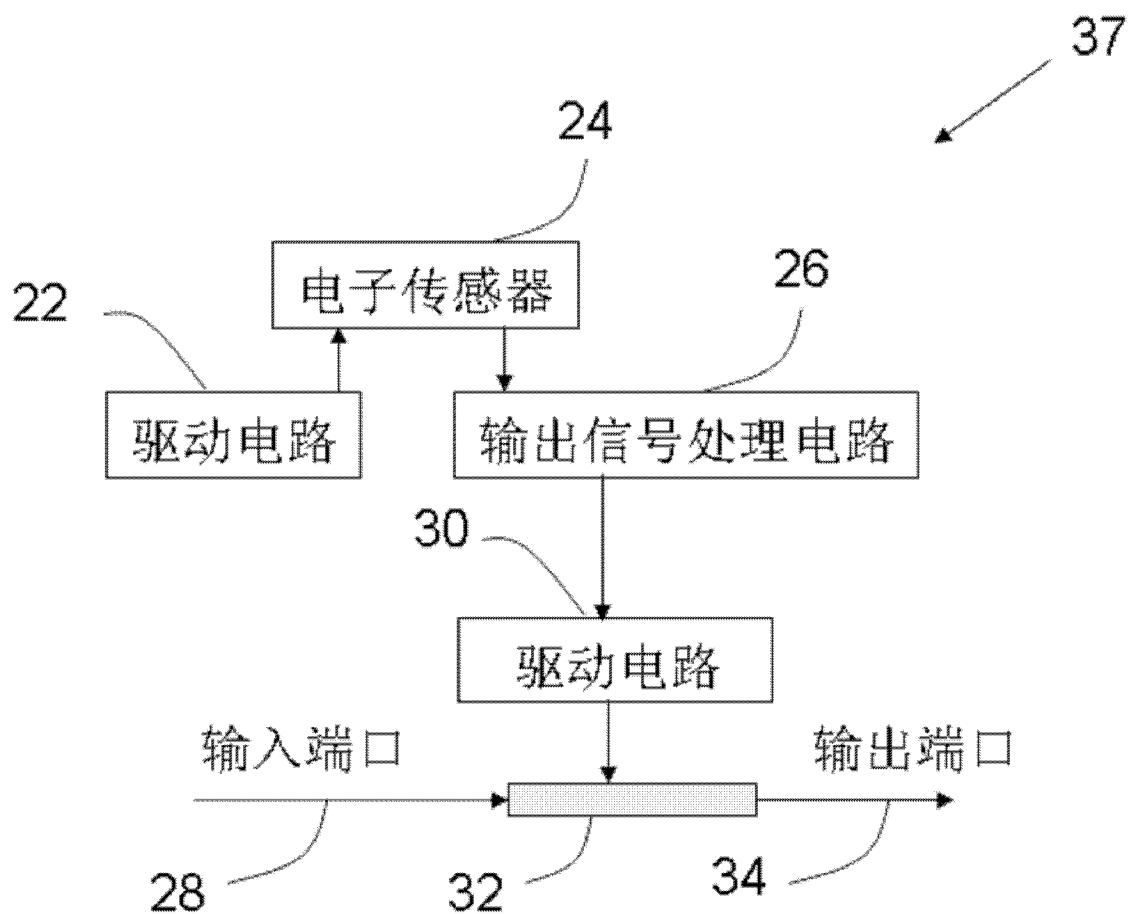


图 7

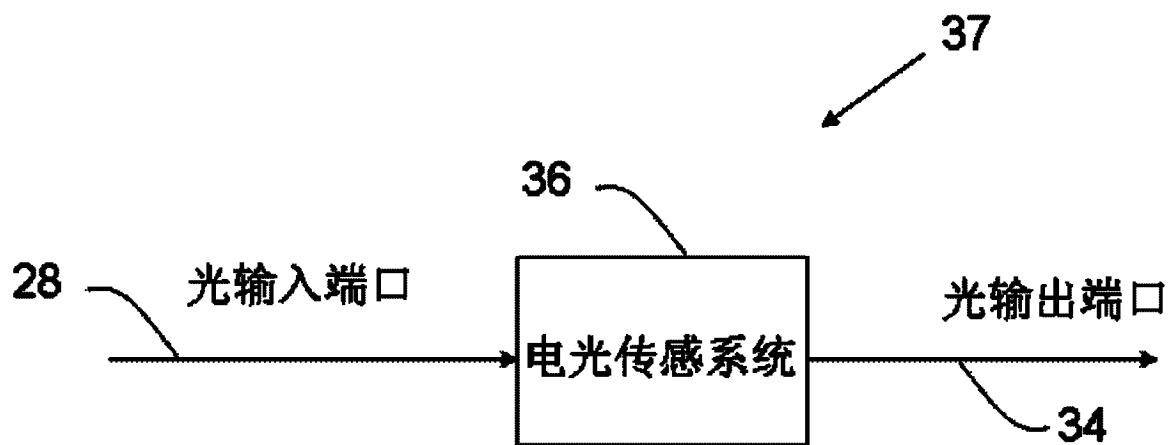


图 8

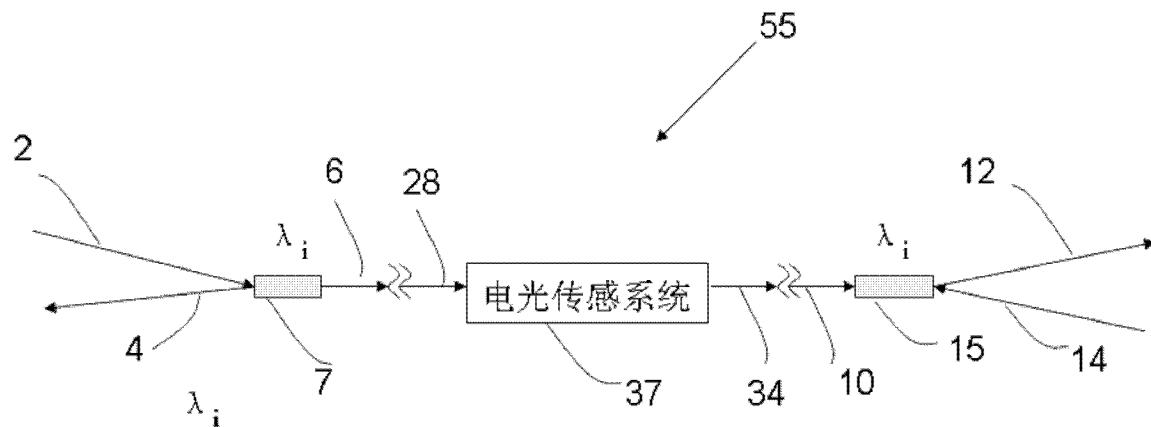


图 9

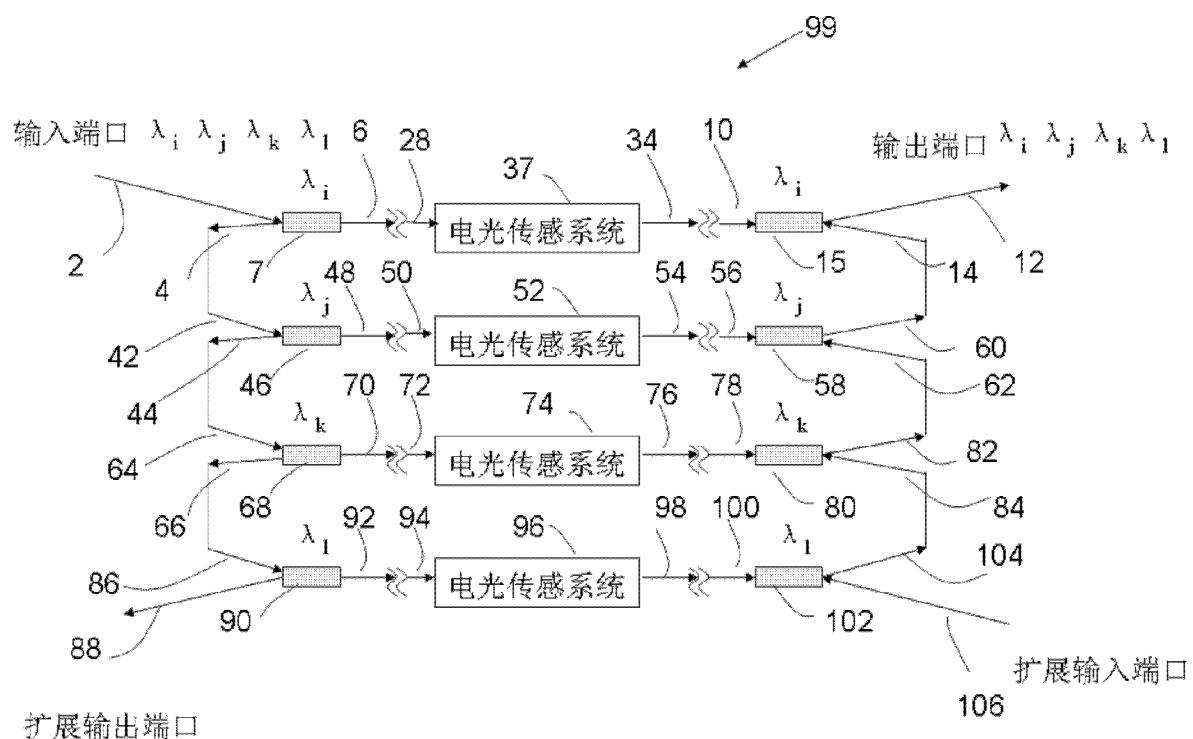


图 10

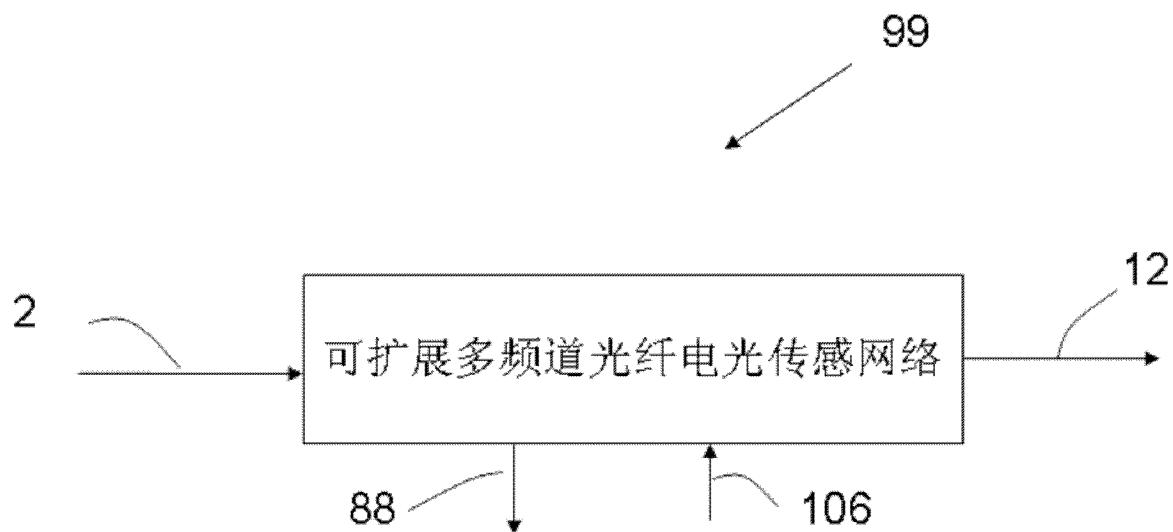


图 11

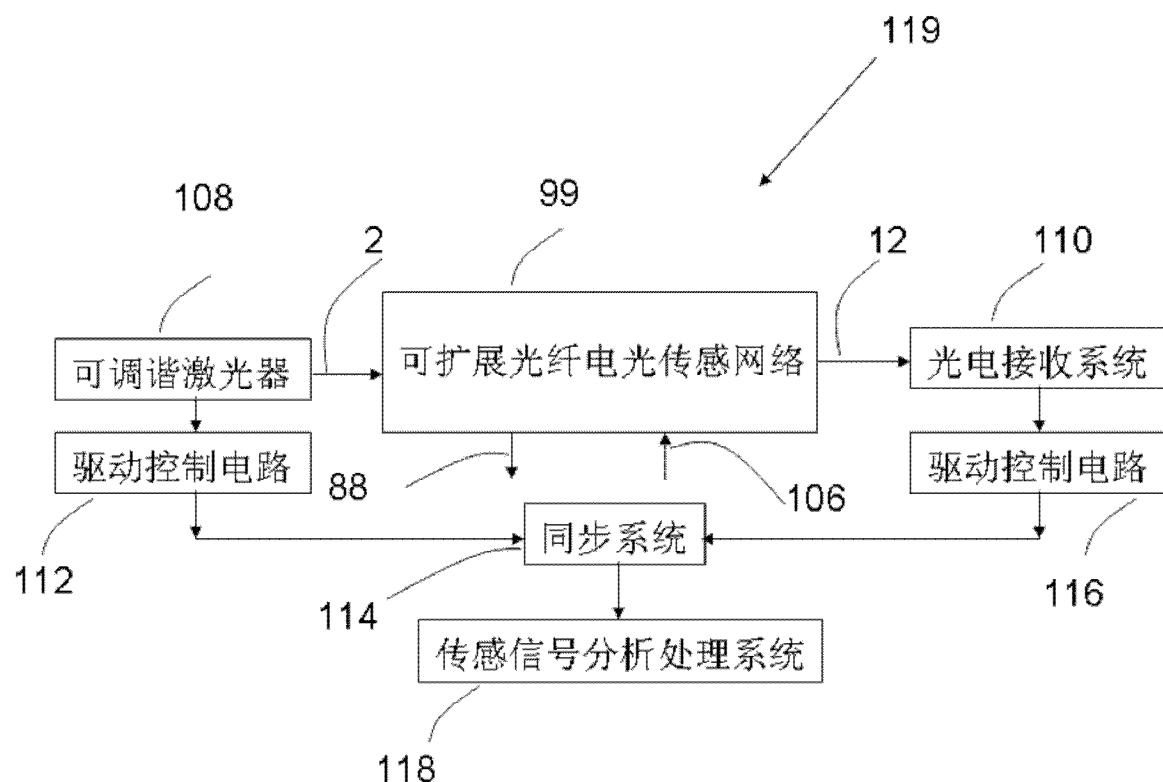


图 12