



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101634759 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200810029747. 4

(22) 申请日 2008. 07. 25

(73) 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为  
总部办公楼

专利权人 香港理工大学

(72) 发明人 徐晓庚 吕超 杨彦甫

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 郝传鑫 熊贤卿

(51) Int. Cl.

G02F 1/03(2006. 01)

G02F 1/01(2006. 01)

G02F 1/35(2006. 01)

H04B 10/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101043269 A, 2007. 09. 26, 说明书第 1-4

页、附图 1, 2, 12.

CN 101043269, 2007. 09. 26,

US 2007/0065161 A1, 2007. 03. 22, 全文.

CN 1972161 A, 2007. 05. 30, 全文.

JP 特开平 10-246874 A, 1998. 09. 14, 说明书第 3-4 页、附图 1-9.

CN 1870472 A, 2006. 11. 29, 全文.

US 2007/0047954 A1, 2007. 03. 01, 全文.

审查员 吴卿

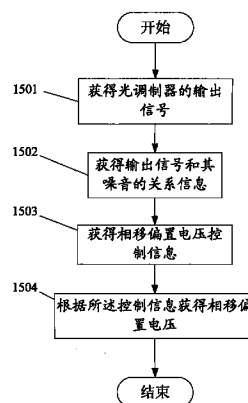
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 9 页

(54) 发明名称

一种控制光调制器的偏置电压的方法及相关装置

(57) 摘要

本发明公开了一种控制光调制器偏置电压的方法和相关装置,其中,所述方法包括:获得光调制器的输出信号;获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息;对所述输出信号和所述噪音信号的关系信息进行分析,获得相移偏置电压控制信息;根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上。在本发明实施例中,控制光调制器偏置电压的方法,具有自动反馈调节的作用,可对光调制器的  $\pi/2$  相移单元的偏置电压进行调节,提高了光调制器的输出信号的稳定性。



1. 一种控制光调制器的偏置电压的方法,其特征在于,所述方法包括:
  - 获得光调制器的输出信号;
  - 对所述输出信号进行滤波,获得输出信号中的扰频频率的一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息;
  - 根据所述输出信号的噪声能量信息、一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息,获得相移偏置电压控制信息;
  - 根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上;
  - 其中,所述根据所述控制信息获得当前相移偏置电压包括:
    - 根据所述控制信息获得直流偏置电压;
    - 将扰频信号和直流偏置电压相加获得所述当前相移偏置电压。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
  - 获得光调制器的输出信号中的扰频频率信息;
  - 对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息进行分析,获得偏置点信息;
  - 根据所述偏置点信息获得直流偏置电压;
  - 根据加载的扰频信号和直流偏置电压获得加载在所述光调制器上的偏置点偏置电压。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息进行分析,获得偏置点信息包括:
  - 对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息根据偏置点判断标准进行分析,获得偏置点信息;
  - 其中,所述偏置点判断标准包括:
    - 当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由大到小变化时,偏置点处于最低点;
    - 当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由小到大变化时,偏置点处于最高点;
    - 当所述一倍频能量最高,所述二倍频能量或其他多倍频能量最低时,偏置点处于积分点。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述根据所述偏置点信息获得直流偏置电压包括:
  - 根据偏置点调节策略和所述偏置点信息获得直流偏置电压。
5. 一种控制光调制器偏置电压的装置,其特征在于,所述装置包括相移偏置电压获取单元用于获取进行  $\pi/2$  相移时的相移偏置电压,所述相移偏置电压获取单元包括:
  - 相移信号获取模块,用于获得光调制器的输出信号;
  - 信噪信息获取模块,用于获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息;
  - 相移逻辑分析模块,用于对所述输出信号和所述噪音信号的关系信息进行分析,获得相移偏置电压控制信息;
  - 相移偏置电压获取模块,用于根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,并将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上;

其中,所述信噪信息获取模块包括,倍频信息获取子模块,用于对所述光调制器的输出信号进行滤波,获得信号的噪音中的扰频频率的一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息;

所述相移逻辑分析模块包括,控制信息获取子模块,用于根据所述光调制器的输出信号的噪声能量信息、一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息,获得相移偏置电压控制信息。

6. 如权利要求 5 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括偏置点偏置电压获取单元,所述偏置点偏置电压获取单元包括:

扰频信息获取模块,用于获得光调制器的输出信号中的扰频频率信息;

逻辑分析模块,用于对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息进行分析,获得偏置点信息;

信号产生模块,用于根据所述偏置点信息获得直流偏置电压;

信号合成模块,用于根据加载的扰频信号和直流偏置电压获得加载在所述光调制器上的偏置点偏置电压。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述扰频信息获取模块包括:

第一滤波子模块,用于对光调制器的输出信号进行滤波,获得扰频频率的一倍频能量信息;

第二滤波子模块,用于对光调制器的输出信号进行滤波,获得扰频频率的二倍频能量信息或其他多倍频能量信息。

8. 如权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述逻辑分析模块包括:

分析子模块,用于对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息根据存储子模块存储的偏置点判断标准进行分析,获得偏置点信息;

存储子模块,用于存储偏置点判断标准,所述偏置点判断标准包括:

当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由大到小变化时,偏置点处于最低点;

当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由小到大变化时,偏置点处于最高点;

当所述一倍频能量最高,所述二倍频能量或其他多倍频能量最低时,偏置点处于积分点。

9. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述信号产生模块包括:

扰频产生子模块,用于产生加载的扰频信号;

直流电压产生子模块,用于根据偏置点调节策略和所述偏置点信息获得直流偏置电压。

10. 如权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述偏置点偏置电压获取单元还包括:

时分开关模块,用于将所述扰频产生子模块产生的加载的扰频信号进行时分切换,获得至少两路加载的扰频信号。

11. 一种光发射机,包括激光器,用于产生连续光;驱动模块,用于输入需要调制的数据电信号;光调制器,用于根据一定的偏置电压将所述需要调制的数据电信号调制在所述连续光上形成承载所述数据的光信号;其特征在于,所述光发射机包括如权利要求 5 所述

的控制光调制器的偏置电压的装置。

## 一种控制光调制器的偏置电压的方法及相关装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及信号传输领域,尤其涉及一种控制光调制器的偏置电压的方法及相关装置。

### 背景技术

[0002] 在光传输系统中,光线路调制码型对光传输系统而言非常关键,码型的选择直接影响系统的传输性能、光谱效率、非线性容忍度以及色散容忍度等。在高速光传输系统中,一般可采用基于相位调制技术的码型。例如,差分相移键控码(Differential Phase Shift Keying, DPSK)和差分正交相移键控码(Differential Quadrature Phase Shift Keying, DQPSK)。

[0003] DPSK和DQPSK相位调制通过相位来携带数字信息,相位信息的改变并不能改变最终输出光功率。图1为DPSK和DQPSK的波形和光强示意图。从图中可以看出,PSK(Phase Shift Keying相移键控码)调制中比特信息为零时仍然有波形输出,光强则为一条直线,表明输出光强并不随比特信息的变化而改变。

[0004] DQPSK的产生采用的是层叠式马赫-泽德调制器(Mach-Zender Modulator, MZM),又叫做双平行调制器,其结构是上下各有一个MZM调制器,并且在其中一个MZM调制器后还有一个 $\pi/2$ 相移单元。MZM光强和光场调制曲线示意图如图2所示,实曲线表示光强调制曲线,虚曲线表示光场调制曲线。

[0005] 在PSK调制中,MZM的工作偏置点(即偏置电压)处于最低点,输入电压为 $2V_{\pi}$ 。 $V_{\pi}$ 表示为:在LiNbO<sub>3</sub>晶体中的光发生半个波长即 $\pi$ 相位变化所需要的输入电压,在光强曲线上则表现为最高和最低点输入电压的差值。

[0006] 在实现本发明过程中,发明人发现现有技术至少存在如下问题:

[0007] 在层叠式MZM调制器的 $\pi/2$ 相移单元中,由于加载在 $\pi/2$ 相移单元上的相移偏置电压的不稳定,将会导致 $\pi/2$ 相移单元输出的相移信号的不稳定。因此 $\pi/2$ 相移单元的相移偏置电压的控制对于产生稳定的PSK(如DPSK和DQPSK)信号极其重要。

### 发明内容

[0008] 本发明实施例提供一种控制光调制器的偏置电压的方法及相关装置。可对光调制器中的 $\pi/2$ 相移单元的偏置电压进行自动控制,以获得稳定的输出信号。

[0009] 为此,一方面,本发明的实施例提供了一种控制光调制器偏置电压的方法,包括:获得光调制器的输出信号;对所述输出信号进行滤波,获得输出信号中的扰频频率的一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息;根据所述输出信号的噪声能量信息、一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息,获得相移偏置电压控制信息;根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上;

[0010] 其中,所述根据所述控制信息获得当前相移偏置电压包括:根据所述控制信息获

得直流偏置电压；将扰频信号和直流偏置电压相加获得所述当前相移偏置电压。

[0011] 另一方面,本发明的实施例提供了一种控制光调制器偏置电压的装置,所述装置包括相移偏置电压获取单元用于获取进行  $\pi/2$  相移时的相移偏置电压,所述相移偏置电压获取单元包括:相移信号获取模块,用于获得光调制器的输出信号;信噪信息获取模块,用于获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息;相移逻辑分析模块,用于对所述输出信号和所述噪音信号的关系信息进行分析,获得相移偏置电压控制信息;相移偏置电压获取模块,用于根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,并将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上;其中,所述信噪信息获取模块包括,倍频信息获取子模块,用于对所述光调制器的输出信号进行滤波,获得信号的噪音中的扰频频率的一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息;所述相移逻辑分析模块包括,控制信息获取子模块,用于根据所述光调制器的输出信号的噪声能量信息、一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息,获得相移偏置电压控制信息。

[0012] 相应的,本发明的实施例还提供了一种光发射机,包括激光器,用于产生连续光;驱动模块,用于输入需要调制的数据电信号;光调制器,用于根据一定的偏置电压将所述需要调制的数据电信号调制在所述连续光上形成承载所述数据的光信号;该光发射机还包括上述的控制光调制器的偏置电压的装置。

[0013] 在本发明实施例中提供的方案中,由于控制光调制器的偏置电压的装置和方法具有自动反馈调节的作用,可以获得稳定的相移偏置电压,提高了相移信号的稳定性。

## 附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0015] 图 1 是 DPSK 和 DQPSK 的波形和光强示意图;

[0016] 图 2 是 MZM 光强和光场调制曲线示意图;

[0017] 图 3 是 MZM 调制器的原理示意图;

[0018] 图 4 是 DQPSK 的相位调制过程示意图;

[0019] 图 5 是本发明实施例中偏置点偏置电压获取单元的一种组成示意图;

[0020] 图 6 是本发明实施例中扰频信息获取模块的一种组成示意图;

[0021] 图 7 是本发明实施例中逻辑分析模块的一种组成示意图;

[0022] 图 8 是本发明实施例中信号产生模块的一种组成示意图;

[0023] 图 9 是本发明实施例中偏置点偏置电压获取单元的一种组成示意图;

[0024] 图 9a 本发明实施例中偏置点偏置电压获取单元的一种组成示意图;

[0025] 图 10 是本发明实施例中相移偏置电压获取单元的一种组成示意图;

[0026] 图 11 是本发明实施例中信噪信息获取模块的一种组成示意图;

[0027] 图 12 是相移变化和噪声能量的关系的示意图;

[0028] 图 13 是本发明实施例中相移偏置电压获取模块的一种组成示意图;

[0029] 图 14 是双平行 MZM 输出光矢量叠加示意图;

[0030] 图 15 是本发明实施例中控制光调制器的偏置电压的流程示意图；

[0031] 图 16 是本发明实施例中获得偏置点偏置电压的流程示意图；

[0032] 图 17 是 MZM 偏置点控制示意图。

### 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 一般相位调制都是采用基于 LiNbO<sub>3</sub> 晶体的 MZM 调制器。MZM 调制器示意图如图 3 所示,通过输入电压  $v_1(t)$  来改变 LiNbO<sub>3</sub> 的电光系数,从而改变晶体折射率,折射率的改变引起光相位的变化从而将电信号调制到光信号上。

[0035] 下面以 DQPSK 为例,说明整个相位调制过程。如图 4 所示,传输数据经过预编码得到 I 路数据和 Q 路数据, I 路数据和 Q 路数经过驱动器 1 和驱动器 2 放大后驱动双平行调制器 MZM1 和 MZM2。

[0036] 同时,分布反馈 (Distributed Feed Back, DFB) 激光器发出的激光分别进入到双平行调制器 MZM1 和 MZM2,并在经过驱动器放大的 I 路数据和 Q 路数据的驱动下,通过双平行调制器 MZM1 和 MZM2 调制输出 DQPSK 光信号。其中,MZM1 输出的相位调制信号需通过一个  $\pi/2$  相移单元经过  $\pi/2$  相移后,与 MZM2 输出的信号合成 DQPSK 信号,并输出到分光模块。

[0037] 输出的 DQPSK 光信号经分光模块分部分光到 PD1 (Photo Detector, 光电检测器),并经过光电变换后把电信号送给偏置点偏置电压获取单元,偏置电压获取单元从而输出两个偏置电压 V1 和 V2 到两个 MZM。

[0038] 同时,输出的 DQPSK 光信号经过分光模块分部分光到 PD2,并经过光电变换后把电信号送给相移偏置电压获取模块。相移偏置电压获取模块输出偏置电压 V3 到相移器单元,从而精确的产生  $\pi/2$  相移。

[0039] 其中,图 4 中所示的预编码部分是 DQPSK 光传输系统的一个重要部分,但是在 QPSK 光传输系统中可以没有预编码部分。

[0040] 上述对 DQPSK 和 QPSK 光传输系统的工作过程的说明,主要是为了更好的理解本发明的实施例,不能以此认为本发明实施例仅仅局限于这两种光传输系统。对本发明实施例中提供的获得相位调制信号的方法和装置应理解为,所述方法和装置可适用于进行相位调制时需要相移偏置电压和偏置点偏置电压进行控制的所有情况。

[0041] 本发明实施例中的获得偏置电压的装置可包括相移偏置电压获取单元 2,同时还可包括偏置点偏置电压获取单元 1。偏置点偏置电压获取单元 1 用于获取进行相位调制时的偏置电压,所述偏置电压获取单元 1 在整个装置中的位置如图 4 所示。需要说明的是在整个装置中,可包括一个以上的偏置电压获取单元,如在图 4 的例子中,则包括了两个偏置电压获取单元,分别向两个 MZM 提供偏置电压。

[0042] 本发明实施例中的获得偏置电压的装置也可以不包括偏置点偏置电压获取单元 1 和 PD1 (此时也不需要分光模块进行分光),而仅包括相移偏置电压获取单元 2 和 PD2,此

时,可采用现有技术中的方式提供偏置点偏置电压,此处不做赘述。

[0043] 如图 5 所示,该偏置电压获取单元 1 具体包括:

[0044] 扰频信息获取模块 10,用于获得光调制器的输出信号中的扰频频率信息。具体在如图 4 所示的 DQPSK 系统中,光调制器的输出信号是指来自 PD1 的电信号。扰频信息获取模块 10 具体可采用滤波的方法获取扰频频率信息,如图 6 所示,此时扰频信息获取模块 10 可包括:第一滤波模块 100,用于对光调制器的输出信号进行滤波,获得扰频频率的一倍频能量信息,以及第二滤波模块 102,用于对光调制器的输出信号进行滤波,获得扰频频率的二倍频能量信息或其他多倍频能量信息。

[0045] 其中,所述第一滤波模块 100 和第二滤波模块 102 中可包括一个或多个滤波器,且可对其中的一个或多个滤波器的滤波过程进行控制,该控制过程可在扰频信息获取模块 10 内部完成,也可以在外部分完成,所述控制过程可以是自动控制也可以是人工控制,具体细节应为本领域普通技术人员熟知,此处不做赘述。

[0046] 逻辑分析模块 12,用于对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息进行分析,获得偏置点信息。如图 7 所示,逻辑分析模块 12 包括:分析子模块 120,用于对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息根据存储子模块 122 存储的偏置点判断标准进行分析,获得偏置点信息;存储子模块 122,用于存储偏置点判断标准。

[0047] 其中,所述偏置点判断标准包括:

[0048] 当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号(即未经过滤波处理的信号)由大到小变化时,偏置点处于最低点;

[0049] 当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由小到大变化时,偏置点处于最高点;

[0050] 当所述一倍频能量最高,所述二倍频能量或其他多倍频能量最低时,偏置点处于积分点。

[0051] 其中,所述的最低点、最高点和积分点是指,如图 2 所示的,MZM 光强调制曲线的最低点、最高点和积分点,积分点是指光强曲线中介于最高点和最低点的中心点。

[0052] 信号产生模块 14,用于根据所述偏置点信息获得直流偏置电压。其中,如图 8 所示,根据产生的具体信号的不同,信号产生模块 14 进一步包括:扰频产生子模块 140,用于产生加载的扰频信号;直流电压产生子模块 142,用于根据所述偏置点信息和偏置点调节策略获得直流偏置电压。

[0053] 结合上述的偏置点判断标准说明所述的偏置点调节策略:

[0054] 在初始时,通过电压扫描,即产生一系列的直流电压与扰频信号一起加载到光调制器上,则可以获得一系列的包括扰频信号的相位调制信号,通过分析经过相位调制的信号和获得的扰频频率信息,可以获得在哪一的直流电压的偏置下,二倍频能量或其他多倍频能量最高,而一倍频能量最低,同时所述光调制器的输出信号(即经过相位调制的,且未经过滤波处理的信号)由大到小变化,则该直流电压即是偏置点在最低点时的偏置电压,即直流电压产生子模块 142 产生所需的直流偏置电压。

[0055] 信号合成模块 16,用于根据信号产生模块 14 产生的加载的扰频信号和直流偏置电压获得偏置电压。具体可通过信号合成模块 16 包括的信号调制子模块,根据所述加载的扰频信号对直流偏置电压进行调制,获得经过扰频调制后的偏置点偏置电压。



[0056] 在本发明实施例中提供的获得相位调制信号的装置中也可以只用一个偏置点偏置电压获取单元向两个MZM提供偏置电压,则此时的偏置点偏置电压获取单元如图9所示。包括至少两个直流电压产生子模块和一个时分开关模块。所述时分开关模块用于将所述扰频产生子模块产生的加载的扰频信号进行时分切换,获得至少两路加载的扰频信号,并将至少两路加载的扰频信号提供给信号合成模块(或信号调制子模块),以合成至少两路偏置电压,以向两个MZM分别提供偏置电压。

[0057] 类似图9的偏置点偏置电压获取单元也可以有其他组成形式以提供至少两路偏置电压,图9仅仅是一种示例,在此基础上做出的变化应也理解为本发明实施例所包含的范围。如图9a的示例,将时分切换模块放在信号合成模块之后,这样也可以提供至少两路偏置电压。类似的变化还很多,此处不做赘述,这些变化应为本领域普通技术人员所知。

[0058] 本发明实施例中的获得偏置电压的装置也可仅包括相移偏置电压获取单元2用于获取进行 $\pi/2$ 相移时的偏置电压,所述相移偏置电压获取单元2在整个装置中的位置可参见图4。如图10所示,相移偏置电压获取单元2具体可包括:

[0059] 相移信号获取模块20,用于获得光调制器的输出信号。即图4中PD2产生的经过 $\pi/2$ 相移的电信号。

[0060] 信噪信息获取模块22,用于获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息。所述信号和噪音的关系信息可以是信噪比,则所述信噪信息获取模块22可包括信噪比获取子模块,用于对所述光调制器的输出信号进行滤波,根据滤波结果,获得光调制器的输出信号的信噪比。所述滤波的频带可为信号所在的频带和噪音所在的频带,通常滤出的为低频噪音。

[0061] 如图11所示,所述信噪信息获取模块22也可包括:滤波子模块220,用于对所述光调制器的输出信号进行滤波;检波子模块222,用于对滤波后的信号进行包络检波,获得包络检波结果;信号信噪比获取子模块224,用于根据所述包络检波结果,获得光调制器的输出信号的信噪比。即对滤波后的信号进行检波后再计算信噪比,以提高系统的灵敏度。其中,检波子模块222可采用肖特基二极管实现。

[0062] 所述光调制器的输出信号和其噪音的关系信息也可以是噪音中的扰频信息。当相移器的相位为 $\pi/2$ 时噪声最小,当偏离 $\pi/2$ 时噪声则会增加。因此针对相位控制点存在如图12所示的曲线。当此相位控制为 $\pi/2$ 时,加载 $f_0$ 的扰频。在输出的噪声能量上可以检测出 $2f_0$ 的信息。此时则说明相移控制器精确控制到 $\pi/2$ 。

[0063] 则,信噪信息获取模块22可包括倍频信息获取子模块,用于对光调制器的输出信号进行滤波,获得信号的噪音中的扰频频率的一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息。

[0064] 相移逻辑分析模块24,用于对所述信号和噪音关系信息进行分析,获得相移偏置电压控制信息。通过分析信号和噪声关系信息(如信噪比),可以得知信号的相移是否是准确控制在 $\pi/2$ 。当准确控制在 $\pi/2$ 时,信号能量达到最大,噪声能量达到最小,从而使信噪比达到最大。由于信号的相移受其偏置电压的控制,因此,根据上述原理,在获知信噪比的情况后即可获得相移偏置电压控制信息。

[0065] 若所述信号和噪音关系信息包括扰频信息,则所述相移逻辑分析模块24可包括控制信息获取子模块,用于根据所述相移信号的噪声能量信息、一倍频能量信息和二倍频

能量信息或其他多倍频能量信息,获得相移偏置电压控制信息。

[0066] 结合图 12 说明具体原理:在初始时,通过电压扫描,即产生一系列的相移直流电压与扰频信号一起加载到  $\pi/2$  相移器上,则可以获得一系列的包括扰频信号的相移信号,通过分析经过相移信号的噪声能量(或和扰频频率信息),可以得知在哪一的相移偏置电压的偏置下,信号的信号能量达到最大,噪声能量达到最小(或是当加载有扰频信息时,则是信号中有二倍扰频或其他多倍频信息,或是二倍扰频能量或其他多倍频能量大于一倍扰频能量),则该电压即是所需的相移偏置电压,据此即可产生相移偏置电压控制信息。

[0067] 相移偏置电压获取模块 26,用于根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,并将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上,如图 4 中的情况时,则具体是加载在  $\pi/2$  相移单元上。若所述信号和噪音关系信息包括扰频信息则需要在偏置电压中加载扰频信息,则如图 13 所示,所述相移偏置电压获取模块 26 进一步包括:产生子模块 260,用于获得加载的扰频信号和直流偏置电压;合成子模块 262,用于将所述加载的扰频信号和直流偏置电压相加获得相移偏置电压。

[0068] 同时,本发明实施例还提供了一种光发射机,包括激光器,用于产生连续光;驱动模块,用于输入需要调制的数据电信号;光调制器,用于根据一定的偏置电压将所述需要调制的数据电信号调制在所述连续光上形成承载所述数据的光信号;同时,该装置中还包括如上所述的控制光调制器的偏置电压的装置。如图 4 所示,则是本发明实施例中的一种光发射机的具体组成示意图。

[0069] 通过上述描述可知,在本发明实施例中,控制光调制器的偏置电压的装置,具有自动反馈调节的作用,可调节  $\pi/2$  相移单元的相移偏置电压,同时还可调节 MZM 调制器的偏置点偏置电压,以对光调制器的相位调制结果进行控制。这样就可以大大提高  $\pi/2$  相移控制的灵敏度,整体上提高了相位调制后的信号的稳定性和精确性。

[0070] 相应的,本发明实施例还提供了一种控制光调制器的偏置电压的方法。

[0071] 在双平行 MZM 产生 DQPSK 的方案中,输出的最终光信号为上下两臂输出光信号的矢量叠加如图 14 所示。其中  $\pi/2$  相移器控制的角度为  $\theta$ ,  $E_1$  和  $E_2$  为上下两臂输出的光场,  $E_{out}$  为最终输出的光场矢量。当  $\theta$  为  $\pi/2$  时,输出的最终矢量为  $E_{out}$  为虚线所示。当  $\theta$  发生变化不为  $\pi/2$  时,则最终输出的  $E_{out}$  改变为  $E_{out}'$ 。可以得知最终输出的合矢量发生了变化。合矢量的最终输出如下式所示:

$$[0072] \quad |E_{out}|^2 = |E_1|^2 + |E_2|^2 - 2|E_1||E_2|\cos\theta$$

[0073] 可以得知,当  $\theta$  为  $\pi/2$  时,则输出的合矢量为  $|E_{out}|^2 = |E_1|^2 + |E_2|^2$ ,当  $\theta$  在  $\pi/2$  附近变化的时候,输出合矢量则会发生变化,从图 14 也可以观察出来。当输出合矢量发生抖动,则会引起输出信号的低频噪声。

[0074] 因此,需要对相移的相位进行控制,以减少输出信号的低频噪声。一般通过相移偏置电压对相移的相位进行控制,通过检测低频噪声则可以知道相位是否控制在  $\pi/2$ 。

[0075] 为此,本发明实施例中提供的获得偏置电压的方法中包括了获得进行  $\pi/2$  相移的相移偏置电压的流程,如图 15 所示,所述流程包括:

[0076] 1501、获得光调制器的输出信号。所述光调制器的输出信号,如在图 4 中即为,PD2 输出的电信号。

[0077] 1502、获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息。

[0078] 其中,信号和噪音的关系信息可以是信噪比,则获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息具体可包括:对所述光调制器的输出信号进行滤波,根据滤波结果,获得光调制器的输出信号的信噪比。所述滤波的频带可为信号所在的频带和噪音所在的频带,通常滤出的为低频噪音。

[0079] 同时,在进行滤波后,为了提高系统的灵敏度,可再增加一检波过程,则上述过程可为:对所述光调制器的输出信号进行滤波,对滤波后的信号进行包络检波,获得包络检波结果,根据所述包络检波结果,获得光调制器的输出信号的信噪比。其中,检波可采用肖特基二极管来实现。

[0080] 所述光调制器的输出信号和其噪音的关系信息也可以是噪音中的扰频信息。当相移器的相位为  $\pi/2$  时噪声最小,当偏离  $\pi/2$  时噪声则会增加。因此针对相位控制点存在如图 12 所示的曲线。当此相位控制为  $\pi/2$  时,加载  $f_0$  的扰频。在输出的噪声能量上可以检测出  $2f_0$  的信息。此时则说明相移控制器精确控制到  $\pi/2$ 。

[0081] 则相应的,获得所述光调制器的输出信号和该输出信号包含的噪音信号的关系信息过程可包括:对光调制器的输出信号进行滤波,获得信号的噪音中的扰频频率的一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息。

[0082] 1503、对所述输出信号和所述噪音信号的关系信息进行分析,获得相移偏置电压控制信息。

[0083] 通过分析输出信号中的信号和噪声关系信息(如信噪比),可以得知信号的相移是否是准确控制在  $\pi/2$ 。当准确控制在  $\pi/2$  时,信号能量达到最大,噪声能量达到最小,从而使信噪比达到最大。由于信号的相移受其偏置电压的控制,因此,根据上述原理,在获知信噪比的情况后即可获得相移偏置电压控制信息。

[0084] 若所述信号和噪音关系信息包括扰频信息,则可根据所述相移信号的噪声能量信息、一倍频能量信息、二倍频能量信息或其他多倍频能量信息,获得相移偏置电压控制信息。

[0085] 结合图 12 说明具体原理:在初始时,通过电压扫描,即产生一系列的相移直流电压与扰频信号一起加载到  $\pi/2$  相移器上,则可以获得一系列的包括扰频信号的相移信号(即光调制器的输出信号),通过分析经过相移信号的噪声能量(或和扰频频率信息),可以得知在哪一的相移偏置电压的偏置下,信号的信号能量达到最大,噪声能量达到最小(或是当加载有扰频信息时,则是信号中有二倍或其他多倍频扰频信息,或是二倍扰频能量或其他多倍频能量大于一倍扰频能量),则该电压即是所需的相移偏置电压,据此即可产生相移偏置电压控制信息。

[0086] 1504、根据所述控制信息获得当前相移偏置电压,将所述当前相移偏置电压加载在所述光调制器上,具体可以是加载在所述光调制器中的  $\pi/2$  相移单元上。

[0087] 若所述信号和噪音关系信息包括扰频信息则需要偏置电压中加载扰频信息,则本步骤进一步包括:根据所述控制信号获得直流偏置电压,将加载的扰频信号和直流偏置电压相加获得相移偏置电压。

[0088] 否则,若所述控制信息不包括扰频信息,则可以直接获得合适直流偏置电压作为相移偏置电压。

[0089] 同时,本发明实施例中所述的获得偏置电压的方法,还可以包括获得偏置点偏置

电压的方法,其中,如图 16 所示,获得偏置点偏置电压方法包括:

[0090] 1601、获得光调制器的输出信号的扰频频率信息。可通过对光调制器的输出信号进行滤波,获得扰频频率的一倍频能量信息和二倍频能量信息或其他多倍频能量信息。

[0091] 当 MZM 偏置点在最低点的时候,如果在偏置点电压上加载一个扰频电压的时候会引入输出光功率的变化。如图 17 所示,当 MZM 偏置在最低点的时候此时在光上输出的扰频频率为加载频率的两倍,即当输出的扰频频率为加载的扰频频率的两倍时,表明 MZM 是偏置在最低点。因此,为了自动获得 MZM 的偏置电压,可在偏置电压中加载一个扰频信息,以便在后续可通过该扰频信号的情况判断偏置点的情况。

[0092] 所以,在本发明实施例中获得 MZM 偏置电压的第一步即是从光调制器的输出信号中获得扰频信号的信息。

[0093] 1602、对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息进行分析,获得偏置点信息。即根据上述原理,通过对所述光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息根据偏置点判断标准进行分析,获得偏置点信息。

[0094] 其中,所述偏置点判断标准包括:

[0095] 当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由大到小变化时,偏置点处于最低点;

[0096] 当所述二倍频能量或其他多倍频能量最高,所述一倍频能量最低,且所述光调制器的输出信号由小到大变化时,偏置点处于最高点;

[0097] 当所述一倍频能量最高,所述二倍频能量或其他多倍频能量最低时,偏置点处于积分点。

[0098] 其中,所述的最低点、最高点和积分点是指,如图 2 所示的,MZM 光强调制曲线的最低点、最高点和积分点,积分点是指光强曲线中介于最高点和最低点的中心点。

[0099] 1603、根据所述偏置点信息获得直流偏置电压。具体包括:根据所述偏置点信息和偏置点调节策略获得直流偏置电压。

[0100] 结合上述的偏置点判断标准说明所述的偏置点调节策略:

[0101] 在初始时,通过电压扫描,即产生一系列的直流电压与扰频信号一起加载到光调制器上,则可以获得一系列的包括扰频信号的相位调制信号,通过分析光调制器的输出信号和获得的扰频频率信息,可以获得在哪一的直流电压的偏置下,二倍频能量或其他多倍频能量最高,而一倍频能量最低,同时所述光调制器的输出信号(即经过相位调制的、且未过滤波处理的信号)由大到小变化,则该直流电压即是偏置点在最低点时的偏置电压,即可获得所需的直流偏置电压。

[0102] 1604、根据加载的扰频信号和直流偏置电压获得加载在所述光调制器上的偏置点偏置电压。具体可以是,根据所述加载的扰频信号对直流偏置电压进行调制,获得经过扰频调制后的偏置点偏置电压。

[0103] 通过上述描述可知,在本发明实施例中的控制光调制器的偏置电压的方法,具有自动反馈调节的作用,可对光调制器中的  $\pi/2$  相移单元的相移偏置电压进行反馈控制,同时还提供了获得偏置点偏置电压的方法。从而提高  $\pi/2$  相移控制的灵敏度,整体上提高了相位调制信号的稳定性和精确性。

[0104] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可

以是或者也可以不是物理上分开的,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0105] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如 ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0106] 以上所述的实施方式,并不构成对该技术方案保护范围的限定。任何在上述实施方式的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在该技术方案的保护范围之内。

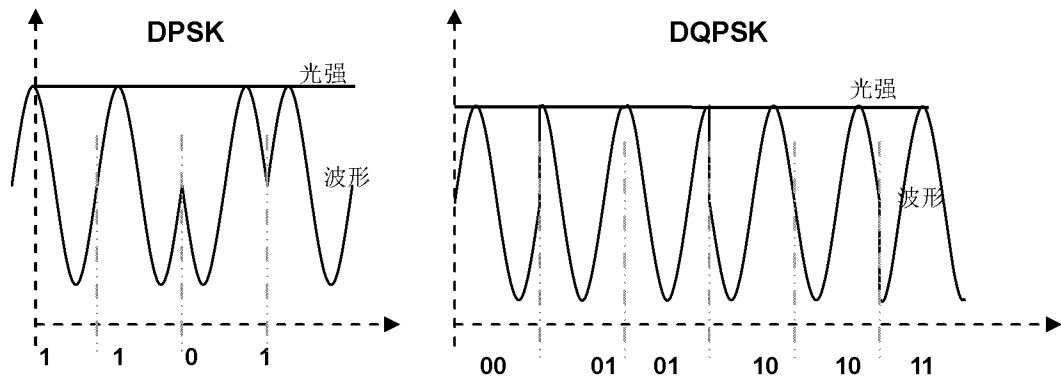


图 1

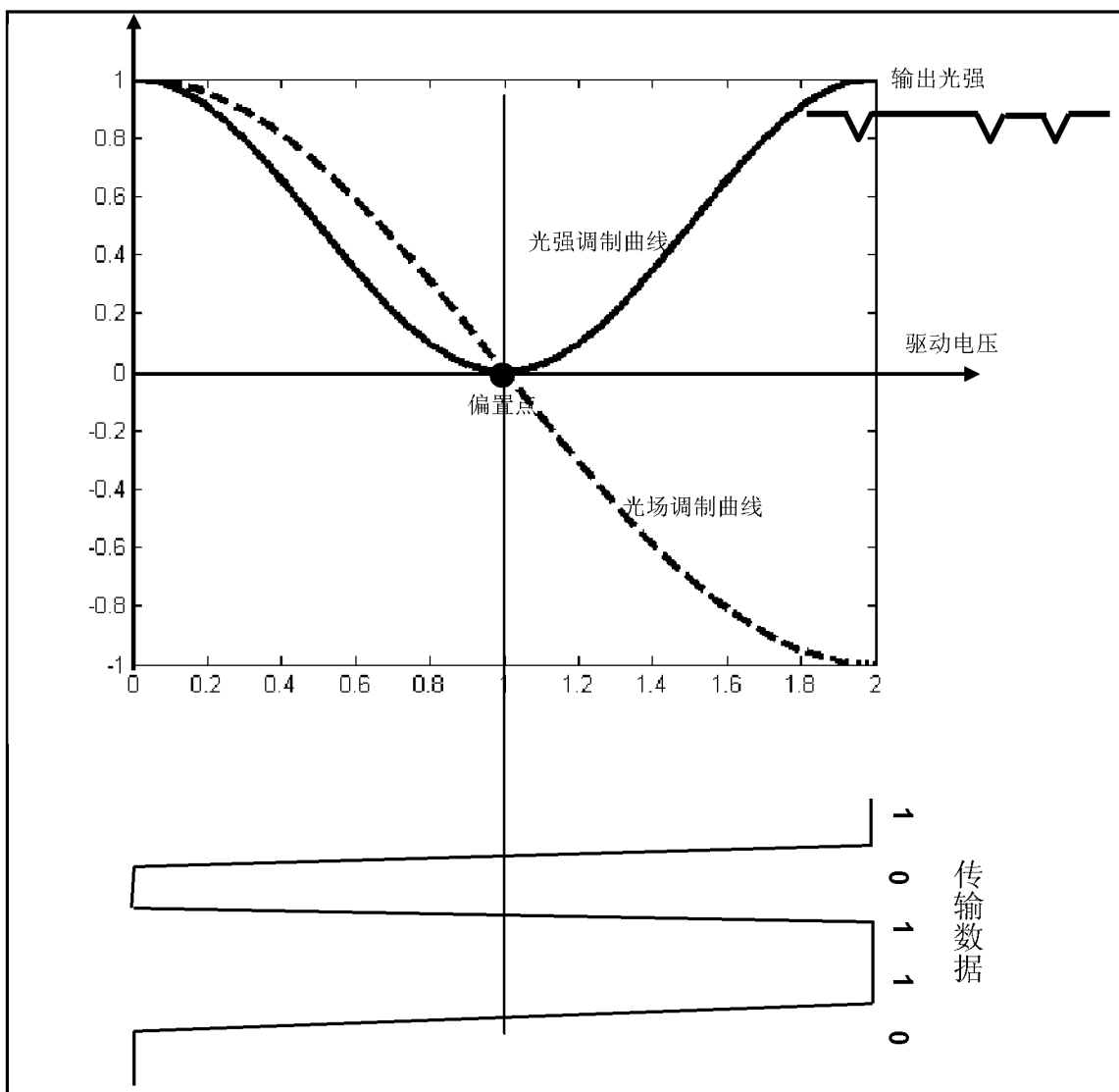


图 2

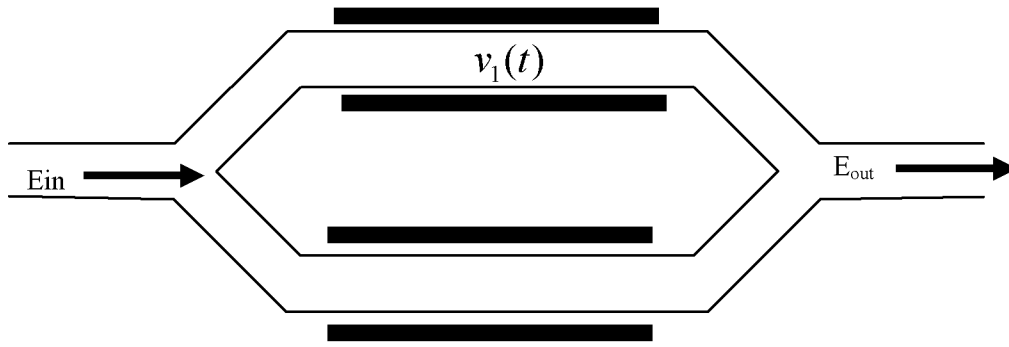


图 3

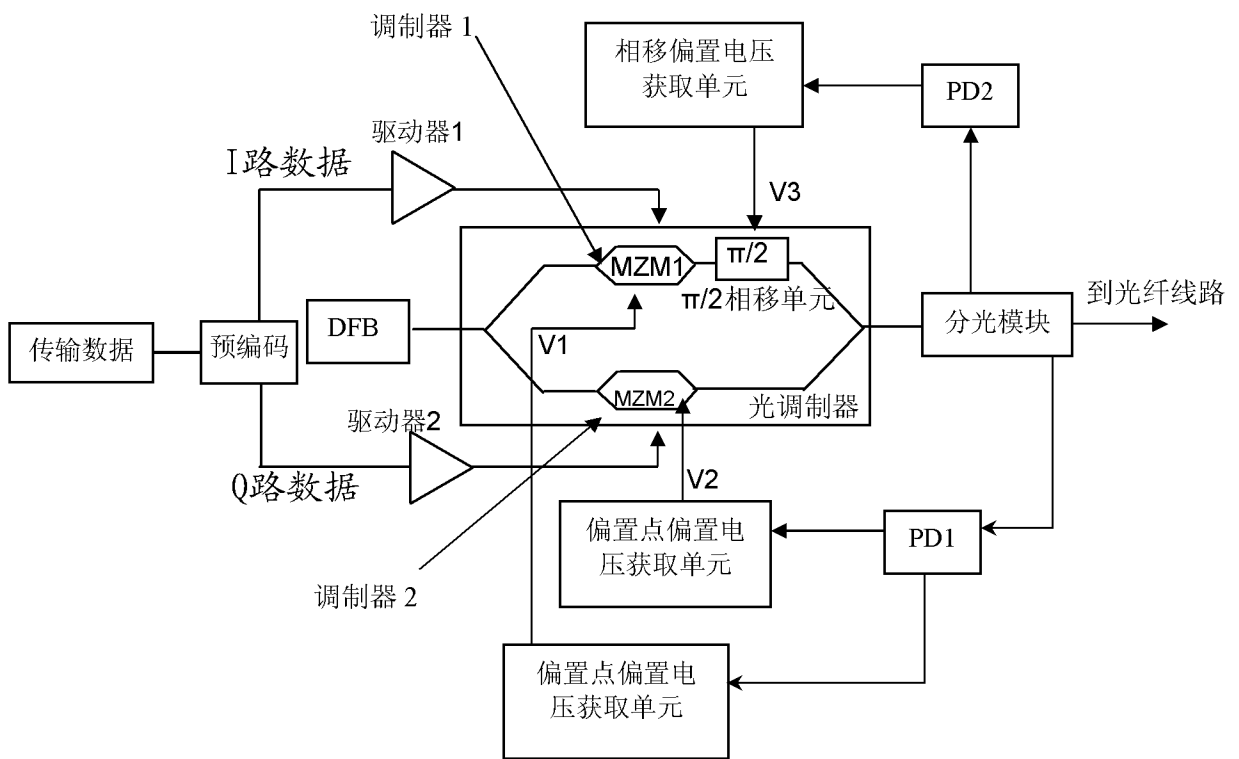


图 4

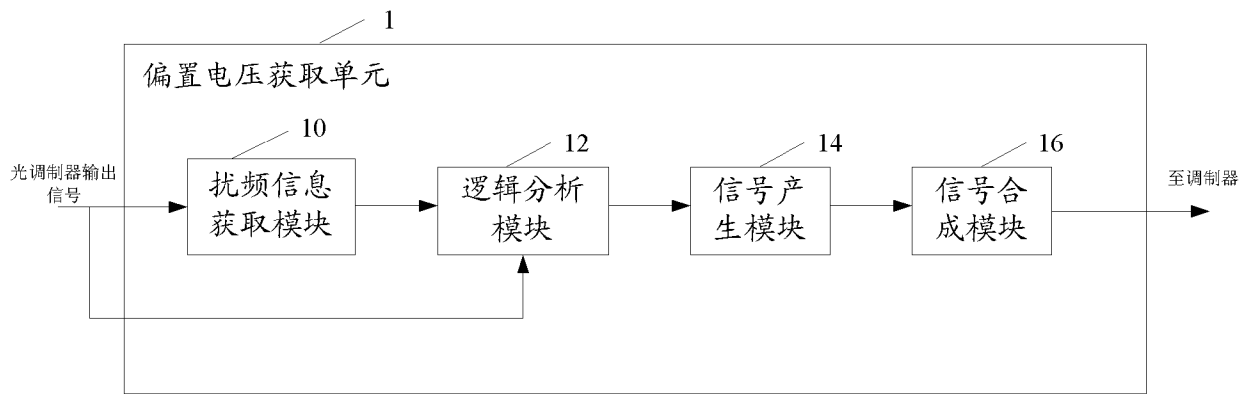


图 5

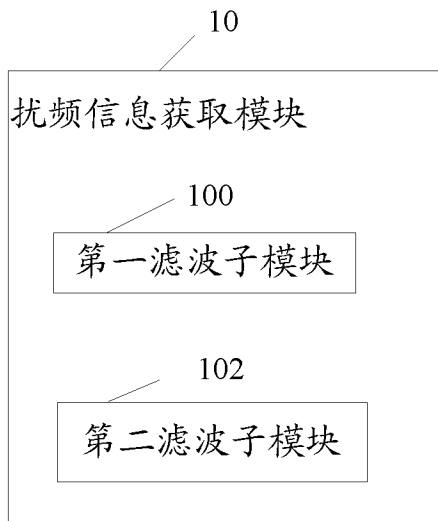


图 6

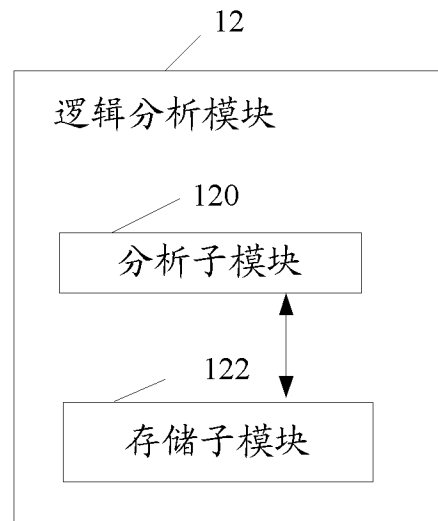


图 7



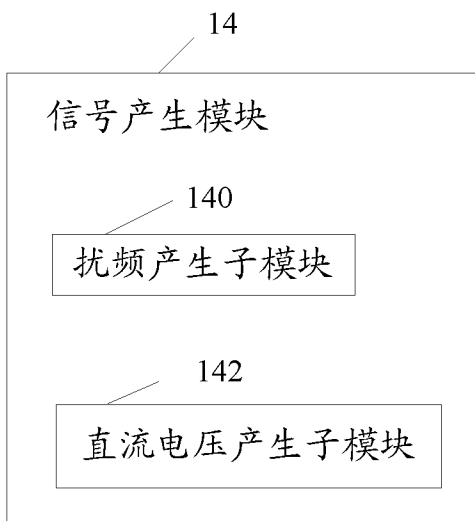


图 8

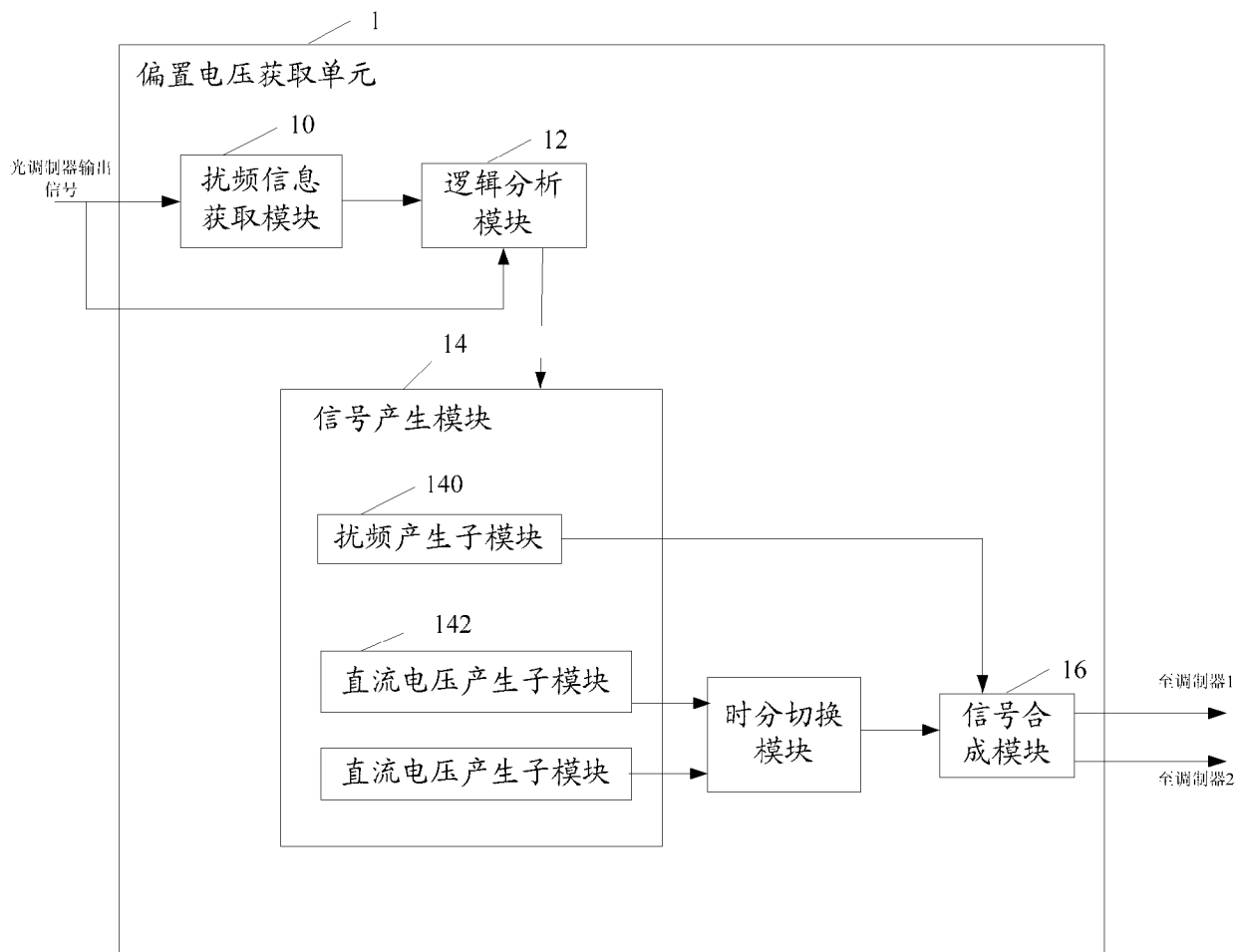


图 9

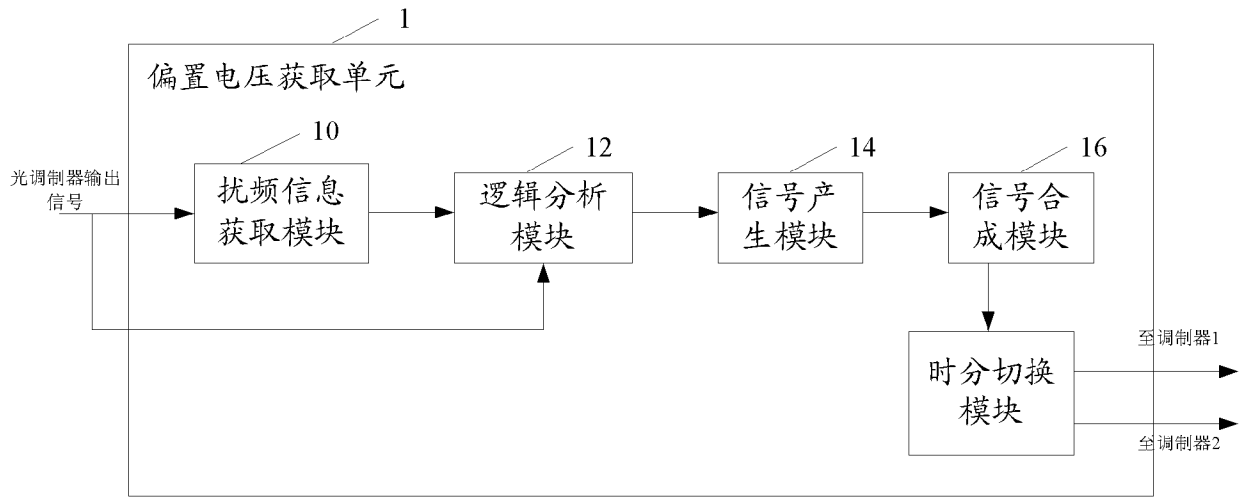


图 9a

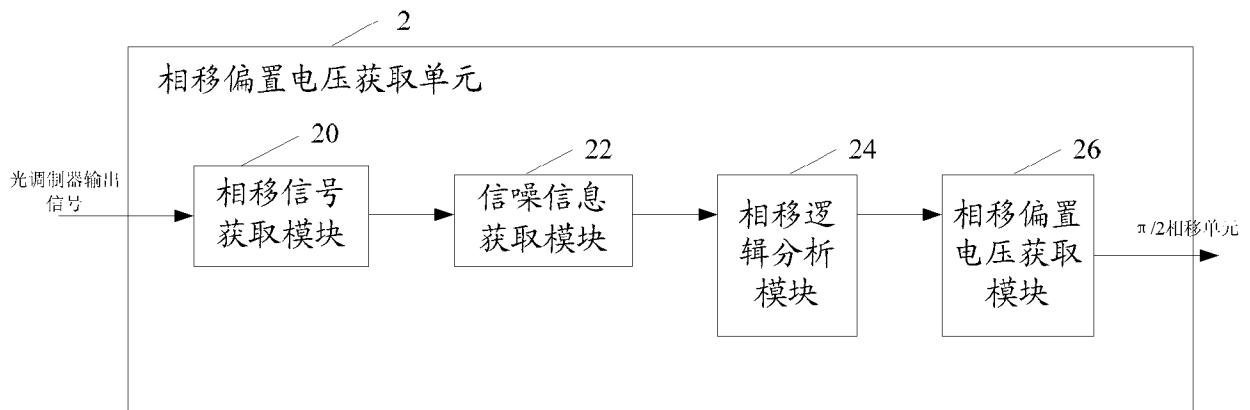


图 10

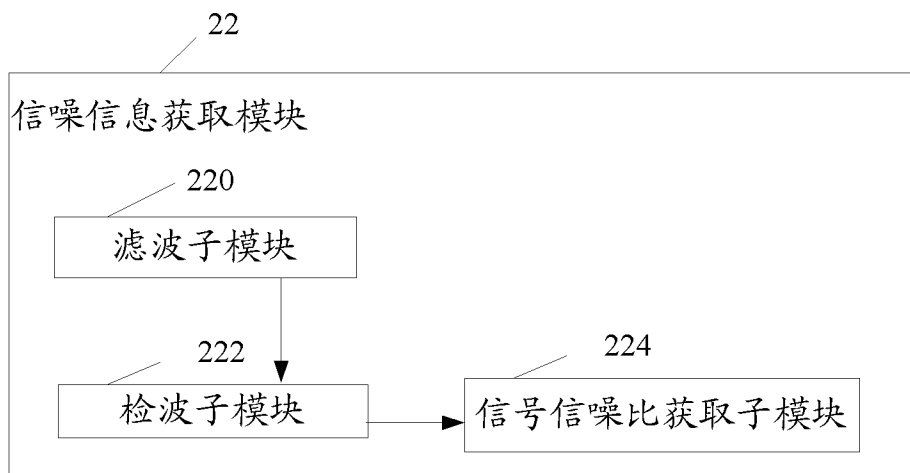


图 11

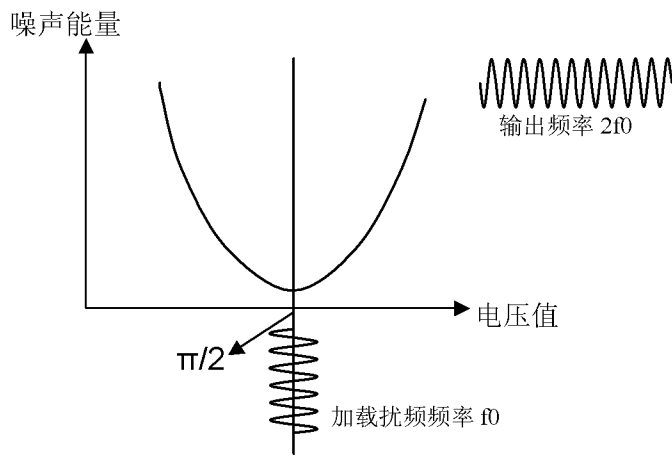


图 12

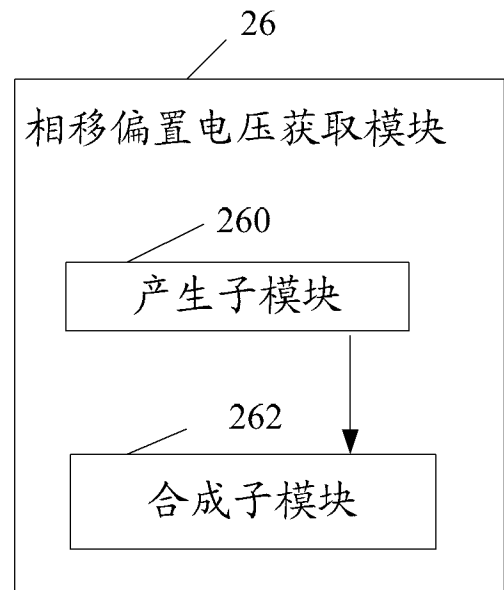


图 13

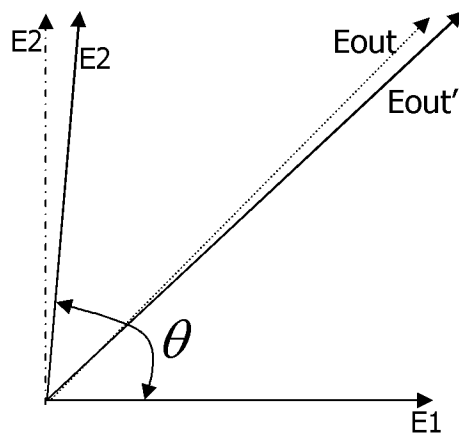


图 14

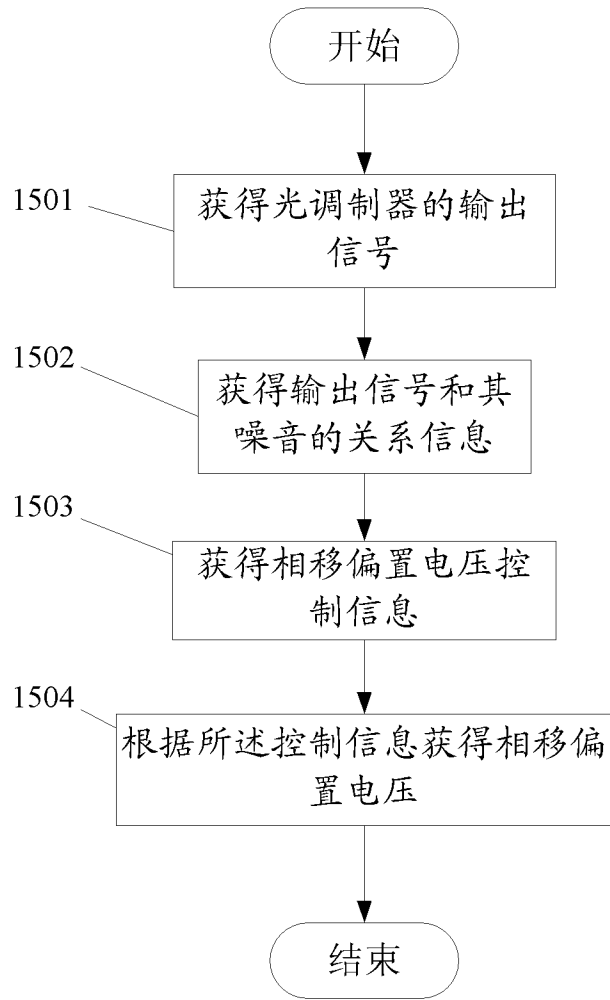


图 15

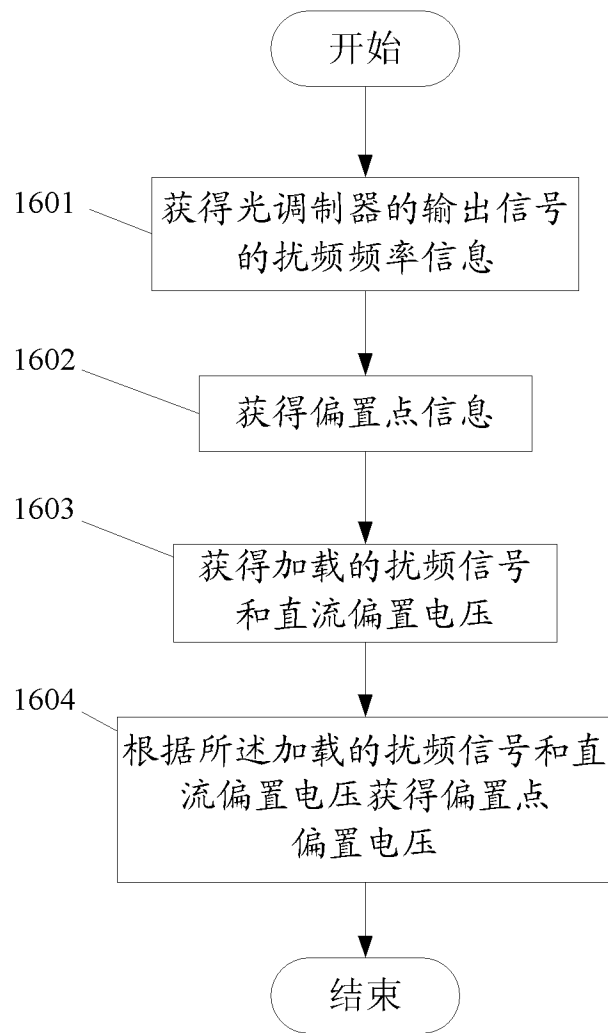


图 16

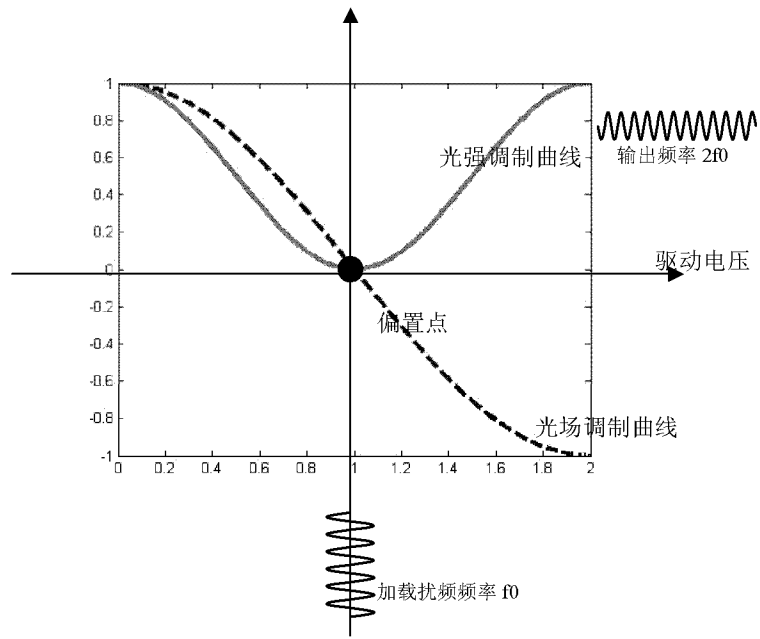


图 17