

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H04B 10/12

H04B 10/00

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94191654.5

[45]授权公告日 2000年5月24日

[11]授权公告号 CN 1052837C

[22]申请日 1994.3.30 [24]颁证日 2000.2.5

[21]申请号 94191654.5

[30]优先权

[32]1993.3.31 [33]EP [31]93302537.1

[32]1993.3.31 [33]EP [31]93302540.5

[86]国际申请 PCT/GB94/00675 1994.3.30

[87]国际公布 WO94/23507 英 1994.10.13

[85]进入国家阶段日期 1995.9.29

[73]专利权人 英国电讯有限公司

地址 英国伦敦

[72]发明人 伊恩·克里斯托弗·史密斯

[56]参考文献

US5,227,908 1990.6.13

审查员 陈 晨

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

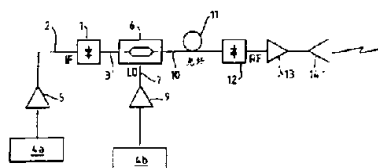
代理人 蹇 炜

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图页数 5 页

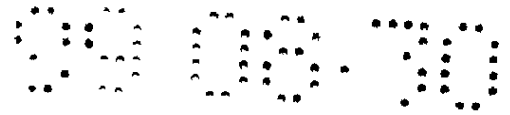
[54]发明名称 用射频分量生成光信号

[57]摘要

通过在源(4a)中生成一个较低频率调制,用它来控制激光器(1)的光输出(3)并进一步用源 4b 生成的具有另一个较低频率调制的控制信号在一个光学调制器(6)中调制该光输出(3)而在输出端(10)上生成一个具有高射频调制的光束。较低频率调制之一或两者也携带一个包含信息的调制。光学调制器(6)的效用为将光束所携带的调制升频控制信号的调制频率。光学调制器(6)可以是一个 Mach-Zehnder 干涉仪。可通过选择控制信号的波幅利用这种调制器相对于其控制信号的非线性而使光输出(3)升频由源 4b 生成的调制频率的一个整数倍。这些方法避免了将高频调制直接作用在激光器输入端(2)或控制输入端(7)两者之一上的必要性。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

---

1、一种生成具有包含一个第一 R F 载波频率及一个信息分量的第一 R F 分量的光信号的方法，该方法包括下述步骤：

i) 生成一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的第二载波频率的第二 R F 分量的第一光信号；

i i) 生成一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的第三 R F 载波频率的第三 R F 分量的控制信号；

所述第二或所述第三 R F 分量包含信息内容；

i i i) 将第一光信号作用在一个光学调制器上；以及

i v) 将控制信号作用在光学调制器上以调制第一光信号以便生成一个经所述第一 R F 载波频率及所述信息分量调制的输出光信号，所述第一载波频率为升频了所述第三载波频率或所述第三载波频率的整数倍的所述第二载波频率。

2、按照权利要求 1 的一种方法，其中的第一光信号包含信息分量。

3、按照权利要求 1 的一种方法，其中的控制信号包含信息分量。

4、按照权利要求 1 的一种方法，是一种加密方法，其中的输入光信号及控制信号两者都包含一个信息分量，其中之一为一个预定的加密码。

5、按照任何一项在先的权利要求的一种方法，其中的控制信号为一个电信号。



6、按照任何一项在先的权利要求的一种方法，其中的调制器的光输出具有对控制信号的一种非线性响应。

7、按照权利要求6的一种方法，其中的控制信号的波幅选择为使第二RF载波频率由第三RF频率的一个整数倍的频率升频到第一RF载波频率。

8、按照任何一项在先的权利要求的一种方法，其中的第一光信号是通过控制一个激光器的偏压生成的。

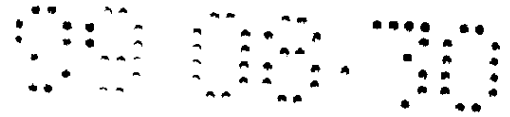
9、一种在由任何一项在先的权利要求的方法生成时具有包含一个第一RF载波频率及一个信息分量的一个第一RF分量的经过调制的光信号。

10、一种通过检测经过包含一个第一RF载波频率及信息分量的RF分量调制的一个光信号而生成的、具有一个第一RF载波频率及一个信息分量的电或无线电信号，该光信号是由权利要求1至8中任何一项的方法生成的。

11、一种解密—加密按照权利要求4或其任何一项从属权利要求的方法生成的、按照权利要求9或10的一种信号的方法，包括在该信号上作用一个与预定的加密码互补的进一步的调制。

12、一种装置，其特征在于，该装置用于生成一个具有包含一个第一FR载波频率及一个信息分量的一个第一RF分量的光信号，所述装置包括：

i) 具有一个光输入端、一个光输出端及一个控制输入端的一个光学调制器；



i i) 用于将一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的一个第二 R F 载波频率的一个第二 R F 分量的经过调制的光信号提供给光输入端的装置;

i i i) 用于将一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的一个第三 R F 载波频率的一个第三 R F 分量的控制信号提供给控制输入端的装置;

i v) 用于将一个包括所述信息分量的调制作用在所述光信号或所述控制输入上的装置;

该配置为使得在光输出端上产生一个经过所述第一 R F 载波频率与所述信息分量调制的光信号, 所述第一载波频率为升频了所述第三载波频率或所述第三载波频率的整数倍的所述第二载波频率。

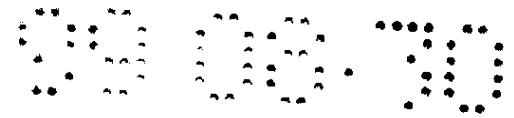
1 3、一种包括按照权利要求 1 1 的装置的加密设备, 还包括用于将包含信息分量的调制作用在光信号与控制信号两者上的装置, 信息分量之一为一个预定的加密码。

1 4、按照权利要求 1 2 至 1 3 的装置, 其中的控制输入为一个电输入。

1 5、按照权利要求 1 4 的装置, 其中的光学调制器为一个 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪。

1 6、按照权利要求 1 5 的装置, 其中用于提供控制信号的装置是配置成生成一个信号, 使得第二 R F 分量升频了第三 R F 分量的一个整数倍的频率以生成第一 R F 分量。

1 7、按照权利要求 1 2 至 1 6 中任何一项的装置, 其中

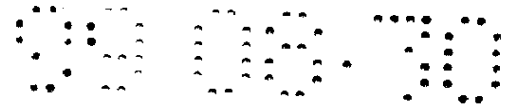


用于提供经过调制的光信号的装置包括一个激光器及用于控制该激光器的偏压来生成第二 R F 分量的装置。

1 8、一种用于生成具有 R F 调制的输出光信号的方法，包括将一个输入光信号作用在一个具有非线性传递函数的调制器的光输入端上；将一个具有控制 R F 频率的控制信号作用在该调制器的控制输入端上，该控制信号的波幅使得输出光信号受到控制 R F 频率的整数倍的 R F 频率的调制。

1 9、按照权利要求 1 8 的一种方法，其中的调制器为一个 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪。

2 0、按照权利要求 1 8 或 1 9 的一种方法，其中的输入光信号携带一个初始 R F 调制，输出光信号包括初始 R F 调制升频了控制 R F 频率的一个整数倍的一个 R F 调制。



# 说 明 书

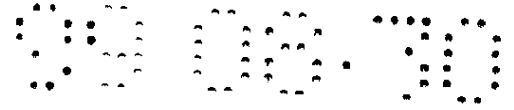
---

## 用射频分量生成光信号

本发明涉及生成具有光学载波的信号的方法。它在生成光学媒体承载的射频调制中获得具体的应用。

已完善地建立了用信息内容调制光束的原理，并知道了做到这一点的各种方法。某些配置包含通过改变其输入偏压来控制光源（通常为激光器）。其它配置在所生成的光束的路径（通常在一条光纤上）中采用光学器件来遮断光束。用于这一目的的一种已知光学器件为M a c h - Z e h n d e r干涉仪。这一器件的原理为将光束分裂成两条路径，其中之一或两者通过折射率作为作用在其上面的电位的一个函数变化的介质。通过在一条或两条路径上作用一个电信号，便能改变两条光束路径的路径长度之差，使得重新组合的束根据作用的电场相长或相消地干涉。因此，重新组合的光束的强度随着变化着的输入电信号而变化。

已知光信号承载的调制中包含射频（R F）范围内的一个载波频率。称作“用光纤的无线电”的这一原理容许无线电信号包括其R F载波在一个地点上生成，从另一个远程地点在空中传输。这一信号通常由这些地点之间的光纤承载。这便使得要在空中传输该信号的点上的设备保持非常简单。在其最简单的形式中，它只需包括一个将光输入转换成电信号的检测器，

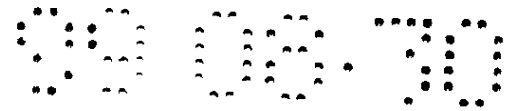


及一根用于在空中传输该电信号的天线即可。这对于天线必须设置在诸如山顶之类的难于接近的点上的情况尤为有用，因为可将生成射频载波所需的复杂设备，特别是本机振荡器，设置在另一个更可接近的地点。此外，由于只需一个本机振荡器来生成供所有天线传输的载波，便有可能在一个将信号传输给若干天线位置的分支网络中取得经济效益。

这些配置中的检测器通常为光电探测器。它们生成随入射光的强度变化的电输出。这一电输出因而对应于调制，但不带光学载波频率。

已知的光学系统受到若干实际限制的困扰，尤其是在高射频频的精密传输中（数万兆赫的数量级上）。由于激光器件本身的固有物理限制，当频率接近毫米波段时（数万兆赫），通过在输入偏压上作用一个信号来达到激光的直接调制十分困难。由于高频使得尺寸必须非常小而带来了降低它们的效率的限制，而类似的限制也施加在上面讨论的诸如M a c h - Z e h n d e r干涉仪等调制器件上。电与光信号之间的速度匹配也更难于达到与保持。

用M a c h - Z e h n d e r光学调制器调制的信号的应用还存在另一个问题。如上面所说明的，这些调制器的原理是随着作用在M a c h - Z e h n d e r干涉仪的电输入端上电压的增加，光径长度中的差也增加。这导致两条光径时而同相时而反相，使得通过干涉仪的光量作为作用的电压的一个周期性函数而不是作为一个线性函数变化。这一对输入装置的非线



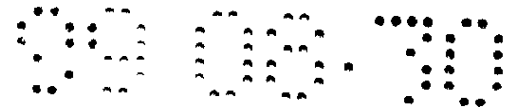
性响应只能精确地再生不变波幅的信号。

O' Reilly 与 Lane 的建议 (电子通讯 (Electronics Letters), 28 卷, 25 号, 2309 页) 提到了这些问题中的第一个。在该建议中, 将一个具有射频带的频率  $\omega$  的电信号作用在光学调制器的控制输入端上。这一调制器便被偏移成使所生成的光输出受到以馈送进调制器的原始光信号的光学载波频率为中心并且各与光学载波频率间隔电信号的频率  $\omega$  的两个边带所支配的一个信号的调制。这两个边带在诸如光电探测器等光接收器上产生和差节拍。“和”节拍在两倍光载波频率上。“差”节拍在射频带中的频率  $2\omega$  上。光电接收器对于光频“和”节拍是不敏感的, 但在“差”频率上则生成一个电信号。因此, 该建议产生由作用在控制输入端上电信号的两倍频率的光束上承载的输出信号。

O' Reilly 与 Lane 还建议通过用滤光器分离这两个边带而在这一输出信号上作用包含信息的调制, 采用一个第二光学调制器以信息内容调制其中之一, 并重新组合它们, 以生成具有由第二射频、载波  $2\omega$  调制及由信息内容进一步调制的光载波的输出。然而, 这一进一步的光学调制受到上面讨论的非线性的困扰, 并由于需要采用滤光器与第二光学调制器而导致光的损失。

按照本发明的第一方面, 提供了生成具有包含一个第一 RF 载波频率及一个信息分量的一个第一 RF 分量的一个调制的光信号的一种方法, 该方法包括下述步骤:





i) 生成一具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的一个第二 R F 载波频率的第二 R F 分量的第一光信号;

i i) 生成一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的一个第三 R F 载波频率的第三 R F 分量的控制信号;

所述第二或所述第三 R F 分量包含信息内容;

i i i) 将第一光信号作用在一个光学调制器上; 以及

i v) 将控制信号作用在光学调制器上以调制第一光信号, 以便生成一个经所述第一 R F 载波频率与所述信息分量调制的输出光信号, 所述第一载波频率为升频了所述第三载波频率或所述第三载波频率的整数倍之后的所述第二载波频率。

本发明具有超过先有技术的一些优点。通过作用 R F 分量在调制器的两个输入上, 可以达到升频。这便能在调制器的输出上生成比作用在输入之一上更高的频率。在光输入中采用较低的 R F 频率便可使用一个较简单的激光器来生成所要求的 R F 信号。在调制器的控制输入上采用较低的 R F 频率同样在调制器的设计中容许较大的灵活性与简单性, 调制器是受到输入频率而不是输出频率制约的。

第一光信号或控制信号两者之一中可包含信息内容。本发明还扩展到包括第一方面的步骤的一种加密方法, 其中输入光信号与控制信号两者中都包含信息内容, 其中之一为一个预定的加密码, 并可扩展到以这一方法生成的信号的解密方法, 其中包括将与预定的加密码互补的另一个调制作用在输出信号上。这便提供了在一次操作中升频及加密信号的一种简单方



法。

在一个较佳实施例中，控制信号为一个电信号，而调制器则是其光输出对电控制输入具有非线性的响应的类型。M a c h - Z e h n d e r 干涉仪就是这种调制器的一个例子。采用这一类型的调制器，第一 R F 载波频率可以简单地只是第二与第三 R F 载波频率之和（即第三 R F 载波频率将第二 R F 载波频率升频到第一 R F 载波频率）。然而，在这种调制器中，可将控制信号的波幅选定为使得第二 R F 分量升频第三 R F 分量的一个所要求的整数倍的频率。这便容许用随后的较低频率的控制信号在控制频率与输出频率之间产生更大的转换因子，而进一步减轻调制器上的设计限制。

第一光信号所承载的调制最好是通过控制一个激光器的偏压而生成的。

本发明还可扩展到按照本发明的方法生成的光信号，以及通过检测这样的光信号生成的无线电或电信号。

按照本发明的第二方面包括用于生成具有包含一个第一 R F 载波频率及一个信息分量的一个第一 R F 分量的光信号的装置，该装置包括：

i ) 一个光学调制器，具有一个光输入端、一个光输出端及一个控制输入端；

i i ) 用于将一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的第二 R F 载波频率的第二 R F 分量的经过调制的光信号提供给光输入端的装置；



i i i) 用于将一个具有包含不同于所述第一 R F 载波频率的第三 R F 载波频率的第三 R F 分量的控制信号提供给控制输入端的装置;

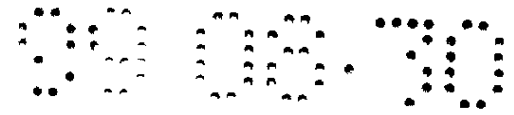
i v) 用于作用一个包括所述信息分量的调制在所述光信号或所述控制输入上的装置。

该配置在光输出端上生成一个经所述第一 R F 载波频率及所述信息分量调制的光信号, 所述第一载波频率为升频了所述第三载波频率或所述第三载波频率的整数倍的所述第二载波频率。

在一个较佳实施例中, 控制输入为一个电输入而光学调制器则为一个 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪。可将生成控制信号的装置配置成生成足够大的波幅的信号而使第二 R F 分量升频第三 R F 分量的整数倍的频率。

用于提供光信号的装置最好是一个激光器。最好将控制激光器的偏压的装置设置成用于生成第二 R F 分量。

因此, 输入光信号携带一个初始 R F 调制, 而使得输出光信号中包括一个升频了控制 R F 频率的初始 R F 调制的 R F 调制。这便容许采用低于所要求的输出 R F 载波频率的控制频率。再者, 如果采用了诸如 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪 (其传递函数是周期性的) 等具有非线性传递函数的调制器, 甚至可以使用更大的升频因子, 因为通过适当地选择控制信号的波幅, 输出可受控制信号的谐波支配。为了理解为何发生这一现象, 考虑具有导致光径中的路径长度之差在零与一个波长



$\lambda$  之间变化的波幅  $V 2 \pi$  的一个控制信号（见图 2）。从而，在该控制信号的各周期上，路径长度差将从零变到  $\lambda$  再变回到零。从而在控制信号各周期中将有两个相长干涉点（在零与  $V 2 \pi$  上）及两个相消干涉点（在  $V \pi$  上），从而在这一情况中调制器作用在光信号上的信号为两倍控制信号的频率。通过选择其它的控制信号波幅，可以引入不同的整数倍频因子。在上述简单例子中，控制信号的波幅是选择为从整数个波长改变路径长度的。在较小的波幅上改变它也能生成具有以相同方式使用的控制谐波信号。

本发明还扩展到包含本发明的第二方面的元件的加密设备，其中设置了用于将包含一个加密码的调制作用在光输入或控制输入上的装置。

信息内含可作用在任一输入信号上。在诸如上面提到的 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪等具有非线性的调制器中，控制输入的大波幅调制不能在输出光信号中精确地再现。然而作用在光输入上的调频则具有线性的频率特性。用作较佳配置的调制器的 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪也具有对作用在控制或光输入两者之一上的相位与频率调制的线性频率特性。诸如相位—振幅调制（如正交调幅：Q A M）等组合在光输入中也是可能的。

按照本发明的第三方面，提供了一种生成具有 R F 调制的输出光信号的方法，包括将一个输入光信号作用在具有非线性传递函数的调制器的光输入端上；将一个具有控制 R F 频率的



控制信号作用在调制器的一个控制输入端上，控制信号的波幅使输出光信号受到该控制 R F 频率的整数倍的一个 R F 频率的调制。该调制器最好是 M a c h - Z e h n d e r 干涉仪。虽然作用在控制输入上的是一个较低的频率，但本发明的这一方面容许将高 R F 调频作用在光信号上。这在减少在光学调制器的设计限制中具有上述优点。

下面只参照附图用实例来进一步描述本发明，附图中：

图 1 为用于执行本发明的方法的一种配置的示意图；

图 2 为展示 M a c h - Z e h n d e r 调制器的透射率相对于作用电压改变的变化视图；以及

图 3 至 6 为展示倍频因子随作用在 M a c h - Z e h n d e r 调制器上的电压的幅值的变化方式的视图。

参见图 1，其中示出了一种配置，包含具有一个电源输入端 2 及一个光输出端 3 的一个激光器 1。一个 R F 电信号源 4 a 通过放大器 5 连接在电输入端 2 上。连接在激光器 1 的光输出端 3 上的为一个 M a c h - Z e h n d e r 光学调制器 6。来自源 4 b 的另一个 R F 信号通过一个功率放大器 9 馈送给调制器 6 的电输入端 7。通过光纤 1 1 将调制器 6 的输出端 1 0 连接到一个光电探测器 1 2 上，后者将光信号转换成电信号。光电探测器通过另一个放大器 1 3 耦合在一根无线电天线 1 4 上，后者将电信号转换成无线电信号。来自源 4 a 或 4 b 之一的 R F 电信号可包含携带所需要的信息内容的调制。信号源 4 a 可生成模拟或数字调制输出，而后者本身又可调制到 R F 载



波频率。信号源 4 a 可采用诸如调频、调幅或调相等任何适当的调制方法生成一个多信道输出。由于调制器的非线性，源 4 b 一次只能提供一个信道。这一信道可以是调频或调相的。

下面描述这一配置可以采用的若干方式。

在第一种方法中，信号源 4 a 生成千兆赫范围内的与激光器 1 的响应时间配合的一个电 FM（调频）载波。FM 电载波信号携带兆赫频带内的一个调制，并将输入提供给激光器 1，激光器 1 生成的光信号直接响应电输入信号而变化以在输出端 3 上提供一个经过调制的 FM 光信号。

为了将中频（IF）上调制的光信号升频到较高的频率上，在调制器 6 中将光信号与来自源 4 b 的一个本机振荡器频率 LO 混合。从而调制器 6 的输出为包含经来自源 4 a 的 RF 载波频率的一个高频 RF 信号加上本身经信息内容调制的源 4 b 的本机振荡器频率调制的光载波的一个信号。因此，升频是在光学系统中进行的，这与在光学系统上游或下游的电系统中执行升频相比，具有许多优点。在第二种配置中，携带信息的调制可通过信号源 4 b 作用。这可以是调相或调频的，并具有一个 RF 载波频率。

通过在一个充分大的波幅上提供来自源 4 b 的信号，可以以下面要描述的方式在调制器 6 中倍增该 RF 频率，而使调制器的输出在高于电输入的一个频率上，借此避免在这样高的电频率上驱动时与光学调制器相关联的问题。

在本发明的范围内还可设计出其它的配置。例如，携带信



息的信号可由电源 4 a 与 4 b 两者来施加，在源 4 b 上为一个预定的码。两个信号在输出 1 0 中成为扰频的。一位知道在 4 b 上作用的码信号的远程用户从空中接收来自天线 1 4 的扰频信号，并用一个与来自源 4 b 的信号互补的信号重新组合该输出信号，而恢复来自输入 4 a 的信号。

下面描述除了作为本机振荡器与光学调制信号的混频器的功能之外，采用该调制器作为本机振荡器频率的倍频器。

图 2 中的水平轴表示作用在调制器上的电压而垂直轴则表示调制器的透射率。可以看出调制器相对于电输入的变化响应是高度非线性的。因此它最适合于提供不变波幅调制。更复杂的调制将受到非线性响应的畸变。在将经过调制的输入 4 馈送给光学调制器 6 的电输入端 7 的配置中，这种非线性响应限制了该系统使用在单信道应用中。

在按照本发明的配置中，可用调制器的非线性频率特性来生成本机振荡器频率的谐波，从而在调制器中容许较高的升频因子。

光电探测器 1 2 的输出  $i(t)$  可表示为其傅里叶分量  $I_p$  之和：

$$i(t) = \sum_{p=-\infty}^{\infty} I_p \exp(jp\omega t)$$

$$I_p = \frac{1}{\tau} \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} i(t) \exp(-jp\omega t) dt$$



假设具有对  $V = 0$  对称的特征的一个  $M a c h - Z e h n d e r$  调制器 (图 2),  $V_{\pi}$  为该  $M a c h - Z e h n d e r$  干涉仪的透射率从全透射 (相长干涉) 进行到全消光 (相消干涉) 所需的电压偏移。

在这一干涉仪上作用一个正弦曲线电压 ( $V a S i n \omega t + V b$ ), 其中:

$V a =$  作用电压的幅值

$V b =$  作用电压的直流偏压

给出一个具有谐频的输出, 则其傅里叶幅值由下式给定:

$$I_p = \frac{1}{2} \left( 1 + \cos \left( \frac{\pi V_b}{V_{\pi}} \right) J_0 \left( \frac{\pi V_a}{V_{\pi}} \right) \right), p = 0$$

$$\frac{1}{2} \cos \left( \frac{\pi V_b}{V_{\pi}} \right) J_p \left( \frac{\pi V_a}{V_{\pi}} \right), p \text{ 偶次, } \neq 0$$

$$\frac{1}{2} \sin \left( \frac{\pi V_b}{V_{\pi}} \right) J_p \left( \frac{\pi V_a}{V_{\pi}} \right), p \text{ 奇次}$$

通过将偏压选择为  $1 / 2 (V_{\pi})$  便能生成只有偶次的谐波。通过将偏压选择为  $V_0$ , 便能选择只有奇次的谐波。选择  $V a = 0$ , 在调谐偏压  $V b$  时再生零次谐波的  $M a c h - Z e h n d e r$  传递函数, 而较高的谐波则为零。

直流幅值等于  $| I_0 |$ 。(即透射过调制器的平均光强)





交流幅值等于  $|2 I_p|$ ， $p > 1$ 。

从而可将“ $p$ 次”谐波的调制深度定义为：

$$M_p = \left| \frac{2I_p}{I_o} \right|$$

然而  $I_o$  的值是随作用的交流调制电压  $V_a$ （同时随偏压  $V_b$ ）变化的。因此，加大调制器深度并不一定对应于加大一个特定谐波的波幅。

也许选择  $V_a = V_b = 0$  时的直流电平作为参照最为方便，在这一情况中  $I_o (V_a = V_b = 0) = 1$ 。

这时修正后的调制深度成为：

$$\begin{aligned} M_p &= \left| \frac{2 I_p(V_a, V_b)}{I_o (V_a = V_b = 0)} \right| \\ &= \cos \left( \frac{\pi V_b}{V_\pi} \right) J_p \left( \frac{\pi V_a}{V_\pi} \right), \quad \begin{matrix} p \text{ 偶次} \\ p > 1 \end{matrix} \\ &\quad \sin \left( \frac{\pi V_b}{V_\pi} \right) J_p \left( \frac{\pi V_a}{V_\pi} \right), \quad \begin{matrix} p \text{ 奇次} \\ p > 1 \end{matrix} \end{aligned}$$

图 3 至 6 示出为各种  $V_a$  与  $V_b$  值计算的传递特征。奇次谐波是在  $1/2 V_\pi$  上偏移的而偶次的则在  $V = 0$  上偏移。在这些图中，输入电压用虚线示出而输出则用实线示出。下表中给出作用的电压（任意单位）：

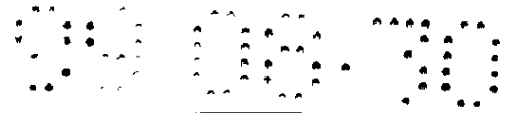


图	V a	V b	主谐波
3	1	$1/2V \pi$	基波
4	59	0	二次
5	112	$1/2V \pi$	三次
6	877	0	十次

以这一方式，通过在电输入端上作用不同的波幅 V a ，便能在光学系统中产生不同频率的调制。

如所见，输出波形与输入的形状不同。因此，从这些图中可以看出，作用在这一调制器输入上的多信道信号将受到畸变，从而难于在接收机上抽取。然而，对于诸如本机振荡器等单一频率输入，这一点并不重要，因为有害的谐波可在下游滤掉。

在参照图 3 至 6 描述的简单情况中，光输入是未经调制的，从而光输出只受倍频控制频率的调制。然而，如果光输入信号已经带有调制，光学调制器将这一调制与倍频控制频率混合而提供升频。

在图 1 的示范性实施例中，信号源（4 a）是由生成 9 5 0 - 1 7 5 0 兆赫之间的信道的一个 A v a n t e k V T 0 9 0 9 0 振荡器实现的。其输出用于调制一个 L a s e r t r o n Q L X S 1 3 0 0 兆瓦激光器（1），后者的输出沿一条步长指数单一模式 9 / 1 2 5 微米光纤（3）行导到一个 B T & D I O C 2 0 0 0 - 1 3 0 0 调制器（6）。对这



一调制器的控制输入(7)是由在3.4千兆赫上工作的一个马可尼(Marconi)2042本机振荡器(4b)提供并经一个Minicircuits ZFL/42放大器(9)放大的,使得本机振荡器频率的第8次谐波(即27.2千兆赫)支配信号响应。从而调制器6的输出具有 $27.2 \text{ GHz} + (950 \text{ 至 } 1750 \text{ MHz})$ 即37.15至37.95 GHz的RF载波频率,通过另一条步长指数单模式9/125微米光纤11将其馈送到一个检测器(12),诸如在Wake D的“带有2.4兆兆赫(THz)的带宽效率积的1550nm毫米波光电探测器”(光波技术杂志(Journal of Lightwave Technology, 1992年第10卷,908—912页)中所描述的。从这一检测器的输出由一个Celeritek CSA946892放大器(13)放大后作为37千兆赫带中的微波从一个标准增益20dB喇叭形天线发射。

虽然上述实施例中全都包含Mach-Zehnder干涉仪,但熟悉本技术者应能理解干涉仪的构造不是主要的;可用诸如电吸附调制器呈现非线性传递特征的任何种类的干涉仪来替代。所要求的只是它必须呈现适当的传递特征。

# 说明书附图

图1

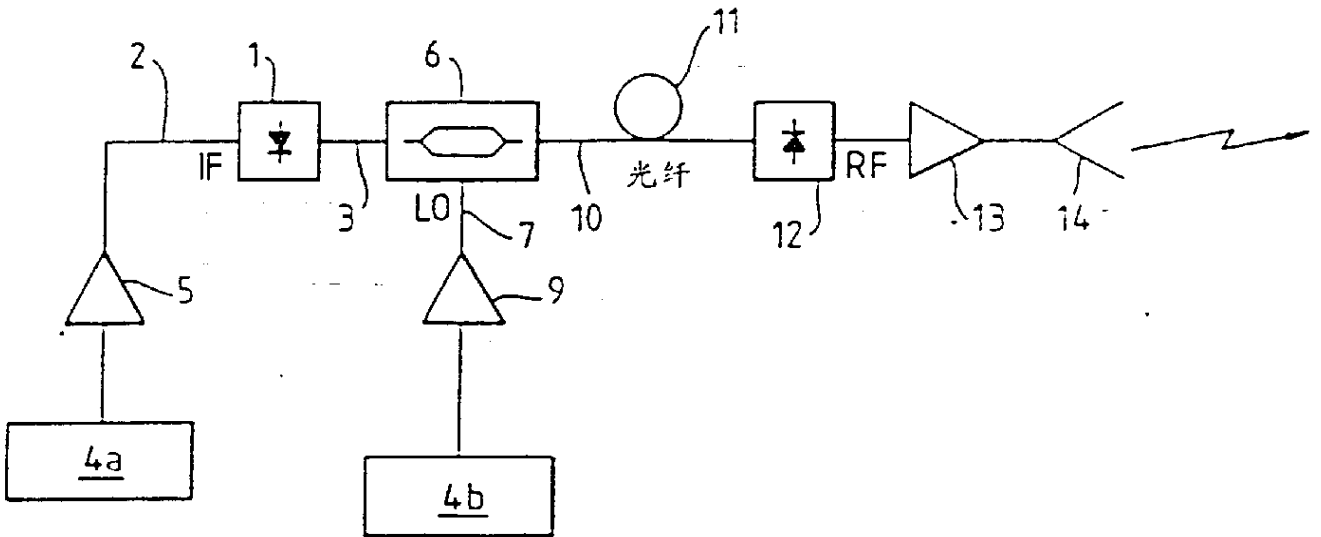


图2

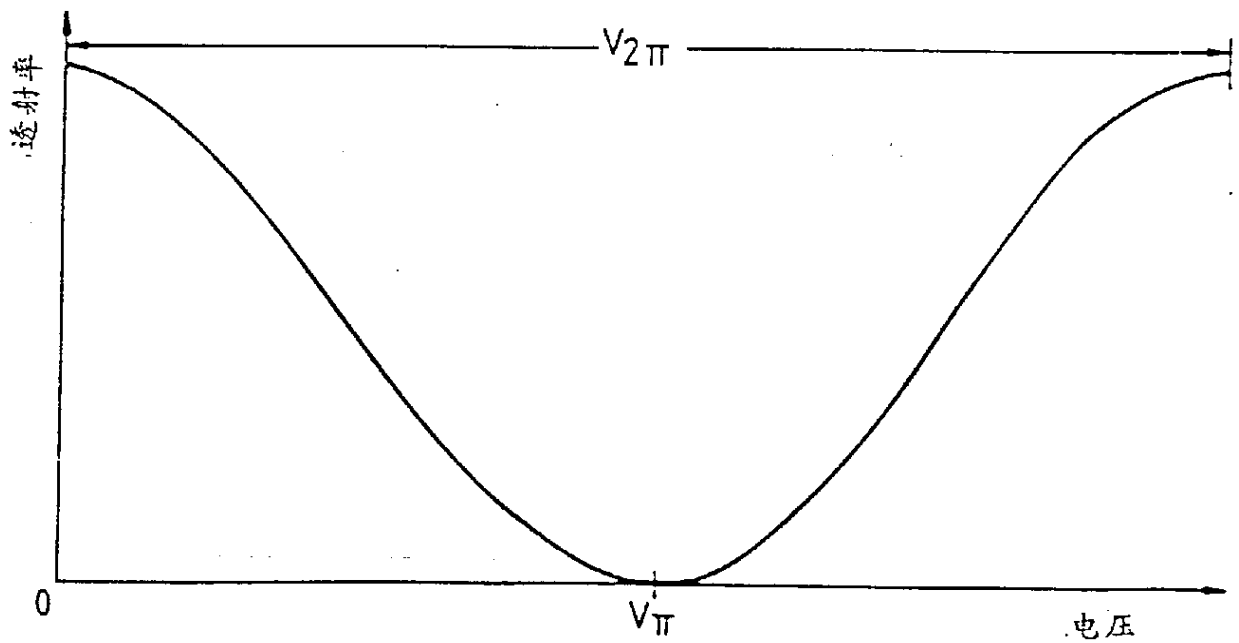
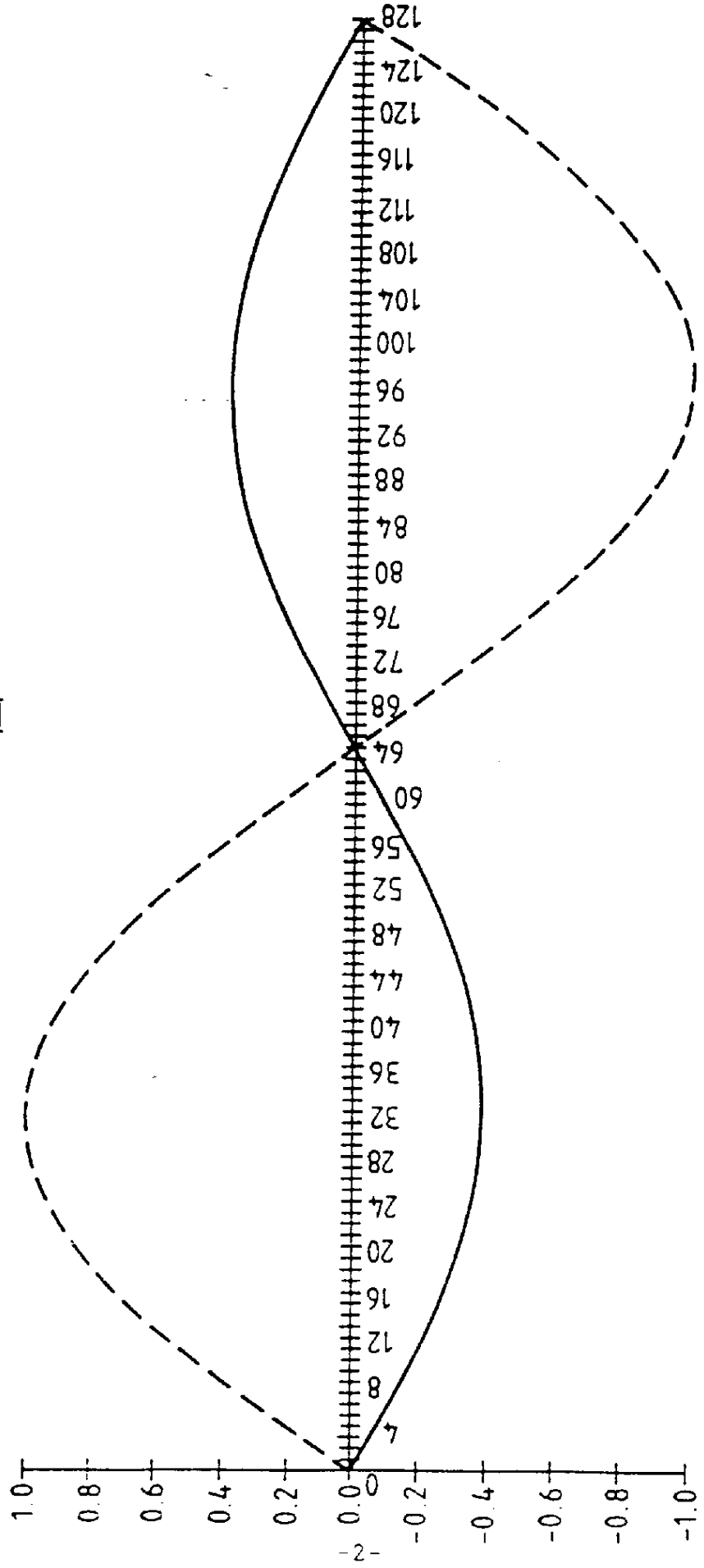
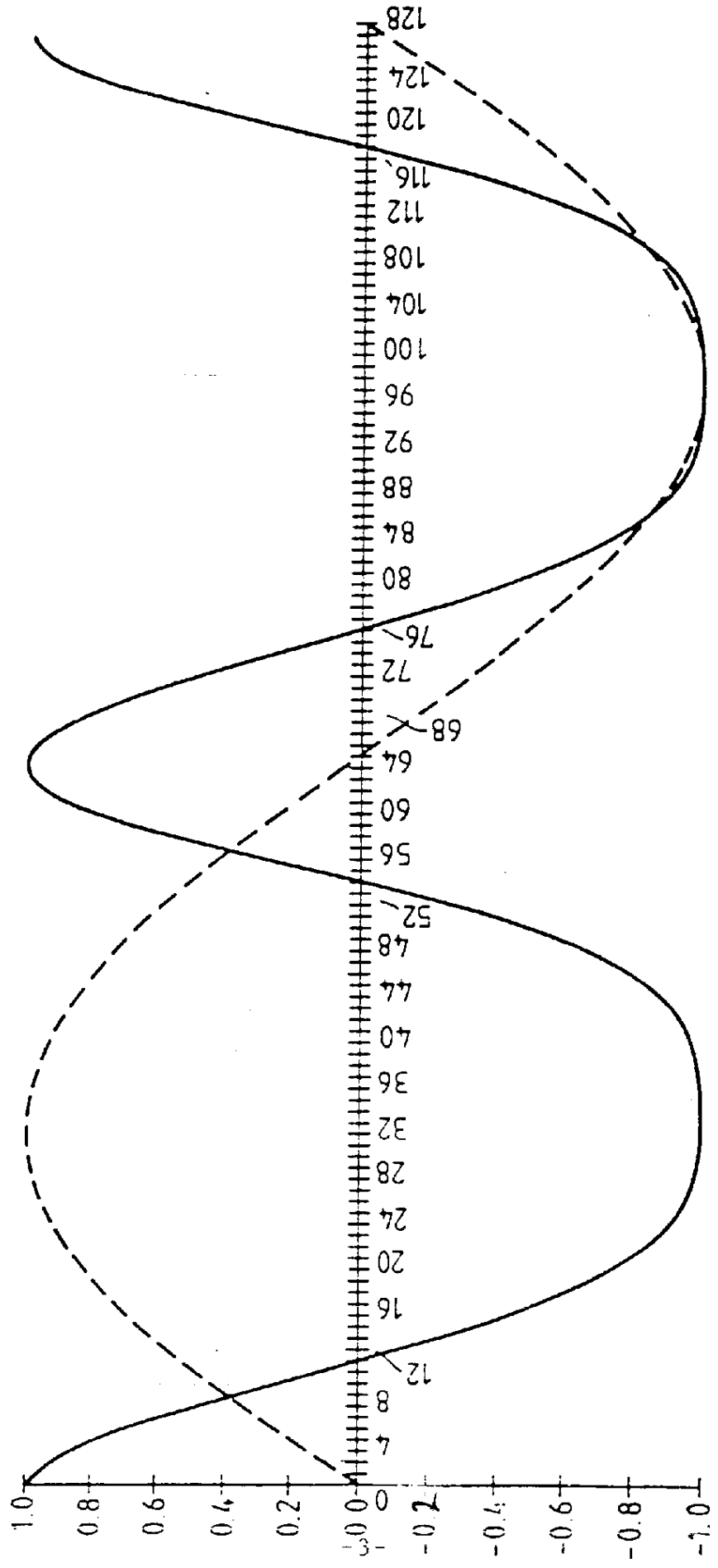


图3



—— 电输入  
- - - 光输出

图4



—— 光输出

--- 电输入

图5

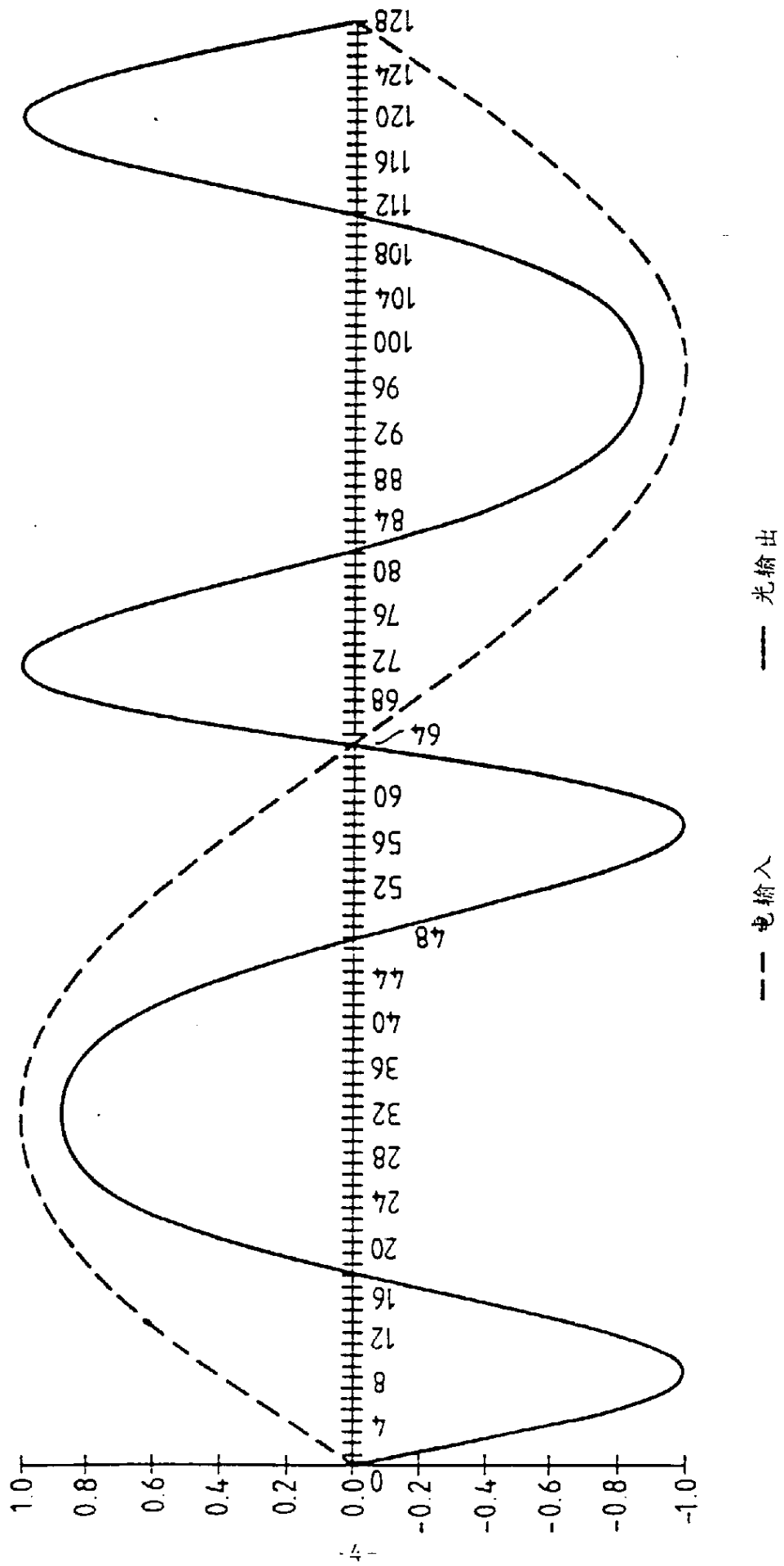
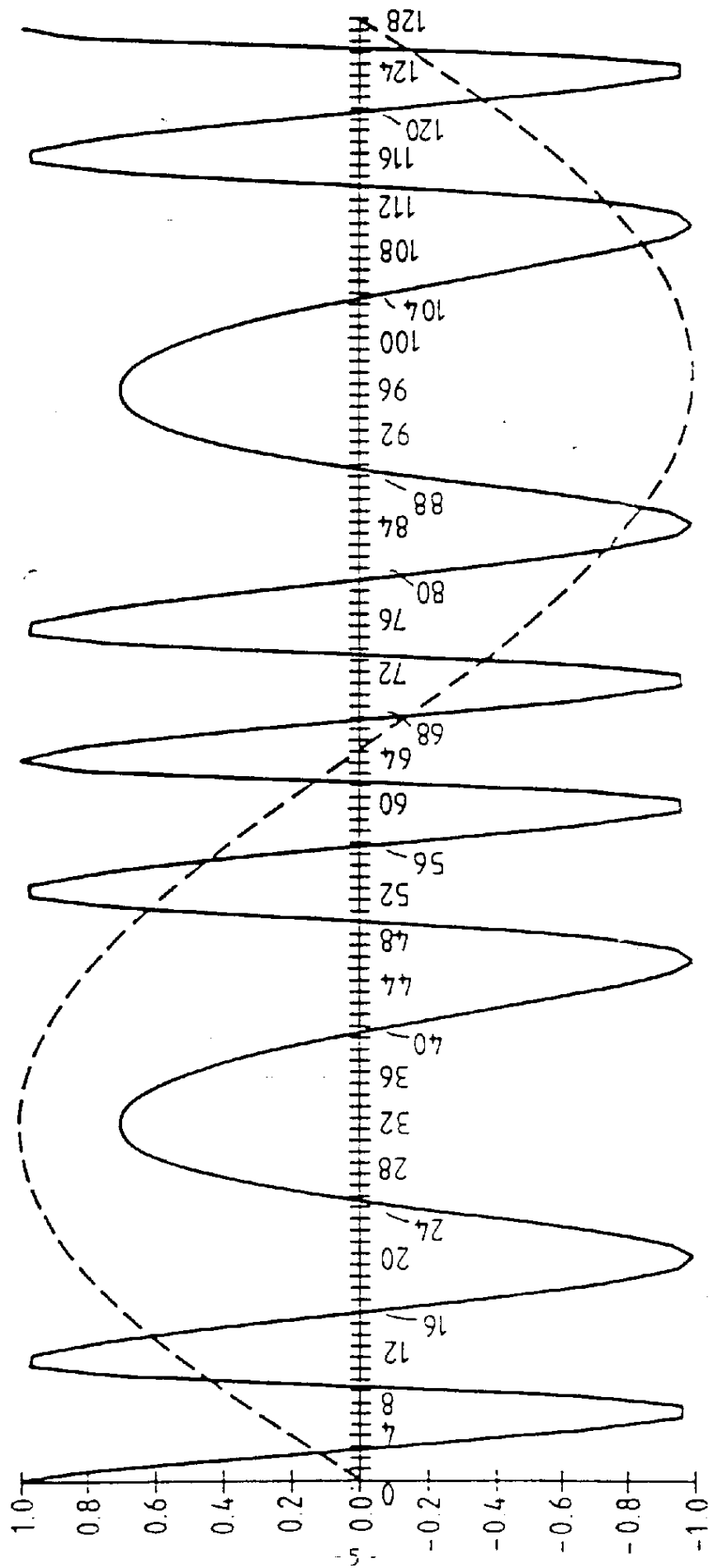


图6



—— 光输出

--- 电输入