



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 89100121.2

[51]Int.Cl⁵

G02F 1/03

[45]授权公告日 1994年2月16日

[24]颁证日 93.12.4

[21]申请号 89100121.2

[22]申请日 89.1.6

[30]优先权

[32]88.1.6 [33]AU[31]PI6188/88

[73]专利权人 特尔斯特拉有限公司

地址 澳大利亚维多利亚省

[72]发明人 彼得·查尔斯·肯门尼

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张志醒 王忠忠

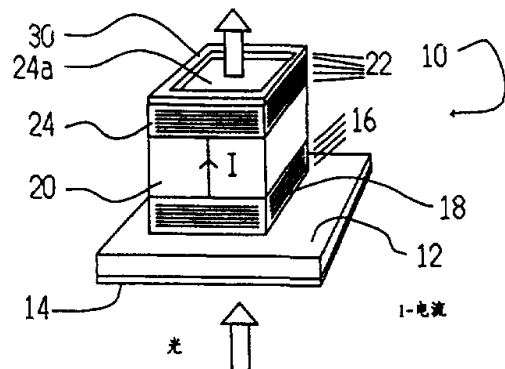
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 电流注入式调制器

[57]摘要

一种电流注入式调制器，它具有—单晶基片(12)，基片(12)上依次配置有一内反射器(18)、共振腔层(20)和一外反射器(24)，它们系这样配置，使得往其上加电流时，共振腔层的折射率就发生变化，从而改变调制器的光透射率。



1. 一种电流注入式调制器, 具有这样的结构: 有某一折射率的单晶基片, 基片上依次配置有第一组取向生长单晶层形成的一个内反射器、一共振腔层和由第二组取向生长单晶层形成的外反射器, 该结构至少有一部分(即一层或一层以上的内反射器、基片和共振腔层)是导电的, 而且是P型导电或n型导电, 该结构的至少另一部分(即一层或一层以上的外反射器和共振腔层)是导电的, 而且是n型导电或P型导电, 但其导电类型与所述一部分不同; 该结构还包括分别与所述结构的所述一部分和所述另一部分作电阻接触的第一和第二导电装置, 其特征在于: 往所述导电装置施加正向偏压时, 所述结构中就有电流通过, 以使该结构根据电流的变化而改变所述共振腔层的折射率, 从而改变调制器的光透射率, 以便根据所述电流的所述变化而调制通过调制器的光束。

2. 如权利要求1中所述的电流注入式调制器, 其特征在于: 内反射器的复数反射率幅值为

$$r_i = r_1 \exp(j \Phi_1)$$

其中 r_1 是包含在内反射器中各薄层的反射率的大小, Φ_1 是在该反射率下的相位移; 外反射器的复数反射率幅值为

$$r_o = r_2 \exp(j \Phi_2)$$

其中 r_2 是外反射器各层的反射率的大小, Φ_2 是在该反射率下的相位移。

3. 如权利要求1或2所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 内反射器毗邻共振腔层的那层其折射率 N_b 和外反射器紧挨着共振腔层的那一层的折射率 N_a , 应与共振腔层在任何特定电流流过调制器时的折射率 $N_r(I)$ 有如下关系:

若 $N_a < N_r(I)$, 则 $N_b < N_r(I)$ 。

4. 如权利要求1 或2 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 内反射器毗邻共振腔层的那一层的折射率 N_b 和外反射器紧挨着共振腔层的那一层的折射率 N_a , 应与共振腔层在任何特定电流流过调制器时的折射率 $N_r(I)$ 有如下的关系:

若 $N_a > N_r(I)$, 则 $N_b > N_r(I)$ 。

5. 如权利要求 1所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 组成反射器的各层, 其折射率和厚度是可改变的, 以便达到光学厚度为 $\lambda/2$ 或其奇数倍的合成周期, 其中 λ 是本特制调制器待调制的光的一系列可能有的离散波长中的最长波长值。

6. 如权利要求1 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 反射器的组成, 因而反射器的折射率, 是连续变化或逐段变化的, 以便达到具有 $\lambda/2$ 或其奇数倍光学厚度的合成周期。

7. 如权利要求1 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 所述基片和其后各材料层是一些由选自包含镓、铝和砷元素族的材料制成的单晶, 这些材料在特定薄层中以特定比例混合。

8. 如权利要求1 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 基片和其后各材料层是一些由选自包含镓、铟、砷和磷元素族的材料制成的单晶, 这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

9. 如权利要求1 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 基片和其后各材料层是一些由选自包含镓、铟、铝、砷和锑元素族的材料制成的单晶, 这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

10. 如权利要求1 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 基片和其后各材料层是一些由选自包含汞、镉、锰和碲元素族的材料制成的单晶, 这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

11. 如权利要求1 所述的电流注入式调制器, 其特征在于, 基片和

其后各材料层是一些由选自包含铅、硫、碲和硒元素族的材料制成的单晶，这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

12. 如权利要求1所述的电流注入式调制器，其特征在于，所述各薄层又可以由有序化结构或多量子阱结构更薄的层组成。

13. 如权利要求1所述的电流注入式调制器，其特征在于，所述各薄层在组成上连续分级。

电流注入式调制器

本发明涉及一种电流注入式调制器。这种调制器能调制其波长等于或接近一系列彼此具有简单关系的离散波长的发射或反射光的强度。调整调制器的尺寸和/或构成即可在宽广的范围内任意选定这些离散的起作用的波长。

本发明的一个方面提供具有这样一个结构的电流注入式调制器：一具有某一折射率的单晶基片，基片上依次配置有第一组取向生长单晶层形成的一内反射器、一共振腔层和由第二组取向生长单晶层形成的外反射器。该结构至少有一部分（即一层或一层以上的内反射器、基片和共振腔层）是导电的，而且或是P型导电或是n型导电，该结构的至少另一部分（即一层或一层以上的外反射器和共振腔层）是导电的，而且或是n型导电或是P型导电，但其导电类型与所述一部分不同。该结构还包括分别与该结构的所述一部分和所述的另一部分电阻接触的第一和第二导电装置，因而往所述导电装置施加电压时，所述结构中就有电流通过，促使该结构根据电流的变化改变所述共振腔层的折射率，以便按照所述电流的变化调制通过调制器的光束从而改变调制器的光透射率。

组成反射器的各层，其折射率和厚度是可改变的，以便达到光学厚度为 $\lambda/2$ 或其奇数倍的合成周期，其中 λ 是本特制调制器待调制的光的一系列可能有的离散波长中最长的波长值。在另一个实施例中，反射器的组成，因而反射器的折射率，可以连续或逐段变化方式以便使达到的合成周期具有 $\lambda/2$ 或其奇数倍的光学厚度。

相位 Φ_1 和 Φ_2 可由下列关系式表示：

$$r_i = r_1 \exp(j \Phi_1)$$

其中 r_1 是包含在内反射器中各薄层的反射率的幅值， Φ_1 是该反射率下的相位移。

$$r_o = r_2 \exp(j \Phi_2)$$

其中 r_2 是外反射器各层的反射率的大小， Φ_2 是在该反射率下的相位移。

内反射器毗邻共振腔层的那层，其折射率 N_b 和外反射器紧挨着共振腔层的那层的折射率 N_a ，应与共振腔层在有任何特定电流流过调制器时的折射率 $N_r(I)$ 具有以下两个关系中的任何一个关系：

$$\text{若 } N_a < N_r(I), \text{ 则 } N_b < N_r(I)$$

$$\text{或者 } \text{若 } N_a > N_r(I), \text{ 则 } N_b > N_r(I)$$

现在仅按附图以举例的方式进一步说明本发明的内容。该唯一的附图是根据本发明构成的电流注入式调制器的示意透视图。

图中所示的电流注入式调制器10有一个折射率为 N_s 的单晶基片12。该基片的“背”面可设一层或一层以上旨在降低背面反射率的材料，使得在调制器的工作波长下其反射率比未覆以该材料时低，同时基片的某些部位还可加以金属化，以便与调制器进行电阻接触，例如象图中所示的金属化层14那样。

在一起构成内反射器18的第一组取向生长单晶层16就在该基片上。这些薄层的结构、厚度和数目即构成按薄膜光学和半导体技术的各项已知因素选取、以获取所希望的反射性、导电性、透明度、稳定性和晶体生长各项参数的变量。

内反射器的特征部分在于其复数反射率幅值 r_i ，其中：

$$r_i = r_1 \exp(j \Phi_1)$$

式中 r_1 是反射率的大小。

内反射器18上方安置有与其接触的一个共振腔层，该层的厚度为 d ，

其对以任何偏振方式通过其中的光的折射率为 $n_r(I)$ ，其中 I 是流经调制器的电流。该折射率应具有以下两种性能之一种：

若 $n_a < n_r(I)$ ，则 $n_b < n_r(I)$

或者 若 $n_a > n_r(I)$ ，则 $n_b > n_r(I)$

其中 n_b 是内反射器18 毗邻共振腔层的那一薄层的折射率， n_a 是下面即将谈到的一系列薄层22 中直接毗邻共振腔层20 并与共振腔层20 接触、在内反射器18 对边的那一薄层的折射率。

共振腔层上方设有上述成组的薄层22，各薄层呈取向生长单晶的形式。这些薄层在一起构成外反射器24。和内反射器18 一样，构成外反射器的各薄层22 系按薄膜光学和半导体技术已知的各项因素选取，以获取所希望的反射性、导电性、透明度、稳定性和晶体生长参数等各项性能。

外反射器24 的部分特征可以是其复数反射率幅值 r_0 ，其中：

$$r_0 = r_2 \exp(j \Phi_2)$$

式中 r_2 为反射率幅值。

在外反射器24 远离共振腔层20 的那侧，反射器24 与折射率为 n_i 的入射介质接触。

基片和其后的各材料层可以由化学元素周期表的任何元素制成的化合物或合金或适合该用途的纯元素组成的单晶。举例说，

基片和其后各材料层可以是一些由选自包含镓、铝和砷元素族的材料制成的单晶，这些材料在特定薄层中以特定比例混合。

基片和其后各材料层也可以是一些由选自包含镓、铟、砷和磷元素族的材料制成的单晶，这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

基片和其后各材料层还可以是一些由选自包含镓、铟、铝、砷和锑元素族的材料制成的单晶，这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

基片和其后各材料层还可以是一些由选自包含铅、硫、碲和硒元素族的材料制成的单晶，这些材料在特定薄层中以特定的比例混合。

采用其它材料体系是可能的也是本领域技术人员所显而易见的。

此外各所述薄层又可以由一般叫做有序化结构或多量子阱结构更薄的薄层组成，或者将所述各薄层在组成上连续分级。

内反射器和/或基片和/或共振腔层的某些部分有必要掺以杂质原子使它们导电。这种导电(以下称之为第一种导电)可以是借助于电子(n 型)的或借助于空穴(p 型)的。

适宜与第一种导电掺杂材料作电阻接触的第一金属化层(14)敷设在基片12上或敷设在调制器上或靠近调制器的另一处，使其只和该掺杂物质作电阻接触。

外反射器24和/或共振腔层20的某些部位掺有杂质原子而使其导电。这种导电(以下称之为第二种导电)可以是借助于电子(n 型)或借助于空穴(p 型)的。若第一种导电是 n 型的，则第二种导电为 p 型，若第一种导电是 p 型的，则第二种导电为 n 型。

适宜与第二种导电掺杂材料作电阻接触的第二种金属化层敷设在调制器上或靠近调制器处使其只和该掺杂材料作电阻接触。从图中可以看到，这种金属化层是以金属化框30的形式在外反射器24远离共振腔层20的表面24a上形成。

为方便起见，我们将基片12、内外反射器18、24、共振腔层20连同上述金属化层和薄层20或反射器18、24任一侧的其它覆盖层一起总称为“材料结构”。在材料结构上可通过蚀刻或其它隔离方法形成一个或一个以上的调制器或调制器群，这样在与金属结构的那些分别是第一种和第二种导电的部分接触且与特定的调制器或调制器群接触的金属化层之间加上正向偏压时，电流主要就沿如此连接的各特定调制器的 n 型和 p

型材料之间的直接通路上出现。正向偏压如通常那样是通过提高P型材料的电位使其超过n型材料的电位而获取的。

这里所述和图中所例示的调制器结构，其周围可以部分或全部地加设包括半导体(无论是受或不受象质子之类的高能粒子照射的半导体)、聚合物或绝缘材料的材料，使其起钝化作用，减少或增加表面复合，起光密封作用或提高环境稳定性。

从平面图上看(从上面看)，调制器可以取任何形状，包括方形、长方形、圆形或椭圆形。各侧壁(如有的话)可垂直于基片，或倾斜或呈曲面。

上面谈过，调制器上的入射光是通过改变流经调制器的电流而进行调制的。

折射率 $N_r(I)$ 作为流经共振腔层 $2d$ 的电流的某种函数而变化，该电流则是因从外部往调制器两端加电位差而产生的。

波长为 λ_m 时，调制器的传送量最大， λ_m 可由下式求出：

$$\frac{2\pi N_r(I)d \cos \theta}{\lambda_m} - \frac{\Phi_1 + \Phi_2}{2} = m\pi$$

$$m=0, 1, 2, \dots$$

其中 θ 是光在共振腔层 $2d$ 相对于该层法线的传播角度，相位 Φ_1 、 Φ_2 (如前所述)是指在共振腔中出现的任何特定偏振情况的光。当电流 I 流经调制器时，共振腔的折射率为 $N_r(I)$ 。

任何特定波长 λ_i 的入射光束通过调制器传播时是通过改变电流 I ，因而通过改变折射率 $N_r(I)$ 进行调制的。折射率的这个变化促使调制器最大传输光的波长位置按上述表达式相对于波长 λ_i 而变化，这样就调制了通过调制器传输的光。反射光的强度以及发射光束和反射光束的相位也都受到调制。这些相位调制是因电流 I 变化时共振腔层的光学厚度发生变化而产生的。光学厚度 $N_r(I)d \cos \theta$ 一般用下式表示：

$$N_r(I)d \cos \theta = \frac{m' \lambda m'}{2}$$

在一般情况下，当 $\Phi_1 + \Phi_2 = 2\pi$ 或 $\Phi_1 + \Phi_2 = 0$ 时，

$$m' = \begin{cases} m+1, & \Phi_1 + \Phi_2 = 2\pi \\ m, & \Phi_1 + \Phi_2 = 0 \end{cases}$$

为达到最佳性能，调制器的结构在导纳方面应与入射介质匹配。举例说，若基片、高折射率层和共振腔层是由GaAs构成，其折射率为 N_g ，且低折射率层是由AlAs构成，其折射率为 N_a ，而且，若该结构在远离基片的入射介质界面处以高折射率层而终止，且若内反射器中的低折射率层的数目为 y ，外反射器中低折射率层的数目为 x ，且若调制器是在法线的入射方向上受照射的，则调制器装置的光导纳 Y 为：

$$2(x-y)$$

$$Y = N_g(N_g/N_a)$$

若入射介质是光导纳极其接近 $Y=1$ 的空气，则当

$$y = x + 4 \quad \text{时，}$$

调制器在整个全透明波长范围内就极其接近导纳匹配状态。

要使调制器工作，对光学厚度所作的选择并不是关键问题，但工作波长应确定得使其偏离共振腔通过激光作用实质上显示出的光增益的波长区。

按本发明制造的调制器，其显著优点是它们可在无需通过切割或蚀刻形成镜面的情况下制成。

并排配置(例如成一直线或二维阵列)的调制器是不难进行制造的。

在一个实施例中，调制器可以是例如直径约为10微米的圆柱体。这将产生与小纤芯的光纤良好匹配的传输模式，因而介入损耗低。输入/

输出小平面的功率密度就比半导体波导调制器的小，这样就可以提高功率而工作而不致使小平面损伤。这些在本调制器其它实施例中具备的性能对包括通信、光学数据的存取、光学计算和激光光束强度的调制等用途都是有利的。

这里仅以说明的方式提出上述调制器，在本说明书所附权利要求书的范围内是可能作出对本调制器进行的多种修改和变更的。

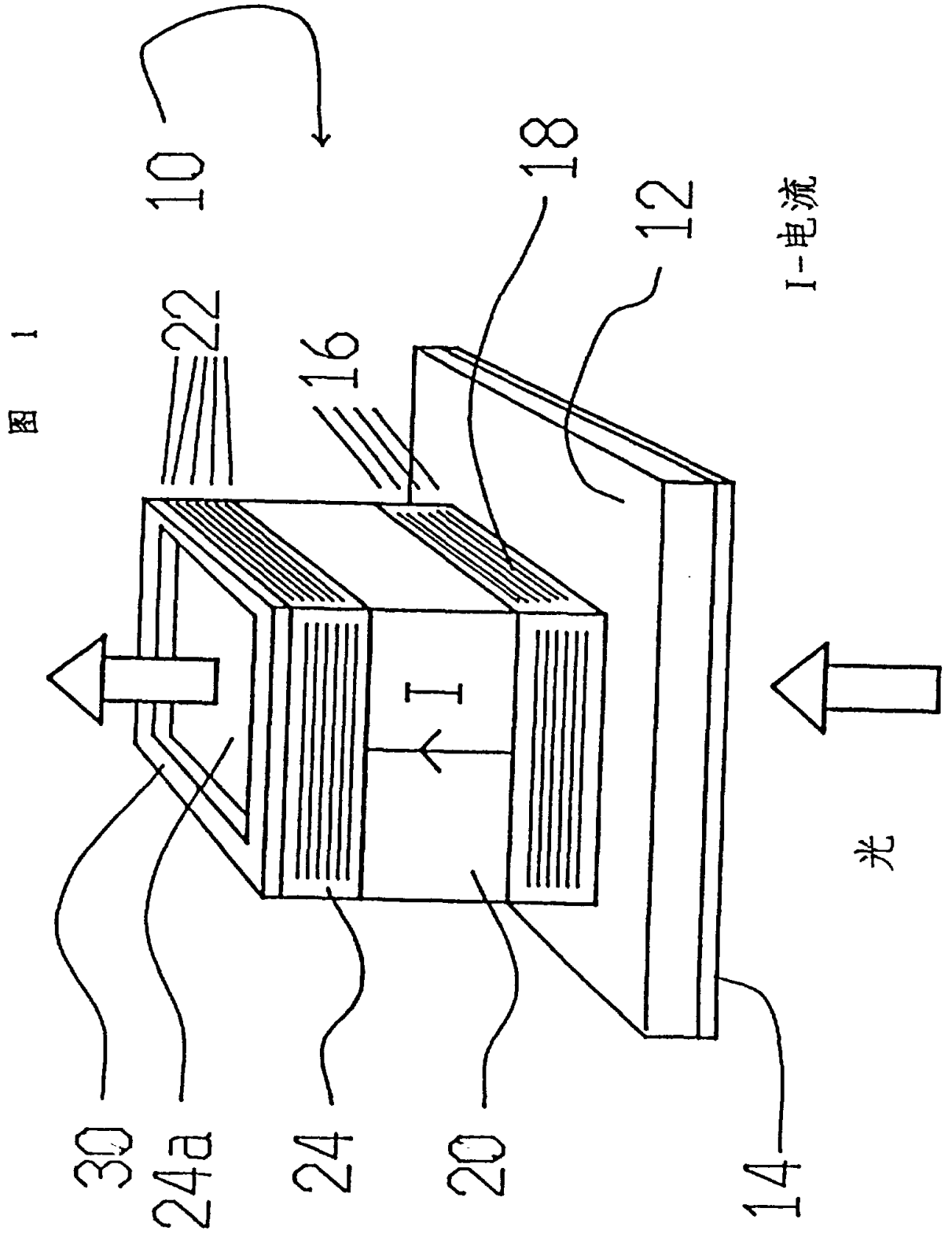


图 1