



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96194029.8

[43]公开日 1998年6月10日

[11] 公开号 CN 1184554A

[22]申请日 96.5.16

[30]优先权

[32]95.5.19 [33]US[31]08 / 444,883

[86]国际申请 PCT / US96 / 07005 96.5.16

[87]国际公布 WO96 / 36983 英 96.11.21

[85]进入国家阶段日期 97.11.19

[71]申请人 詹金·A·理查德

地址 美国加利福尼亚

[72]发明人 詹金·A·理查德

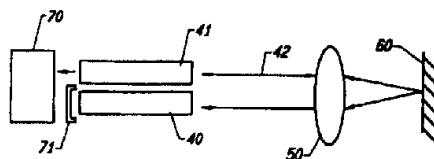
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所
代理人 蒋世迅

权利要求书 15 页 说明书 19 页 附图页数 26 页

[54]发明名称 光学收发设备

[57]摘要

提出一种利用一个或多个激光腔(40, 41)确定反射目标表面(60)位置的设备和方。发射激光腔(40)产生稳定谐振腔输出光束(42), 一个含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合光束图形调制该输出光束。反射的复合调制光束进入接收激光腔, f_1 和 f_2 的基波和谐波在此接收激光腔内产生。光电二极管(70)测量接收激光腔的复合调制输出光束功率, 连接在光电二极管的去卷积系统用于滤出 f_1 的基频和 f_2 的二次谐波。根据测得的复合调制输出光束功率随时间的变化关系获得反射目标位置的信息。



权 利 要 求 书

1. 一个确定反射目标表面位置的设备，它包括：

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

把所述输出光束会聚到所述目标表面的装置；

光束调制装置，使含频率为 f_1 的第一波和频率为 f_2 的第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上；

接收激光腔装置，用于接收所述反射的复合调制光束，其中波 f_1 和 f_2 的基波和谐波是在所述接收激光腔装置内产生；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率；以及

去卷积装置，它连接到所述测量装置，对波 f_1 的基波和波 f_2 中选定的一个谐波进行滤波，根据所述接收激光腔装置中测得所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系获得所述目标的位置信息。

2. 按照权利要求 1 的设备，其中所述谐波是二次谐波， f_1 与 f_2 之频率比为 2: 1。

3. 按照权利要求 1 的设备，其中所述相干光输出光束的波长为 λ ，相对于参考信号而言，或所述波 f_1 的基波相位，或所述波 f_2 的二次谐波相位，在每一 λ 上相位改变 180° 四次，其中所述去卷积装置包括：

相位正交检测装置，它连接到所述测量装置，用于检测每一 $\lambda/4$ 上或所述基波，或所述二次谐波的相位变化，并根据所述相位正交信息和幅度信息获得所述目标位置的信息。

4. 按照权利要求 3 的设备，其中在每一 λ 上四个不同相位逻辑状态出现在所述基波与所述二次谐波之间，这些波在每一 λ 上具有可重复的图形，其中所述相位正交检测装置对于每个所述测得的功率随时间变化关系贮存不同的相位逻辑状态，它还包括：

目标运动检测装置，用于比较两个或多个顺序测量之间所述不同的相位逻辑状态，以确定所述目标运动的方向和速度。

5. 按照权利要求 1 的设备，其中两个波 f_1 和 f_2 是由具有相位 ϕS_1 和 ϕS_2 的电子调制信号 S_1 和 S_2 产生的光波，具有相位 $\Phi 2S_2$ 的参考信号 $2S_2$

一直不断地产生出来，测量所述复合调制输出光束功率的所述测量装置是光电二极管，此光电二极管产生相位的 ΦR_1 的输出信号第一分量 R_1 ，它对应于 f_1 的基波，还产生相位为 $\Phi 2R_2$ 的输出信号第二分量 $2R_2$ ，它对应于 f_2 的二次谐波，其中所述相位正交检测装置包括比较器，它比较 $\Phi R_1 - \Phi S_1$ 和比较 $\Phi 2R_2 - \Phi 2S_2$ ，其中或 $\Phi R_1 - \Phi S_1$ ，或 $\Phi 2R_2 - \Phi 2S_2$ ，在每一 $\lambda/4$ 上改变 180° 。

6.按照权利要求1的设备，其中产生稳定谐振腔激光器输出光束的所述装置包括两个匹配激光器中的一个，所述接收激光腔装置包括两个匹配激光器中第二个。

7.按照权利要求6的设备，其中所述两个匹配激光器是二极管激光器。

8.按照权利要求1的设备，其中 f_1 的频率等于 f_2 的频率。

9.一个确定反射目标表面位置的方法，其步骤为：

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束；

把所述激光器输出光束会聚到所述目标表面；

使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述激光器输出光束；

从所述目标表面反射一部分所述复合调制光束；

在接收激光腔内接收所述复合调制光束的所述反射部分，在此激光腔内产生 f_1 和 f_2 的基波和谐波；

测量所述接收激光腔的所述复合调制输出光束功率；以及

滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选取的一种谐波频率，根据测得的所述接收激光腔内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，获得所述目标位置的信息。

10.按照权利要求9的方法，其中所述激光器输出光束的波长为 λ ，所述选取的谐波是二次谐波，其中相对于参考信号而言，或所述波 f_1 的基波相位，或所述波 f_2 的二次谐波相位，在每一 λ 上相位改变 180° 四次，该方法的步骤还包括：

检测或所述 f_1 的基波，或所述 f_2 的二次谐波的 180° 相位改变，根据所述 180° 相位改变信息和幅度信息获得所述目标位置的信息。

11.按照权利要求 10 的方法，其中在每一 λ 上，所述波 f_1 的基波与
所述波 f_2 的二次谐波之间出现四个不同的相位逻辑状态，该方法还包括
的步骤为：

对于每个所述测得的功率随时间的变化关系贮存不同的相位逻辑状
态，和

比较两个或多个顺序测量之间所述不同的相位逻辑状态，以确定所
述目标运动的方向和速度。

12.一个光代码读出器，用于从数据光盘读出数字信息，其中所述每
一信息位贮存在所述光盘上选定的存储位置，或在具有阈值深度的所述
光盘表面留下一个凹陷，或没有凹陷，或一个相位调制材料的斑点，该
光代码读出器包括：

可移动平台，用于支承所述光盘和使所述光盘绕转轴 Z 运动，以及
使所述光盘在 X - Y 平面内平移 to 选定的位置；

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

把所述输出光束会聚到所述数据光盘上的装置；

光束调制装置，使含频率为 f_1 的第一基波和频率为 f_2 的第二波的复
合调制光束图形加到所述输出光束上；

接收激光腔装置，用于接收所述反射的复合调制光束；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束
功率；以及

去卷积装置，它连接到所述测量装置，用于滤出所述复合调制光束
的各个分量，根据测得的所述接收激光腔装置中所述复合调制输出光束
功率随时间的变化关系，以确定贮存在所述光盘上选定位存储位置处的
位。

13.按照权利要求 12 的设备，其中所述偶次谐波是二次谐波， f_1 与
 f_2 之频率比为 2：1。

14.按照权利要求 12 的设备，其中 f_1 的频率等于 f_2 的频率，所述偶
次谐波是二次谐波。

15.按照权利要求 12 的设备，其中所述相干光输出光束的波长为
 λ ，相对于参考信号而言，或所述波 f_1 的基波相位，或所述波 f_2 的二次

谐波相位，在每一 λ 上相位改变 180° 四次，其中所述去卷积装置包括：

相位正交检测装置，它连接到所述测量装置，用于检测或所述基波，或所述二交谐波在每一 $\lambda/4$ 上的所述相位变化，根据所述相位正交信息和幅度信息确定选取的存储位。

16.按照权利要求 12 的设备，其中所述产生稳定谐振腔激光器输出光束的装置包括两个匹配激光器中的一个，所述接收激光腔装置包括两个匹配激光器中第二个。

17.按照权利要求 16 的设备，还包括第一光纤装置和第二光纤装置，第一光纤装置将所述输出光束传送到所述目标，第二光纤装置将来自所述光盘所述反射的复合调制光束传送到所述第二匹配激光器。

18.按照权利要求 16 的设备，其中所述匹配激光器是二极管激光器。

19.一个光代码读出器，用于从多层重叠的数据光盘读出数字信息，其中所述多层中的每一层是光学透明的，所述每一信息位贮存在所述重叠光盘中每一层上选定的存储位置，或在具有阈值深度的所述重叠光盘中每一层表面留下一个凹陷，或没有凹陷，或一个相位调制材料的斑点，该光代码读出器包括：

可移动平台，用于支承所述重叠光盘和使所述重叠光盘绕转轴 Z 运动，以及用于使所述光盘在 X-Y 平面内平移到选定的位置和使所述光盘沿所述 Z 轴平移；

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

把所述输出光束会聚到所述重叠数据光盘所述多层中选定的一层上；

光束调制装置，使含频率为 f_1 第一波利频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上；

接收激光腔装置，用于接收所述反射的复合调制光束，其中两个波 f_1 和 f_2 的基波和谐波在所述接收激光腔装置内产生；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率；以及

去卷积装置，它连接到所述测量装置，用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2

多个谐波中选定的一个，根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，确定贮存在所述重叠光盘所述选定层上每一位存储位置处的选定位。

20.按照权利要求 19 的设备，其中所述偶次谐波是二次谐波， f_1 与 f_2 之比率为 2: 1。

21.按照权利要求 19 的设备，其中 f_1 的频率等于 f_2 的频率，所述偶次谐波为二次谐波。

22.按照权利要求 19 的设备，其中所述相干光输出光束的波长为 λ ，相对于参考信号而言，或所述波 f_1 的基波相位，或所述波 f_2 的二次谐波相位，在每一 λ 上相位改变 180° 四次，其中去卷积装置包括：

相位正交检测装置，它连接到所述测量装置，用于检测或所述基波，或所述二次谐波在每一 $\lambda/4$ 上的相位变化，根据所述相位正交信息和幅度信息确定选取的存储位。

23.按照权利要求 19 的设备，其中产生稳定谐振腔激光器输出光束的所述装置包括两个匹配激光器中的一个，所述接收激光腔装置包括两个匹配激光器中第二个。

24.按照权利要求 23 的设备，其中所述匹配激光器是二极管激光器。

25.按照权利要求 19 的设备，还包括第一光纤装置和第二光纤装置，第一光纤装置将所述输出光束传送到所述目标，第二光纤装置将来自所述目标所述反射的复合调制光束传送到所述第二匹配激光器。

26.一个光代码读出器，用于从数据光盘读出数字信息，其中所述多个信息位贮在所述光盘上选定的存储位置，或在具有多个深度中一个所述光盘表面留下一个凹陷，或没有凹陷，该光代码读出器包括：

可移动平台，用于支承所述光盘和使所述光盘绕转轴 Z 运动，以及使所述光盘在 X-Y 平面内平移 to 选定位置；

第一激光器，用于产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束；

把所述输出光束会聚到所述数据光盘上的装置；

第二激光器，它与所述第一激光器匹配，且构成一个接收激光腔装置，用于接收从所述光盘反射的光束；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述输出光束功率；以及

根据测得的所述接收激光腔装置内所述输出光束功率随时间的变化关系，以确定贮存在所述光盘上选定存储位置处位的装置。

27.按照权利要求 26 的设备，其中所述第一和第二匹配激光器是单块二极管激光器，该设备还包括挡光装置，它安装在所述第一激光器与测量所述输出光束功率的所述测量装置之间。

28.按照权利要求 26 的设备，它还包括：

光束调制装置，使含频率为 f_1 的第一基波和频率为 f_2 的第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上；和

去卷积装置，它连接到所述测量装置，用于滤出所述复合调光束分量，根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，确定贮存在所述光盘上选定存储位置处的位。

29.按照权利要求 26 的设备，它还包括光束幅度调制装置，使调制幅度图形加到所述输出光束上，根据测得的所述接收激光腔内所述调制幅度输出光束功率随时间的变化关系，确定贮存在所述光盘上选定存储位置处的位。

30.一个光代码读出器，用于从数据光盘读出数字信息，其中贮存在所述光盘上选定存储位置处的所述每一信息位，或在具有阈值深度的所述光盘表面留下一个凹陷，或没有凹陷，或一个相位调制材料的斑点，该光代码读出器包括：

可移动平台，用于支承所述光盘和使所述光盘绕转轴 Z 运动，以及使所述光盘在 X-Y 平面内平移到选定的位置；

第一激光器，用于产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束；

把所述输出光束会聚到所述数据光盘的装置；

第二激光器，它与第一激光器匹配，构成从所述光盘接收反射光束的接收激光腔装置；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述输出光束功率；以及

根据测得的所述接收激光腔装置内所述输出光束功率随时间的变化

关系，确定贮存在所述光盘上每一位存储位置处的选定位的装置。

31.按照权利要求 30 的设备，其中所述第一和第二匹配激光器是单块激光器，该设备还包括挡光装置，它安装在所述第一激光器与测量所述输出光束功率的所述测量装置之间。

32.按照权利要求 30 的设备，它还包括第一光纤装置和第二光纤装置，第一光纤装置将所述输出光束传送到数据光盘，第二光纤装置将所述反射光束传送到所述第二匹配激光器。

33.一个确定反射目标表面位置的装置，它包括：

两个匹配激光器中的第一个激光器，用于产生稳定谐振腔相干光输出光束；

把所述输出光束会聚到所述目标表面的装置；

两个匹配激光器中的第二个激光器，它构成从所述目标接收一部分反射输出光束的接收激光腔装置；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述输出光束功率；以及

根据测得的所述接收激光腔装置内所述输出光束功率随时间的变化关系，获得所述目标位置信息的装置。

34.按照权利要求 33 的设备，它还包括：

第一光纤装置，用于将来自所述第一激光器的所述输出光束传送到所述目标；和

第二光纤装置，用于将来自所述目标的所述输出光束所述反射部分传送到所述第二匹配激光器。

35.按照权利要求 33 的设备还包括挡光装置，它安装在所述第一匹配激光器与测量所述接收腔所述输出光束功率的所述测量装置之间。

36.一个确定反射目标表面位置的装置，其中，利用 m 和 n 个匹配激光器阵列分别发射和接收调制光束，该设备包括：

m 个匹配激光器的第一阵列，用于产生稳定谐振腔相干光的第一输出光束；

光束调制装置，使含频率 f_1 至频率 f_m 的调制光束图形加到所述第一阵列输出光束；

把所述第一阵列的 m 个调制光束图形会聚到所述目标表面的装置;

n 个构成接收腔匹配激光器的第二阵列, 用于接收从所述目标反射的所述第一阵列的 m 个调制光束图形, 在接收腔内产生所述第一阵列的 m 个调制光束图形的基波和谐波;

测量装置, 用于测量所述 n 个接收腔输出光束功率; 以及

去卷积装置, 连接到每一个所述测量装置, 用于滤出波 $f_1 - f_m$ 中一个的选定基频和波 $f_2 - f_m$ 中一个的某一谐波, 根据测得的每个所述接收腔所述输出光束功率随时间的变化关系, 获得所述目标位置的信息。

37. 在第一站与第二站之间传送信息的设备, 它包括:

两个匹配激光器中的第一个激光器, 它位于所述第一站;

两个匹配激光器中的第二个激光器, 它位于所述第二站;

连接到两个匹配激光器的光纤光缆装置;

第一光束调制装置, 用于调制含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的所述第一激光器输出光束;

测量装置, 当所述第二匹配激光器接收来自所述第一激光器经所述光纤光缆的调制输出光束时, 测量所述第二匹配激光器的输出功率; 以及

去卷积装置, 它连接到所述测量装置, 用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选定的一个谐波, 根据测得的所述第二匹配激光器的所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系, 读出正在传送的信息。

38. 按照权利要求 37 的设备, 其中所述谐波是二次谐波, f_1 与 f_2 之频率比为 2: 1。

39. 一个光代码读出器, 用于从数据光盘读出数字信息, 其中所述每一信息位贮存在所述光盘上选定的存储位置, 或在具有阈值深度的所述光盘表面留下一个凹陷, 或没有凹陷, 其构成包括:

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置;

把所述输出光束会聚到所述数据光盘上的装置;

光束调制装置, 使含频率为 f_1 第一基频波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上;

接收激光腔装置，用于接收所述反射的复合调制光束；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率；

去卷积装置，它连接到所述测量装置，用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选定的一个谐波，根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，确定贮存在所述光盘上选定的位存储位置处的位；以及

与所述光代码读出器结合使用的光盘，其中在所述光盘形成的所述凹陷深度小于 100nm。

40. 一个光代码读出器，用于从数据光盘读出数字信息，其中所述每一信息位贮存在所述光盘上选定的存储位置处，或在具有阈值深度的所述光盘表面留下一个凹陷，或没有凹陷，其构成包括：

第一激光器，用于产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束；

把所述输出光束会聚到的所述数据光盘上的装置；

第二激光器，它与所述第一激光器匹配，构成接收来自所述光盘反射光束的接收激光腔装置；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述输出光束功率；

根据测得的所述接收激光腔装置的所述输出光束功率随时间的变化关系，确定贮存在所述光盘上每一位存储位置处的选定位；以及

与所述光代码读出器结合使用的光盘，其中在所述光盘形成的所述凹陷深度小于 100nm。

41. 一个传声器，它包括：

主体；

所述主体含有的膜片，所述膜片随声波而振动；

与所述振动膜处运动的相关装置，所述装置包括：

两个匹配激光器中的第一个激光器，用于产生稳定谐振腔相干光输出光束；

把所述输出光束会聚到所述目标表面的装置；

两个匹配激光器中的第二个激光器，它构成接收激光腔装置，用于接收从所述目标反射的一部分所述反射光束；

测量装置，用于测量所述接收激光腔的所述输出光束功率；以及根据测得的所述接收激光腔装置的所述输出光束功率随时间的变化关系，获得所述膜片位置信息的装置。

42.按照权利要求 41 的设备，它还包括：

光束调制装置，使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上，其中波 f_1 和 f_2 基波和谐波是在所述接收激光腔装置内产生；和

去卷积装置。它连接到所述测量装置，用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选定的一个谐波，根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，获得所述膜片的位置信息。

43.第一和第二匹配的单块二极管激光器，用于测量所述第一和第二匹配激光器输出的光电二极管，和

挡光装置，安装在所述第一个匹配激光器与所述光电二极管之间，从而阻挡所述第一匹配激光器的输出到达所述光电二极管。

44.测量透光介质折射率变化的设备，它包括：

两个匹配激光器中的第一个激光器，用于产生稳定谐振腔相干光输出光束；

使所述输出光束通过所述介质的装置；

两个匹配激光器中的第二个激光器，它构成接收激光腔装置，用于接收经所述介质传输的一部分所述输出光束；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述输出光束功率；以及

根据测得的所述接收激光腔装置的所述输出光束功率随时间的变化关系，获得所述介质折射率变化的装置。

45.测量透光介质折射率变化的设备，它包括：

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

使所述输出光束通过所述介质的装置；

光束调制装置，使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上；

接收激光腔装置，用于接收所述传输的复合调制光束，其中波 f_1 和

f_2 的基波和谐波是在所述接收激光腔装置内产生;

测量装置, 用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率; 以及

去卷积装置, 它连接到所述测量装置, 用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选定的一个谐波, 根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系, 获得所述介质折射率变化的装置。

46. 按照权利要求 45 的设备, 其中所述产生稳定谐振腔输出光束的装置和所述接收激光腔装置是由单个激光器构成。

47. 测量光纤光缆长度变化的设备, 它包括:

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置;

使所述输出光束导入所述光纤光缆的装置;

使所述输出光束反射回来经过所述光纤光缆的装置;

光束调制装置, 使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上;

接收激光腔装置, 用于接收所述反射的复合调制光束, 其中波 f_1 和 f_2 的基波和谐波是在所述接收激光腔装置内产生;

测量装置, 用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率; 以及

去卷积装置, 它连接到所述测量装置, 用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选定的一个谐波, 根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系, 获得所述光纤光缆长度的变化。

48. 测量有第一端和第二端的光纤光缆长度变化的设备, 它包括:

两个匹配激光器中的第一个激光器, 用于产生稳定谐振腔相干光输出光束;

把所述输出光束导入到所述光纤光缆所述第一端的装置;

把从所述光缆所述第二端出来的所述输出光束导入到第二激光器;

两个匹配激光器中的第二个激光器, 它构成接收激光腔装置, 用于接收所述输出光束;

测量装置, 用于测量所述接收激光腔装置的所述输出光束功率; 以及

根据测得的所述接收激光腔装置的所述输出光束功率随时间的变化关系，获得所述光纤光缆长度变化的装置。

49.确定反射目标表面位置的装置，它包括：

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

把所述输出光束会聚到所述目标表面的装置；

光束幅度调制装置，使调制光束幅度图形加到所述输出光束上，因而使所述输出光束的相干长度减小；

接收激光腔装置，用于接收所述反射的调制光束；以及

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述调制输出光束功率，根据测得的所述接收激光腔装置内所述调制幅度输出光束功率随时间的变化关系，获得所述目标位置的信息。

50.按照权利要求 49 的设备，其中所述产生稳定谐振腔激光器输出光束的装置和所述接收激光腔装置是由单个激光器构成。

51.按照权利要求 49 的设备，其中所述产生稳定谐振腔激光器输出光束的装置包括两个匹配激光器中的第一个激光器，所述接收激光腔装置包括两个匹配激光器中的第二个激光器。

52.确定反射目标表面位置的装置，它包括：

两个匹配二极管激光器中的第一个激光器，用于产生稳定谐振腔相干光输出光束；

用电子学方法调制所述输出光束的装置；

把所述输出光束引向所述目标表面的装置，

两个匹配二极管激光器中的第二个激光器，它构成接收激光腔装置，用于接收从所述目标反射的一部分所述输出光束；

测量装置，用于测量所述接收二极管激光器的阻抗；以及

根据测得的所述接收二极管激光器阻抗随时间的变化关系，获得所述目标位置信息的装置。

53.通过半透明材料的激光器输出光束被反射面反射，再通过所述半透明材料进入接收腔，测量所述半透明材料使所述反射光束产生相移的测量相移设备，它包括：

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

光束调制装置，使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束；

接收激光腔装置，用于接收所述反射的复合调制光束，其中波 f_1 和 f_2 的基波和谐波是在所述接收激光腔装置内产生；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率；以及

去卷积装置，它连接到所述测量装置，用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中选定的一个谐波，根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，获得所述半透明材料使所述反射光束产生相移的信息。

54. 确定反射目标表面位置的设备，它包括：

产生稳定谐振腔激光器相干光输出光束的装置；

光束调制装置，使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到所述输出光束上，其中所述光束调制装置包括安装在一个或多个压电激励器上的一个或多个二极管激光器；

接收激光腔装置，用于接收所述反射的复合调制光束，其中波 f_1 和 f_2 的基波和谐波是在所述接收激光腔装置内产生；

测量装置，用于测量所述接收激光腔装置的所述复合调制输出光束功率；以及

去卷积装置，它连接到所述测量装置，用于滤出波 f_1 的基频和波 f_2 谐波中的选定一个谐波，根据测得的所述接收激光腔装置内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系，获得所述目标的位置信息。

55. 照权利要求 54 的设备，其中所述光束调制装置包括安装在一个或多个压电激励器上的一个或多个二极管激光器。

56. 一个确定反射目标表面位置的方法，该方法包括的步骤为：

产生 n 个稳定谐振腔激光器相干光输出光束；

使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到每个所述激光器输出光束上；

以所述目标表面后向反射一部分所述复合调制光束；

在 n 个接收激光腔内接收所述后向反射部分的所述复合调制光束，

波 f_1 和 f_2 的基波和谐波在 n 个接收激光腔内产生;

测量所述接收激光腔的所述复合调制输出光束功率; 以及

滤出波 f_1 的基频和/或波 f_2 谐波中选定的一个谐波, 根据测得的所述接收激光腔内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系, 获得所述目标位置的信息。

57.按照权利要求 56 的方法, 其中产生 n 个激光器输出光束, 所述后向反射光束互相之间以预定的方式移位。

58.按照权利要求 57 的方法, 其中产生 n 个激光器输出光束, 每个所述输出光束的波长为 λ , 所述后向反射光束互相之间相对移位 $\lambda/16$ 、 $\lambda/8$, $\lambda/4$ 或其任意的组合。

59.按照权利要求 56 的方法, 其中产生 n 个激光器输出光束, 每个所述输出光束的波长是不同的。

60.通过半透明材料的 n 个激光器输出光束被反射面反射, 再通过所述半透明材料进入 n 个激光器接收腔的一种方法, 其中所述方法用于测量所述半透明材料使所述反射光束产生的相移, 该方法包括:

产生 n 个稳定谐振腔激光器相干光输出光束;

使含频率为 f_1 第一波和频率为 f_2 第二波的复合调制光束图形加到每个所述激光器输出光束上;

使所述光束通过半透明介质;

从反射面后向反射一部分所述复合调制光束;

在 n 个接收激光腔内接收所述后向反射部分的所述复合调制光束, 波 f_1 和 f_2 的基波和谐波在 n 个接收激光腔内产生;

测量所述接收激光腔的所述复合调制输出光束功率; 以及

滤出波 f_1 的基频和/或波 f_2 谐波中选定的一个谐波, 根据测得的所述接收激光腔内所述复合调制输出光束功率随时间的变化关系, 获得所述半透明材料使所述反射光束产生相移的信息。

61.按照权利要求 60 的方法, 其中产生 n 个激光器输出光束, 所述后向反射光束互相之间以预定的方式移位。

62.按照权利要求 61 的方法, 其中产生 n 个激光器输出光束, 每个所述输出光束的波长为 λ , 所述后面反射光束互相之间移位 $\lambda/16$, $\lambda/8$,

$\lambda/4$ 或其任意的组合。

63.按照权利要求 60 的方式, 其中产生 n 个激光器输出光束, 每个所述输出光束的波长是不同的。

64.按照权利要求 62 的设备, 其中所述光束调制装置包括窄信道相位调制器。

65.按照权利要求 62 的设备, 其中所述光束调制装置包括振动针。

66.按照权利要求 62 的设备, 还包括光束会聚装置, 它把所述输出光束会聚到所述数据光盘上。

67.按照权利要求 62 的设备, 还包括所述振动针的保护外壳。

68.按照权利要求 67 的设备, 还包括一个或多个压电激励器, 所述振动针安装在压电激励器上。

69.按照权利要求 62 的设备, 其中利用了第一匹配激光器和第二匹配激光器, 所述第一匹配激光器发射所述激光器输出光束, 所述第二匹配激光器是用作所述接收激光腔。

70.按照权利要求 64 的设备, 其中利用第一匹配激光器和第二匹配激光器, 所述第一匹配激光器发射所述激光器输出光束, 所述第二匹配激光器是用作所述接收激光腔。

71.按照权利要求 69 的设备, 还包括所述第一匹配激光器输出的相位调制。

说 明 书

光学收发设备

本发明一般涉及激光器技术。更具体地说，本发明提供一种设备和方法，用于确定反射目标的位置，速度和运动方向，以及用于检测透光气体折射率的变化。按照本发明，提供一个改进的光盘读出器，与现有技术光盘读出器进行比较，它能以相对高的速率读出和/或能在极小的光痕深度上运行。本发明还有利于改善通过光纤光缆网络的传输和接收。

现有技术包括 1997 年 7 月 2 日 Bearden 等人美国专利 5,029,023，此专利的内容是利用单个激光腔和激光反馈干涉测量技术测量目标面上位移的激光运动检测器。

与 Bearden'023 专利内容对照，本发明在一个实施例中利用一对匹配的单块二极管激光器，其中第一个激光器射出输出光束，第二个激光器接收来自目标面的反射光束。本发明在几个重要方面上与 Bearden'023 有区别。第一，本发明在几个实施例中利用匹配的二极管激光器，使用两个或多个激光腔，其中输出光束容易地用电子学方法加以调制。Bearden'023 专利是使用单个激光腔，单个激光腔必须用机械方法或电光方法加以调制，它不能有效地用电子学方法加以调制。第二，本发明用双频注入技术检测一个目标，而 Bearden'023 专利是用单频注入技术来稳定器件（见第 7 部分 53 行至第 8 部分 19 行）。第三，本发明在几个实施例中将二次谐波作为复合调制的工作信号部分去检测目标子，而 Bearden'023 专利并不使用任何形式的谐波去检测目标。

现有技术还包括 1997 年 8 月 10 日 Bearden 等人的美国专利 5,235,587，此专利披露了一种方法和设备，用于在光盘的多个光痕深度处贮存和检索数据。Bearden'587 专利与本发明的不同之处在于，它利用对光束进行光调制以保持稳定的单个激光腔。Bearden'587 专利中所述的使用单个激光腔在相对高频下运行时存在某些固有问题。主要的问题是，反馈光时时刻刻减小单个激光腔的输出功率，这就要求检索下一

位之前，激光器必须返回到其原先运行功率上。在较高频率下，激光器没有足够的时间返回到原先输出功率上，例如在检测一串零时就会遇上固有的麻烦。

现有技术还包括 1993 年 9 月 9 日 Bearden 等人的专利 5,260,562，此专利的内容是高分辨率光学显微镜，它包含以上总结的 Bearden 其他现有技术的同样缺点。

本发明的一个方面是提供一个检测反射目标的系统，其中输出激光束可以用电子学方法进行相位调制，采用谐波长卷积办法对反射光束进行检测。

本发明的另一个方面是利用复合调制激光器输出光束，它采用二次谐波作为运行信号部分去检测反射目标。

本发明的第三个方面是利用一对匹配激光器检测反射目标，检测目标面内的运动，通过光纤光缆传送比特流，以及测量气体折射率的变化。

本发明的第四个方面是提供一个相位调制激光器输出光束，此输出光束具有相位正交检测能力，其中反射目标的位置可以定域在 $\lambda/4$ 范围以内。

本发明的第五个方面是提供一个光盘读出器，它能够以相对高的速率读出，并能够读出浅的光痕深度。

本发明的第六个方面是提供一个光纤光缆系统，它能够在两个站之间两个方向上同时传送增大甚多的比特流。

本发明的诸多目的之一是测量微微米或更小范围的表面运动和特征，并提供一种方法和设备简单地加以实现。

本发明的一个相关目的是提供一个用单个或多个激光器测量相位变化或幅度变化的系统，此种变化是由反射物质或半透明物质引起的。

本发明包括一个测量与时间有关的相位畸变或幅度畸变的方法，这种畸变是为了测量或数据传送和检索造成的。来自稳定谐振腔的相干入射光束用带电流偏置的电流调制。电流调制图形包含一个或多个频率。

在某一个实施例的器件中，电流频率的分量是两个正弦波 f 和 $2f$ ， $2f$ 波的频率是 f 波的一倍，且有相移。

调制后的光束然后穿过待研究的材料或从该材料反射。此光束再进

入一个接收腔或收发腔。于是，接收腔或收发腔被再次进入的光进行光调制。这个引入的光调制对于每个传送频率分量产生接收腔光强度的基波。现有技术的强度调制幅度在最大峰值与最小峰值之间交替地改变，每一 $\lambda/2$ 上变化全部相位。然而，当基波为最小时，产生一个强的二次谐波信号。所以，若引入的两个频率为1MHz和2MHz，且接收腔强度是对2MHz频率滤波，则每个引入的频率分量产生一个基波和多个谐波，于是，在沿着光程的每一点上反射光将产生一个2MHz信号。滤出的信号或来自2MHz的基波，或当基波为最小时，则1MHz的二次谐波为最大。二次谐波信号有了引入到腔内的附加相移，可以将一个驱动信号分量相对于另一个分量产生相移加以补偿，使一个信号的基波与另一个信号的二次谐波在形成的强度调制图形上相位匹配。这种在所有各点上具有强信号的能力就能够方便地在各种应用中使用这一技术。这一特殊的频率调制方案可用于监测反射光的幅度。

采用交替的相位图形可用于监测反馈信号的相位。在该设备的一个实施例中，调制信号可能是1MHz形成的基波每隔 $\lambda/2$ 改变相位 180° ，形成的二次谐波也是每隔 $\lambda/2$ 改变相位 180° 。两个交替的图形相互位移 $\lambda/4$ 。所以，每一个 $\lambda/4$ 上或有基波的相位变化，或有二次谐波的相位变化，它可以用作相位正交检测，例如，每个相对于驱动信号或参考信号的相位状态可以这样做标记：1 - 同相，0 - 反相，则该信号在00，01，11，10，00，01，11，10...之间交替地变化。也可以分析信号的幅度进一步检测再次入射光的准确程长变化。在上述任一个方法中也可采用高次谐波。

有了多个载频以及有了对应于实际比特流的数据调制强信号，利用不受有限程长范围约束的光学谐振检测技术，该设备能用于数据传输。

本发明的一般特性是提供一个高速、高密度数字数据存储设备和该设备中的存储光盘。本发明的数据存储光盘有一个规定多个数据存储位置的衬底，例如两个位置或多个位置。在该设备的一个实施例中，光盘在每一数据位置可以有多重位信息。数据存储设备也能检测比普通技术更浅的光痕深度，所以，可以用较低功率的记录激光器或以较高的记录速度进行永久性的光盘记录。通常情况下，这会造成因光痕深度不够而

不能读出的不利效果。本发明不受浅光痕深度的限制。类似于任何光学放大器，本发明也可用于磁光驱动器来提高信号强度，且具有理想的偏振质量。

还披露了一个检索数字信息的方法。在此方法中，将会聚的激光束引向任何数量格式的数据光盘表面，一部分反射的光进入同一激光器或另一个激光器，采用前面所述的调制方案，使被检测和转换成比特流的激光强度发生变化。由于有了较强信号的检测方法，光盘可以在十分高的速率下被读出。在此调制方案中也可以使用两个以上的激光器。例如，可以有一个以上的发射激光器，或一个以上的接收激光器，每个激光器独立地调制或滤波。

此技术还具有特定景深的优点。所以，能够将信息迭加在不同的光学层上，将光束会聚，使它穿过上面几层而检索以下各层的信息，就能够读出以下不同层上的信息。这种方式允许大量的信息贮存在一个光盘上。各个光学层也可以用频率分开。因为只有在激光器增益曲线内的反射光才被放大，所以可采用多个波长。例如，不同层有不同波长的光吸收光痕，就可容易地实现多层扫描。由于该方法有较高的灵敏度，可以容易地检测标准的光吸收材料。该设备能够在有光学系统或没有光学系统下运行，现有技术作光盘检测时要用光学系统。本发明可以用来检查目标表面特征。与位置有关的变化可以是相位变化或幅度变化。

通过将入射光束移动到目标上选定的位置，或移动目标使光束到达目标的选定部分，本发明可以从与位置有关的表面位移检索信息。

在一个实施例中，该方法用于数据传输和数据接收。光纤是用于耦合增益曲线匹配的两个激光器，或用于耦合一个激光器与一个光学相位调制器。谐波去卷积方法则用于产生连续的工作区，即采用 f 和 $2f$ 。比特流是迭加到载波调制信号上。在两个激光器的配置中，两个激光器都可以用作发射器或接收器。在单个激光器设计中，光通过光纤被传送到光程长度调制器，然后反射回来进入光纤，最后进入激光器用于放大和检测。在这一特殊的配置中，光学调制器是比特流的发射器，激光器是检测器。在现有技术的光学谐振放大结构中，限制之一是存在着相位匹配曲线的非工作区；这不是本发明的限制。本发明的主要优点之一是，

它能够将相位调制转换成强度调制而不需要复杂的光学元件。这就可以采用快速的相位调制，它比强度调制具有较高速率的潜力。但由于也能采用强度调制，所以该技术具有更大的通用性。

在另一个实施例中，该方法采用波分多路复用技术和频分多路复用技术。光纤传输中由于谐振腔固有的频率选择性，本发明允许作多波长调制和传输，独立地检测每一种波长及其各自的比特流。这对于吉比特网络具有巨大的潜力，其中主要的限制是波分多路复用技术用到复杂的光学系统和调整使成本很高。本发明的另一方面是用于传送比特流，每一比特流作时间调制或一个位置对应一位以上。例如，替代基于二进制格式的比特流传输，信号可以用基数 3 来传送，这样做是可能的，因为该器件具有多重位置的相位检测能力。由于本发明中用到的光放大，尽管有插入光学系统的强度损耗，该器件也可以方便地采用非单块的多个激光器。

本发明也可用于测量目标振动的频率和幅度。振动的幅度是由光强检测器测得的与时间有关的功率变化确定，频率是由与时间有关的频率和功率确定。本发明可用于提供一个高灵敏传声器。本发明比普通技术优越之处换能器不会给声频频谱带来相位畸变。使用光学换能器也允许作大面积检测。例如，发射激光器与具有大的光束束腰扩束器耦合，就可以在大面积上作运动检测。它具有消除激光反馈技术高灵敏度带来的布朗运动噪声的能力。

在另一个实施例中，本发明用于提供一种仪器，在双向跟踪信息的同时，它测量位置或距离的变化能够达到纳米级的精度。这是由激光强度和相位信号的正交检测实现的。相位的逻辑状态分成可以贮存的四个不同状态，目标面的方向则由下一个相关状态所确定。例如，若目标面当前处于相位状态“00”对应的位置，下一个状态是“01”或“10”，则可以说目标面已经分别向前或向后移动了。可以通过增加控制单元与目标之间附加的光反射来改进精度，因为这会成倍地增大由于目标面运动造成的程长变化。也可以将正交检测技术与谐波强度分析结合起来提高精度。

也可以对目标面位置变化的测量进行分析以确定其变化率，从而能

确定目标的运动速率。本发明的这个实施例，即测速仪，能够采用非散射光和非反射目标来运行，使它具有更大的通用性。

在另外的实施例中，该方法用于检测蒸汽或液体的密度。由于介质的有效折射率发生变化，本发明能够检测密度或成分的改变。例如，发射的光束穿过化学蒸汽室，使该光再进接收激光腔或收发激光腔。在这一结构中，蒸汽室内的蒸汽密度直接地调制反馈光的相位和强度，就可以用此方法作直接的密度测量。可以通过增大穿过蒸汽室的程长来提高精度。采用特定的波长以及对于每个适合的波长恰当地用外推法求出生成的相位调制图形并确定独有的相位特征，也能够测出化学成分。

图 1 是现有技术中已知的基波包络示意图；

图 2 是现有技术中已知的图 1 所示基波包络示意图，其中非工作区用斜线画出；

图 3A 是光波的示意图；

图 3B 是基波包络示意图；

图 3C 是与图 3B 的基波包络一起形成的二次谐波包络示意图；

图 4 是按照本发明的复合调制光束的示意图，它表示一个基波包络和一个二次谐波包络；

图 5 是按照本发明的复合调制光束工作区的示意图；

图 6 是本发明的相位正交检测方案示意图；

图 7 是本发明使用的复合调制光束相位变化的示意图；

图 8 是按照本发明的相位正交检测的示意图；

图 9 大致画出本发明的一个实施例，其中利用匹配二极管激光器检测反射目标运动或表面变化；

图 10A，10B 和 10C 是三种光盘的截面图；图 10A 画出现有技术的光痕深度，图 10B 画出本发明可以使用的浅光痕深度，图 10C 画出本发明也可以使用的能贮存多重信息的多种光痕深度；

图 11A 是本发明可以使用的光纤光缆耦合的匹配激光器示意图；

图 11B 是用光纤光缆耦合的第一匹配激光器与第二匹配激光器示意图，但是也利用了外电光调制器；

图 12 是利用本发明的传声器示意图；

图 13 是按照本发明测量透光介质折射率变化的系统示意图;

图 14 是利用本发明测量光纤光缆长度变化的系统示意图;

图 15 是按照本发明利用多个匹配激光器的示意图;

图 16 是本发明另一个实施例的示意图,其中光纤光缆用于传送输出的反射光束;

图 17A, 17B 和 17C 是按照本发明的发送和接收匹配激光器的谱线宽度曲线;

图 18 是本发明一个实施例的示意图,其中利用了有限相干长度的光束幅度调制;

图 19 是按照本发明的一个光纤系统示意图其中采用了信号的多路复用技术;

图 20A 和图 20B 是本发明所采用的透明光盘截面图;

图 21 是本发明可以采用的一种驱动电路和接收电路的框图;

图 22 是说明本发明如何采用单个激光腔的示意图;

图 23 是说明本发明中不用光电二极管和聚焦透镜情况下采用匹配二极管激光器的示意图;

图 24 是本发明的另一种形式的示意图,采用压电叠片调制两个匹配激光器的输出光束;

图 25A 和图 25B 是从二极管激光器观察到的基波和二次谐波图形;

图 26A 和图 26B 是与图 25A 和图 25B 中用驱动电流产生的图形进行比较,在较低驱动电流运行下从二极管激光器观察到的基波和二次谐波图形;

图 27 是按照本发明的光学拾取器截面图;

图 28 是利用振动针或振动探针使用单个激光器检测贮存在半透明光盘 490 上位的示意图;

图 29 更详细地画出振动探针和贮存在半透明光盘上的位;

图 30 是使用单个二极管激光器检测半透明光盘上相位调制位的示意图;

图 31 是使用一对匹配激光器读出贮存在半透明光盘上相位调制位的示意图;

图 32 是与振动探针结合使用的单个激光器检测反射面运动的示意图；

图 33 是与振动探针结合使用的一对匹配激光器检测反射目标运动的示意图；

图 34 是驱动电路和谐波去卷积电路的框图；

图 35 是本发明一种形式的“游标”特征示意图，其中使用了相同波长的多个激光器输出光束，但各个光束相互之间有位移；

图 36 是本发明另一种形式的“游标”特征示意图，其中每个激光器的输出具有不同的波长；以及

图 37 是本发明另一种形式的“游标”特征示意图，其中使用了波长基本上相同的多个激光器，但各个激光器相互之间以预定的方式移位。

图 1 和图 2 画出现有技术中已知的基波包络 10。包络 10 是在激光器接收腔内产生的。图 1 和图 2 中所示包络的峰值代表绝对值，图 1 和图 2 的水平轴表示反射镜或反射面离激光器输出的距离。

参照图 2，用斜线画出的区域 11 表示激光器输出光束从目标面反射回来进往往入激光器接收腔中相对低强度的反馈信号区域。因为反馈信号弱，现有技术的激光检测系统基本上在区域 11 内不能工作。图 2 的水平虚线代表反馈信号阈值幅度，在此幅度以下反馈不足以产生一个可靠的有用信号。

图 3 至图 5 大致地画出本发明一个实施例提供的复合调制光束，避免了图 2 所示现有技术遇到的非工作区。图 3A 示意地代表一般激光器输出光束的波形，此光束的波长 λ 通常为 780nm。图 3B 代表基波包络 10，图 3A 的输出光束在此基波包络内振荡，图的竖直轴表示绝对值，水平轴表示从激光器输出到反射目标或镜面的距离。

当图 3B 的基波包络 10 产生时，图 3C 代表图 3A 的波 9 生成的二次谐波包络 20。

本发明的重要特征示意地画在图 4 中，其中基波包络 10 与二次谐波包络 20 一起展示。按照本发明，激光器输出光束按以下方式调制，第一调制波 f_1 的基波包络 10 与第二波 f_2 的二次谐波 20 结合，在激光器接收腔内利用的反馈信号包括基波包络部分和来自图 4 所示的二次谐波包络

部分。不管输出激光器到目标面以及返回到接收腔内路径长度多少，这个反馈信号保持在高于图 4 中阈值 12 的强度水平。

图 5 是按照本发明的使用的反馈信号示意图，其中强度保持在高于阈值水平 12，而与路径长度无关。

图 5 中表示的反馈信号可以利用单个波 f_1 产生，或者利用第一波 f_1 的基波和第二波 f_2 的二次谐波产生。只要将波 f_2 幅度增大到为波 f_1 幅度的两倍，二次谐波的幅度能够增大到使反馈信号平坦。在此情况下，图 7 所示的二次谐波 120 幅度与图 7 所示 f_1 的基波 10 幅度同样大。

如在此处和在权利要求书中所用到的，词组“光束调制装置”包括频率调制和/或幅度调制。该词组也包括直接电流调制或光程长调制。较好的方式是二极管激光器的直接电流调制，如图 21 所示的实例。虽然优选的实施例对两个波 f_1 和 f_2 选取不同的频率，也可以选用单一频率，其中 $f_1 = f_2$ 。

按照本发明，提供的去卷积装置是对波 f_1 的基波和波 f_2 的二次谐波滤波。虽然可以利用其他的谐波，在选取的实施例中二次谐波是优选的谐波。去卷积装置包括市场上能买到的标准滤波器，它将波 f_1 的基波和波 f_2 的二次谐波选出。

图 6 是按照本发明的相位正交检测系统示意图。如图 6 所示，产生了参考基波 10 和产生了参考谐波 20。本发明激光器接收腔内的基波图形表示为 15a，15b，15c 和 15d。接收腔内产生的二次谐波表示为 25a，25b，25c 和 25d。图 6 中上部图形水平轴 31 代表给定波长的四个区域，当参考基波 10 与接收腔内基波，即 15a, 15b, 15c 或 15d，同相时，竖直轴 32 表示存在一个信号。在用参考数字 36 表示的第一区域内，基波 10 与接收腔内基波 15a 同相，所以在第一区域 36 内检测到一个正信号，如实线 33 所示。第一区域 36 内参考谐波 20 与激光器接收腔内谐波 25a 倒置成或反相，所以检测不到信号，如 34b 所示。所以，在第一区域 36 内，基波是同相，可以用“1”表示，二次谐波是反相，不产生信号，这一情况可以用“0”表示。在第二区域 37 内，参考基波 10 还与接收腔基波 15b 同相，区域 37 内 33 表示的信号仍是正的，可以用“1”表示。在区域 37 内，参考谐波 20 与接收腔内谐波 25b 同相，信号 34a

是正确的，它可以用“1”表示。在第三区域38内，基波10与接收腔内基波15c反相，信号33移到图6所示的“0”位置，可以用“0”表示。参考谐波20与接收腔内谐波25c同相，信号34a保持为正的，可以用“1”表示。在第四区域39内，基波与接收腔基波15d反相，参考谐波20与接收腔内谐波25d反相，两个信号都可以用“0”表示。或基波或二次谐波的 180° 相对相移产生四个不同的如图6所示逻辑状态，对于四个区域中每一个，这些不同的逻辑状态可以表示成数字格式，如1，0；1，1；0，1；和0，0。用基波与谐波之间相位倒置存在与否表示这四个不同的逻辑状态，可以方便地使用“相位正交检测”。

图7和图8是说明本发明相位正交检测系统的示意图。图7说明另一个实施例，其中基波包络用10表示，二次谐波包络用120表示。二次谐波包络120与基波10具有相同的幅度，在实际上这就产生一个幅度大的“平坦”反馈信号，而与程长无关。几个反馈信号的组合可用于本发明的第二个实施例，其中幅度调制是用作目标检测。

图8是说明相位正交检测方法的示意图，以及出现在区域36至区域39的四个不同逻辑状态。图8更详细地画出图6中上部的图形。

图9表示本发明的一个优选实施例示意图。这个实施例展示一对“匹配”二极管激光器40和41。这些激光器可以从美国加州San Jose市的SDL公司购得，型号为SDL-5601-V1。这些是可分别寻址的双光束高功率激光二极管。激光器40和41是由相同衬底材料制成的单片激光器，而且都是稳定谐振腔激光器。图9所示的第一匹配激光器40是发送激光器，其输出由透镜50会聚到反射目标面60。反射光束穿过透镜50进入第二匹配激光器41。接收激光腔41的输出被传送到测量其输出功率的光电二极管70。

按照本发明的一个方面，第一匹配激光器40与光电二极管70之间安装挡光装置71，以阻止发送激光器40的输出进入光电二极管70。在图9所示总体装置中放入挡光装置71大大地增加了该系统的整体灵敏度。

此处和权利要求书中用到的术语“匹配激光器”是指两个或多个激光器，这些激光器的谱线宽度曲线互相重叠到足够的程度，其中每个匹

配激光器在某一波长上运行，其他的一个或多个激光器也能在此波长上运行。图 17a 至图 17c 分别画出三对“匹配激光器” 740 与 741，840 与 841，940 与 941，的谱线宽度曲线。阴影区表示公共的工作区，即表示每对匹配激光器谱线重叠部分。在图 9 所示装置的某些应用中，进入接收激光腔 41 的反射光束 42 会引起接收腔内的光学谐振放大，并引起反馈信号的放大。这种放大使图 9 的系统可以工作在反射目标 60 有较高运动速度的情况下。

图 9 所示的系统可以用在有图 5 表示的复合调制光束或没有这种调制光束的情况。在本发明的优选实施例中，图 9 系统中利用了复合调制光束。使用市场上出售的熟知的电子信号发生器，将频率为 f_1 和 f_2 的两个波用电子学方法调制激光器 40 输出光束（有时也称此为“频率注入”）。图 9 所示的系统也可以在没有图 5 中画出的复合调制光束图形下运行。

光电二极管 70 构成了测量接收激光腔 41 输出光束功率的装置。光电二极管 70 可以是 EE&G SGD 100 - A 的硅光电二极管。

或者如图 23 中所示，不用光电二极管，也可以测量接收二极管激光器的阻抗。图 23 所示的系统不需要透镜。

去卷积装置 80 连接到光电二极管 70，采用商品化的电子滤波器滤出波 f_1 的基频和波 f_2 的二次谐波（或用到的其他特定谐波）。

图 10 表示包括 CD ROM 在内的光盘和视盘中通常利用的凹坑或光痕。光盘 90 有相同深度 d 的多个光痕 91。图 10B 表示具有相同深度 d 浅光痕 191 的一种光盘衬底，本发明中如图 9 所示的一种系统可以利用这样的光盘。与图 9 所示光学读出器一起使用的光痕深度可以小于 100nm。

按照本发明的另一个方面，图 10C 所示的另一种光盘设计，利用能够贮存多重信息位的具有不同深度的光痕 291 的衬底 290。按照本发明的一个方面，图 10C 所示的多种光痕深度是由图 9 所示的匹配激光器装置读出。与图 10C 所示多种光痕光盘一起使用的图 9 所示光学读出器优选实施例采用引入第一波 f_1 和第二波 f_2 的“频率注入”技术。这种结构的光学读出器比现有技术 Bearden 的光学读出器能够在高得多的频率下运行，因为本发明采用分开的发送激光腔和接收激光腔，与 Bearden 单

个腔结构比较，本发明的结构固有地能在高得多的速率下运行。

参照图 11A 和图 11B，第一匹配激光器 40 与第二匹配激光器 41 采用光纤光缆 52 耦合在一起。光电二极管 70 和 71 分别测量激光腔 40 和 41 的输出光束。按照本发明，一个或两个激光器的输出光束可以用“频率注入”技术加以调制，其中第一波频率 f_1 和第二波频率 f_2 用于调制两个激光器 40 和 41 中任一个或两个的输出。在优选的实施例中，两个激光器 40 和 41 在“频率注入”调制的光束下运行，并与对 f_1 的基波和波 f_2 的二次谐波滤波的去卷积装置一起工作。两个激光器 40 和 41 能够同时发送和接收比特流。

一个类似的光纤网络系统表示在图 11B 中，其中两个外电光调制器 56 和 57 分别放在激光腔 40 与光纤光缆 52 之间和激光腔 41 与光纤光缆 52 的另一端之间。外电光调制器 53 和 54 的用途是允许不同于电子调制的其他调制。

图 12 是利用本发明的传声器系统示意图。声波 8 冲击到膜片 9，使该膜片振动。振动膜片 9 的运动由匹配激光器 40 和 41 检测，其中发送激光器 40 的输出被引向膜片 9，反射的激光器输出光束被激光腔 41 接收。激光腔 41 的输出由光电二极管 70 测量。图 12 中概要地展示的系统可以用或不用本发明的“频率注入”技术。若利用“频率注入”技术，则包含谐波去卷积装置在内必须的滤波器就连接到光电二极管 70。

图 13 是利用本发明测量透光介质折射率变化的系统示意图。该系统包括放入气体介质 7 的容器 6，气体介质 7 会改变容器 6 中环境气体的折射率，一对匹配激光器 40 和 41 安装在容器 6 的邻近，发射激光器 40 的输出光束进入该容器，从反射镜 60 反射回来，穿过该容器进入到含图 13 所示设计的接收激光腔的第二匹配激光器 41。光电二极管 70 用于检测激光腔 41 的输出功率。当气体 7 进入容器 6 时，激光光束通过的材料折射率就发生变化，进入激光腔 41 的激光束相位也相应地变化。由于气体 7 的存在引起的相位调制在接收激光腔 41 内被检测。

图 14 表示一个测量绕在物体 4 上光纤光缆 52 长度变化的系统。当物体 4 的温度升高时，光纤光缆 52 长度就略微增加，程长的变化由接收激光腔 41 检测。图 14 所示的设计可用于有“频率注入”技术或没有采

用“频率注入”技术。图 14 所示的系统能够测量物体 4 的温度变化和压强变化，这个物体 4 可以是器皿，导管，或任何能膨胀或收缩引起光纤光缆 52 长度变化的物体。在利用图 14 所示的系统时，在光纤光缆 52 的两端使用酸蚀透镜一般优先考虑 53。

图 15 是本发明另一种形式的示意图，其中利用多个已配激光器 40，41，42。很清楚，本发明的原理适用于多于图 15 所示三个匹配激光器的组合。本发明包括 m 个匹配发射激光器阵列，其中每个激光器的输出光束可以用复杂的波形调制，此外还包括 n 个匹配接收激光器。例如，可以利用八个匹配激光器，其中五个是发射激光器，中间三个是接收激光器。利用多个匹配激光器的优点是能够用电子学方法推测更高分辨率数据。

图 16 表示本发明的另一个实施例，其中光纤光缆 52 和 54 分别将发射激光器 40 的输出光束传送到透镜 50 和从透镜 50 反射的光束传送到激光腔 41。很清楚，若酸蚀透镜形成在光纤光缆 52 和 54 的端口，就可以去掉图 16 所示的透镜 50，这两根光纤光缆 52 和 54 是在图 16 中透镜 50 邻近。

图 17A，17B 和 17C 表示“匹配激光器”线谱宽度曲线的例子，用以说明其相位的意义。

图 18 说明利用光束幅度调制方法确定反射目标表面的位置。图 18 所示的实施例利用代表幅度调制优选实施例的匹配激光器 40 和 41。如光束图形 49 示意图所示，用一相当强的射频信号调制激光器 40 并消耗光束的相干性，有意使输出光束的相干长度减小，这是为了“平整”进入接收激光腔 41 反射光束的相位响应。当激光器 40 的输出光束幅度变化时，光电二极管 70 测得的接收激光腔输出光束幅度也随时间上升或下降。利用幅度的变化获得目标位置的信息。图 18 所示的幅度调制系统也可以用单激光腔来工作，虽然这种实施例不会象图 18 所示匹配激光器系统工作得那样好。

图 19 表示一个光纤系统，其中采用多组匹配激光器便于信号多路复用。激光器 40 与 41 是匹配的。激光器 140 与 141 在不同的波长上匹配的。激光器 140 和 141 不会与激光器 40 或 41 在共同的频率上谐振。还

提供了第三组匹配激光器 240 和 241。激光器 240 与 241 是相互匹配的，但还是不与激光器 40，41 或 140，141 中任何一个匹配。这种方式下的多个匹配激光器的用途是允许通过光纤光缆 52 在两个方向上同时传送比特流。从激光器 40 发出的比特流只被激光器 41 接收，而从激光器 140 发出的比特流通过同一根光纤光缆 52 只被其匹配的激光器 141 接收。来自这些激光器的输出可以被分束器 98，99 和反射率 67，68 容易地引入到光纤光缆 52。光电二极管 70 测量每个接收腔的输出功率，测量形成传输比特流的输出功率变化。

图 20A 和图 20B 表示利用多层光盘，其中每一层与其他各层可以独立地被读出。例如，上层 95 和下层 96 可以有各自形成的光痕。为了清楚起见，图 20 中没有画出各个光痕。图 20A 表示同时聚焦在光盘 90 不同深度处的一对激光束，使激光器输出光束 101 正在读沿着层 96 的光痕，会聚的输出光束 102 同时正在读层 95 的光痕。或者如图 20B 所示，激光器输出光束 101 可以单独地用于扫描层 96 中的光痕。

图 21 是可用于本发明一个实施例的驱动电路和接收电路。调制信号 f_1 与 f_2 的具体关系是 $f_1 = 2f_2$ 。频率发生器产生一个 $2f$ 信号，它通过带通滤波器后形成参考信号 S_1 。信号 f 可以将 $2f$ 信号分频而产生，它通过带通滤波器后形成输入参考信号 S_2 。输入参考信号 S_1 和 S_2 被放大，并加到通常为 1.5 伏的直流偏置信号上。然后这些参考信号被加到激光器上。

图 21 所示下部的框图是本发明的去卷积电路，它包括一个光电二极管 70，其输出被放大，并通过 $2f$ 信号带通滤波器和通过分开的 f 信号带通滤波器。然后这些输出被送入到相位比较器，将输入参考信号 f_1 的相位与 $R_1 + 2R_2$ 的相位进行比较。 f 带通滤波器的输出为 R_2 ，它被送入到相位比较器中比较 R_2 与 S_2 的相位。这些比较构成了本发明正交检测方法的基础。

图 22 是本发明又一个实施例的示意图，其中单个激光器 40 既是发射激光器又是接收激光器，采用了本发明的“频率注入”技术和谐波去卷积方法。图 22 的示意图可用于目标运动的检测。

图 23 是匹配二极管激光器 40 和 41 的示意图，其中确定目标 60 的

位置不需要光电二极管，也不需要会聚透镜。二极管激光器 40 的输出用电子学方法加以调制。输出光束从目标面或镜面 60 散射，其中一部分光反射到接收激光腔 41。测量接收二极管激光器 41 的阻抗，利用此阻抗随时间的变化关系获得目标面 60 的位置信息。

上述的发明可用于各种产品。除了以上讨论的应用产品以外，本发明可用于激光千分尺仪器。这是一种相当便宜的测量双向微小运动的仪器。

上述的发明也能够容易地用于各种压力和真空传感器。这种仪器可以利用膜片测量压力或真空，可以利用上述实施例容易地测量膜片的运动。

此外描述本发明的另一个产品是机械人传感器件，这种传感器件与各种机器人元件结合使用有助于跟踪一个或多个机器人元件的精确位置。

本发明也可以通过测量各种金属或陶瓷材料的热膨胀用作温度计。

也可以利用本发明测量衬底上电镀材料的厚度。这种仪器可以安装在电镀室内。也可以利用本发明测量分子淀积的厚度，诸如用于光学透镜上的淀积厚度测量。

也可以利用本发明的幅度调制技术读出高速运动的光电纸带。本发明的幅度调制技术也能用于条形码读出器。

本发明也可以结合扫描仪和传真机加以利用。

图 24 所示是本发明的另一种形式。本发明的这种形式利用“压电叠片” 390，它包含多个单独的压电盘片 391 - 396。这些盘片上下互相重叠，是美国犹他州盐湖城 EDO 公司的出售商品。压电叠片 390 安装在围住压电叠片的外壳 301 内部，该外壳有一个窄孔 302，此窄孔是在外壳 301 上表面的边缘部分 303 与 304 之间。一对“匹配”（或非匹配）激光器 340 和 341 安装在组合件 345 内，该组合件又被压电叠片 390 支承着。光电二极管 370 直接安装在激光器 340 和 341 的后面，激光器 340 和 341 以及光电二极管 370 可以从美国加州 San Jose 市的 SDL 公司购得，型号为 SDL - 5601 - V1。透镜 350 嵌入组合件 345 的前面，它将激光器 340 和 341 的输出会聚到目标面 360 上。来自激光器 340 和 341

的反射光束（为了清楚起见只画出单个光束 342）再次进入激光器 340 和 341 的两个腔内，光电二极管 370 测量接收激光腔 340 和 341 内功率随时间的变化关系。激光器 340 和 341 的输出由压电叠片 390 的振动加以调制。图 24 所示实施例中压电叠片 390 包括权利要求书中提到的“光束调制装置”。窄信道的相位调制器可以用作“光束调制装置”。图 24 中所示实施例能够采用单个激光器来运行。

图 25A 和图 25B 代表从上述型号为 SDL - 5601 - V1 激光二极管观察到的基波图形 310 和观察到的二次谐波图形 320。观察到的基波图形和二次谐波图形与图 1 至图 6 所示纯正弦波图形有些不同。然而，图 25A 和 25B 所示波形还是表现出一些压缩过的积分图形。四根竖直线 331, 332, 333, 334 规定了基波 310 或二次谐波 320 四个明确的 180° 相对相移，这些相对相移产生四个不同的逻辑状态，就便于利用此处所述的“相位正交检测”。当二极管激光器在较小驱动电流下运行时，与图 25A 和图 25B 所示图形比较，图 26A 和图 26B 表示基波 410 和二次谐波 420 的第二种观察到的波形。四根竖直线 431 至 434 还表示基波或二次谐波的 180° 相对相移，它也产生便于利用“相位正交检测”的四个不同逻辑状态。

图 27 表示一种较好的光学检音器设计，它用数字 400 代表。一对匹配激光器 440 和 441 安装在光学拾取器 400 上部 401 支承的外壳 405 内。在本发明的这个应用中，激光器 440 是发射激光器，441 是接收激光器。在一对匹配激光器 440 和 441 上面安装了光电二极管 470，用于测量接收激光器 441 内复合调制输出光束随时间的变化关系。透镜 450 嵌入外壳 405 的下表面。光盘 490 最好是用半透明材料，如玻璃或聚合物，制成。光盘 490 包含相变介质或光吸收材料的位斑(bit spots)，这种材料如锗(Ge)，碲(Te)，锑(Sb)，硫(S)，银(Ag)，或锌(Zn)。位 484（图 29 中画得最清楚）引起激光束相位发生变化，这种相位变化是由光电检测器或电流表测出接收腔内激光束功率变化而确定的。振动针或振动探针 480 安装在压电叠片 490 上。振动探针 480 针尖 481 的横截面积为 2500nm^2 或更小。图 29 中画得最清楚的振动探针 480 沿着箭头 482 方向振动，当比特流 484 在振动针尖 481 与发射激光腔 440 之间通过时，针

尖 481 与发射激光腔 440 之间通过时，针尖 481 调制后向反射的激光束 442，振动针尖 481 有极高的分辨率，产生一个很小斑点，在不透明光盘 490 上形成极高的密度。图 27 所示实施例代表振动探针，激光反馈干涉测量技术和本发明相位谐波去卷积方法的结合，用于检测光盘 490 上是否存在相位调制位。

应当明白，图 27 所示的光学拾取器 400 可以利用单个激光腔来运行，此激光腔发射和接收反射光束，或者利用 n 个激光接收腔。这个优选实施例利用两个匹配激光器，但是很清楚，可以利用更多的匹配激光器以及非匹配激光器。

图 28 是利用本发明检测光盘 490 上的位 484，此处利用单个激光器 440 和光电检测器或电流表，采用上述谐波去卷积方法。

图 29 更详细地画出探针 480，半透明光盘 490 和位 484。

图 30 是利用单个二极管激光器 540 和振动探针 480 检测半透明光盘 490 上相位调制位的示意图。在优选的实施例中使用透镜 550。

图 31 是利用一对匹配二极管激光器 440 和 441 以及振动探针 480 的示意图，其中二极管激光器 440 是发射激光器，二极管激光器 441 是接收激光器。利用这对匹配二极管激光器 440 和 441 读出半透明光盘 490 上相位调制位。推荐使用透镜 550。

图 32 和图 33 是利用本发明检测反射面 60 运动的示意图，在激光束进入激光接收腔之前，利用振动针尖 481 反射和调制后向反射的激光束。在图 32 的实施例中，激光接收腔是单腔 540，而在图 33 的实施例中，匹配激光器 440 是发射激光器，接收腔是激光器 441。

图 34 是最新形式的驱动电路和接收电路，在图 21 中画出早期形式的电路，通常在技术说明书中有描述。图 34 的上方电路代表驱动电路，下方电路代表谐波去卷积电路。图 34 中所示的各个芯片是标准的商品，相对来说也便宜。例如，“BB UAF42”芯片是 Burr-Brown 通用的有源滤波器。三个 741 芯片，两个 5532 芯片和一个 411 芯片都是标准的运算放大器。74LS163 计数器用作分频器。ECG3087 是 ECG 公司制作光隔离器，世界各地可以买到。两级推挽放大器是用于驱动低阻抗负载的高速、大电流缓冲器。三个 LM393 芯片中每一个都是两级高速比较

器。两个 74LS86 芯片是“XOR”（异或）门，用于相位检测。

图 35，图 36 和图 37 是多个激光器输出光束作为“游标”用途的示意图。图 35 表示一种形式，其中激光器输出光束 1，2 … n 基本上都具有相同的波长，但相互之间移位 $\lambda/8$ 。图 35，36 和 37 中四个区域表示为 A，B，C 和 D。图 36 表示另一种形式，其中各个激光器输出的波长不同，图 37 表示第三种形式，其中后向反射光束相互之间移动预定的间隔，但各个光束波长相同。图 35，36 和 37 中所示各种“游标”式样随使用激光器的增多而使分辨率增大。例如，使用两个激光器，其中输出光束之间的位移为 $\lambda/16$ ，则在远场区域运行得到的分子率为 40nm。位移可以是 $\lambda/16$ ， $\lambda/8$ ， $\lambda/4$ 或其任意的组合。

图 24 是本发明一种方式的示意图，用压电叠片调制两个匹配激光器的输出光束。

图 25A 和图 25B 是二极管激光器的基波和二次谐波图形。

图 26A 和图 26B 是二极管激光器在较小驱动电流下运行时观察到的基波图形和二次谐波图形，这是与产生图 25A 和图 25B 图形的驱动电流比较而言的；

图 27 是按照本发明的光学拾取器截面图；

图 28 是使用单个激光器利用振动针或振动探针检测贮存在半透明光盘 490 上位的示意图；

图 29 更详细地画出振动探针和贮存在半透明光盘上的位；

图 30 是使用单个二极管激光器检测半透明光盘上的相位调制位的示意图；

图 31 是使用一对匹配激光器读出贮存在半透明光盘上相位调制位的示意图；

图 32 是单个激光器与振动探针结合进行检测反射面运动的示意图

；

图 33 是一对匹配激光器与振动探针结合运行检测反射面运动的示意图；

图 34 是驱动电路和谐波去卷积电路的框图；

图 35 是本发明一种形式“游标”特征的示意图，本发明利用相同波

长的多个激光器输出光束，但各个光束相互之间有位移；

图 36 是本发明另一种“游标”特征的示意图，其中每个激光器的输出波长不同；以及

图 37 是本发明又一种形式“游标”特征的示意图，其中使用了波长基本相同的多个激光器，但各个激光器相互之间按预定方式移位。

说明书附图

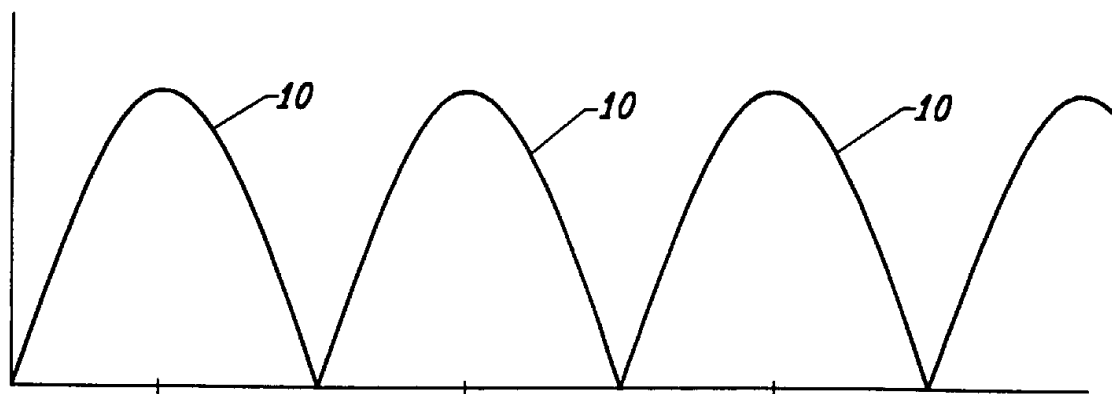


图 1

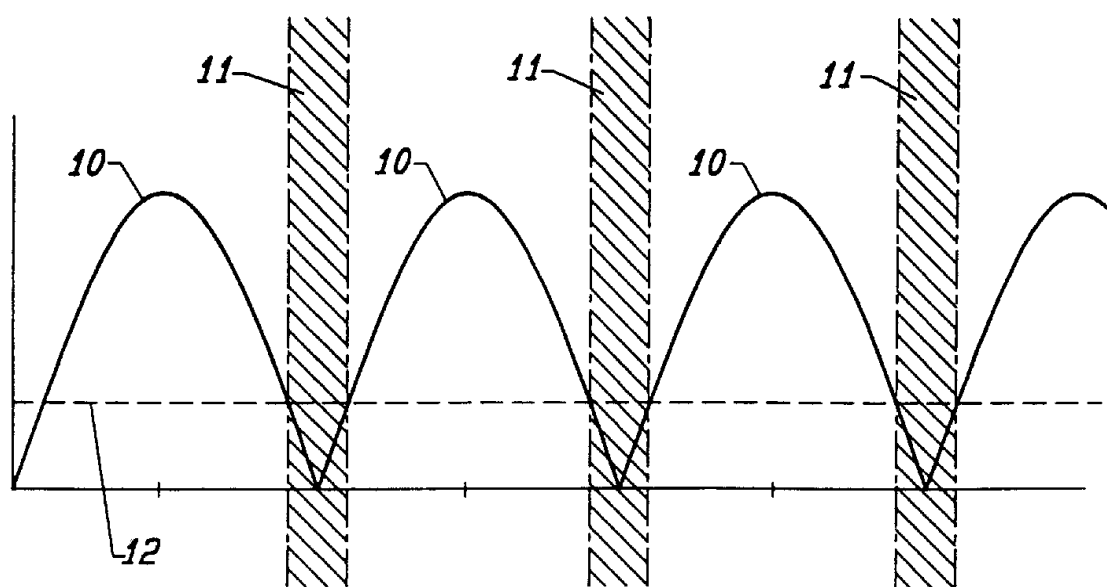


图 2

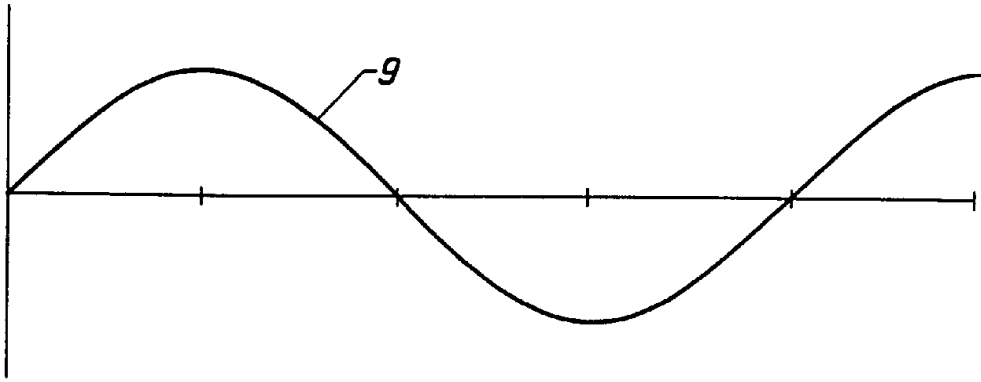


图 3A

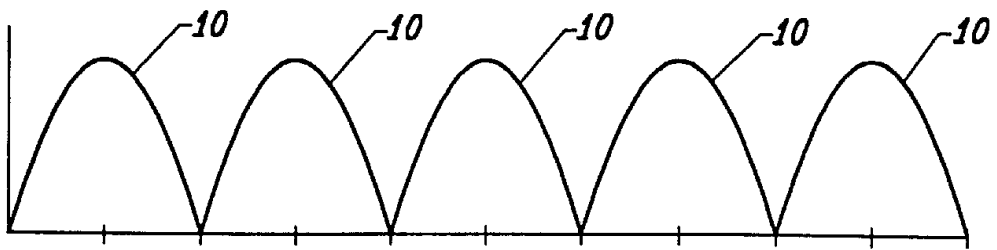


图 3B

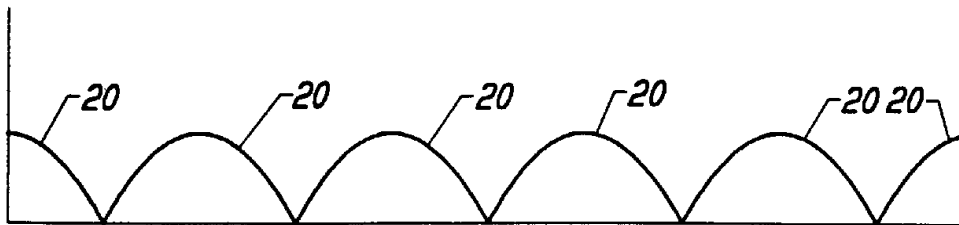


图 3C

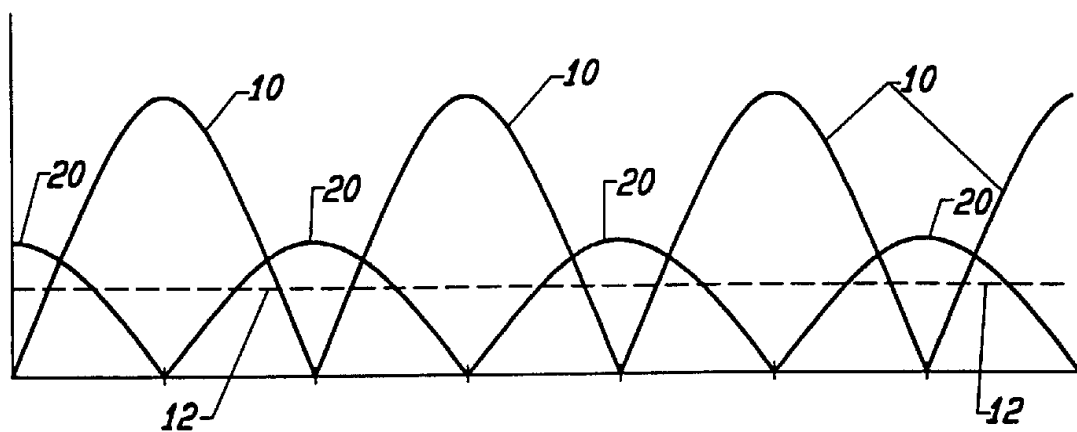


图 4

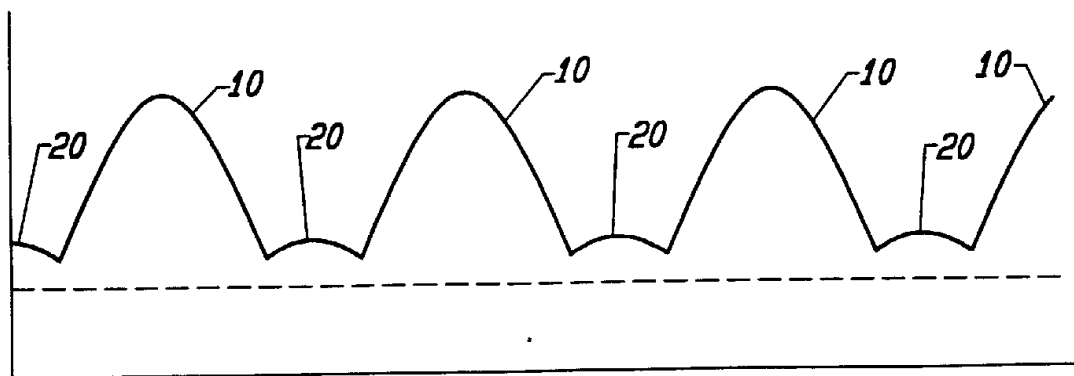


图 5

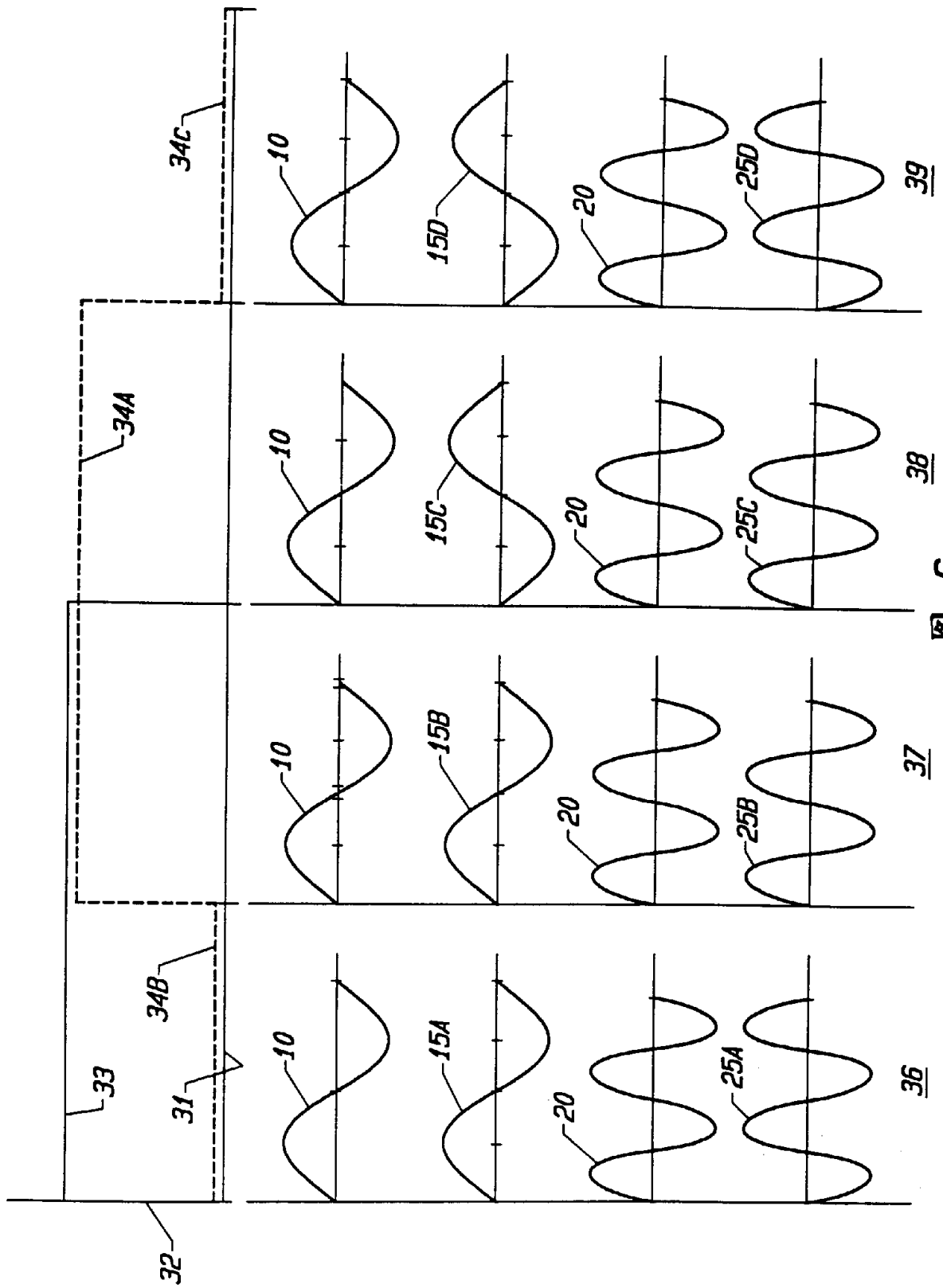


图 6

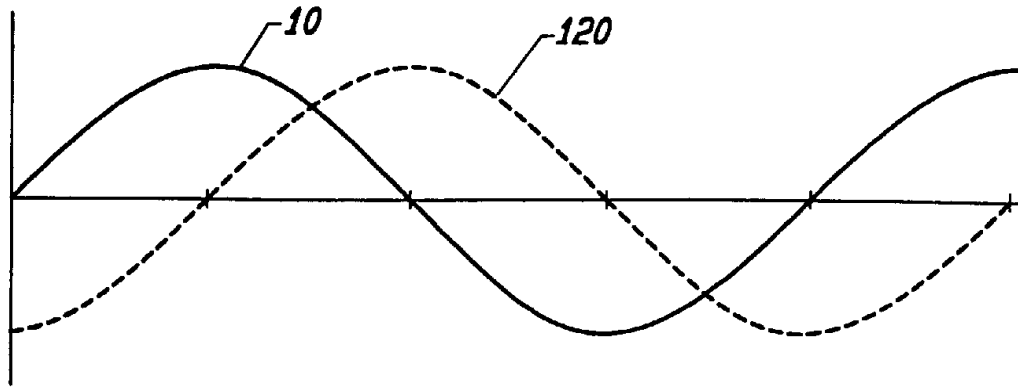


图 7

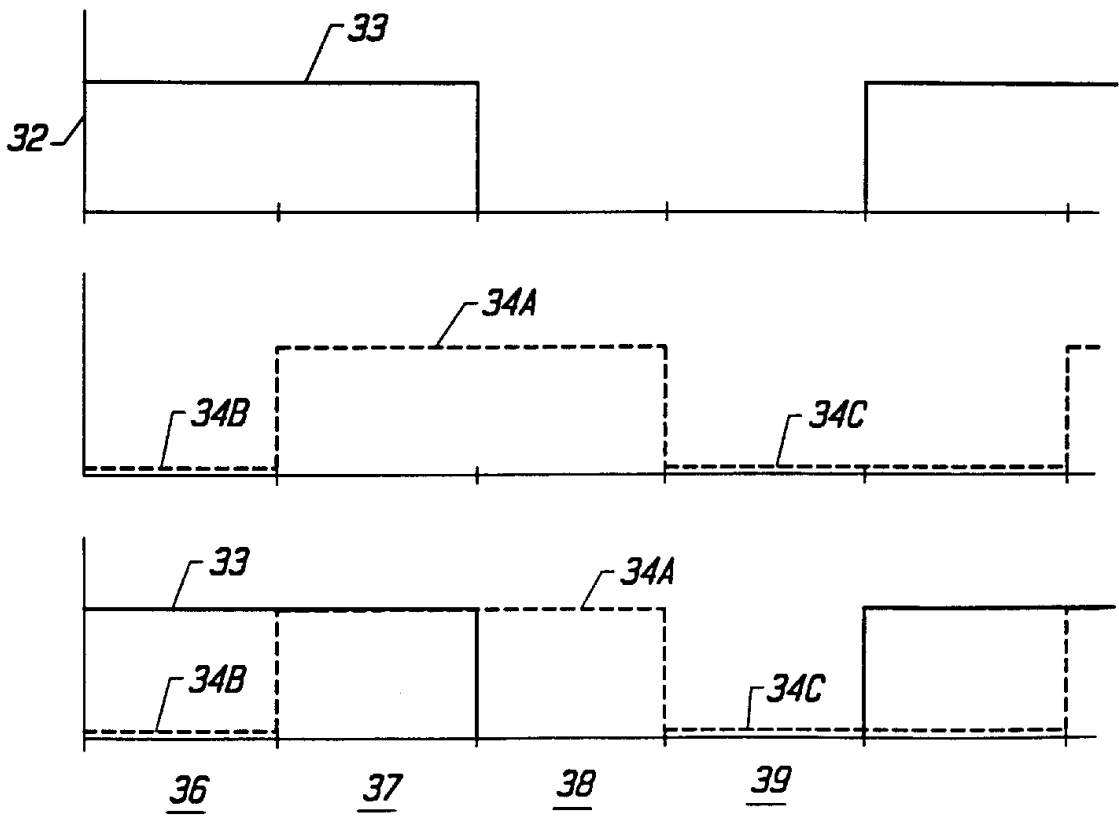


图 8

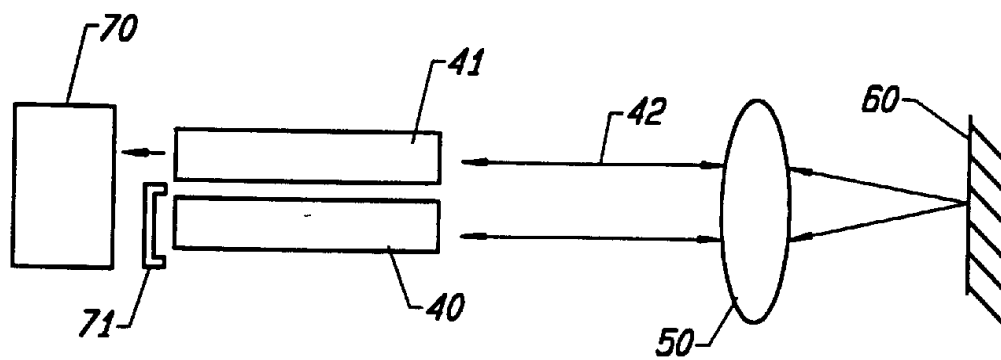


图 9

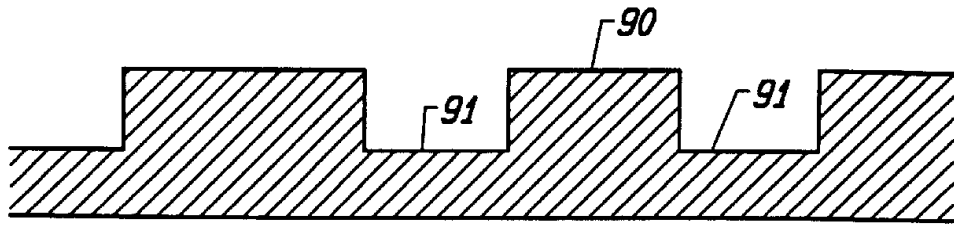


图 10A

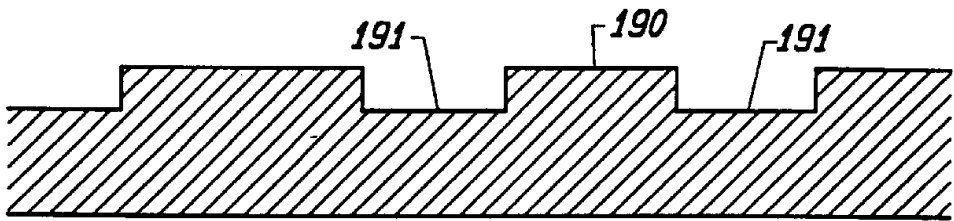


图 10B

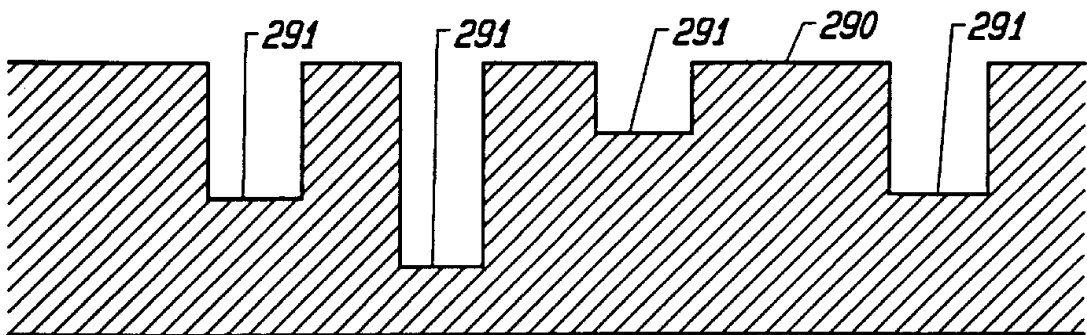


图 10C

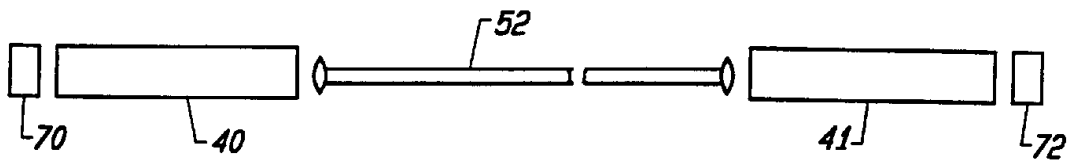


图 11A

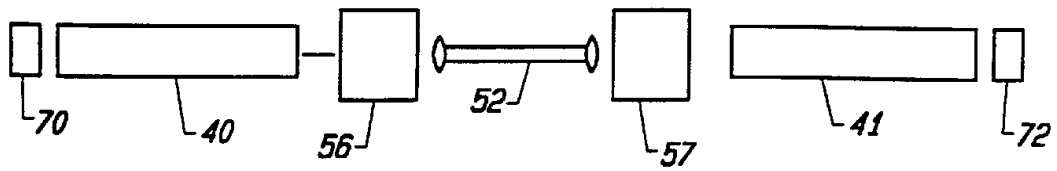


图 11B

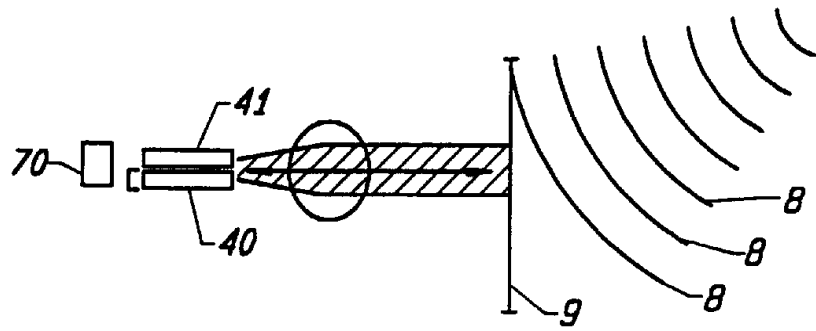


图 12

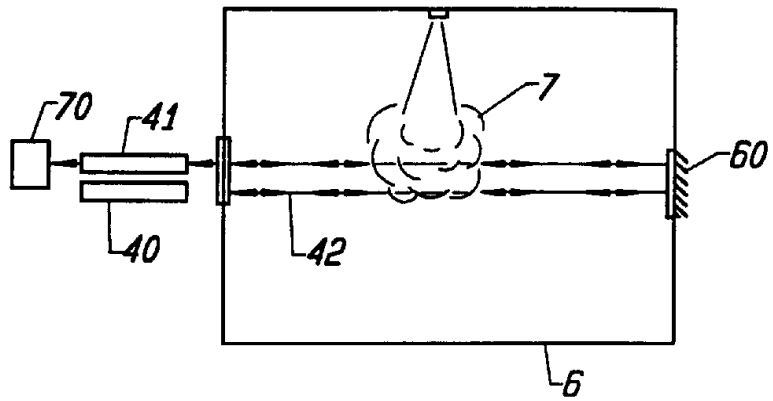


图 13

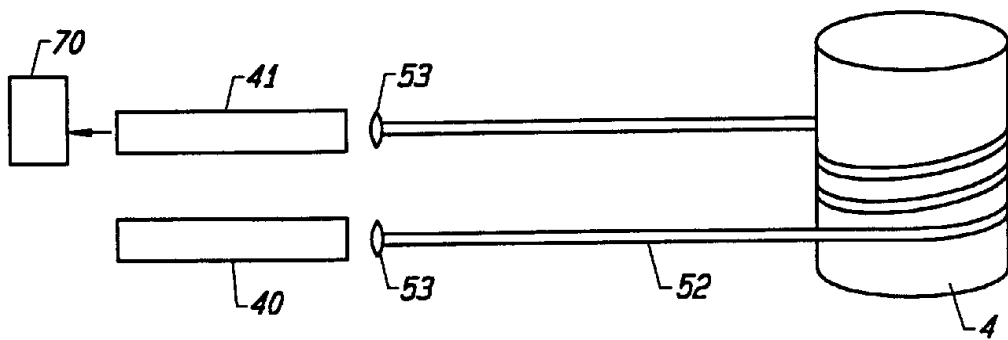


图 14

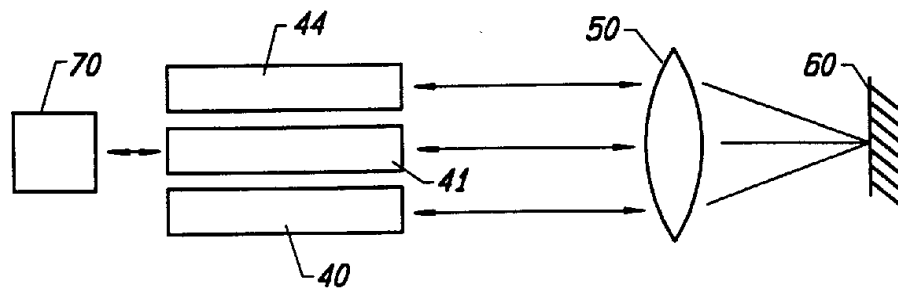


图 15

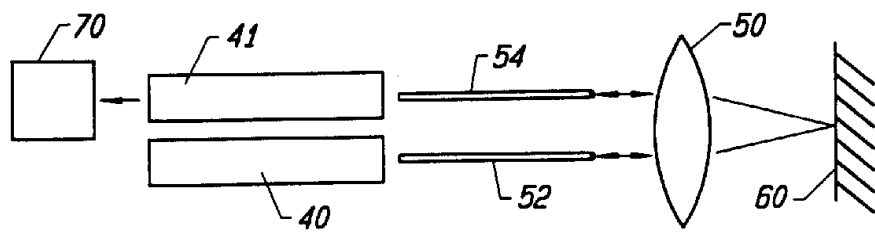


图 16

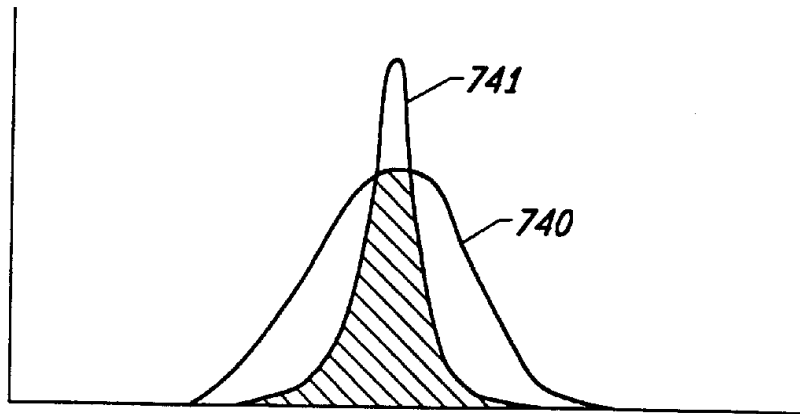


图 17A

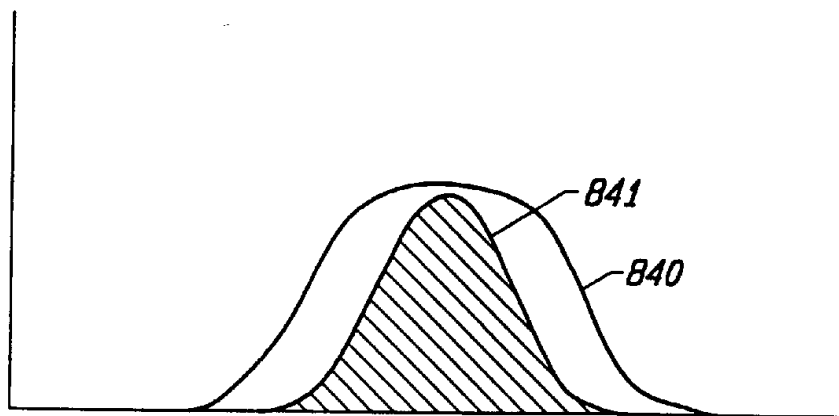


图 17B

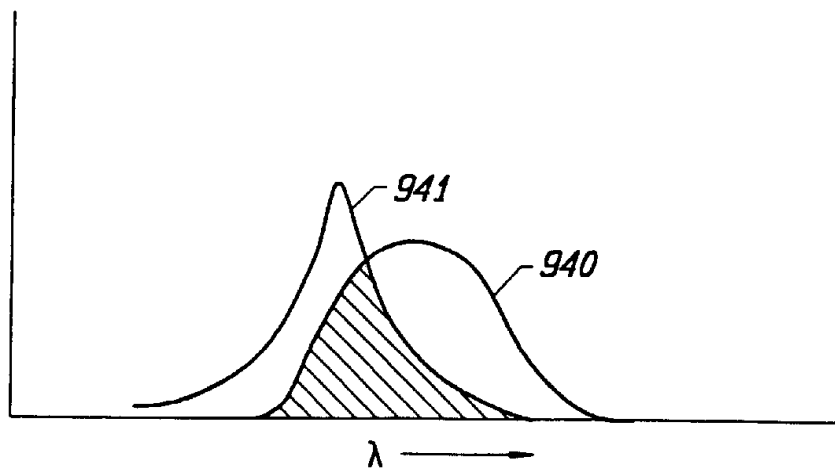


图 17C

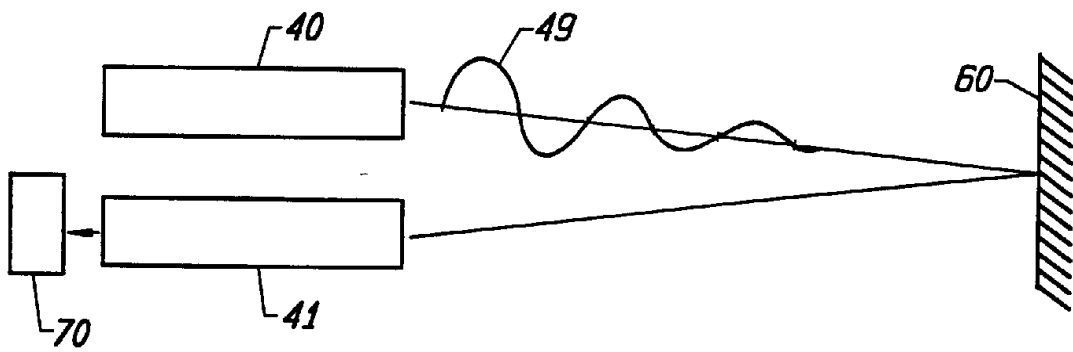


图 18

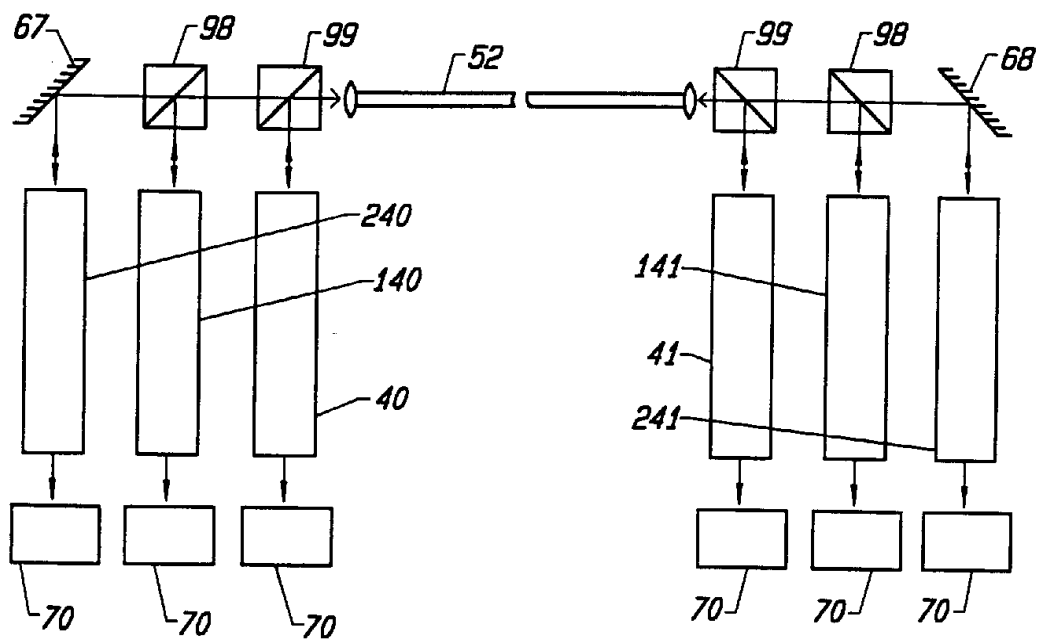


图 19

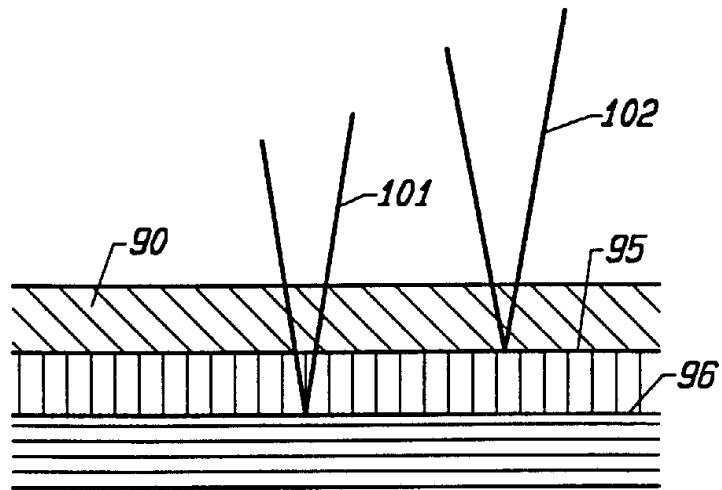


图 20A

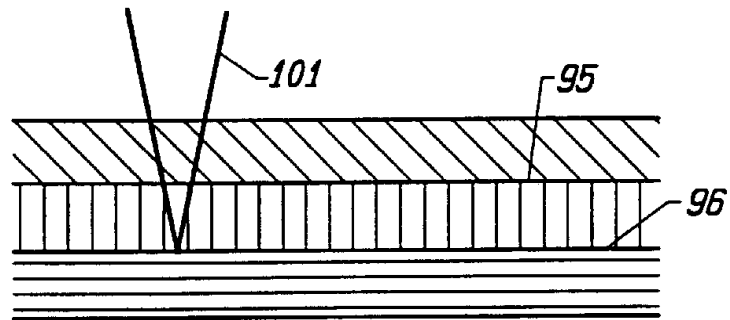


图 20B

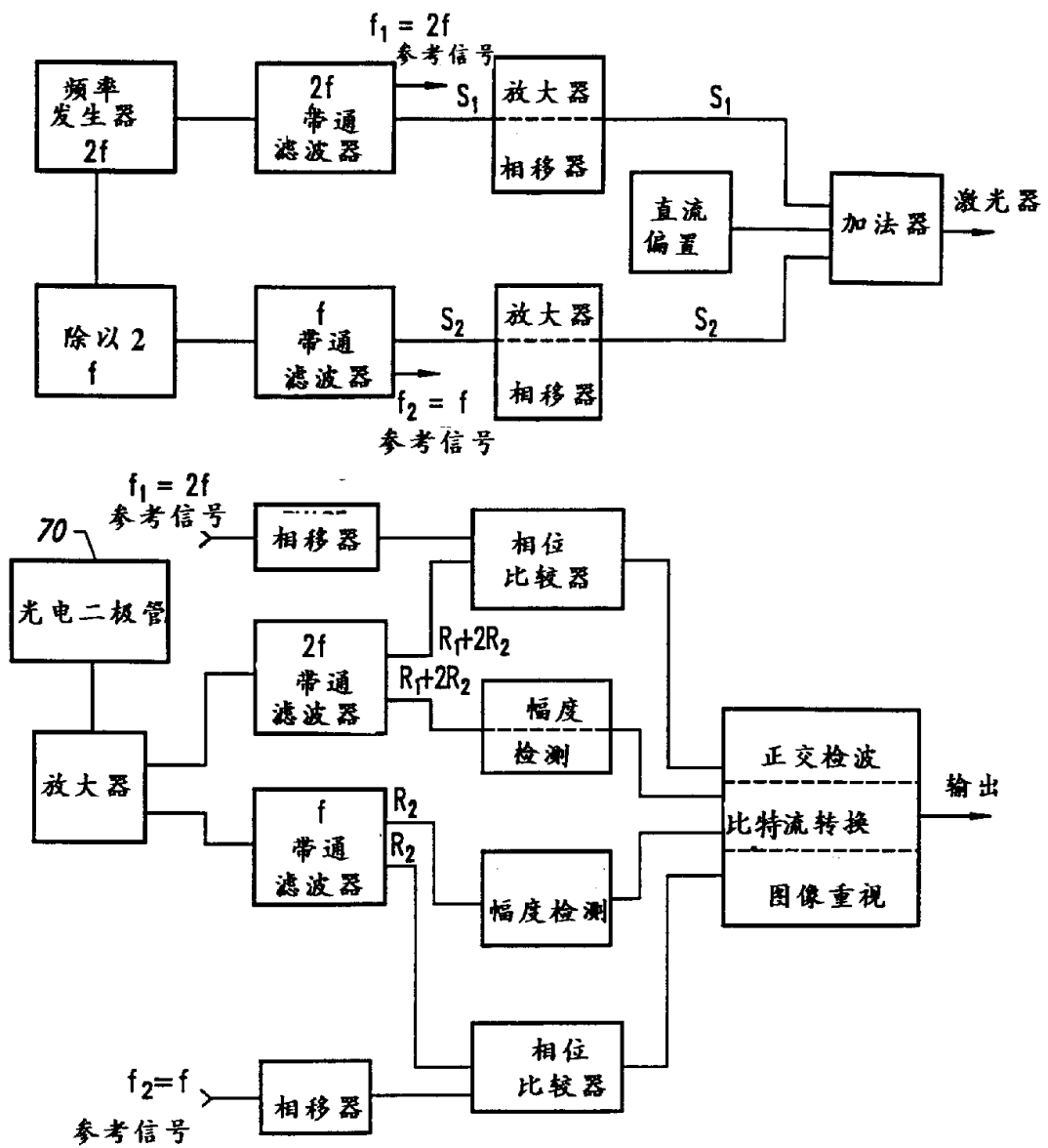


图 21

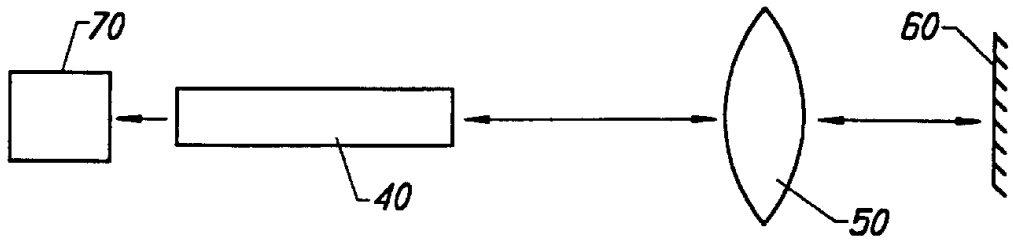


图 22

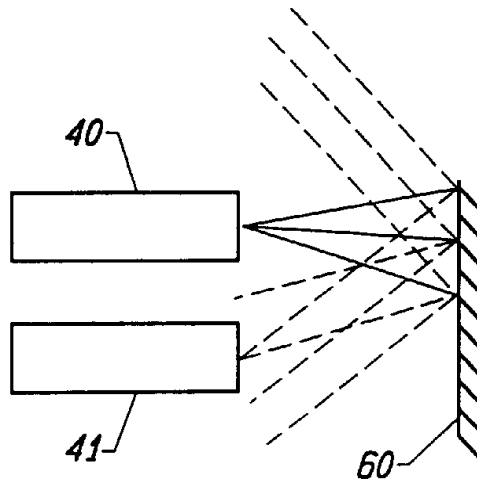


图 23

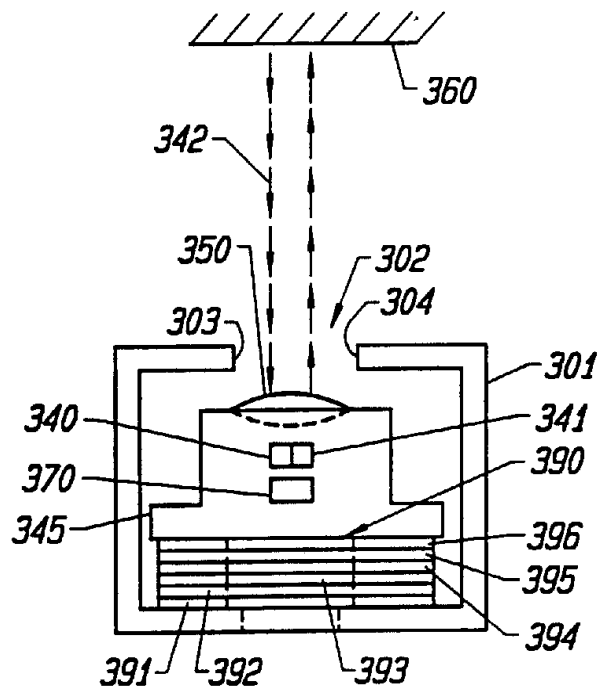
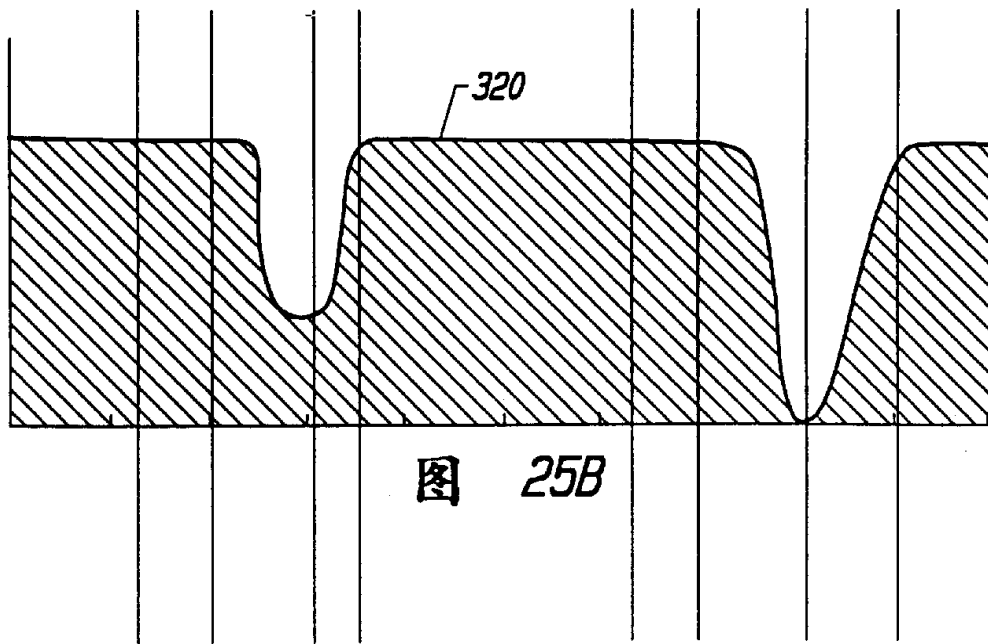
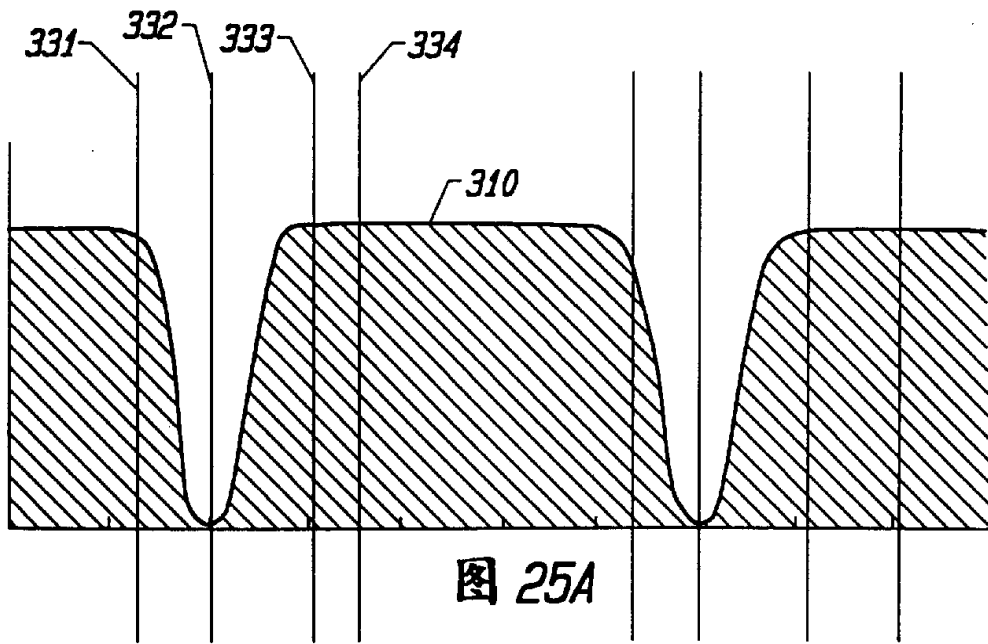


图 24



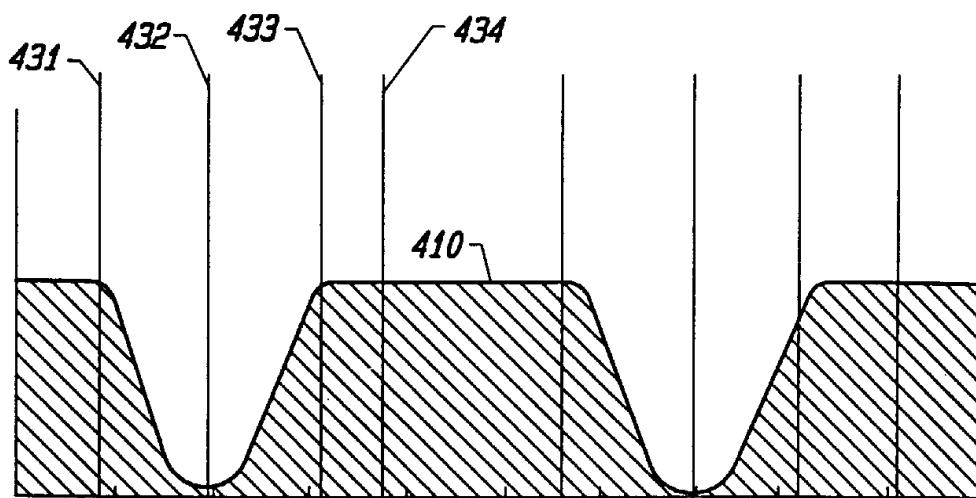


图 26A

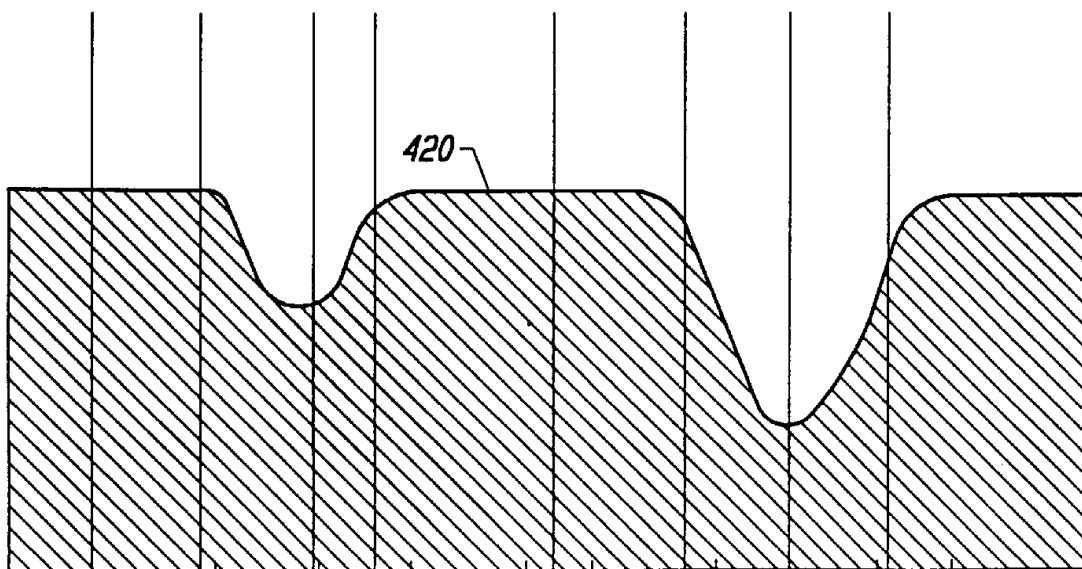


图 26B

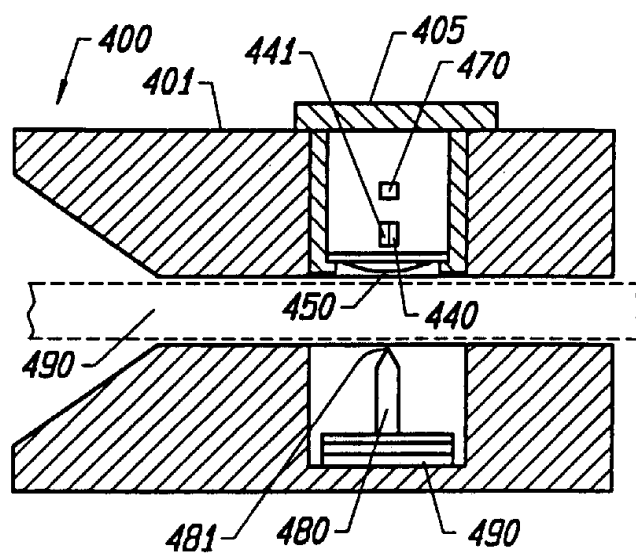


图 27

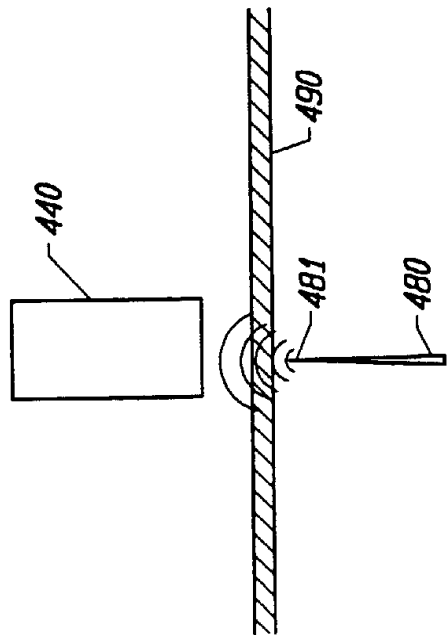


图 28

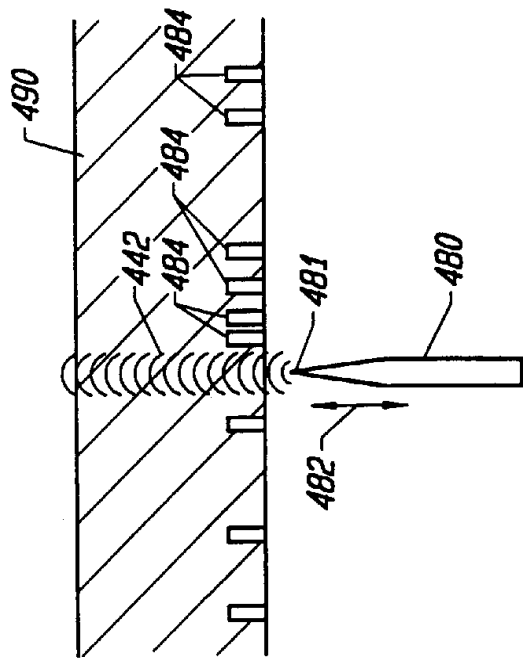


图 29

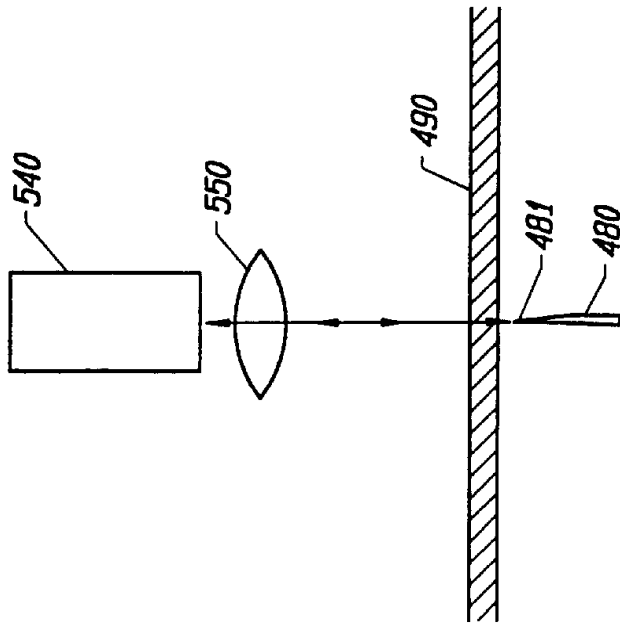


图 30

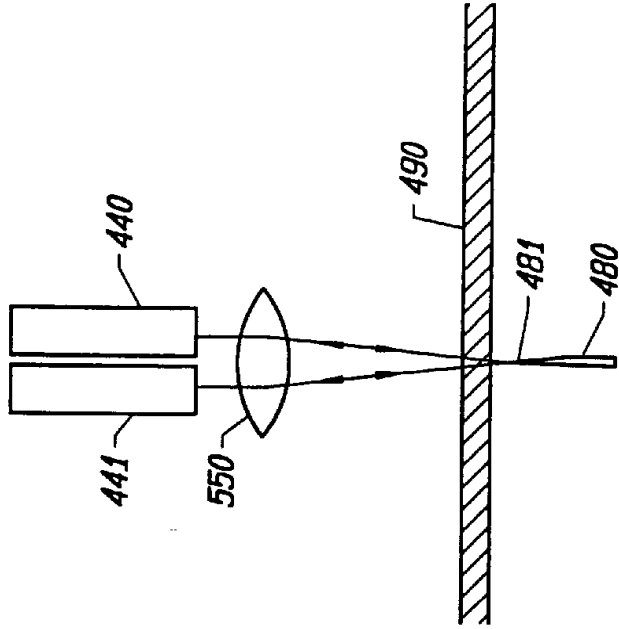


图 31

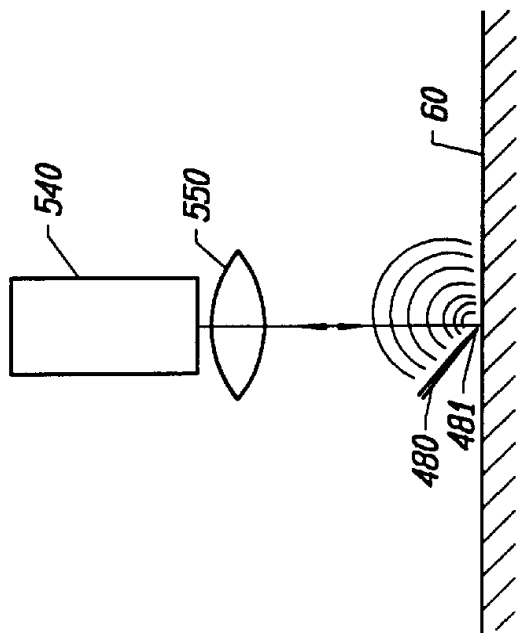


图 32

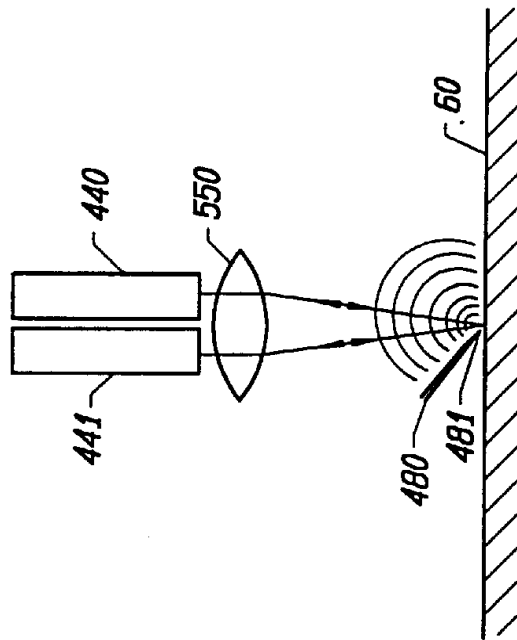


图 33

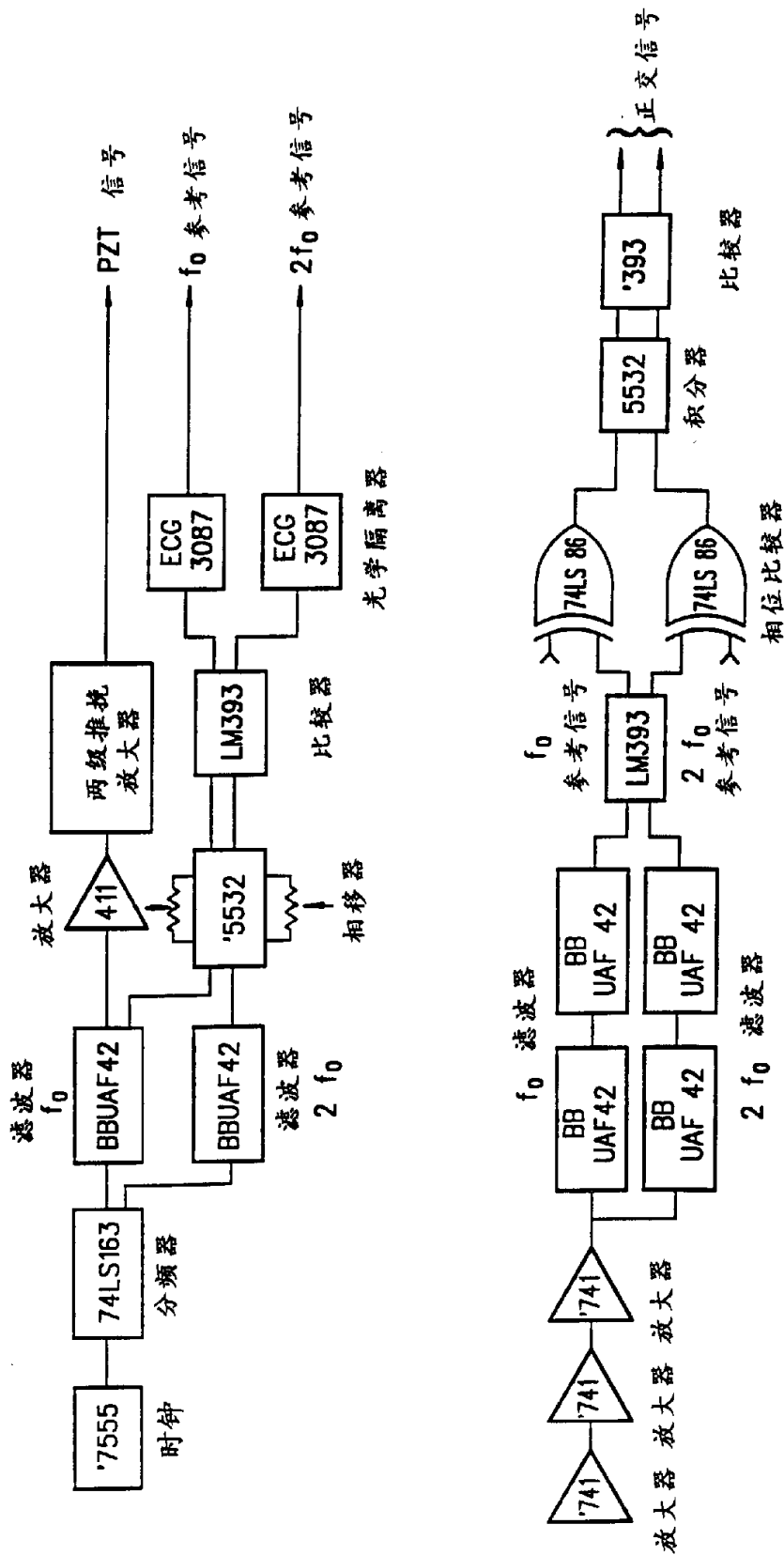


图 34

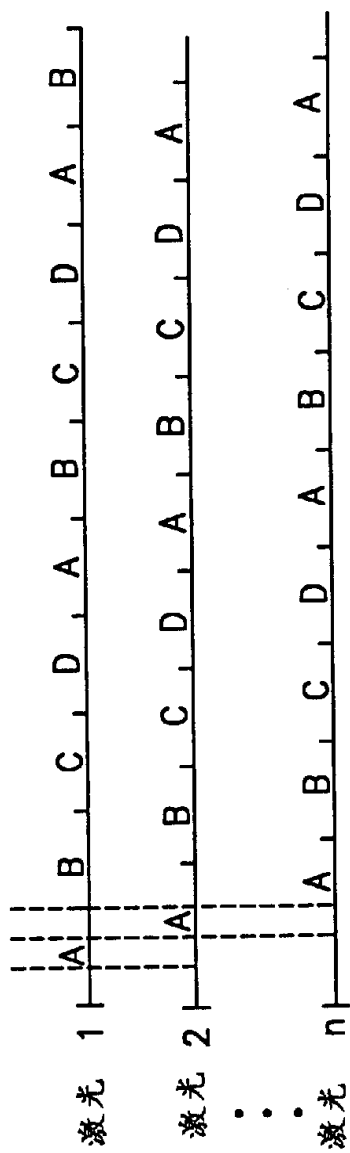


图 35

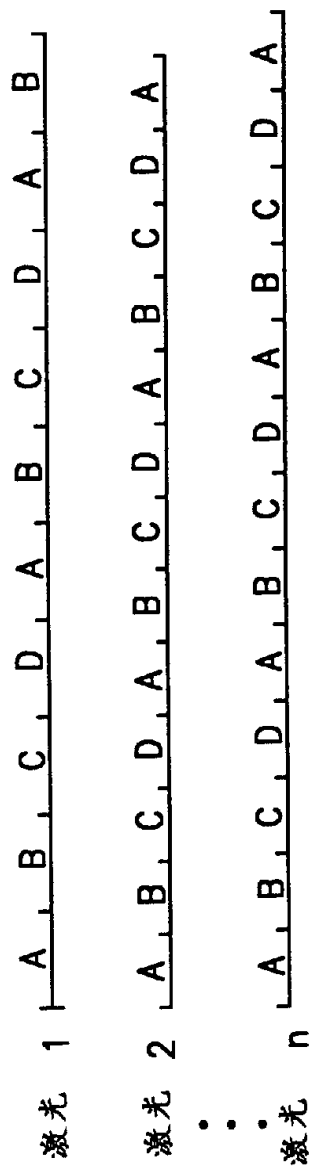


图 36

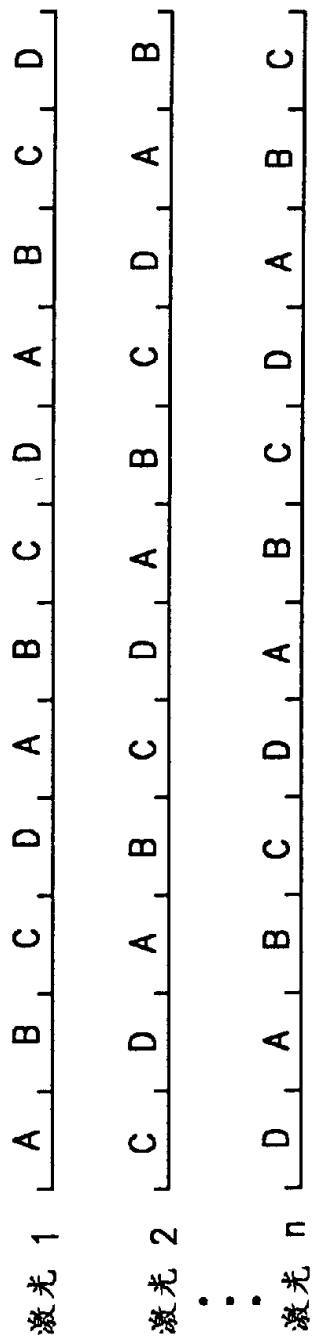


图 37