[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
H04N 9/31

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96190082.2

[43]公开日 1997年4月2日

[11] 公开号 CN 1146841A

[22]申请日 96.2.6
[30]优先权
[32]95.2.7 [33]DE[31]19503929.7
[86]国际申请 PCT/EP96/00494 96.2.6
[87]国际公布 WO96/25009 德 96.8.15
[85]进入国家阶段日期 96.10.7
[71]申请人 LDT激光展示技术公司
地址 联邦德国吉拉
[72]发明人 A·拉施 M·罗斯查尔克
J·-P·鲁斯克
V·格罗伯

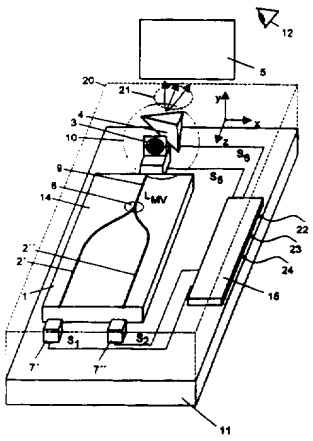
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 董巍 萧掬昌

权利要求书 15 页 说明书 32 页 附图页数 18 页

[54]发明名称 彩色图象产生系统及应用

[57]摘要

本发明涉及显示实的或虚的、二维的或三维的、彩色的或单色的图象的彩色图象产生系统及其应用，特别是电视或视频应用和印刷应用。根据本发明，在载体（11）上，特别是在衬底（1）上安装若干集成光学结构。方案a）的基本设计思想是应用空间聚合可见光波长范围中不同波长的光成分（例如原色红、绿和蓝）的空间光束结合单元并且偏转空间聚合的光（L_{VM}），使通过与聚合光（L_{VM}）偏转同步的光成分的强度或幅度和彩色调制在空间产生虚象或在投影屏幕（5）上产生实象，使观察者的眼睛（12）能够看到。空间光束结合单元（14）由波导（2、9）组成，这些波导能够以几乎相同的效率传输和空间聚合宽带或所选择的光谱范围的光。这些宽带波导是宽带光导纤维，宽带带状波导或宽带准波导（例如ARROW），在波导中进行强度或幅度调制的情况下，如果需要它们是单模的。特别是采用单模集成光学宽带带状波导（EOBSW）。本发明在另一个方案（b）中的出发点是，借助一个可控滤色元件（Fi）可滤除宽带波导（9）中若干波长的光。使用适当的滤色元件时可以实现对可见光光谱色值的调整。通过对光的色值调整和强度或幅度调制同步进行的、将所产生的彩色光束向观察空间的偏转来产生彩色图象。所有产生彩色图象所需的电子学和光学组件可以单片或混合集成在载体（11）上，彩色图象产生系统可作为封装好的模块形式加以实现。



权　利　要　求　书

1.彩色图象产生系统的组成，由

—至少一个光源（7），该光源向至少一个光波导（2或9）发射至少一个波长（λ）或一个波长范围（$\Delta\lambda_E$）的光，

—一个控制单元（15），该控制单元与至少一个控制光强度或幅度调制和/或彩色调制的可控调制装置（17）以及与一个光束成形和光束偏转单元（10）连接，

—光束成形和光束偏转单元（10），借助该单元强度或幅度调制和/或彩色调制的光利用控制单元（15）与调制的控制同步可向至少一个空间方向偏转并以数字的（光点）或模拟的（光束）形式扫描一组图象，

其特征在于，

—在至少一个光源（7）和光束成形和光束偏转单元（10）之间安装一个载体（11），在该载体上至少设置一个光波导（2、9），使至少一个光波导（2、9）能够有效地传输所应用的波长或波长范围，把强度或幅度调制和/或彩色调制的光射入光束成形和光束偏转单元（10）。

2.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，在该系统中为了高质量彩色图象的显示设置至少两个互不相关的可控调制装置用于扫描光束的强度或幅度调制和彩色调制，

—在至少一个光源（7）中，和/或

—在至少一个光源（7）和载体（11）之间具有至少一个光波导（2、9）和/或

—在载体（11）上具有至少一个光波导（2、9）和/或

—在具有至少一个光波导（2、9）的载体（11）与光束成形和光束偏转单元（10）之间，其中

由下列调制类型中

—强度或幅度调制，和/或

—相位调制，和/或

—与一个偏振器或一个起偏振的光波导相结合的偏振调制，和/或

—彩色调制（光的光谱组成）

至少这些调制类型中的两种使用至少一次，或这些调制类型中的一种使用至少两次，从而特别是下列方案是可能的，

—在至少两个光源中的强度或幅度调制，

—在至少一个光源中的强度或幅度调制和在至少一个光波导中的彩色调制，

—光源的彩色调制和至少一个光波导中的强度或幅度调制，

—在至少两个光波导中的强度或幅度调制，

—在至少一个光源和至少与另一光源相连接的一个光波导中的强度或幅度调制，和

—光源的彩色调制和在光波导中的强度或幅度调制，

此外

通过任意一个信号、特别是电视信号、视频信号、声频信号、计算机产生的信号或测量装置的信号来实现对强度或幅度调制和/或彩色调制的控制。

3.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，由下列部件组成:

—至少两个光源（7′、7″），用这些光源将不同光波长（λ_1和λ_2）或不同波长范围（$\Delta\lambda_{E,1}$和$\Delta\lambda_{E,2}$）的光成分耦合入各一光波导（2′、2″）并可以有效的传输。

—至少两个光波导（2′、2″），其中，在光波导（2′、2″）的输出端设置一个无源耦合点（6）或一个可控耦合点（13），

—无源耦合点（6）或可控耦合点（13），由该耦合点向外引出至少一个光波导（9），

—延伸敷设的光波导（9），由其输出端可耦合出强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合光（L_{MV}或L_{VM}），其中，至少三个光波导（2′、2″、9）和无源耦合点（6）或可控耦合点（13）组成一个空间光束结合单元（14），并且其中各波长（λ_1和λ_2）或各波长范围（$\Delta\lambda_{E,1}$和$\Delta\lambda_{E,2}$）的光分量相应于控制单元（15）的控制以适当方式可互不相关的进行调制，和

—光束成形和光束偏转单元（10），该单元与延伸敷设的光波导（9）连接。（图 1）

4.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，由下列部件组成:

——一个光源（ 7 ），其多个分立波长（λ_1、λ_2、λ_3…）或多个分立波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 1}$、$\Delta\lambda_{E,\ 2}$、$\Delta\lambda_{E,\ 3}$…）或一个波长范围（$\Delta\lambda_E$）的光可耦合入一个光波导（ 9 ），该光波导能够有效地传输所用波长或波长范围，并且能在此光波导（ 9 ）中高效率的传输，和

—光波导（ 9 ），在该光波导中光以适当方式根据控制单元（ 15 ）的控制是可以进行强度和幅度调制和/或彩色调制的，并在其输出端可以耦合出强度或幅度调制和/或彩色调制的光成分（$\Delta\lambda_A$、L_M）。

5.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，其中至少一个光波导（ 2 、 9 ）是一个宽带波导，特别是一个白光波导并且

该宽带波导是

——一个集成光学宽带带状波导，特别是一个白光带状波导，或

——一个宽带光导纤维或

——一个宽带准波导，特别是一个 ARROW 。

6.根据权利要求 3 所述彩色图象产生系统，其特征在于，三个波导（ 2 、 2″ 、 9 ）和无源耦合点（ 6 ）或可控耦合点（ 13 ）组成一个空间光束结合单元（ 14 ）并且每一个波导或是

——一个光导纤维和有一个光导纤维耦合器，或是

——一个带状波导，特别是一个集成光学带状波导和有一带状波导耦合器，特别是一个白光带状波导耦合器，或是

——一个准波导，特别是一个 ARROW ，和有一准波导耦合器。

7.根据权利要求 1 和 5 所述彩色图象产生系统，其特征在于

载体（ 11 ）或是

—至少一个宽带光导纤维的支撑，或是一衬底（ 1 ）的支撑，其中，在衬底（ 1 ）内或衬底（ 1 ）上形成至少一个集成光学宽带带状波导或者至少一个宽带准波导，特别是一个 ARROW 。

8.根据权利要求 6 所述彩色图象产生系统，其特征在于，

空间光束结合单元（ 14 ）由同类或不同类光导纤维和/或带状波导和/或准波导的组合制成。

9.根据权利要求 3 所述彩色图象产生系统，其特征在于，

在波导的无源耦合点（6）中，光成分的无源空间聚合可通过以下方式实现，

—利用一个Y－分支器，或

—利用一个集成光学切换和分配器元件，诸如X－耦合器或BOA或定向耦合器或平行带状线耦合器，或

—集成光学和/或微光学反射器，诸如反光镜、光栅或棱镜。

10.根据权利要求2和3所述彩色图象产生系统，其特征在于，

每一个波导（2′、2″、9）都是无源的，并且有一个波导无源耦合点（6），和

在光源（7′和7″）中光成分（具有波长λ_1和λ_2）的调制是通过以下方式实现的，即通过调整光源的光功率（例如，通过控制光源的二极管电流）或通过调整光强度（例如通过改变光源—波导的耦合效率）或通过光束的衰减（例如通过在光源后的可调光闸或吸收器）。

11.根据权利要求2和3所述彩色图象产生系统，其特征在于，

在波导（2′、2″、9）中的至少一个波导中的光是可以强度或幅度调制的和/或耦合点是一可控耦合点（13）。

12.根据权利要求3和5至11所述彩色图象产生系统，其特征在于，

—三个光源（7′、7″、7‴）各向一空间光束结合单元（14）发送不同波长（λ_1、λ_2、λ_3）或波长范围（$\Delta\lambda_{E,1}$、$\Delta\lambda_{E,2}$、$\Delta\lambda_{E,3}$）的光，

—这些光可耦合入三个波导（2′、2″、2‴）中的各一个输入端，

—波导（2′、2″、2‴）在其输出端、在至少一无源耦合点（6）或一可控耦合点（13）向另一波导（9）聚合，使空间聚合的光在另一个波导（9）的输出端是可以耦合出来的，此外，

—到达一个光束成形和光束偏转单元（10）内，从而可向空间投射，其中

—各波长（λ_1、λ_2、λ_3）或各波长范围（$\Delta\lambda_{E,1}$、$\Delta\lambda_{E,2}$、$\Delta\lambda_{E,3}$）的光成分可以以适当方式互不相关的进行调制，和

—空间聚合光的光束成形和光束偏转在至少一个空间方向与三个光源相应光成分调制的控制同步进行。

13.根据权利要求12所述彩色图象产生系统，其特征在于，

三个光成分（λ_1、λ_2、λ_3或波长范围$\Delta\lambda_{E,1}$、$\Delta\lambda_{E,2}$、$\Delta\lambda_{E,3}$）可以耦合入每一个波导（2′、2″、3‴）中，这些光成分对应于具有红、绿和蓝原色的彩色系统。

14.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，通过加色混合产生人眼可以观察到的实彩色图象（电视图象或视频图象），其中

借助光束成形和光束偏转单元（10）可将强度或幅度调制和彩色调制的光投影到一个屏幕（5）或一个投影屏上，并且在那里空间紧密相邻的、并且时间快速的依次排列的单个象点或偏转的光束在人眼（12）中产生连续在一起的图象印象，其中

在通过光束成形和光束偏转单元（10）产生平行光束的情况下，屏幕（5）的空间位置对图象的清晰度必须毫无影响。

15.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，通过加色混合产生人眼可以观察到的虚彩色图象（电视图象或视频图象），其中

借助光束成形和光束偏转单元（10），可将强度或幅度调制和彩色调制的光偏转到一个观察空间，并且通过在空间紧密邻近的和时间上快速依次排列的单个象点或光束在位于观察空间内光束成形和光束偏转单元（10）光轴上的人眼（12）的视网膜上可以产生组合在一起的整体图象印象。

16.根据上述权利要求3和5至15中其中之一个或多个所述彩色图象产生系统，其特征在于，作为相互交叉的波导的矩阵装置，其中，交叉点或是

a）波导的完全无源交叉，或是

b）用于光成分空间聚合的无源耦合点（6），或是

c）用于强度或幅度调制和空间光束结合和/或光束偏转的可控耦合点（13），并且可向每一个波导（2）耦合入光成分，并且在一个公共波导（9）的输出端将强度或幅度调制和彩色调制的，空间聚合的光（L_{MV}或L_{VM}）耦合出来。

17.根据权利要求16所述彩色图象产生系统，其特征在于，为传输三种不同波长（λ_1、λ_2、λ_3）或不同波长范围（$\Delta\lambda_{E,1}$、$\Delta\lambda_{E,2}$、$\Delta\lambda_{E,3}$）

的光成分平行安装了三个波导（2′、2″、2‴），并与另一波导（9）交叉，其中，交叉点是用于空间光束结合的无源耦合点（6），并根据需要可以在三根波导（2′、2″、2‴）中的每一个波导上安装一个强度或幅度调制器（AM），或者交叉点是用于空间光束结合和/或光束偏转的可控耦合点（13），并且在公共波导（9）的输出端可将强度或幅度调制和彩色调制的，空间聚合光（L_{MV}或L_{VM}）耦合出来。

18.根据权利要求16所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了传输两种不同波长（λ_1、λ_2）或不同波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 1}$、$\Delta\lambda_{E,\ 2}$）的光成分而平行安装了两个波导（2′、2″），并且与另一个波导（9）交叉，此外在公共波导（9）的输入端可以耦合入另一波长（λ_3）或另一波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 3}$）的光，其中

—交叉点是用于空间光束结合的无源耦合点（16）并且根据需要可以在耦合点前、在三根波导（2′、2″、9）中的每一个波导上安装一个强度或幅度调制器（AM），或者

—交叉点是用于空间光束结合和/或光束偏转的可控耦合点（13），并且

在公共波导（9）的输出端，可以将强度或幅度调制和彩色调制的，空间聚合光（L_{MV}或L_{VM}）耦合出来。

19.根据权利要求16所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了传输三种不同波长（λ_1、λ_2、λ_3）或波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 1}$、$\Delta\lambda_{E,\ 2}$、$\Delta\lambda_{E,\ 3}$）的光成分而平行安装三个第一组波导（2′、2″、2‴），并且这些波导与三个另外的波导（8′、8″、8‴）和一个公共波导（9）交叉，其中

—第一组波导与另一组波导的交叉点（2′与8′、2″与8″和2‴与8‴）是可控耦合点（13），

—第一组波导与公共波导的交叉点（2′与9、2″与9和2‴与9）是无源耦合点（6）或可控耦合点（13），并且

—其余交叉点全是波导的无源交叉点，此外

—除公共波导（9）外的所有波导（2′、2″、2‴、8′、8″、8‴）都有盲输出端（B），并且

在公共波导（9）的输出端可将强度或幅度调制和彩色调制的、空

间耦合光（L_{MV}或L_{VM}）耦合出来。

20.根据权利要求1至3和5至19中的一个或多个所述彩色图象产生系统，其特征在于，

至少两个波长（λ_1、λ_2）或波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 1}$、$\Delta\lambda_{E,\ 2}$）的光成分作为光脉冲可以在时间上依次耦合入各一个波导（2′、2″）并且在无源耦合点（16）或可控耦合点（13）是可以空间上叠加在一起的，此外空间聚合的光成分在公共波导（9）中是可以通过调制装置（17）以脉冲节拍加以控制。

21.根据权利要求4所述彩色图象产生系统，其特征在于，在波导（9）的路径中可以安装一个用于强度或幅度调制和/或彩色调制的装置（17），其中

用于彩色调制的装置是一个可控滤色器（Fi）并且调制装置（17）与控制单元（15）连接，而且特别是光的强度或幅度的调制，或者是

—通过一个可控光源（7），或者是

—通过在波导（9）中在滤色器（Fi）前或其后安装的强度或幅度调制器（17）来实现。

22.根据权利要求4所述彩色图象产生系统，其特征在于，混合色的色值可以以时分复用方式通过单个象点的空间叠加而产生。

23.根据权利要求4所述彩色图象产生系统，其特征在于，每个象点的色值可以通过滤色器（Fi）直接整定。

24.根据权利要求4所述彩色图象产生系统，其特征在于，

—波导（9′）在至少一个无源耦合点（6′）中可以至少有一个分支，并且相同波长（λ_E）或相同波长范围（$\Delta\lambda_E$）的光成分是可在每一个波导（2′、2″）中传输的，

—在每一个波导（2′、2″）中安装一个滤色器（Fi）并且在需要时可以安装一个强度或幅度调制器（17），此外

—在波导（2′、2″）中传输的光成分在至少在一公共波导（9）中的另一个无源耦合点（6）是可以空间聚合的、并在公共波导（9）的输出端可将强度或幅度调制和彩色调制的，空间聚合的光（L_{MV}）耦合出来（见图23）。

25.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，

—或者在波导（9′）中可耦合入一个波长（λ_0）的光，在一个或多个无源耦合点（6′）是可分的，并且光成分在每一个波导（2′、2″、…）中均可以传输，或者

—至少两个波长的光(λ_1、λ_2…)是可以耦合入至少两个波导（2′、2″，…）中，其中

—在波导（2′、2″…）的至少一个波导中安装一个频率转换器（Fu），借助此转换器以非线性光学效应为基础可以产生光基频的高次谐波以及光的和频和差频，而且在需要时可以安装一个强度或幅度调制器（17），此外

—在波导（2′、2″）中传输的光成分在至少在一公共波导（9）中的另一个无源耦合点（6）空间聚合并且在公共波导（9）的输出端可将强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合光（L_{MV}）耦合出来。（见图21、22）。

26.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，至少一个光源（7）是连续波激光器或是一个脉冲激光器或是一个激光二极管或是一个光纤激光器或是一个发光二极管或是一个光谱灯。

27.根据权利要求2所述彩色图象产生系统，其特征在于，在波导（2′、2″、…9）或在可控耦合点（13）光的强度或幅度调制和彩色调制可用下列原理中的一个或多个原理加以实现:

—电光调制，

—声光调制，

—热光调制，

—磁光调制，

—光光调制，

—光热调制，

—通过半导体材料中自由载流子的注入或耗尽改变有效折射率，

—利用法布里—珀罗效应进行电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的或光热的调制，

—利用法布里—珀罗效应通过在半导体材料中自由载流子的注入或耗尽改变有效折射率的调制，

—电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的或光热的截止—调制，

—通过在半导体材料中自由载流子的注入或耗尽改变有效折射率

的截止—调制，

—可控的波导放大

—与一个起偏振元件或一个起偏振波导相结合的可控的偏振旋转，

—波导模式变换

—电吸收调制，或通过

—借助一个集成光学切换或分配器元件，诸如 X－耦合器、平行带状耦合器、定向耦合器或 BOA 的调制。

28.根据权利要求 27 所述彩色图象产生系统，其特征在于，强度或幅度调制和彩色调制是可以在集成光学干涉仪结构基础上和有效的利用上述调制方法的条件下实现的。

29.根据权利要求 5 和/或权利要求 6 所述彩色图象产生系统，其特征在于，

波导、特别是宽带和白光波导、是单模的。

30.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，光束成形和光束偏转单元（ 10 ）是由一个分立的光束成形装置和一个分立的光束偏转装置构成的。

31.根据权利要求 30 所述彩色图象产生系统，其特征在于，

a ）根据需要，光束成形功能是无源的或是可控的，

b ）光束偏转功能是可控的，并且

c ）根据需要，两种功能可以是分别的或共同的加以可控制的，此外，

分立的光束成形和光束偏转装置的控制可以通过一个任意的信号进行，特别是通过一个电视信号、一个视频信号、一个声频信号、一个计算机产生的信号或一个测量装置的信号。

32.根据权利要求 30 和 31 所述彩色图象产生系统，其特征在于，结合光束的光束成形装置根据下列原理之一工作：

—借助常规光学系统；

—借助微光学系统；

—借助光束成形光栅；

—借助光束成形反射器；

—借助通过光束成形元件内部折射率改变而产生的光束成形，或者

—借助通过光束成形元件的几何形状改变（厚度、曲率）而产生的光束成形。

33.根据权利要求30和31所述彩色图象产生系统，其特征在于，结合光束的光束偏转装置根据下列原理之一工作:

—借助可调常规光学系统;

—借助具有光学有效面的运动的反射器;

—借助运动的光栅或可变光栅;

—借助电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的、光热的和/或非线性光学光栅;

—借助在体材料中的电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的、光热的和/或非线性光学的偏转器;

—借助微光学或集成光学结构的电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的、光热的和/或非线性光学的偏转器;

—借助集成光学多通道分路器;

—借助微机械偏转系统，或者

—借助微光学偏转系统。

34.根据权利要求32和33所述彩色图象产生系统，其特征在于，光束成形和光束偏转单元（ 10 ）由一个光束成形和光束偏转功能集成元件构成。

35.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了产生实象，光束成形和光束偏转单元（ 10 ）把光投影到一个屏幕（ 5 ）或一个投影屏上。

36.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了产生实象，光束成形和光束偏转单元（ 10 ）把强度或幅度调制和彩色调制的光作为图象行或图象投影到一个光敏面上。

37.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了产生虚象，光束成形和光束偏转单元（ 10 ）产生一个平行的或弱发散的光路，并且光束可经反射器反射进入人眼（ 12 ）或当观察者在向起着孔眼光阑作用的装置观看时，把眼睛（ 12 ）定位在光束成形和光束偏转单元（ 10 ）的光轴上。

38.根据上述权利要求1至37中其中之一项或多项所述彩色图象产生系统，其特征在于，各个组件的结构，即

—控制单元（15），

—至少一个光源（7），

—至少一个波导（9），

—至少一个光调制装置（17），和

—光束成形和光束偏转单元（10），

是分立实现的或者多个或者所有这些组件单片、在一衬底材料（1）上、或混合的、在多个衬底材料的基础上、或通过集成作为模块加以实现，这些组件用一个具有出射光窗口（21）的外壳（20）封装，并且在模块中包含控制单元（15），该单元具有用于连接电源（22）、控制信号（23）和有关彩色图象参数调整信号（24）的电接线端。

39.根据权利要求30或34所述彩色图象产生系统，其特征在于，空间结合光的光束成形和光束偏转单元（10）由一光束成形装置（光学系统3）和一光束偏转装置（偏转装置4）以空间分离的或空间聚合在一起的形式构成，或者

—在空间结合光的光束成形和光束偏转单元（10）中的光束成形和光束偏转功能集成在一个分立的组件内，和/或

—空间结合光的光束成形和光束偏转单元（10）是单片集成或混合集成结构。

40.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，在至少一个光源（7）与至少一个波导（2或9′）之间安装一个起输入耦合装置（19）作用的微透镜或一个输入耦合光栅或一个常规光学系统或一个棱镜耦合装置或一个光导纤维。

41.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，由波导（9）可耦合出来的光成分在产生图象时与所设计的一个使光谱失真的彩色系统相匹配，即在一彩色屏幕上可产生未失真的彩色图象，也可以称之为白色补偿，或者可以产生整体图象的或几个独立图象区域的有目的的彩色失真。

42.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，图象空间的扩展、即连续变焦距功能、可以借助控制单元（15）通过调整光束成形和光束偏转单元（10）中的投影特性来调节。

43.根据权利要求1所述彩色图象产生系统，其特征在于，图象的局部分辨率、即象点数可借助控制单元（15）通过调整光成分的强度或

幅度调制和彩色调制的控制频率和通过与此同步调整光束偏转装置的控制来调节。

44.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，借助控制单元（ 15 ）通过选择适当的象点可以实现图象的局部放大。

45.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，借助控制单元（ 15 ）可以在选择的区域内提高象点数量以便提高图象的分辨率。

46.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，该装置也可以只用一个波长或一个波长范围的光运行，从而可以直接产生单色（一种颜色，例如红色）图象或黑白图象。

47.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，屏幕（ 5 ）上具有发光材料象素，这些象素在受到至少一适当波长（λ）或至少一适当波长范围（$\Delta\lambda_E$ ）的可见或不可见，也就是说受到红外或紫外电磁辐射激发时，发出三原色光，并且每三个象素，每个象素发出一种原色，以适当方式排列成一组，构成一个象点。

48.根据权利要求 47 所述彩色图象产生系统，其特征在于，一个单一可调制波长（λ）或波长范围（Δλ）的光可通过光束成形和光束偏转单元（ 10 ）精调，使组成一象点的三个相关象素（红、绿、蓝）可在时间上依次有选择地受激发光。

49.根据权利要求 47 所述彩色图象产生系统，其特征在于，三个波长（λ_1、λ_2、λ_3）或波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 1}$、$\Delta\lambda_{E,\ 2}$、$\Delta\lambda_{E,\ 3}$）的空间聚合的光成分可以用光束成形和光束偏转单元（ 10 ）精调，使一个象点的三个相关象素同时受激发光，其中被调制光的各一波长或一波长范围只激发各一象素彩色材料发光。

50.根据权利要求 47 所述彩色图象产生系统，其特征在于，三个波长（λ_1、λ_2、λ_3）或三个波长范围（$\Delta\lambda_{E,\ 1}$、$\Delta\lambda_{E,\ 2}$、$\Delta\lambda_{E,\ 3}$）的时间上依次扫描的，空间聚合的光成分，各激发一象点的三个相关象素之一，使其时间上依次发光，其中每一波长或每一波长范围的调制光可通过光束成形和光束偏转单元（ 10 ）精确调整只对准一种象素彩色材料。

51.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，强度或幅度调制器（ 17 ）或是具有波长选择性，就是说工作与波长相关，

或者是工作与波长不相关。

52.根据上述权利要求 1 至 51 中一项或多项所述彩色图象产生系统，其特征在于，使用不同偏振的光可同时或以时分复用方式产生若干属于同一整体的虚象或实象，观察者借助偏振眼镜可把这些图象看成立体图象（见图 18）。

53.根据权利要求 52 所述彩色图象产生系统，其特征在于，借助在光束成形和光束偏转单元（ 10 ）与观察者的眼睛之间的光路中安装的一个可翻转的光束偏转器通过倾斜投影光束的两个光轴和通过沿分离偏振光束的元件（起偏振棱镜 PP ）与光束偏振器（ SA ）之间的光轴方向线性移动光束偏转器来调整眼瞳间的距离，视觉缺陷“斜视”是可以校正的，和光束偏转器（ SA ）的倾斜角度是确定视觉缺陷“斜视”程度的一个度量.（见图 27、28）

54.根据上述权利要求 1 至 51 中的一项或多项所述彩色图象产生系统，其特征在于，在投影一个虚象中的象点时通过适当控制光束成形和光束偏转单元（ 10 ）可以进行视觉缺陷“视力缺陷”的校正，其中，在用不同偏振光产生整体图象时可单独为两只眼睛（ 12 ）中的每只眼睛进行视力缺陷校正，并且成象的不清晰度是视力缺陷程度的一个尺度。

55.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了提高可传输的光功率，以并联布线方式安装多个波导和所属的输入与输出端以及必要的强度或幅度调制器和/或彩色调制器。

56.根据权利要求 1 所述彩色图象产生系统，其特征在于，为了提高强度或幅度调制和/或彩色调制的消光比，以串联布线方式安装几个强度或幅度调制器和/或彩色调制器.

57.彩色图象产生系统的应用，其特征在于，该系统的组成由

—至少一个光源（ 7 ），该光源向至少一个光波导（ 2 或 9 ）发送至少一个波长（ λ ）或至少一个波长范围（ $\Delta\lambda_E$ ）的光，

—一个控制单元（ 15 ），该单元与至少一个可控调制装置（ 17 ）连接用于控制光的强度或幅度调制和/或彩色调制，以及与一个光束成形和光束偏转单元（ 10 ） 连接。

—光束成形和光束偏转单元（ 10 ），借助此单元，可将强度或幅度调制的和/或彩色调制的光，通过控制单元（ 15 ）与调制的控制同步，

可以向至少一个空间方向偏转，并可以以数字方式（光点）或模拟方式（光束）扫描图象场，其中

—在至少一个光源（7）与光束成形和光束偏转单元（10）之间安装一个载体（11），在该载体上至少一个光波导（2、9）是这样设置的，即至少一个光波导（2、9）可以高效传输所应用的波长或波长范围，把强度或幅度调制和/或彩色调制的光射入光束成形和光束偏转单元（10）以便产生光的彩色效应和/或光的亮度效应。

58.根据权利要求57所述彩色图象产生系统的应用，其特征在于，可以作为虚象或实象的图象投影系统，特别是

—作为图象投影、特别是作为激光电视的组件，

—作为图象显示、尤其是作为观察显示的组件，

—作为图象电话的组件，

—作为视频眼镜中的组件，

—作为显示所谓的“虚拟现实”（Virtual reality, Cyberspace）装置中的组件，

—作为产生全息照相图象装置中的组件，

—作为反映运行参数或交通导行提示装置中的组件，安装在反射隔离层中，特别是安装在车辆的挡风板或仪表盘中以及安装在生产设备中的操作台透明隔板内，

—作为武器系统中的组件，特别是用于目标搜寻系统和目标跟踪系统，

—作为医学和医疗应用领域的组件，特别是在眼科医学中用于检查和校正视觉缺陷如色盲、视力缺陷（视敏度）、立体视力缺陷（看立体空间的能力）和斜视，

—作为用于文化目的的光动画系统，特别是用作光风琴，

—作为用于广告中的光动画系统。

59.根据权利要求58所述彩色图象产生系统的应用，其特征在于，作为图象投影系统组件，用该系统把实象，或者

—投影在反射光的投影屏上，或者

—投影在毛玻璃板上，其中

这些屏幕和玻璃板，或者

—具有无源特性（正常反射或正常背散射），或者

—是有源的，在照相时改变其反射或散射特性，或者

上面敷盖发光材料象素组（例如三重象素），这些发光材料对由彩色图象产生系统发射光的波长或是有波长选择地或是以特定波长作出响应。

60.根据权利要求57的彩色图象产生系统的应用，其特征在于，

—作为彩色版画艺术系统或彩色印刷系统中的组件，或者

—作为胶片曝光系统中的组件。

说　明　书

彩色图象产生系统及应用

技术领域

根据本发明权利要求1的总构思，本发明涉及显示实的或虚的、二维的或三维的、彩色或单色图象的彩色图象产生系统及其应用，尤其是在电视或视频中的应用以及在印刷技术中的应用。

本彩色图象产生系统利用人眼生理学功能，一方面能把多种颜色看成混合色（加色混合）而另一方面能把单个的、在空间位置邻近的和时间上快速相互排列的光点看成图象。在本文献资料中，光的含义是指可见光电磁辐射，特别是400nm至760nm波长范围的可见光电磁辐射的波长（λ）或波长范围（Δλ）。尤其是选择对应于红色、绿色和蓝色光（原色）的波长或波长范围。此处光的含义还指非可见光电磁辐射，如果这种光借助屏幕上的荧光材料或者借助一个非线性光学器件可转换成可见光。

技术背景

一种先进的颜色混合和产生电视或视频图象的方法曾借助建立在多种物理效应基础上的光阀技术得以实现。（R.Gerhard-Multha upt und H.Röder，“光阀—大屏幕投影：综述”，Fernseh-und kino-Technik，45（9），448-452页（1991））。

在专利申请DE 31 52 020 A1中叙述了一种用于形成任意大小彩色图象的图象产生装置，在该装置中，三个激光二极管的光被偏转导入各一个光导管，这些光导管被组合成一光导纤维—管束，并且在光导纤维—管束的末端装上一磁性包皮。该磁性包皮在一变化的磁场中可以被水平和垂直偏转。其后有一投影光学系统和至少一个平面转向镜，用该镜可把光束偏转到一无荧光材料或涂有发原色光的荧光材料的毛玻璃板上。这种图象产生装置实际上应用了已知的彩色图象产生部件，这类部件不能或只能很困难地以微光学的和/或微机械的结构加以实现。此后在光导纤维中不进行光成分的空间聚集。传输各单一颜色成分的光导纤维被聚集成一束，并且纤维末端空间上相互紧密的排列在一起

（见图 26）。

在专利申请 DE 43 24 848 C1 中叙述了一种由两个部件构成的彩色图象投影系统。光产生和光调制的部件含有三个激光光源。这三个光成分利用体积光学幅度调制器、例如普克尔盒、选择性地进行强度或幅度调制并随后用反光镜聚合在一起。该彩色和强度调制的光被传输到按行和列偏转的投影部件中并与调制同步向空间扫描。

此外，还叙述了多个分立的光导纤维可以这样在空间集合在一起，即使其形成统一的光纤支路。由此形成光导纤维耦合器，该耦合器能有效地传输宽光谱范围的可见光。光导纤维只用作光传输装置，该装置在两个空间隔离的部件之间，即光产生和光调制部件和按行和列偏转的投影部件之间建立联系。

本发明的任务

本发明应解决的问题是提供比较少的、结构比较简单的和通用的彩色图象产生系统，用于产生实的或虚的图象，这些图象有更好的特性，例如更高的图象分辨率和更丰富的色谱，从而在实际上已知的那些系统中能够提供新的应用。用此装置应能产生强度或幅度调制的和彩色调制的彩色信号并且能向空间扫描，尤其是产生二维的或三维的电视及视频图象或印刷图象。本发明的目标是，在本发明最极限的实施结构中将彩色图象产生系统所有电子学的或光学的部件都集成在一个载体上，并且该系统作为具有若干电学接线端和一个光输出端的模块提供使用。

本发明实质

上述任务是在一彩色图象产生系统中依据权利要求 1 的特征部分给出的特点的总构思加以解决的。从属权利要求 2 至 56 是权利要求 1 良好的具体实施结构。权利要求 57 至 60 描述了本发明彩色图象产生系统的良好应用。上述任务的解决，根据权利要求 1，是通过应用在一个载体上安置的集成光学部件（光波导和光波导元件）用于分光、聚光、光调制和/或波长滤波实现的。

在第一种情况中，根据权利要求 3 基本思想是，一种波导结构，这里称为“空产光束聚合单元”，用于空间聚集几种不同分立波长或几种不同分立波长范围（原色）的光成分。这种空间聚合在一起的光受到如此偏转、即通过为偏转聚合光而进行光成分的同步调制在观察空间形成

一虚象或者在一投影屏幕上形成一实象，从而使观看者可以用眼睛看到。

彩色的产生是通过几种不同波长的光成分加色混合形成的，这种加色混合发生在波导的相会点，下面称为耦合点，在空间光束结合单元中，其中，这些光成分或者在单元之前或者在单元内部为了空间光束结合相互独立地进行强度或幅度调制。

在第二种情况中，根据权利要求4本发明的出发点是，在宽带波导中所传输的一很宽波长范围的光的光谱成分，尤其是相当于白光的波长范围是可以滤色的。彩色的产生通过减色混合实现。在使用白光的情况下，耦合出的光的颜色相当于被滤出波长范围的互补色。为产生完美的彩色图象需要按上述方法产生三种不同颜色的光成分（原色）。

在第一方案中，三种光成分可以借助三个不同的滤色元件产生。在此，耦合进入波导结构的宽波长范围的光在一宽带分支结构中被分到各滤色元件上。所产生的三种光成分在强度或幅度调制之后被聚合到一“空间光束聚合单元”中并且可以耦合进入光束成形和光束偏转单元中。

在第二方案中，使用了可控滤色元件，该元件由波导中传输的光滤掉某一可选择的波长范围。在使用白光的情况下，耦合出的光的颜色相当于被滤掉波长范围的互补色。

借助在唯一一个光波导中安装的可控滤色元件使三种不同的光成分（原色）可以以时分复用的方式产生、可以强度或幅度调制并且可以输出耦合。在足够高的颜色产生的重复频率下可以产生彩色图象的印象。在放弃时分复用工作方式的情况下，在使用可控滤色元件时可供使用的颜色范围是受到限制的，然而对于许多应用是足够的。例如由单模集成光学宽带带状波导（EOBSW或白光波导）制成的集成电光马赫—叁得干涉仪—调制器构成了一种可控滤色元件。该干涉仪基于其半波电压的波长依赖关系能够通过施加不同电压由干涉仪前的波导中传输的光滤掉各种波长范围的光。

在使用适当的滤色元件时能够成功的调整在可见光光谱中所选择的色值。通过与光的色值调整和强度或幅度调制同步进行的向观察空间内的偏转，经加色混合产生彩色图象，该图象可含有全部色值。

下面除对“空间光束结合单元”和对“光的空间聚合”叙述外，按意义适用于上面所述两种情况。

关于上述加色混合的第一种情况，按照权利要求3在本说明中把“空间光束结合单元”理解为波导的组合，这些光波导能够有效地传输和空间聚合宽带或所选出的光谱范围的光。

波导是指集成光学带状波导、光导纤维或准波导。

准波导是带状折射率装置，其作用原理不是以全反射原理为基础而是以其它反射原理为基础，例如谐振和反谐振法布里—珀罗反射（ARROW）或者建立在光导范围内高折射降低处强反射的基础上。至少在耦合点之后—从光的方向看—公用波导必须是宽带的。这里宽带的意思是指整个可见波长范围的光、但至少是所有使用波长的光、在波导中是可传输的或者波导具有以下的特性，即各种不同分立波长、尤其是由可见光光谱的光能有效地在唯一的一个波导中传输。多个波导适当地聚合可以以简单的方式把光在空间上聚合在一个公用的宽带波导内。

原则上，在波导外部当光成分调制时对于在波导中传输模式的数量没有限制。然而，单膜光波导是需要的，如果在波导中所应用的调制原理要求光的单模性，例如如果所应用的强度或幅度调制是建立在集成光学干涉仪结构的基础上。例如在截止调制、电吸收调制和与一偏振器或一偏振波导结合的偏振调制情况下单模性不是绝对必要的。在彩色图象产生系统中的下列各点，光成分是可以进行强度或幅度调制的和/或可以切换的：或者在其产生处借助光源控制和/或在光源与空间光束结合单元之间用若干外部调制器和/或在空间光束结合单元内在至少一个波导中和/或在波导的耦合点和/或在耦合点之后，这里当然只是在光源的时分复用运行状态下。

为了调整一个色值，至少要调制两个不同光成分的强度或幅度并且在至少一个耦合点空间聚合在一起。对于无闪烁的图象显示，在很高的可能的调制频率调制光分量的基础上单个光成分的时分复用传输是可能的。

因此，至少两个不同光成分的空间聚合和成象在第一种情况下应该在时间上同时完成，或者在第二种情况下应该在时间上依次（时分复用）完成。成象或投影借助光束成形和光束偏转单元进行，其中，一个

象点或一个象行或整个图象的成象用产生彩色所适宜的原色，例如红、绿和蓝、以很快的、连续不断地顺序进行。人眼把各单色象点或象行或图象“相加”成彩色图象。

在第一方案中，至少两个分立的光导纤维在空间结合在一起，使光可以在结合在一起的光导纤维中继续传输。这样就形成了一个光导纤维耦合器，该耦合器能有效地传输宽光谱范围的可见光。在此，这些光纤不仅在光源和光束偏转系统之间建立起空间联系。它们也在载体上构成了一个可以进行空间光束结合的单元，该单元与至少两个光源和光束成形和光束偏转的单元进行联系。

在第二方案中，至少采用一个集成光学带状波导耦合器。进行光传输和光成分的空间聚合。这些元件例如能够以高效率传输和聚合可见光的波长谱。

至少有两个带状波导被结合在一起，并且组成一个公共的第三带状波导用于继续传输空间聚合在一起的光成分。

在对波导中传输的光成分进行强度或幅度调制的情况下，如果需要，带状波导耦合器至少部分地由宽带—带状波导构成，这种波导在总的要传输的或要调制的光谱范围内以单模形式传输光。这些波导被称为单模集成光学宽带—带状波导（EOBSW）。

只有在下面的一些波导区域内单模性是绝对必要的，即在这些区域中安装了这样的集成光学强度或幅度调制器，这种调制器根据其功能要求单模性。在其余的波导区域内，例如在组合的光成分的波导区域内（例如见图10：公共宽带—带状波导9）单模性不是必需的。

如果要求单波导必须是单模的，但是与这些单波导联系在一起的光源各发射某带宽的光，这些光源不要求使用宽带波导（例如激光光源），那么也可以把单模窄带波导作为单一波导使用。只是公共波导必须是宽带的。适当设计的多模波导在光学上总是宽带的。

单模集成光学宽带带状波导和单模白光波导是于同一天相继递交的“带状波导与应用”专利申请项目的内容。

单模集成光学宽带—带状波导耦合器和单模白光带状波导耦合器是在同一天相继递交的“带状波导组成的连接分离器及应用”专利申请项目的内容。

在第三方案中，宽带准波导耦合器（例如ARROW耦合器）被用

于光传输和光成分的空间聚合。可以证明，可以这样设计准波导，使其能够从技术角度有效地传输可见光光谱中的几个分立的波长范围。

用上述三种波导方案，原则上耦合点可作为Y－分路器、定向耦合器、平行带状耦合器、BOA或X－耦合器或者在使用反射器的条件下来实现。然而一种具体结构的真正实现与当前技术的可能性及要求达到的技术参数相关。

Y－分路器（Y－分离器）通常是一个无源元件，仅限制在很窄的范围内使用。在与Y－分路器连接在一起的波导具有单模性的情况下或者具有极多模性（大约多于50个模式）的情况下，Y－分路器在分离器运行状态具有良好的和稳定的分光比（1：1）。在连接器运行状态，在与Y－分路器连接的波导具有单模性的情况下，只有在一个输入波导有光输入耦合时，Y－分离器具有3dB的损耗。

定向耦合器和平行带状耦合器有一优良的、可利用的，例如电光可实现的开关特性。耦合特性与波长具有很强的依赖关系，这种关系可以很好地用于光的空间聚合和光的调制以达到混色的目的。使用的衬底材料如磷酸氧钛钾（KT $iOPO_4$，KTP）或铌酸锂（$LiNbO_3$），当有效电极长度L在毫米范围并且电极间距d在微米范围时开关电压在5至20伏之间。

BOA是一组集成光学元件的法语名称（bifurcation optique active）（见M.Papuchon, A. Roy, D.B.Ostrowsky, “电激活光学分路器，” Appl.Phys. Lett, Vol 31（1977）pp, 266－267）。BOA同样显示出一种良好的、可利用的，例如可电光实现的开关特性。

简单的电极结构是可能的。BOA的耦合特性与波长有很强的依赖关系，这种关系可以很好的用于混色。在KTP或$LiNbO_3$上开关电压在10至20伏之间。

X－耦合器具有如BOA的特性，但由于其短的相互作用长度需要很高的开关电压（典型值为50伏）。

集成光学或微光学反射器以棱镜、反射镜或光栅的形式在衬底材料内或其表面制成，并把两个带状波导耦合在一起。

用CW-激光器（CW＝连续波）或脉冲激光器或激光二极管或光

纤激光器或发光二极管或光谱灯作为光源，这些光源主要是均能够发射红、绿和蓝光的波长范围的光。

由于受当前技术水平的限制不能提供小型化发绿色和蓝色光的窄带光源，因此可以用产生二次谐波原理把红外光辐射转换到所需光谱范围。

功率足够大的聚光基于非线性光学效应能够在以适当材料为基础的装置中产生半波长的光，例如波长为 830nm 的红外激光二极管的光转换成波长为 415nm 的光（产生二次谐波）。此外，可产生光的更高次谐波、光的和频与差频。

彩色图象产生系统含有至少两个独立的可控调制装置，用于将一个适当的、通常为电的输入信号转换成一个光的强度或幅度调制的和彩色调制的输出信号。为产生单色图象只需要一个调制装置。这些调制装置使一个或多个光源的光分别的、有效的控制直至很高的控制频率成为可能（根据当前技术水平达到 GHz 范围）。为产生彩色图象至少一个光源的光强度和幅度调制与光束的偏转同步。

在第一方案中，光的强度或幅度调制经调制光源的辐射功率来实现。

在第二方案中，光的强度或幅度调制，在光源和光波导之间的一个外部强度或幅度调制器中进行。

在第三方案中，光的强度或幅度调制在光成分空间聚合之前在至少一个光波导中进行。根据强度或幅度调制原理的要求，波导必须是单模的。是否必须使用一单模集成光学宽带带状波导取决于光源的带宽。与这些波导连接的耦合点及公共波导必须具有允许传输全部所应用的波长或波长范围的带宽。

在第四方案中，光的强度或幅度调制在波导的一个可控耦合点进行。根据耦合点强度或幅度调制原理的要求，组成耦合点的波导必须是单模的或具有与工作原理相符的一定数量的模式（例如双模相干原理）。

是否必须使用单模集成光学宽带带状波导（EOBSW）取决于光源的带宽。与耦合点连接的公共波导必须具有允许所有使用波长或波长范围传输的带宽，然而并不一定是单模的。

在第五方案中，紧接耦合点后按时间依次出现的光成分（例如时分

复用运行的光源）的强度或幅度调制以时分复用方式在公共波导中进行，在这种波导中光成分空间集合在一起。这种波导必须具有允许传输全部所应用的波长或波长范围的带宽。根据强度或幅度调制原理的要求，公共波导必须是单模的，也就是说必要时必须是一单模集成光学宽带带状波导（**EOBSW**）。

在第六方案中，紧接公共波导之后按时间依次出现的光成分（例如时分复用运行的光源）的强度或幅度调制以时分复用方式，在集成光学结构之后适当位置的强度或幅度调制器中进行，例如在公共波导的输出端与光束成形和光束偏转单元之间。

光的强度和幅度调制按下列原理之一进行:

—电光的、声光的、热光的、磁光的、光—光的、光热的调制，

—在半导体材料中通过自由载流子的注入或耗尽引起有效折射系数的改变，

—在利用法布里－珀罗效应的条件下电光的、声光的、热光的、磁光的、光－光的或光热的调制，

—在使用法布里－珀罗效应的条件下通过在半导体材料中自由载流子的注入或耗尽引起的有效折射系数的改变进行调制，

—电光的、声光的、热光的、磁光的、光－光的或光热的截止－调制，

—以通过在半导体材料中自由载流子的注入或耗尽引起的有效折射系数改变为基础的截止－调制，

—可控波导放大，

—与一个偏振器相结合的可控偏振旋转，

—波导模式转变，

—电吸收调制，

—借助一个集成光学开关或分配器元件的调制，如**X**－耦合器、平行带状线耦合器、定向耦合器或**BOA**，

—光源自调制，

—利用光源－波导耦合效率改变的调制，或

—利用光衰减器的调制，如安装在光源后面的可控光阑或光吸收器。

为了在波导内或波导外进行强度或幅度调制，总是可以选出适用的

几个原理。必要时，强度或幅度调制可以在集成－光学干涉仪结构的基础上适当地利用上述调制方法进行。

本发明还涉及空间光束结合单元的集成光学实施方案，在这些方案中两个宽带波导的耦合点可以被有效地施加影响，即是可以控制的。根据需要把可控耦合点设计成用于可控空间光束结合和/或用于可控光束偏转。

在双模相干的基础上可控耦合点可以作为 X －耦合器、定向耦合器、平行带状线耦合器或 BOA 使用。

本发明还涉及一种交叉波导装置，尤其是单模集成光学带状波导的装置，在这种装置中，交叉点构成一个矩阵。这些交叉点是:

a）完全无源（无源波导交叉）或

b）用于光成分空间聚合的无源耦合点，或

c）用于调制和空间光束结合和/或光束偏转的可控耦合点。原则上光成分可以耦合进入每一个波导。

在第一方案中为三种不同波长的光成分设置了三根平行波导，这些波导与另一波导交叉，其中交叉点是空间光束结合的无源耦合点。强度或幅度调制可通过光源来实现，或者强度或幅度调制在三根单模波导的每一根上进行。为了在各单模波导上进行强度或幅度调制，在每一个单模波导上设置了一个强度调制器或幅度调制器。在可控耦合点的情况下强度或幅度调制在单模波导的交叉点内进行。在任何情况下，在公共波导的输出端，强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合的光是可以耦合出来的。

在第二方案中为两个光成分设置了两根平行排列的波导，它们与另一个波导交叉。在公共波导的一个输入端可以耦合进第三种波长的光。其中交叉点用于空间光束结合，并且

a）光源是可以强度和幅度调制的并且耦合点是无源的，或

b）在三个单模波导的每一根波导上安装一个强度或幅度调制器并且耦合点是无源的，或

c）单模波导交叉点是用于空间光束结合和/或光束偏转的可控耦合点。

在任何情况下，在公共波导输出端，强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合光是可以耦合出来的。

在第三方案中三种光成分是可以耦合入三根平行敷设的波导。这三个波导与另外三个波导和一根第四公共波导交叉，其中，波导的交叉点根据结构设计参数可以是可控耦合点或无源耦合点或全无源波导交叉点。另外的三个被交叉的波导有无功输出端，在这些输出端可以耦合出来未曾利用的光成分。在公共第四波导的输出端可以耦合出来强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合光。

通过组合和稍加改变这里介绍的原理也可以实现高质量的矩阵装置。

此处所述空间光束结合单元的各种实施形式在其输出端把强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合光耦合进入光束成形和光束偏转单元。

该单元由一个单独的光束成形装置和一个单独的偏转装置或一个能够实现两种功能的功能集成组件组成。

光束成形和光束偏转功能可通过控制单元单独或一起控制。通过光束成形单元由空间光束结合单元耦合出来的光一般以平行光的形式对准投影平面或观察空间。通过光束偏转单元耦合出来的和成形的光束与强度或幅度调制和彩色调制同步在投影平面上或向观察空间扫描，以便产生一空间展开的、观察者眼睛可见的图象。

如果在空间扫描的是直径足够小的平行光束，那么对于任意投影距离和任意形状的投影面总能保证所产生实象的清晰度，同时象点的大小等于平行光束的直径。

实现结合在一起的光束成形功能的装置可以用下述技术措施之一来完成。这些措施如果需要则是可以控制的：

—借助一个可调常规光学系统；

—借助一个微光学系统；

—借助一个光束成形光栅；

—借助一个光束成形反射器；

—借助光束成形元件内部折射系数的变化实现光束成形；

—通过光束成形元件几何形状的变化（厚度、曲率）实现光束成形。

结合在一起的光束实现光束偏转功能的装置可以用下述技术措施之一来完成，这些措施是可以控制的，以便与强度或幅度调制和彩色调制同步：

—借助一个可调整的常规光学系统；

—借助一个具有光学有效平面的移动的反射器；

—借助一个移动的光栅或一个可变的光栅；

—借助一个电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的、光热的和/或非线性光学的光栅；

—借助体材料（bulk）中的一电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的、光热的和/或非线性光学的偏转器；

—借助微光学或集成光学结构的一个电光的、声光的、热光的、磁光的、光光的、光热的和/或非线性光学的偏转器；

—借助一个集成光学的多通道—分路器；

—借助一个微机械偏转系统，或

—借助一个微光学偏转系统。

此外，光束成形和光束偏转单元也可以由一光束成形和光束偏转的功能集成元件构成，尤其是

—作为具有一个光学有效平面的移动反射镜，

—作为电光光栅或

—通过在体材料（bulk）中的折射系数非均匀性的产生，或

—作为微光学的和微机械的元件的组合。

上述本发明装置也可以仅用单一波长或单一波长范围运行，此时可产生单色实象或单色虚象。

另一个方案采用可见或不可见（红外和紫外）电磁辐射光谱范围的某一波长或某一波长范围的光束，该光束被偏转到一个整个表面涂敷发光材料的投影面上。通过荧光产生一个可见单色图象。

在另一方案中投影面按网栅结构涂敷不同的发光材料，这些材料例如在受激发时发出蓝、绿和红三原色光。单个发光材料点例如构成三重合点。其中每个三重合点产生一象点。单个发光材料点一方面可以用同一波长或同一波长范围的电磁辐射（激发光）分别的、在时间上依次进行激发（时分复用方式）。另一方面可以用三种不同波长或波长范围的光作为激发光，它们可以有选择地激发不同发光材料点，使其发出各原色光。当适当的强度或幅度调制和偏转激发光到投影面上的不同类型的象素时，可产生一个彩色图象的印象。

根据对本发明模块所要求的复杂性，可以在一载体上给至少一根波

导额外的配置下面列举的全部或部分组件:

—至少一个光源,

—至少一个光调制器,

—光束成形和光束偏转单元,和

—用于光调制、光束成形和光束偏转的控制电路。

在最极端情况下可制成一种模块,该模块含有一彩色图象产生系统的全部功能并且仅需安装馈电、控制和调整所需的电学接线以便得到一个可使用的彩色图象产生系统。抛弃可动的经典机械部件、如摆动镜或反射镜扫描器的实施方案是可能的。

借助本发明原则上能用一种模块成功地实现所有可想象的用于显示实象或虚象的应用。在一定情况下不把光源集成在模块内是适宜的,以便扩大模块的使用范围,该模块可作为合用的元件销售。

通过电光调制的可能性,根据当前技术水平已达到 GHz 范围,从而创造了一种产生极高速变化光强的装置。

借助快速偏转机构可以在一个屏幕上(实象)或在空间(虚象)产生优质的彩色图象和电视或视频信号,这些也为医学上、特别是眼科医学上的应用提供了可能。

在附图说明和从属权利要求中阐述了本发明的其它特征,其中,所有单项特征和所有单项特征的组合都是本发明的基本内容。

本发明装置的优点在于提高电视或视频图象的分辨率,提高图象频率的可能性,提高图象的亮度和反差以及可制成模块状的、紧凑的和可以集成的装置。光成分的电光调制所需电压在几伏范围。

借助光束成形和光束偏转单元可用较少的技术措施放大或缩小所产生的图象(连续变焦镜头的效应)。借助控制单元的适当控制可以调整图象的局部放大和分辨率。

通过适当调整在光束成形和光束偏转单元中的光束投影可补偿观察者的视差。借助调整光束的投影可以确定观察者的视差。

尤其是本发明有可能应用已知集成光学和微电子学工艺技术把一个彩色图象产生系统的所有部件集成在一个模块中。

该彩色图象产生系统模块由具有若干组件的载体和适当的外壳组成。该外壳有一出射光的窗口和连接电源与信号输入的接线端以及连接调整彩色图象参数的接线端。

本发明的任务依照主权利要求 57 是通过应用本发明的彩色图象产生系统加以解决的。从属权利要求 58 至 60 是主权利要求 57 的优异的实施方案。

本发明的彩色图象产生系统适用于所有可想象到的应用，在这些应用中通过任意一个信号特别的是一个电视信号、一个视频信号、一个音频信号、一个计算机产生的信号或一个测量装置的信号控制光强度或幅度调制和/或彩色调制的调制装置产生一强度或幅度调制的和彩色调制的混色信号，该信号被投影到观察空间并在那里可提供其它应用。

该彩色图象产生系统可作为虚象或实象的图象投影系统使用，特别是

—作为图象投影、特别是激光电视的组件，

—作为图象显示、特别是观察显示的组件，

—作为图象电话的组件，

—作为在视频眼镜中的组件，

—作为显示所谓“虚拟现象”（ Virtual reality, Cyberspace ）装置中的组件，

—作为产生全息照相图象装置中的组件，

—作为反映运行参数或交通导行提示装置中的组件安装在反射夹层中、特别是安装在车辆的挡风板或仪表盘中以及安装在生产设备操作台的透明隔板内。

—作为武器系统中的组件，特别是用于目标搜寻系统和目标跟踪系统，

—作为医学和保健应用领域中的组件，特别是在眼科医学中用于检查和校正视觉缺陷如色盲、视力缺陷（视敏度），立体视力缺陷（立体观察的能力）和斜视。

—作为用于文化目的的光动画系统，例如光风琴，

—作为用于广告中的光动画系统。

这里，本发明彩色图象产生系统的应用不限于某一种特定的实象投影形式。

本彩色图象产生系统可用于投影

—在光反射投影屏幕上，或者

—在毛玻璃板上。

其中，投影屏幕或毛玻璃板可以或者

—表现为无源的（正常反射或正常背散射），或者

—是有源的，在照射时改变其反射或散射特性，或者

—上面敷盖发光材料象素组（例如三重象素），这些发光材料对由彩色图象产生系统发送的光波长或是有波长选择的或是无特殊波长选择的作出响应。

此外，本彩色图象产生系统还可以作为

—彩色版画艺术系统或彩色印刷系统中的组件或者作为

—胶片曝光系统中的组件使用。

附图简要说明

本发明借助下列附图予以说明。

图 1.具有一个带状波导耦合器的彩色图象产生模块的原理

图 2.光成分为红、绿、蓝原色的空间聚合的图象产生系统原理

图 3.具有光导纤维耦合器和光源调制的彩色图象产生系统

图 4.具有一个准波导耦合器的彩色图象产生系统

图 5.准波导耦合器原理

图 6.准波导传输特性

图 7.具有光导纤维调制器的空间光束聚合单元

图 8.借助控制光源的调制以及借助在时分复用运行方式下的光纤调制器的强度或幅度调制

图 9.作为模块的完整的彩色图象产生系统

图 10.用于产生实象的彩色图象产生系统

图 11.用于产生虚象的彩色图象产生系统

图 12.具有可控耦合点的空间光束结合单元

图 13.具有以 X－耦合器件作为 2 × 1 矩阵排列中可控耦合点的彩色图象产生系统

图 14.使用具有相互交叉带状波导结构的、在 3 × 1 矩阵排列中具有可控耦合点的彩色图象产生系统

图 15.使用具有相互交叉带状波导结构的、在 3 × 1 矩阵装置中具有强度或幅度调制器带状波导和具有无源耦合点的彩色图象产生系统

图 16.采用以 3 × 4 矩阵排列的相互交叉带状波导结构的彩色图象产生系统

图 17.具有以带状波导调制器和定向耦合器作为可控耦合点的调制器的彩色图象产生系统

图 18.立体彩色图象产生系统

图 19.具有在不同元件中实现光束成形和光束偏转功能的光束成形和光束偏转单元

图 20.光束成形和光束偏转功能集成于一个元件中的光束成形和光束偏转单元

图 21.采用三个光源、变频器和带状波导耦合器的彩色图象产生系统

图 22.采用一个光源和若干变频器的彩色图象产生系统

图 23.采用白光的、具有滤色器和与波长无关的调制器的彩色图象产生系统

图 24.彩用白光的、具有与波长有关的调制器的彩色图象产生系统

图 25.具有白光带状波导和滤色器的彩色图象产生系统

图 26.具有聚合在一起的玻璃纤维束的彩色图象产生系统，该系统代表了当前技术水平

图 27.用虚象作视觉缺陷矫正

图 28.用实象作视觉缺陷矫正

图 29.彩色印刷系统

图 1 至 18 和图 21 至 24 示出了根据本发明权利要求 3 的彩色图象产生系统的实施结构是建立在采用选择性强度或幅度调制和借助各个光成分空间聚合进行加色混合的彩色产生原理基础上的。

图 25a 至 25c 示出了根据权利要求 4 的彩色图象产生系统的实施结构是建立在采用减色混合彩色产生原理基础上的。

图 26 示出了根据专利申请 DE 31 52 020 A1 的当前技术水平的结构。

图 19 和图 20 中描述了光束成形和光束偏转单元的技术解决方案。

图 27 至 29 示出了根据本发明彩色图象产生系统的应用实例。

本发明实施途径

图 1 示出，作为模块的彩色图象产生系统原理结构，在该模块中无

闪烁彩色图象的印象是由两种颜色的光经人眼色彩混合生理效应产生的。所有组件均安装在载体 11 上。该模块用于产生一彩色混合信号，在此混合信号中的强度比是可调整的，并且该模块产生能够向观察空间的所需方向进行扫描的象点或光束。该模块是采用已知集成光学和微电子学技术制造的。彩色图象产生系统的所有组件：

—两个光源 7′、7″，

—一个空间光束结合单元 14，

—一个光束成形和光束偏转单元 10，和

—一个用于光束调制、光束成形和光束偏转的电子控制单元 15，均混合集成在载体 11 上。安装有组件的载体 11 的表面由一个合适的外壳 20 作为护罩。外壳 20 有一出射光窗口 21、电源接线端 22、电信号输入端 23、用于调整图象显示参数的电接线端 24。

在模块中两个可调制的光源 7′ 和 7″ 与空间光束结合单元 14 耦合。空间光束结合单元 14 与用于产生实的或虚的图象的光束成形和光束偏转单元 10 相耦合。每一光源 7′ 和 7″ 以及光束成形和光束偏转单元 10 均与控制单元 15 相连，该控制单元使光源 7′ 和 7″ 的调制与通过光束成形和光束偏转单元 10 的光束投影同步。空间光束结合单元 14 在这里是无源结构。

光源 7′ 和 7″ 是发射波长为红光和绿光的激光二极管。

空间光束结合单元 14 由两个集成光学带状波导 2′ 和 2″ 组成，它们在无源耦合点 6 聚合到公共宽带带状波导 9 上。带状波导 2′ 和 2″ 不一定必须是宽带带状波导，但同样也制成宽带带状波导结构是有益的。这三个宽带带状波导构成一个集成光学宽带带状波导耦合器。由于在带状波导中并不进行调制，所以在示例中带状波导不一定必须是单模。

带状波导 2′ 与发射波长为 λ_1 的光源 7′ 相耦合。带状波导 2″ 与发射波长为 λ_2 的光源 7″ 相耦合。控制单元 15 通过导线与光源 7′ 和 7″、并且与光束成形和光束偏转单元 10 相连。信号 S_1 和 S_2 用于光源 7′ 和 7″ 的强度和幅度调制。信号 S_5 用于调整强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合的光束的聚焦，并且信号 S_6 用于光束偏转，例如，偏转以行和列的形式进行。

在公共宽带带状波导 9 的输出端可提供由光源 7′ 和 7″ 的光成分

组成的、强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合的光 L_{MV}。

公共宽带带状波导 9 的输出端与光束成形和光束偏转单元 10 相耦合。在示例中光束成形和光束偏转单元 10 由一光束成形元件 3 和光束偏转装置 4 组成，元件 3 在示例中为光学透镜，该透镜可通过控制信号 S_5 在 x 方向调整实现光束成形，装置 4 在示例中为三面棱锥体，可通过控制信号 S_6 将棱锥体围绕 y 轴（水平偏转）和 x 轴（垂直偏转）翻转。光束成型和光束偏转单元 10 可将光束向周围空间（观察空间）扫描，在那里形成彩色图象效果，该图象可在屏幕上产生实象或在人眼 12 中产生虚象。聚合光的偏转与波长为 λ_1 和 λ_2 的光成分的调制同步实现，以便在人眼中产生彩色图象效果。

但是，通过使用两种波长（就今天的概念而言）不可能产生具有全部色彩的完美的彩色图象。

图 2 示出采用加色混合原理借助宽带带状波导由红、绿、蓝三原色产生彩色图象的彩色图象产生系统的基本结构。它由可调制的且与空间光束结合单元 14 相耦合的三个光源 7′、7″ 和 7‴ 组成。

宽带带状波导 2′ 与发射波长为 λ_1 的光的光源 7′ 相耦合。宽带带状波导 2″ 与发射波长为 λ_2 的光的光源 7″ 相耦合。宽带带状波导 2‴ 与发射波长为 λ_3 的光的光源 7‴ 相耦合。宽带带状波导 2″ 和 2‴ 聚合至公共宽带带状波导 8。宽带带状波导 2′ 和 8 聚合至公共宽带带状波导 9。耦合点 6 为无源耦合点。在公共宽带带状波导 9 的输出端可提供由光源 7′、7″ 和 7‴ 的光成分组成的强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合的光 L_{MV}。公共宽带带状 9 的输出端与光束成形和光束偏转单元 10 相耦合。

各光源 7′、7″ 和 7‴ 与光束成形和光束偏转单元 10 均与一个控制单元 15 相连接，该控制单元使光源 7′、7″ 和 7‴ 的调制与光束成形和光束偏转单元 10 同步。光源 7′、7″ 和 7‴ 是发射光波长为红、绿、蓝光的激光二极管。

空间光束结合单元 14 由五个宽带带状波导 2′、2″、2‴、8 和 9、三个光输入端、两个耦合点 6 和一个光输出端组成。耦合点 6 各由三个宽带带状波导组成，因此耦合点 6 是一个集成光学宽带带状波导耦合器。

由于不进行调制，所以宽带带状波导必须不是单模。

由于使用三原色，可以产生一个完美的彩色图象。

图 3 示出与图 2 所示系统相一致的彩色图象产生系统。但在图 3 的系统中空间光束结合单元 14 由作为波导 2′、2″和 2‴的光导纤维 F 组成。光束如图 2 中所描述的方式方法聚合。

在耦合点 6 光纤（波导 2″、2‴或 2′、8）的连接可通过与两个光纤的外直径平面对平面的熔合在几个毫米范围内来完成。

光传输在公共纤维 9 中得以继续，公共纤维 9 用于被调制的及空间组合的光 L_{MV} 的继续传输。多个波导和耦合点组成一个空间光束结合单元 14。光纤被牢固地固定在载体 11 上，光纤的终端与位于载体上的光源 7 及光束成形和光束偏转单元 10 相耦合。

图 4 示出了一个彩色图象产生系统，其中，空间光束结合单元 14 由准波导（ARROW）和准波导耦合器（ARROW 耦合器）组成。图中示出了三个相邻 ARROW 结构的基本构造。

用一个 ARROW（波导 2′）传输波长为 λ_1 的光。用另一个 ARROW（波导 2″）传输波长为 λ_2 的光。再用另一个 ARROW（波导 2‴）传输波长为 λ_3 的光。图中示出由光束入射点起始至耦合点 6 的被吸收器 25 彼此相互隔离三个相邻的 ARROW 2。光成分在三个准波导的耦合点 6 的范围内被空间结合，其中，继续传输的 ARROW（这里表示为宽带波导 9）载有全部三个波长 λ_1、λ_2 和 λ_3 的光成分。

图 2 所示的彩色图象产生系统与图 4 所述系统的图示和功能相对应，所不同的是图 4 中空间光束结合单元 14 由作为波导 2′、2″和 2‴的准波导（ARROW）组成。ARROW 结构对相同波长的超临界耦合特性是众所周知的。对于不同的波长光束的空间结合理论上是可行的。

借助适当的设计有可能建立一个 ARROW 结构，该结构能以足够的效率把多个不同波长导入一个 ARROW，并在一个 ARROW 耦合器中空间聚合。

图 5 示出由光的耦合输入点（输入端 E）开始至耦合点 6 的起始端被吸收器 25 彼此隔离开的三个相邻 ARROW。三个波长为 λ_1、λ_2 和 λ_3 的光成分在耦合点 6 实现空间结合。空间聚合的光成分在作为公共宽带波导 9 被延伸的波导 2″中传输至输出端 A。

图 6 示出可能的传输特性。图 6a 示出一个 ARROW 的传输特性，

其几何尺寸是这样确定的，即对于三种不同波长例如红、绿、蓝色从技术上看各满足一个具有足够高效率的谐振条件。

图 6b 示出一个 ARROW 的宽带传输特性，从技术上看它以足够高的效率传输红、绿和蓝色波长的光。

图 7 示出一个图象产生装置，其中调制装置 17′、17″ 和 17‴ 与单模宽带光导纤维 F 相连接。单模宽带光导纤维相互耦合在一起，以便在公共载体 11 上形成空间光束结合单元 14（见图 3）。

调制器采用光纤调制器的结构，并以机械（压电）、磁光、电光、热光、光光或光热调制原理为基础或具有可控光纤放大器的功能。

图 8 示出红、绿、蓝光成分以时分复用运行方式传输的图象产生装置。光源 7′、7″ 和 7‴ 在控制单元（控制信号 S_1、S_2 和 S_3）控制下按时间依次发射光脉冲。这些光脉冲在由单膜宽带光导纤维组成的空间光束结合单元 14 中按时间顺序空间聚合（L_V），然后借助安装在公共单膜宽带光导纤维 9 上的调制装置 17 通过控制信号 S_4 按时间顺序依次被强度调制。产生一彩色图象点 BPi（i=1，2，3…）所必须的、被空间聚合、强度或幅度调制的红、绿、蓝色光成分 L_{VM} 通过光束成形和/或光束偏转单元 10 按时间顺序（时分复用）投影。图象点的彩色成分以很高的速度依次投射，例如首先是红色、之后是绿色、再后是蓝色（见图 8 曲线）。人眼将各个的单色图象点成分“加合”为一个彩色的图象点 BPi。依次紧密排列的彩色图象点的快速空间偏转产生了一个彩色图象效果。在本例中示出了单模宽带光导纤维耦合器。其功能与单模集成光学宽带带状波导耦合器及单模准波导耦合器类似。

图 9 示出了具有一个空间光束结合单元 14 的彩色图象产生系统模块，该模块由在磷酸氧钛钾（$KTiOPO_4$，KTP）衬底 1 上的单膜集成光学宽带带状波导（EOBSW）2、8、9 以及在单模集成光学宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 中的作为强度或幅度调制器 17′、17″ 和 17‴ 的马赫—泰得干涉仪结构 MZI 组成。此图示出了一个公共载体 11 上包含所有部件的一个混合集成的、集成光学彩色图象投影系统。

发射红、绿和蓝色光的三个激光二极管 7′、7″ 和 7‴、空间光束结合单元 14、光束成形和光束偏转单元 10、和控制装置 15 均安装在公共载体 11 上。

激光二极管 7 安装在位于载体 11 和激光二极管 7 之间的恒温器 18 上。激光二极管的通常为发散的光到空间光束结合单元 14 的单模集成光学宽带带状波导 2′、2″、2‴ 的耦合通过光束耦合组件 19、例如由安装在载体材料上彼此间有一定距离的三个夫累内尔透镜组成的一个微光学组件进行的。

在这种情况下，空间光束结合单元 14 是用无源耦合点 6 实现的。幅度调制用电光可控马赫—叁得干涉仪调制器 MZI1、MZI2、MZI3 实现，这些调制器作为光传导和光控制结构安装在单模集成光学宽带带状波导 2′、2″、2‴ 中。

经电光活性材料中的电光效应通过把控制电压(信号 S_4'、S_4''、S_4''')加在电极上改变马赫—叁得干涉仪结构具有不同符号的两个分支上传输光的传播常数或相位。在马赫—叁得干涉仪调制器中两个分支光的聚合点根据相位会出现相长或相消干涉。就是说通过调制电压可以控制单模集成光学宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 中的幅度。

然后，单模集成光学宽带带状波导 2′、2″ 或 2‴、8 聚合在无源耦合点 6。

强度或幅度调制和彩色调制及空间聚合的光 L_{MV} 经微光学透镜 16 耦合出来，该透镜可借助压电元件在垂直于传播方向的二维空间内移动。它在同一元件中实现了光束成形和光束偏转单元 10 的功能。

用微光学透镜 16 把公共带状波导 9 输出端的分散光聚焦在投影平面（屏幕 5）上，或把准直平行的光束向观察空间扫描。通过微光学透镜 16 在 x 和 y 方向的移动对图象场扫描。在微光学透镜下安装了一个压电元件用作垂直于光传播方向机械调整透镜位置的光束偏转装置 4。

在载体 11 上安装着产生彩色图象所需的所有组件，例如激光光源及其温度补偿（恒温装置 18）的控制装置 15，用于耦合光束的微光学组件 19，具有三个马赫—叁得干涉仪调制器 MZI、空间光束结合单元 14 的基片 1 和光束成形及光束偏转单元 10。在载体 11 上装配着具有出光窗口 21 的、把所有组件保护在内的外壳 20。

图 10 示出若干部件的集成，也就是光源 7′、7″、7‴，空间光束结合单元 14 中的带状波导 2、8、9，带状波导 2′、2″、2‴ 上的强度或幅度调制器 17′、17″、17‴，控制单元 15，以及

光束成形和光束偏转单元 10 集成在载体 11 上用于产生实象。信号 S_1、S_2、S_3 控制光源 7′、7″、7‴。

信号 S_4'、S_4''、S_4''' 各控制一个带状波导 2′、2″ 和 2‴ 中的强度或幅度调制器 17′、17″、17‴。光束成形和光束偏转单元 10 在包括有一个屏幕 5 或一个投影屏幕的投影平面上产生实象图象。在公共宽带带状波导 9 输出端的分散光束通过光束成形光学系统在投影平面上投影成光点。该光点通过光束成形和光束偏转单元 10 偏转并依次按顺序投射在投影平面。

图 11 示出若干部件的集成，也就是光源 7′、7″、7‴，空间光束结合单元 14 中的带状波导 2、8、9，带状波导 2′、2″、2‴ 中的强度或幅度调制器 17′、17″、17‴，控制单元 15，以及光束成形和光束偏转单元 10 集成在载体 11 上，用于产生可以被人眼 12 直接看到的虚象。

前题条件是人眼 12 位于由公共宽带带状波导 9 及光束成形和光束偏转单元 10 组成的系统光轴上。这可以通过在眼前使用一个适宜的支撑物（助视器），在玻璃（车辆上的挡风玻璃）上投影图象，或者通过一个小孔观察图象（监视显示）的方法加以实现。视觉缺陷“视力缺陷”可以通过在光束成形和光束偏转单元 10 中图象点投影的适当调整来测量和补偿。彩色图象产生系统可以通过图 10 所示的相类似的方式加以控制。

图 12 至 17 示出空间光束结合单元 14 的其它集成光学实施方案，其中，两个带状波导的耦合点 6 如果必要可以主动的施加影响，就是说可以控制。图中各示出了一个单模集成光学宽带带状波导（EOBSW）。可控耦合点 13 的构成是用于可控的空间光束结合和/或可控的光束偏转。可控耦合点 13 以双模干涉为基础作为 x－耦合器、定向耦合器、平行带状耦合器或 BOA 工作。

图 13 至 16 示出单模集成光学宽带带状波导的交叉，其中，交叉点为无源耦合点 6、或可控耦合点 13、或完全无源带状波导的交叉点。

图 12 示出了一个彩色图象产生系统，其中，由具有可控耦合点 13 的单模集成光学宽带带状波导构成的光束结合单元 14 可由一个控制信号主动加以影响。三个波长 λ_1、λ_2 和 λ_3 的光各耦合入一个单模宽带带状波导 2′、2″、2‴ 中。单模宽带带状波导 2″、2‴ 中的光成分在

有源耦合点 13′ 处空间聚合，其强度可通过在该处的外加控制信号 S_7' 控制，并在单模宽带带状波导 8 中继续传输。单模宽带带状波导 8 中的光成分和单模宽带带状波导 2′ 中的光成分借助控制信号 S_7'' 在有源耦合点 13″ 处完成相同的过程。强度或幅度调制各依据技术实现的可能性，可以通过光源 7 和/或可控耦合点 13 完成。空间结合的、强度或幅度调制和彩色调制的光 L_{VM} 可由单模宽带带状波导 9 耦合入光束成形或光束偏转装置 10。

图 13 示出两个单模宽带带状波导 2′ 和 2″ 与另一单模宽带带状波导 9 以 2 × 1 矩阵形式的交叉。两个交叉点形成可控耦合点 13。光可耦合入 E_1、E_2 和/或 E_3 的输入端。控制可控耦合点 13′ 和 13″ 以便将空间聚合的强度或幅度调制和彩色调制的光 L_{VM} 可以由单模宽带带状波导 9 中耦合出来。该装置最好以时分复用方式工作（见图 8）以避免由不同光成分的调制相互影响而可能产生的问题。

图 14 示出三个单模宽带带状波导 2′、2″、2‴ 与另一个单模宽带带状波导 9 的交叉（3 × 1 矩阵）。可控耦合点 13 控制空间光束结合和光束偏转。三种波长为 λ_1、λ_2 和 λ_3 的光各耦合入单模宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 其中之一中。可控耦合点 13 起着光门的作用，它可以允许单模宽带带状波导 9 中的光沿光出射方向完全不受影响地通过，然而在单模宽带带状波导 2′、2″、2‴ 中波长为 λ_1、λ_2、λ_3 的光成分随所加控制信号 S_7'、S_7''、S_7''' 的作用以不同的电光效率偏转到公共单模宽带带状波导 9 的方向并空间结合。在单模宽带带状波导 2′、2″、2‴ 中未被偏转的部分继续传输至盲输出端 B。可控耦合点 13′、13″ 和 13‴ 是如此设计的，即它们对各所选定的波长 λ_1、λ_2 或 λ_3 同时起着特定波长调制器、光成分空间结合器和特定波长偏转器的作用。

耦合点 13′ 调制波长为 λ_1 的光。波长为 λ_2 和 λ_3 的光可不受干扰地通过该耦合点。耦合点 13″ 调制波长为 λ_2 的光。波长为 λ_1 和 λ_3 的光可不受干扰地通过该耦合点。耦合点 13‴ 调制波长为 λ_3 的光。波长为 λ_1 和 λ_2 的光可不受干扰地通过该耦合点。

经空间聚合、强度或幅度调制和彩色调制的光 L_{VM} 可在公共单模宽带带状波导 9 的输出端提供投影使用。未被利用的光成分到达盲输出端 B。

光成分λ_1、λ_2和λ_3在可控耦合点13′、13″和13‴可能出现的相互影响可以通过控制信号S_1、S_2、S_3、S_7'、S_7''和S_7'''的相应的电子调整方法来纠正。但是，如果三个光成分由光源以时间顺序发射（时分复用运行方式）和分别加以调制，则该装置可以特别容易实现。

在这种情况下，各可控耦合点13的功能限制在相应时间范围内所要处理的光成分的强度调制和偏转。其它耦合点是无源的并且在宽带波导9的方向是导通的。

图15示出具有耦合点6的空间光束结合单元14的另一个集成光学实施方案，耦合点6是由波导交叉构成的。单模宽带带状波导2′、2″和2‴与另一个单模宽带带状波导9相交。耦合点6是一个用于空间光束结合和光束偏转的无源单元。为了进行光成分强度或幅度的调制，调制装置17′、17″和17‴各安装在单模宽带带状波导2′、2″和2‴其中之一上，这些波导允许波长为λ_1、λ_2和λ_3的光依赖于所加控制信号S_4'、S_4''和S_4'''的电光控制以不同的强度通过。无源耦合点6用作光偏转器，在耦合点中各光成分被空间聚合并导入单模宽带带状波导9和传输至光束成形和光束偏转单元10。

图16示出空间光束结合单元14的另一个集成光学实施方案，该单元由空间光束结合和/或光束偏转的可控耦合点13构成。三个波长为λ_1、λ_2和λ_3的光被各耦合入单模宽带带状波导2′、2″和2‴其中之一中。单模宽带带状波导2′、2″和2‴与另外四个单模宽带带状波导8′、8″、8‴和9相交。为阐明其功能，波导交叉点以矩阵形式示出。在由行和列2′－8′、2″－8″和2‴－8‴确定的交叉点上，交叉点构成调制装置17′、17″和17‴。这些单元用于三束光成分的强度或幅度调制。

可控耦合点13′、13″和13‴排列于行和列2′－9、2″－9和2‴－9的交叉点上。这些单元用于光成分的空间聚合。它们被控制，以便实现强度或幅度调制的光成分L_M的聚合，然后将单模宽带带状波导9输出端的被强度或幅度调制和彩色调制以及空间聚合的光L_{MV}发射至光束成形和光束偏转单元10。不需要的光成分被传输至盲输出端B。但是行和列2′－9、2″－9和2‴－9的交叉点也可能是无源耦合点6′、6″和6‴（从原理上讲，这些可控耦合点13没有控制），

以便将光成分空间聚合。然后，借助光源 7 或在单模宽带带状波导 2 中进行调制。

图 17 示出了具有可调制的单模宽带带状波导 2 和作为可控耦合点 13 的定向耦合器的一个彩色图象产生系统。为了对光成分进行强度或幅度调制，调制装置 17′、17″ 和 17‴ 各装配于单模宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 其中之一上，调制三束波长为 λ_1、λ_2 和 λ_3 的光。

单模宽带带状波导 2′ 和 8 以及单模宽带带状波导 2″ 和 2‴ 在空间相互平行并组成一个集成光学的定向耦合器（可控耦合点 13）。

依据实际上实现定向耦合器的可能性，如果能成功的将具有足够效率（从技术上看）的光成分耦合到公共单模宽带带状波导 8 和 9，则可控耦合点 13 的控制就不是必须的了。如果在没有控制的情况下不能得到高效耦合。则要控制定向耦合器以便将光成分切换或偏转进入公共单模宽带带状波导 8 和 9 中。在这种情况下只有光源的时分复用运行方式是可能的。

图 18 示出了一个用于产生立体彩色图象的彩色图象产生系统。该装置可按上述示例其中之一构成。在本例中此装置与图 2 所述装置的原理相仿。所不同的在于三个波导 2′、2″ 和 2‴ 被聚合在一个无源耦合点 6。

一个偏转旋转器 PD 附加安装在空间光束结合单元 14 的光输出端，该偏振旋转器 PD 由来自控制单元 15 的控制信号 S_8 切换。观察者的眼睛 12 通过置于眼前的偏振镜 P，例如，通过一副特殊的眼镜观看投影到屏幕 5 上的图象。

偏振旋转器 PD 快速地依次在第一方位把图象传送给左眼，在第二方位把图象传给右眼。偏振调制的波长选择能力要求系统以时分复用方式运行。

光成分的强度或幅度调制和彩色调制和空间聚合的光的偏转控制的可能的高频率保证该立体图象产生方法以高的质量加以实现。

每一个偏振旋转器 PD 可以（如图 18 所示代替公共宽带带状波导 9）——对应的安装在每一个带状波导 2′、2″、2‴ 上（未示出）。

另一方面该系统亦可用于虚的立体彩色图象的产生（未示出）。

图 19 示出光束成形和光束偏转单元的一些实例，其功能被分配给

一个光束成形装置 3 和一个光束偏转装置 4：

—a ）借助透镜 3 或透镜系统实现光束成形和借助一可移动的反光镜（扫描器）实现光束偏转 4，

—b ）借助透镜 3 实现光束成形和借助一可微机械运动的反光镜实现光束偏转 4，

—c ）借助透镜 3 实现光束成形，借助可移动的棱镜实现光束偏转 4，

—d ）借助透镜 3 实现光束成形，借助折射率可变的棱镜实现光束偏转 4，例如，借助通过外部电场 E 产生的电光效应，

—e ）借助透镜 3 实现光束成形，借助可移动的光栅实现光束偏转 4 。这里应注意不同波长衍射角不同，因此当波长改变时必须调整光栅角，就是说光栅要高频运动。在这种情况下只有时分复用运行方式是可能的。

—f ）借助透镜 3 实现光束成形和借助折射率的梯度垂直于光的传播方向的介质，例如该梯度可通过非均匀外部电场 E 产生的电光效应而实现光束偏转。

—g ）借助透镜 3 实现光束成形和借助在薄层波导内由声光效应产生的光栅实现光束偏转 4 。公共宽带波导终止于一小薄片并变为一薄层波导。

根据需要，可使用一个集成光学透镜 27 把由宽带波导输出的光调整平行。

所产生的一束声表面驻波或行波垂直于光的传播方向；该声波在薄层波导中将光衍射。声波长必须是可变化的以便对每一个波长的光产生相同的偏转角，就是说，产生声波的叉指状转换器（未示出）只允许有一对或几对电极，或必须是起所谓线性调频功能的电极结构，以便增大带宽。在这种情况下只有时分复用运行方式是可能的。

—h ）借助透镜 3 实现光束成形和通过在体材料中一个声光产生的光栅实现光束偏转 4 。垂直于光的传播方向产生一声表面驻波或行波，该声波使光衍射。为使每一个波长的光产生相同的偏转角，必须相应地调整声波波长。在这种情况下，只有时分复用运行方式是可能的。

图 20 示出光束成形和光束偏转单元的几个实例，其光束成形和光

束偏转的功能被集成在一个组件中:

a）借助一个移动的和聚焦的反光镜（扫描器）;

b）借助一个微机械运动的和聚焦的反光镜;

c）借助一个运动的和聚焦的光栅;

这里需要注意，不同的波长具有不同的衍射角，因此在改变波长时需要调整光栅角；就是说；光栅以行或以图象方式运动依次各用三个波长λ_1、λ_2和λ_3其中之一扫描。在这种情况下，只有时分复用运行方式是可能的;

d）借助一个垂直于光传播方向、例如压电的、运动的微透镜;

e）借助于一个垂直于光传播方向、例如压电的、运动的透镜;

f）借助一个可调制的、可聚焦的输出耦合光栅;

在此情况下，只有时分复用运行方式是可能的;

g）借助一个机械的、例如压电的、可翻转的与一输出耦合光学系统（透镜）相连接的光导纤维。

图21示出一彩色图象产生系统，其中，在带状波导2″和2‴上安装频率变换器Fu，例如准相位匹配元件。

如果一个彩色图象产生系统使用激光二极管作光源7，根据当前技术水平，提供适用的蓝和绿色光往往是很困难的。然而，如果衬底1使用非线性光学有源材料（例如$KTiOPO_4$）则可以应用二次谐波产生原理。在$KTiOPO_4$中，可以应用准相位匹配原理，由红外泵光产生二次谐波光，即产生绿光或蓝光。

此处，在泵光波与二次谐波之间必须实现相位匹配。为此把一截带状波导以适当方式分成小段，以便实现尽可能高效的铁电畴的反转。于是足够大功率的泵光就能产生半波长的光。

波长为λ_2的光转换成波长为λ_4的光；波长为λ_3的光转换成λ_5的光。

例如光源7′发射波长为$\lambda_1 = 647nm$的红光。而光源7″发射例如波长为$\lambda_2 = 1064nm$的光，此光经准相位匹配元件Fu″转换成波长为$\lambda_4 = 532nm$的绿光。

光源7‴发射例如波长为$\lambda_3 = 830nm$的光，该光经准相位匹配元件Fu‴转换成波长为$\lambda_5 = 415nm$的蓝光。在光成分空间结合之后，在公共宽带波导9的输出端借助光源可为光束成形和光束偏转提供强度或幅度调制和彩色调制的，空间聚合的光L_{MV}。

图 22 示出了一个彩色图象产生系统，在该系统中，波长为λ_0的光耦合入带状波导 9′。在耦合点 6′把光分成具有相同波长λ_0的三个光分量。这些光分量分别导入各一条带状波导 2′、2″和 2‴中。在带状波导 2 的每一个波导中安装一个频率变换元件并且其后安装一个调制装置 17。各频率变换元件是这样设计的，即由波长λ_0的光产生相应的另外一种波长的光，例如红、绿和蓝色的光，这些光在各所属调制装置 17 中分别进行强度或幅度调制。波长为λ_1、λ_2和λ_3的调制光成分在无源耦合点 6 空间聚合并在公共单模宽带带状波导 9 的输出端作为强度或幅度调制和彩色调制的、空间聚合的光L_{MV}耦合出来。频率变换器 Fu 按产生高次谐波，和频和/或差频的原理工作（见 M.L.Sundneimer, A.Villeneuve, G.l.stegemann and J.D.Bierlein 的文章“利用一个单一光源在一分段的 KTP 波导中同时产生红、绿和蓝光”，Electronics Letters, Vol. 30（1994），No.12, PP 975 - 976）。

图 23 示出了一个彩色图象产生系统，其可调制的光成分是用集成滤色器 Fi 由一波长范围$\Delta\lambda_E$滤色，尤其由白光滤色而产生的。

光源 7 向宽带带状波导 9′的输入端发射白光。宽带带状波导 9′经耦合点 6′分成三个宽带带状波导 2′、2″和 2‴。在这些宽带带状波导的每一个波导中各安装一滤色器 Fi′、Fi″和 Fi‴，这些滤色器允许波长为λ_1、λ_2和λ_3的光或窄带波长范围，例如带宽为 10nm 的光通过，它们对应于红、绿和蓝色。

在需要时，滤色器 Fi 可借助控制信号S_9调整或控制。

在滤色器后面，在宽带带状波导 2 的每一波导中，只有一种波长或一窄带波长范围的光成分，如上已述，这些光成分将被调制和空间聚合。然后，强度或幅度调制和彩色调制的，空间聚合的光L_{MV}到达光束成形和光束偏转单元 10，该单元把光投到屏幕 5 上。象点的光成分经加色混合产生所希望的彩色印象。

在使用光谱灯（例如汞高压蒸汽灯）作为光源 7 的情况下，在各个波导 2 中的滤色器 Fi 其窄带特性只需达到这样的程度，即它们只允许所需要的谱线通过。

图 24 示出了一个彩色图象产生系统，该系统利用了从宽的波长谱，尤其是从白光中滤除某特定波长范围$\Delta\lambda_E$的光成分的效应（减色混合）。

彩色图象产生系统利用一个发射白光的光源 7，该光耦合入宽带带状波导 9′。在耦合点 6′ 白光被分配到宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 中。

在宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 中，安装了选择波长的强度或幅度调制器 17，这些调制器以电光的或另一调制方式对波长依赖关系为基础，随所加控制信号 S_9 只滤除光谱的一部分。因此剩余部分显示的是其互补色。在宽带波导 2′、2″ 和 2‴ 中所传输的，经滤色的和强度或幅度调制的光成分在耦合点 6 被空间聚合并耦合入光束成形和光束偏转单元 10。

在适当设计选择波长的强度或幅度调制器 17（例如以电光马赫—叁得干涉仪调制器的形式）的情况下，该装置的结构非常简单。

载体 11 用于支撑白光光源 7，空间光束结合单元 14′（此处，该单元由宽带波导 9′、8′、2′、2″ 和 2‴ 还有耦合点 6′ 组成并实现光束分配功能）、与宽带带状波导 2′、2″ 和 2‴ 和另外空间光束结合单元 14 连接的选择波长的强度或幅度调制器 17′、17″ 和 17‴（单元 14 由宽带带状波导 2′、2″、2‴、8、9 和无源耦合点 6 组成）和支撑光束成形和光束偏转单元 10。

图 25 示出了几个彩色图象产生系统，在这些系统中从一宽波长范围的光中滤除特定的波长范围 $\Delta\lambda_E$ 并投影产生彩色图象的彩色光点。

因为当前尚不知具有可调优质彩色图象所需色值的一种彩色滤色器，所以这种解决方案只能用于要求彩色显示质量放在次要地位的彩色图象。

如果该装置以时分复用方式运行并且三种光成分相互重叠实现加色混合，则可实现满足所有要求的高彩色显示质量。

根据图 25a，波长谱 $\Delta\lambda_E$ 的光，例如白光，耦合入宽带带状波导 9。在宽带带状波导 9 上安装滤色元件 Fi。借助滤色元件 Fi 并依据所加控制信号 S_9 由波长谱 $\Delta\lambda_E$ 中滤除若干特定的波长或波长范围。幅度或强度调制在光源 7 中进行或借助光源 7 和滤色器 Fi 之间的另一调制装置进行（未示出）。

根据图 25b，波长谱 $\Delta\lambda_E$ 的光，例如白光，耦合入宽带带状波导 9。在宽带带状波导 9 上安装滤色元件 Fi 和强度或幅度调制装置 17。借助

滤色元件 Fi 并根据所加控制信号 S_9 从波长谱 $\Delta\lambda_E$ 中滤除若干特定波长或波长范围。

这里，强度或幅度调制装置 17 不一定必须是波长选择的。

在宽带带状波导 9 的输出端有一波长谱 $\Delta\lambda_A$ 的调制光 L_M 提供给光束成形和光束偏转单元 10 作进一步处理。

图 25c 示出了图 25b 所示彩色图象产生系统的一个具体实施结构。其中 EOBSW 用作宽带带状波导。电光可控集成光学马赫—泽得干涉仪结构 MZI 用作滤色器 Fi，该结构以其波长选择特性为基础滤除可用控制信号 S_9（控制电压）调整的波长范围。如果光源 7 发射白光，那么透射的光就是滤除光成分的互补色。用控制信号 S_4（控制电压）进行电光控制的截止调制器用作强度或幅度调制器 17 。在单模宽带带状波导 9 的输出端有一波长谱 $\Delta\lambda_A$ 的强度或幅度调制和彩色调制的光 L_M 提供进一步处理。

在图 25 的各实例中，光由光束成形和光束偏转单元 10 作为彩色组成的象点投影到屏幕 5 上并由人眼 12 看到。

实现此目标的先决条件是，滤色元件必须能用其滤色特性调出各种所希望的色值。用一个单一的滤色元件不可能提供含有全部色彩细微差别的彩色图象所必须的所有色值。为了提供有限的，但是对许多应用（例如反射到玻璃板上）足够的色值范围，在图 25a 、 25b 和 25c 中所述的方案是完全够用的。

然而，为了能够获得高质量彩色图象所需的全部色值，加色混合需要至少三种彩色成分。

因此，对至少三个应组成一个色值的光脉冲按时分复用彩色点产生原理作进一步处理（见图 8 所示）。借助光束成形和光束偏转单元 10，一个第一彩色组合的光在第一时间段内投影成一个点。至少一个第二和一个第三彩色组合的光在随后的时间段内被投影到同一象点。在眼睛中完成在这个点上投影的至少三个彩色成分的生理的彩色混合。

图 26 示出了一个根据专利申请 DE 31 52 020 A1 已知的彩色图象产生系统，该系统构成一种类别。该系统利用光导管 F 传导光束。每一个光导管 F 以其起始端与光源 7 耦合。各管的另外一端导向光束成形和光束偏转单元 10，使各管的出射面相互靠的很近的位于一个平面区域内。

图 27 示出了了一个产生虚象的彩色图象产生系统，该系统提供测定和校正视觉缺陷斜视的可能方法。立体图象的产生根据图 18 所介绍的原理通过产生两个不同偏振方向的图象来实现，用偏振眼镜观察时得到立体图象。借助一个起偏振棱镜 PP 把两束偏振光在空间分开。为校正视觉缺陷所需的两偏振光轴的倾斜是用控制信号 S_{10} 控制光束偏转器 SA（棱镜）的倾斜度实现的。两光轴间距的调整可借助控制信号 S_{10} 线性移动光束偏转器 SA 来实现。起偏振棱镜 PP 和光束偏转器 SA 安装在光束成形和光束偏转单元与起偏振器 P 之间。用此装置开辟了新的医学和医疗学应用领域。

图 28 示出了一个产生实象的彩色图象产生系统，该系统提供测定和校正视觉缺陷斜视的可能方法。立体图象的产生根据图 18 所介绍的原理通过产生两个不同偏振方向的图象来实现，用偏振眼镜观察这些图象时得到立体图象。借助一个起偏振棱镜 PP 把两束偏振光在空间分开。为校正视觉缺陷所需两偏振光轴的斜倾，用控制信号 S_{10} 控制光束偏转器 SA（棱镜）的倾斜度来实现。两光轴间距的调整可借助控制信号 S_{10} 线性移动光束偏转器 SA 来实现。起偏振棱镜 PP 和光束偏转器 SA 安装在屏幕 5 和起偏振器 P 之间。用此装置开辟了新的医学和医疗学应用领域。

图 29 示出了一个用于彩色印刷的混色系统。与图 9 相似，强度或幅度调制和彩色调制的光用一个光束成形装置 3 从波导 9 输出耦合出来，并对准光束偏转装置 4，在此图中为一个多棱镜，通过该装置与彩色和强度调制进行同步运动在光敏面 26 上扫描一图象行，从而产生一彩色印刷行。图象的形成通过光敏面 26（纸）运动来实现或通过在运动的光敏面 26 上所写出的行转换到可印刷的介质（与激光打印机中的印刷轴相似）上来实现。另一可选择的方案是同二维偏转印刷在不移动的光敏面上。

参考符号

1	衬底，衬底材料
2	波导
3	光束成形装置（光学系统）
4	光束偏转装置（偏转镜）
5	屏幕
6	无源耦合点
7	光源
8	波导
9	波导，公共波导
10	光束成形和光束偏转单元
11	载体
12	人眼
13	可控耦合点
14	光束空间结合单元
15	控制单元
16	微光学透镜
17	调制装置（强度或幅度调制器）
18	恒温装置
19	光束耦合组件（微光学系统组件）
20	外壳
21	出射光窗口
22	电源
23	控制信号输入端
24	彩色图象参数操作信号输入端
25	吸收器
26	光敏面
27	薄膜波导中的透镜
A	输出端
B	盲输出端
xyz	座标系统

λ、λ_0、λ_1、 λ_2、λ_3、λ_4、λ_5	波长
$\Delta\lambda_E$、$\Delta\lambda_{E,1}$、$\Delta\lambda_{E,2}$、$\Delta\lambda_{E,3}$	耦合λ的波长范围
$\Delta\lambda_A$	耦合出的波长范围
E_1、 E_2、 E_3	输入端
A_1、 A_2、 A_3	输出端
S_1、 S_2、 S_3	光源控制信号
S_4	强度或幅度调制装置的控制信号
S_5	光束成形控制信号
S_6	光束偏转控制信号
S_7	可控耦合点的控制信号
S_8	偏振旋转器控制信号
S_9	滤色器控制信号
S_{10}	可翻转光束偏转器（棱镜）控制信号
F	光导纤维
PD	偏振旋转器
P	起偏振器
AM	强度或幅度调制器
MZI	马赫—叁得干涉仪－结构
L_V	空间聚合的光
L_M	强度或幅度调制和彩色调制的光
L_{VM}	空间聚合的、强度或幅度调制和彩色调制的光
L_{MV}	强度或幅度调制和彩色调制的空间聚合的光
Fi	滤色器
Fu	频率变换器（准相位匹配元件）
BPi	象点
PP	起偏振棱镜
SA	光束偏转器

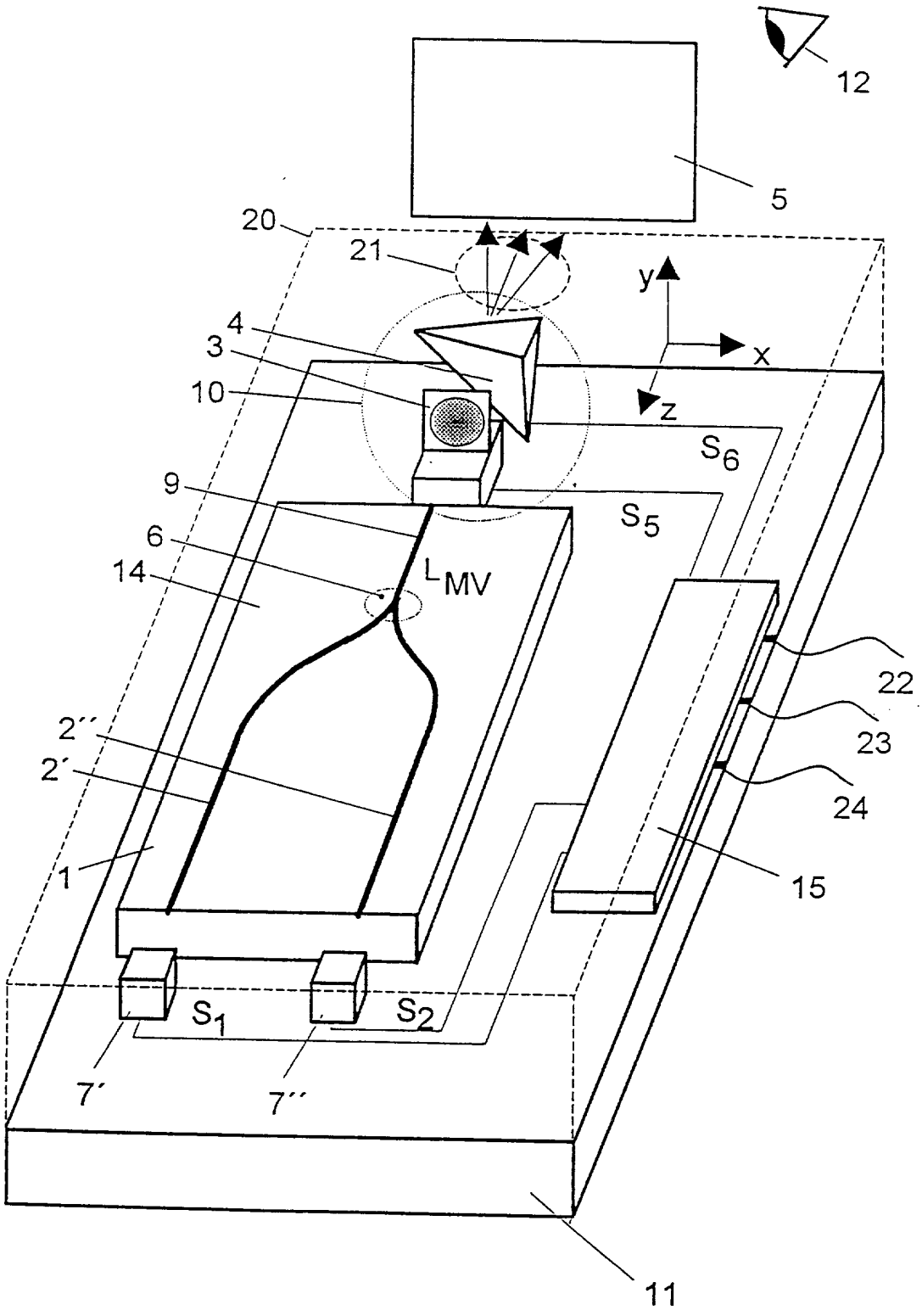


图 1

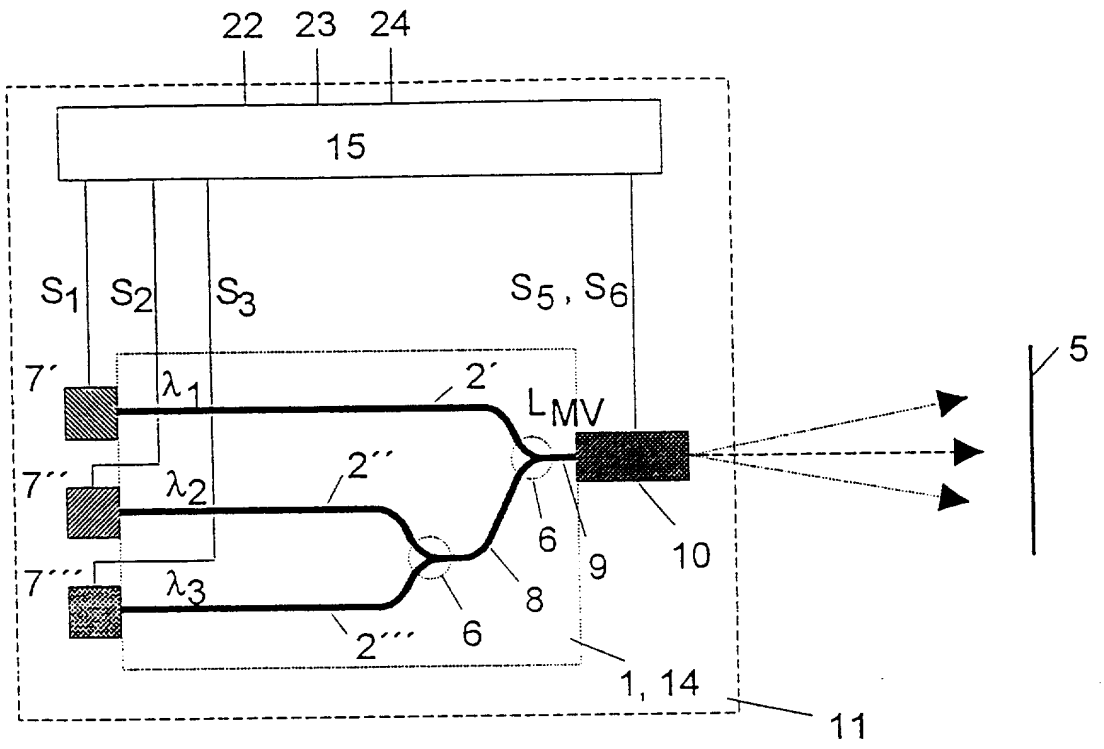

22
23
24
15
S1
S2
S3
S5, S6
7´
7´´
7´´´
λ1
λ2
λ3
2´
2´´
2´´´
LMV
6
8
9
10
5
1, 14
11

图 2

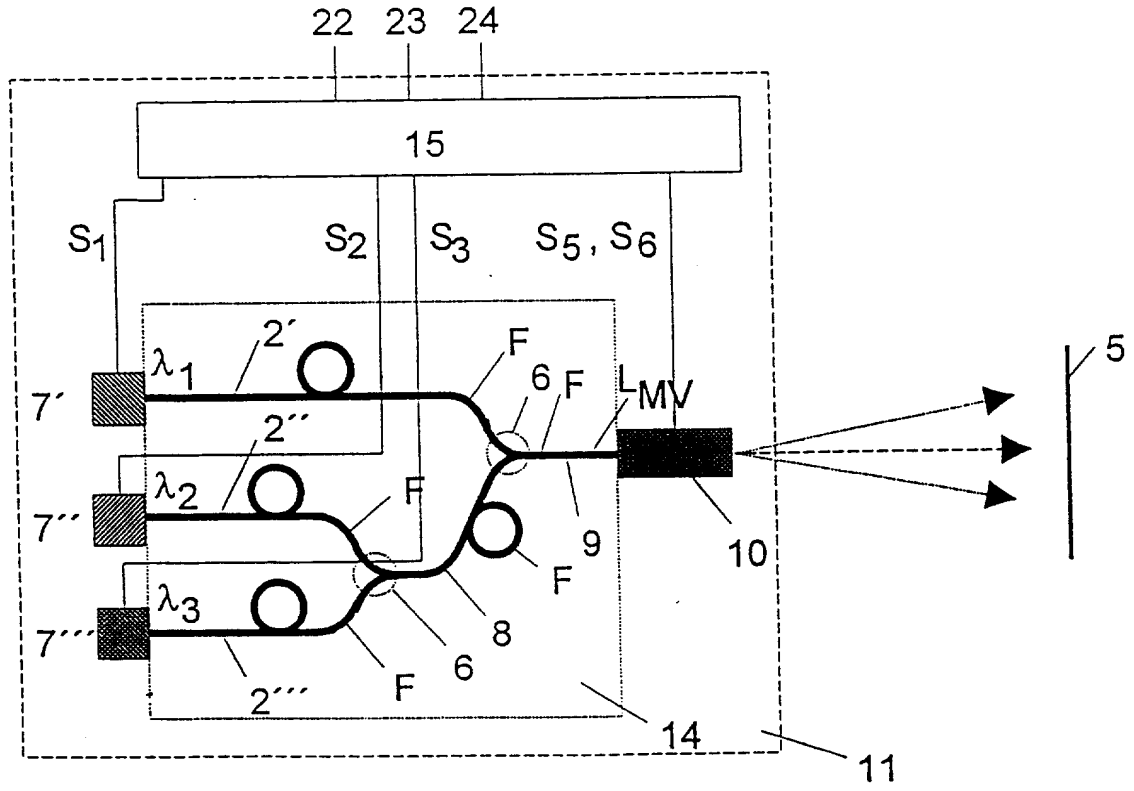

22
23
24
15
S1
S2
S3
S5, S6
7´
7´´
7´´´
λ1
λ2
λ3
2´
2´´
2´´´
F
6
LMV
9
10
8
5
14
11

图 3

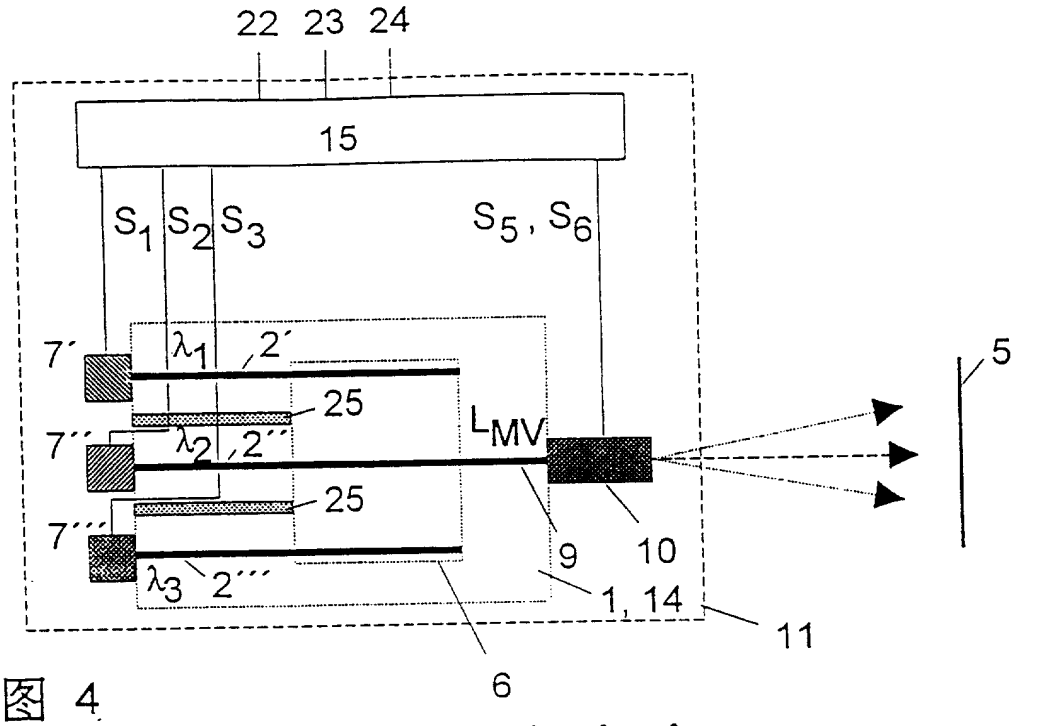

22 23 24
15
S1 S2 S3
S5 , S6
7´
λ1 , 2´
25
7´´
λ2 , 2´´
LMV
25
7´´´
λ3 2´´´
9
10
1, 14
11
5
6

图 4

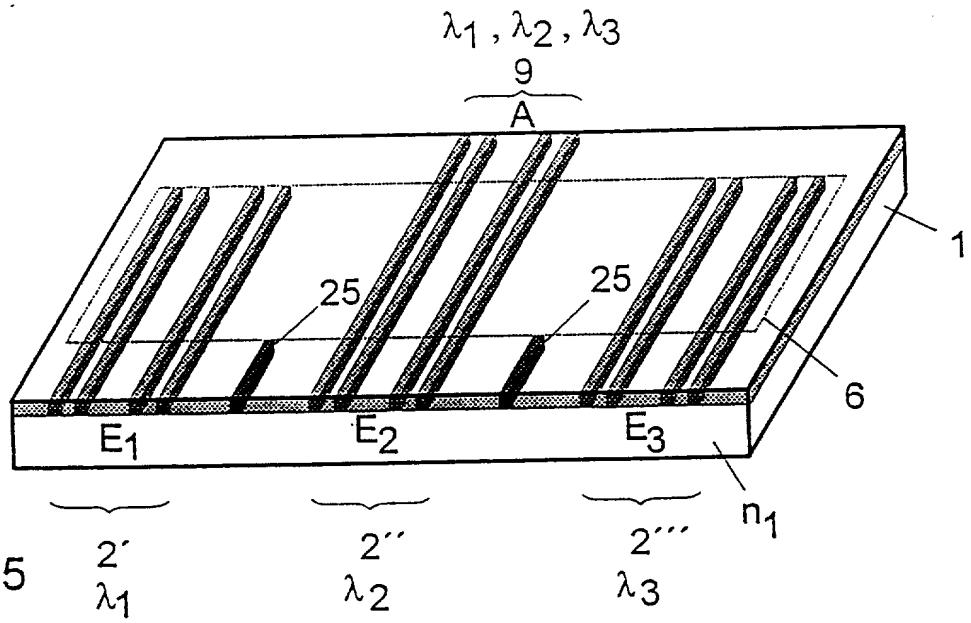

λ1 , λ2 , λ3
9
A
1
25
25
6
E1
E2
E3
n1
2´
λ1
2´´
λ2
2´´´
λ3

图 5

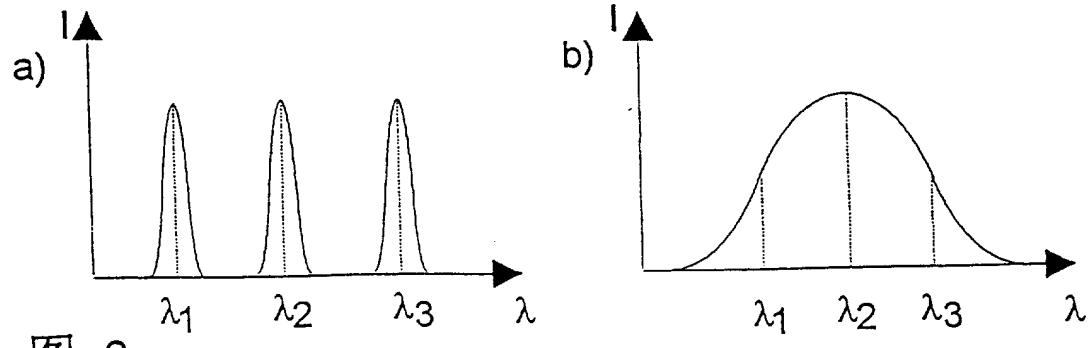

a)
I
λ1
λ2
λ3
λ
b)
I
λ1
λ2
λ3
λ

图 6

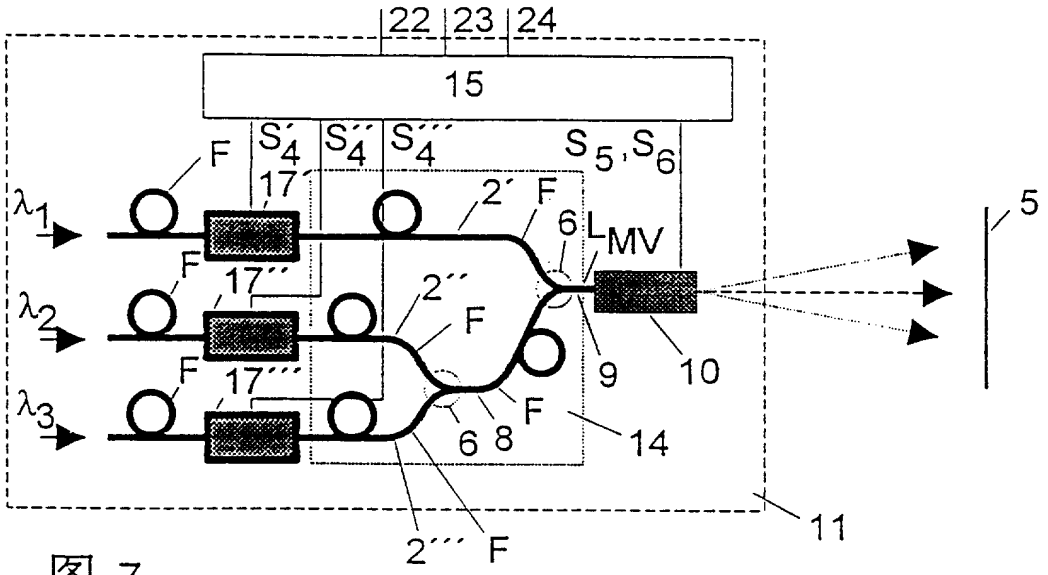

22
23
24
15
F
S´4
S´´4
S´´´4
S5,S6
17´
2´
6
LMV
λ1
17´´
2´´
λ2
17´´´
2´´´
λ3
9
10
5
8
14
11

图 7

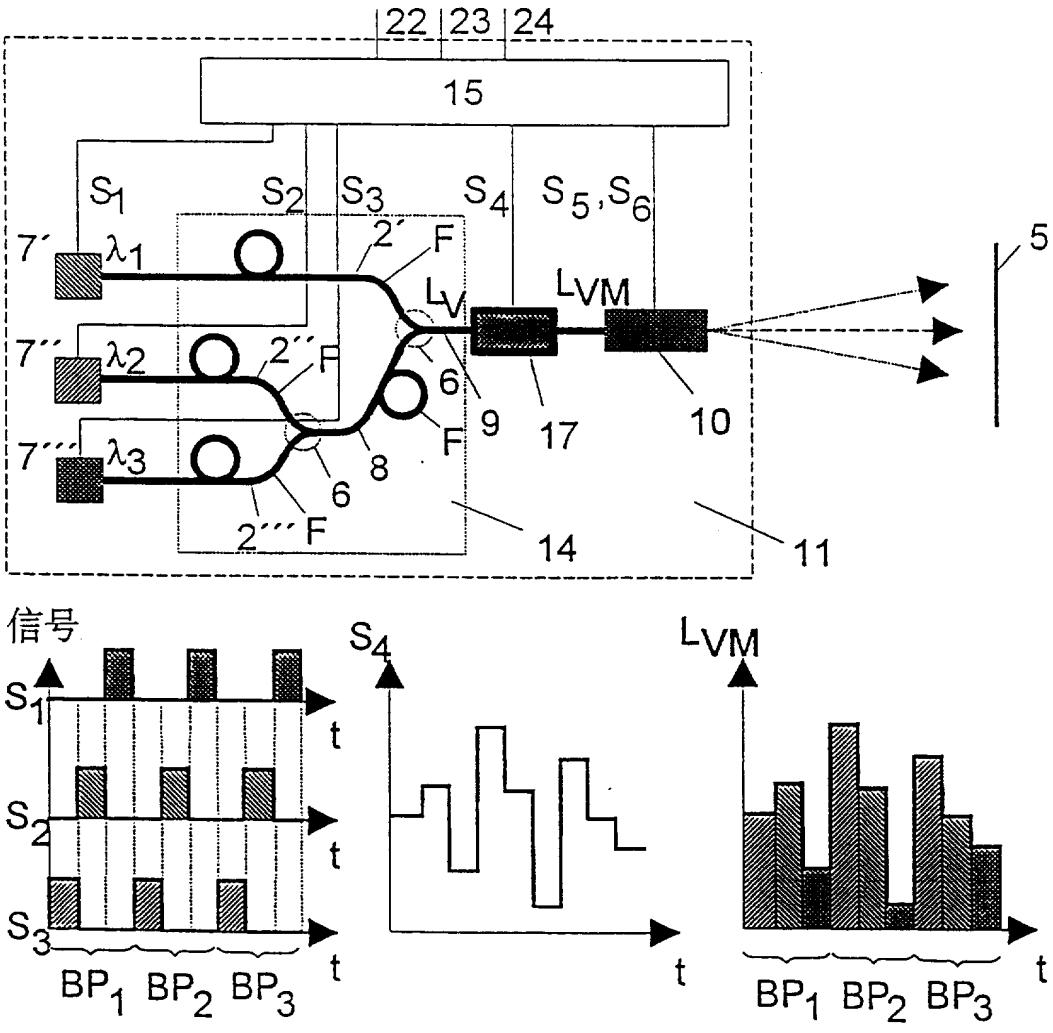

22
23
24
15
S1
S2
S3
S4
S5,S6
7´
λ1
2´
F
LV
LVM
7´´
λ2
2´´
6
9
17
10
7´´´
λ3
8
14
11
5
信号
S1
S2
S3
t
BP1
BP2
BP3

图 8

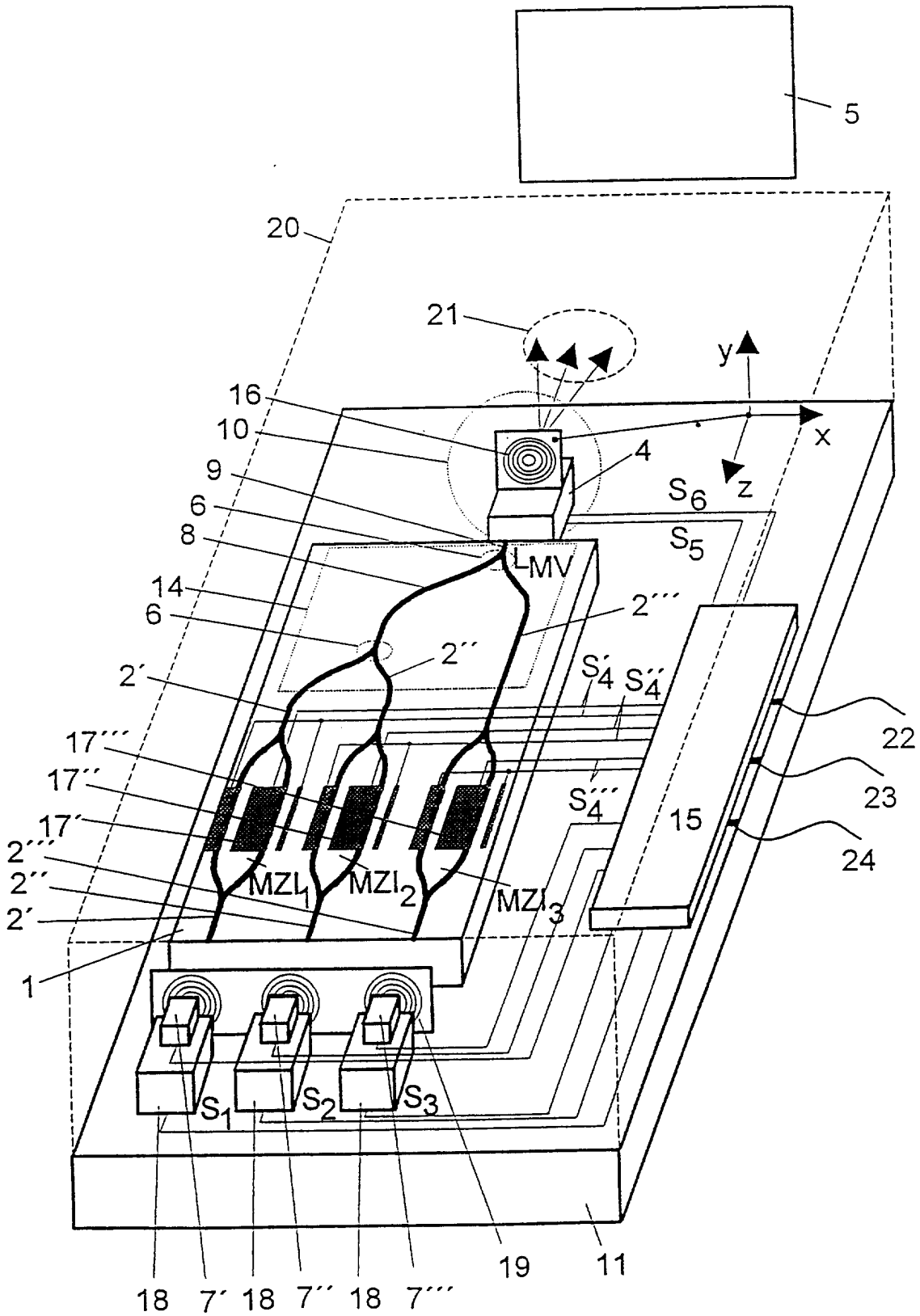

5
20
21
y
x
z
16
10
9
6
8
14
6
2′
17‴
17″
17′
2‴
2″
2′
1
4
S6
S5
LMV
2‴
2″
S′4
S″4
S‴4
22
23
24
15
MZI1
MZI2
MZI3
S1
S2
S3
18
7′
18
7″
18
7‴
19
11

图 9

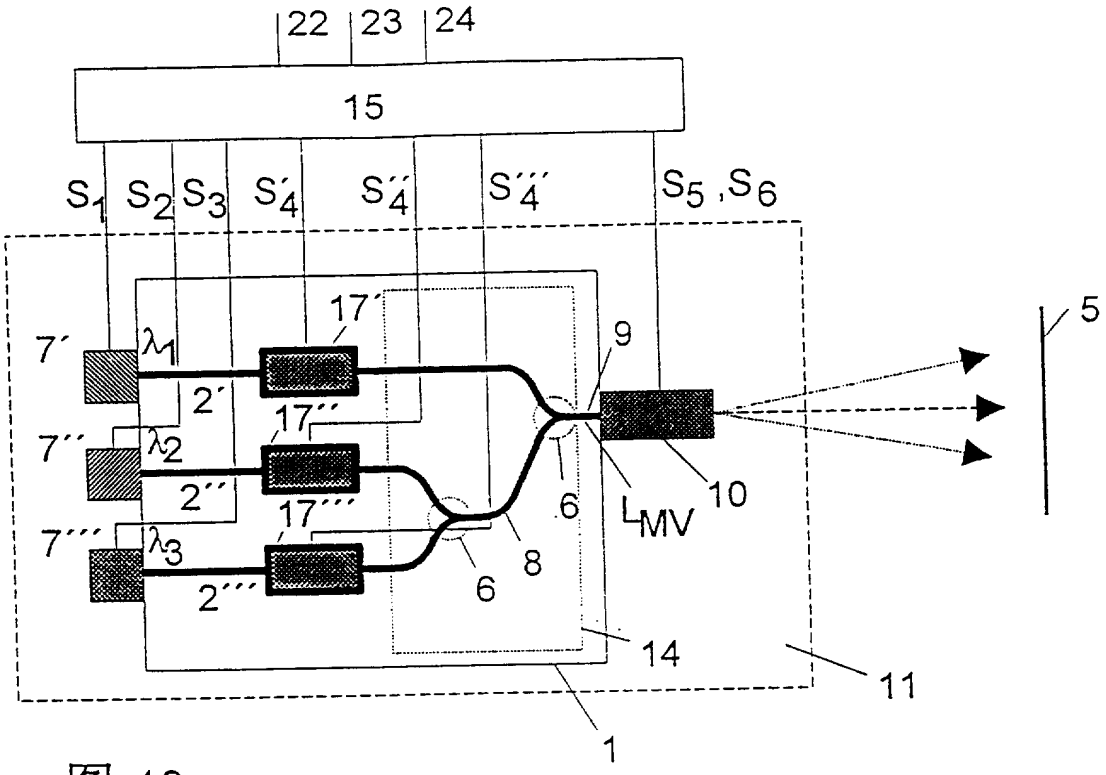

22
23
24
15
S1
S2
S3
S'4
S''4
S'''4
S5 ,S6
7'
7''
7'''
λ1
λ2
λ3
2'
2''
2'''
17'
17''
17'''
9
6
8
LMV
10
5
14
11
1

图 10

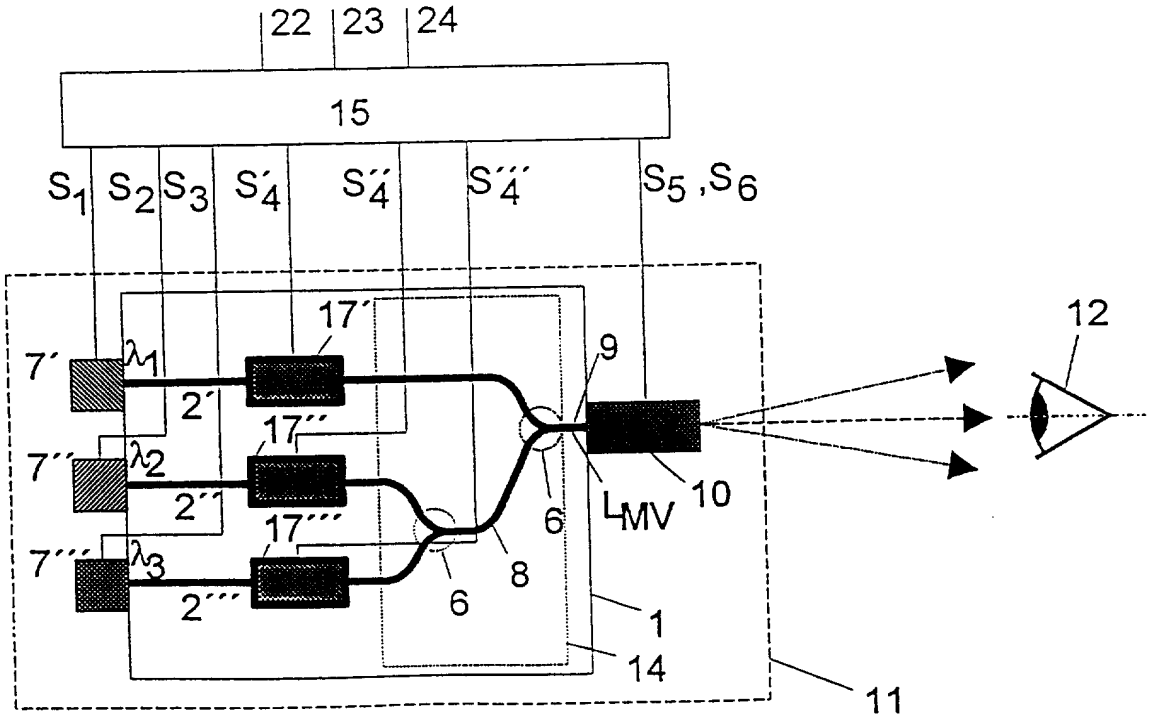

22
23
24
15
S1
S2
S3
S'4
S''4
S'''4
S5 ,S6
7'
7''
7'''
λ1
λ2
λ3
2'
2''
2'''
17'
17''
17'''
9
6
8
LMV
10
12
1
14
11

图 11

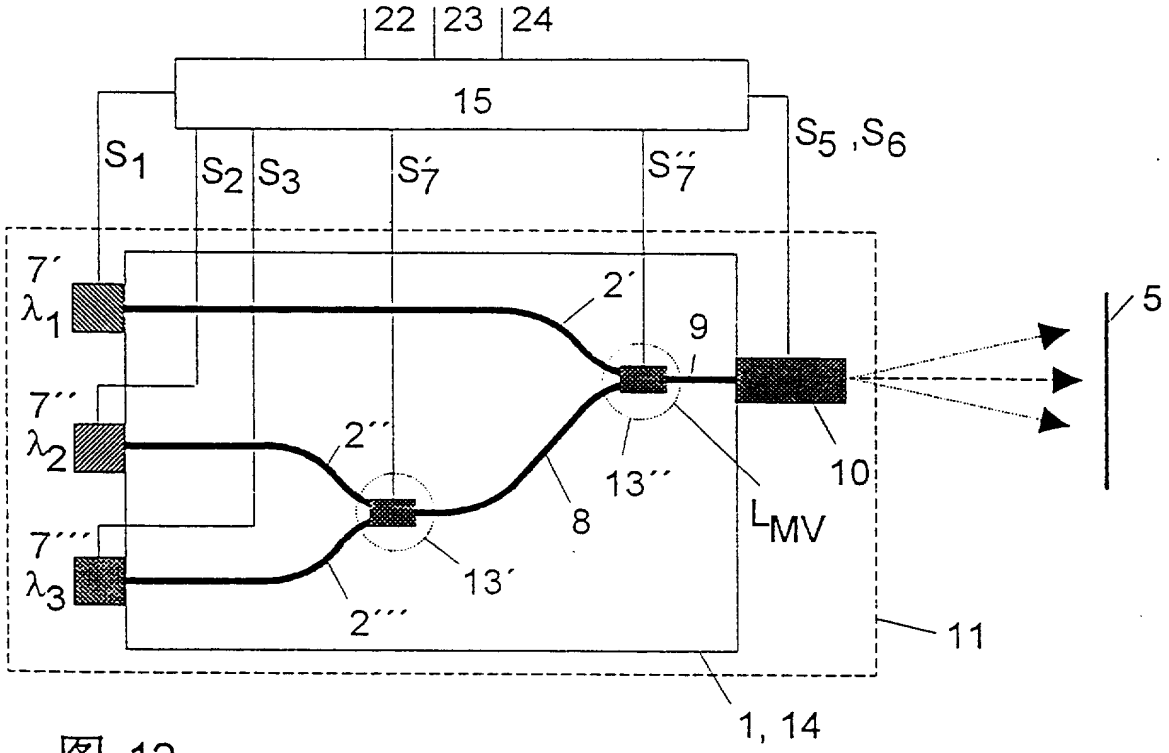

22
23
24
15
S1
S2
S3
S'7
S''7
S5 ,S6
7'
λ1
7''
λ2
7'''
λ3
2'
2''
2'''
9
8
13''
13'
10
LMV
5
11
1, 14

图 12

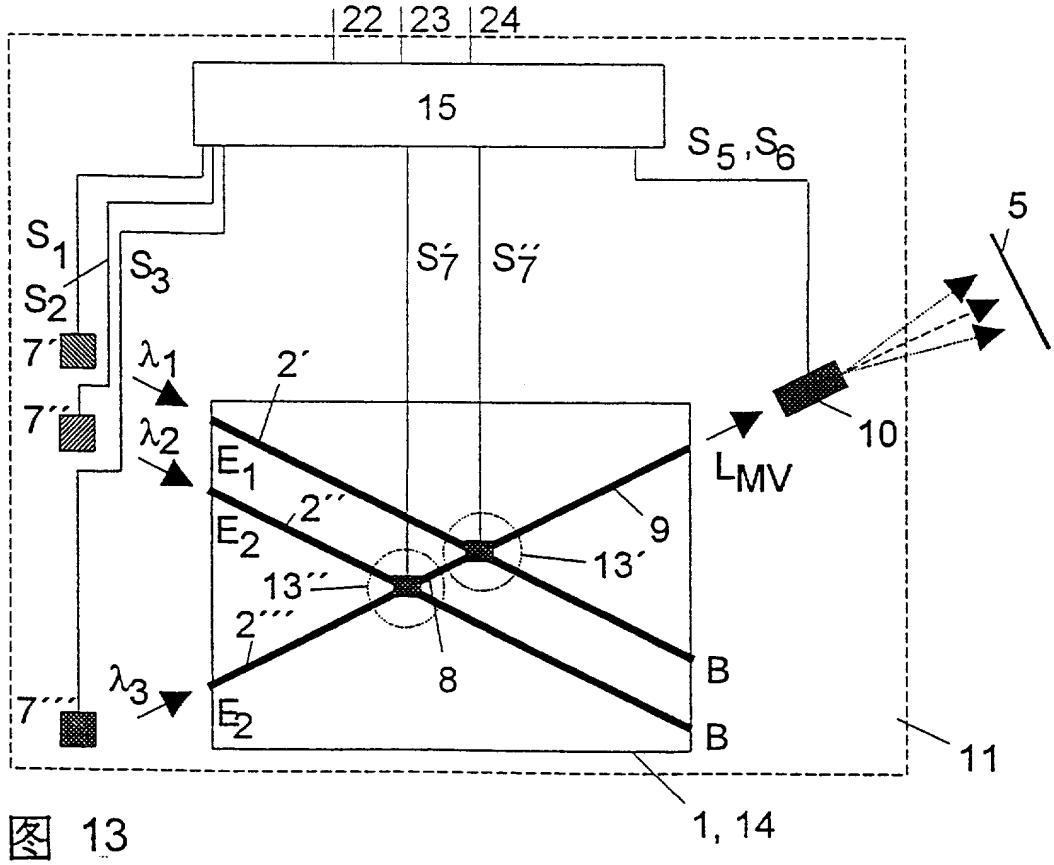

22
23
24
15
S5,S6
S1
S2
S3
S'7
S''7
5
7'
7''
7'''
λ1
λ2
λ3
2'
2''
2'''
E1
E2
E2
9
13'
13''
8
10
LMV
B
B
11
1, 14

图 13

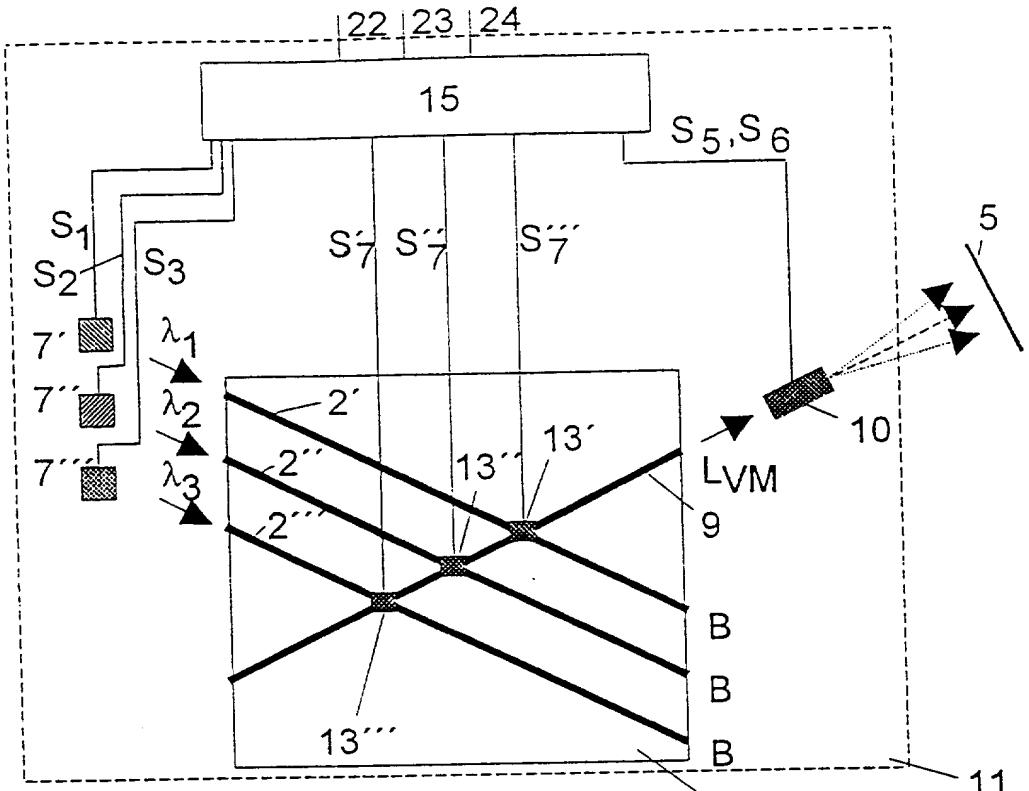

22
23
24
15
S5,S6
S1
S2
S3
S'7
S''7
S'''7
5
7'
7''
7'''
λ1
λ2
λ3
2'
2''
2'''
13'
13''
13'''
LVM
10
9
B
B
B
11
1,14

图 14

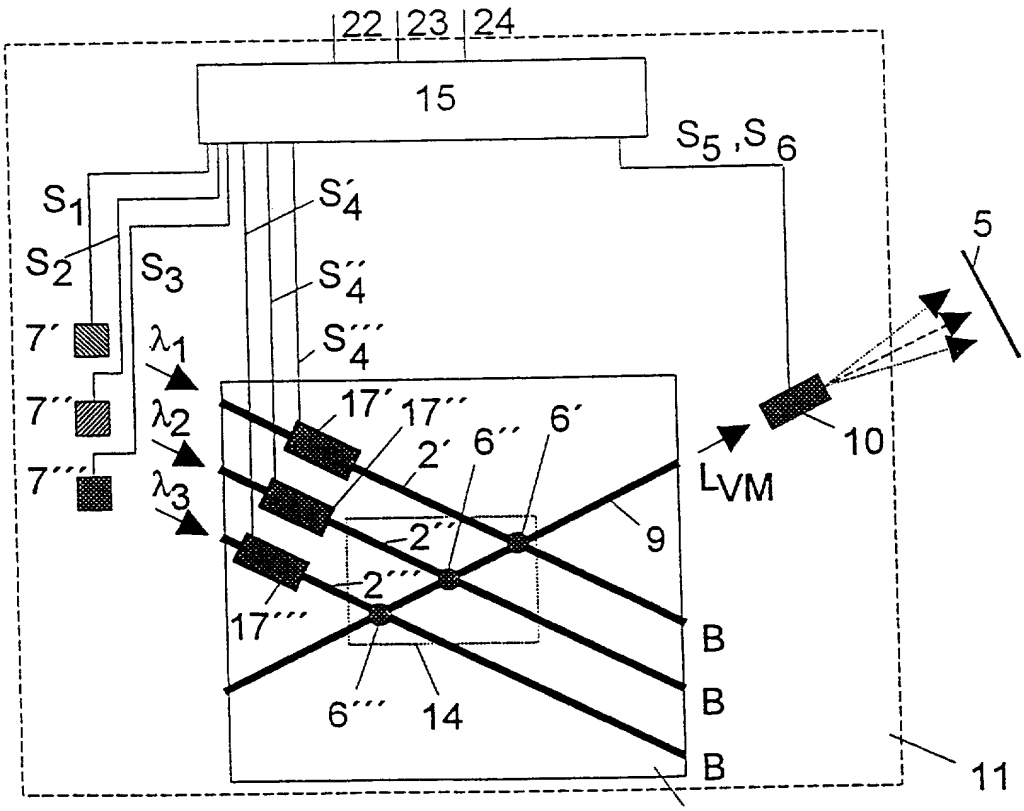
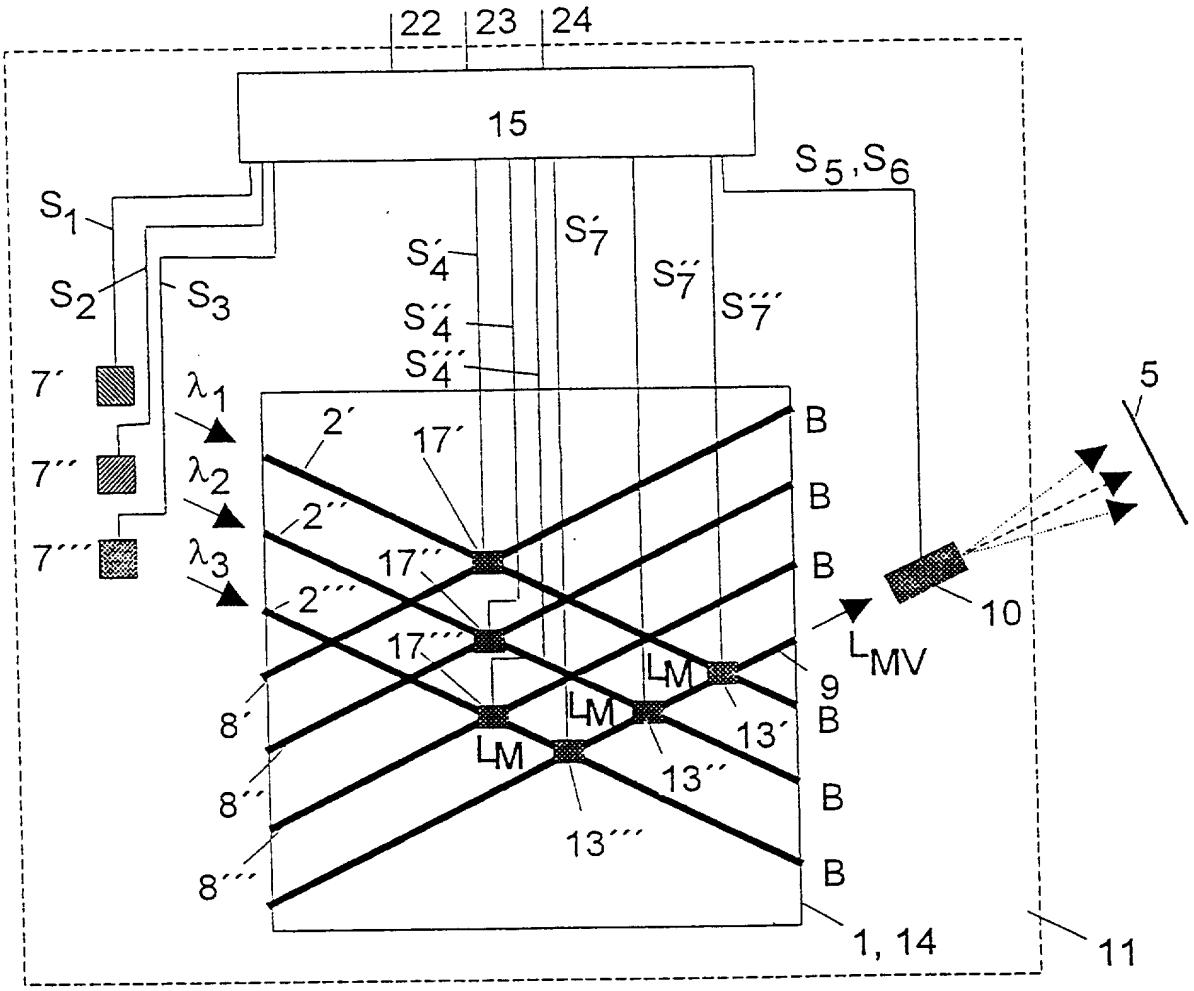

22
23
24
15
S5,S6
S1
S2
S3
S'4
S''4
S'''4
5
7'
7''
7'''
λ1
λ2
λ3
17'
17''
17'''
2'
2''
2'''
6'
6''
6'''
LVM
10
9
14
B
B
B
11
1

图 15


22
23
24
15
S1
S2
S3
S4´
S4´´
S4´´´
S7´
S7´´
S7´´´
S5,S6
7´
7´´
7´´´
λ1
λ2
λ3
2´
2´´
2´´´
17´
17´´
17´´´
B
5
10
LMV
LM
9
8´
8´´
8´´´
13´
13´´
13´´´
1, 14
11

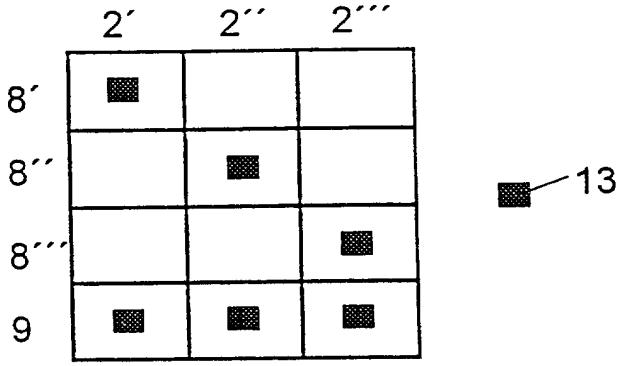

2´
2´´
2´´´
8´
8´´
8´´´
9
13

图 16

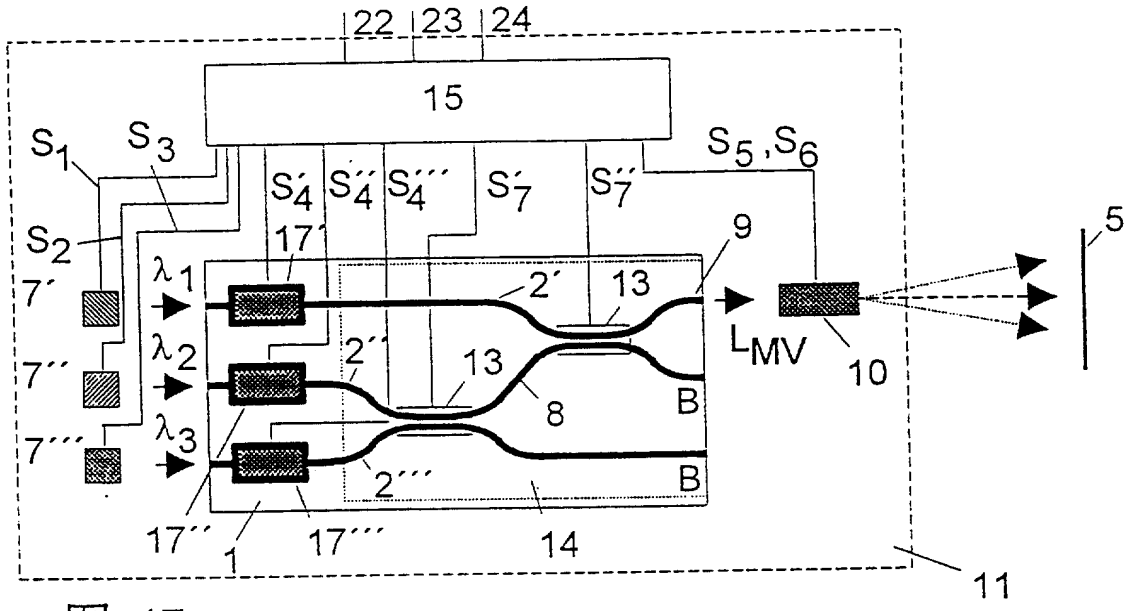

22
23
24
15
S1
S3
S2
S4'
S4''
S4'''
S7'
S7''
S5 ,S6
17'
9
5
7'
λ1
2'
13
7''
λ2
2''
13
8
B
LMV
10
7'''
λ3
2'''
B
17''
1
17'''
14
11

图 17

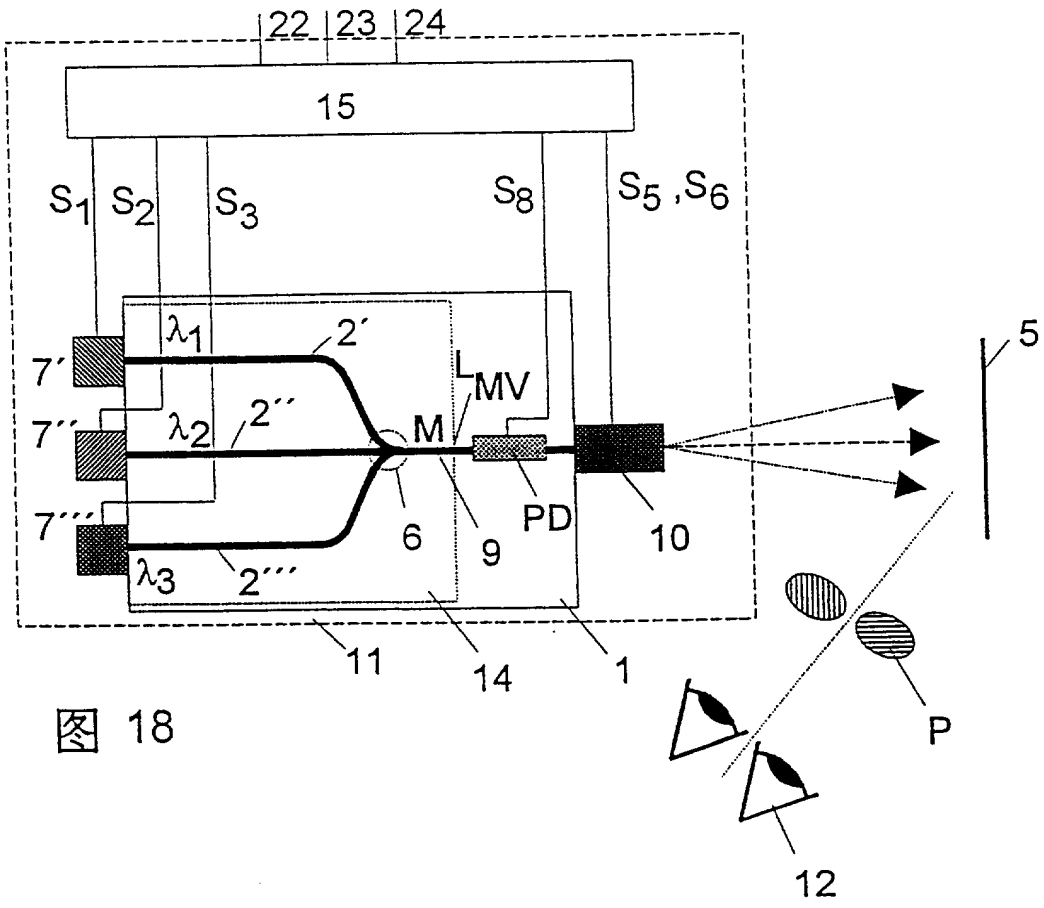

22
23
24
15
S1
S2
S3
S8
S5 ,S6
5
λ1
2'
7'
LMV
7''
λ2
2''
M
7'''
PD
6
9
10
λ3
2'''
11
14
1
P
12

图 18

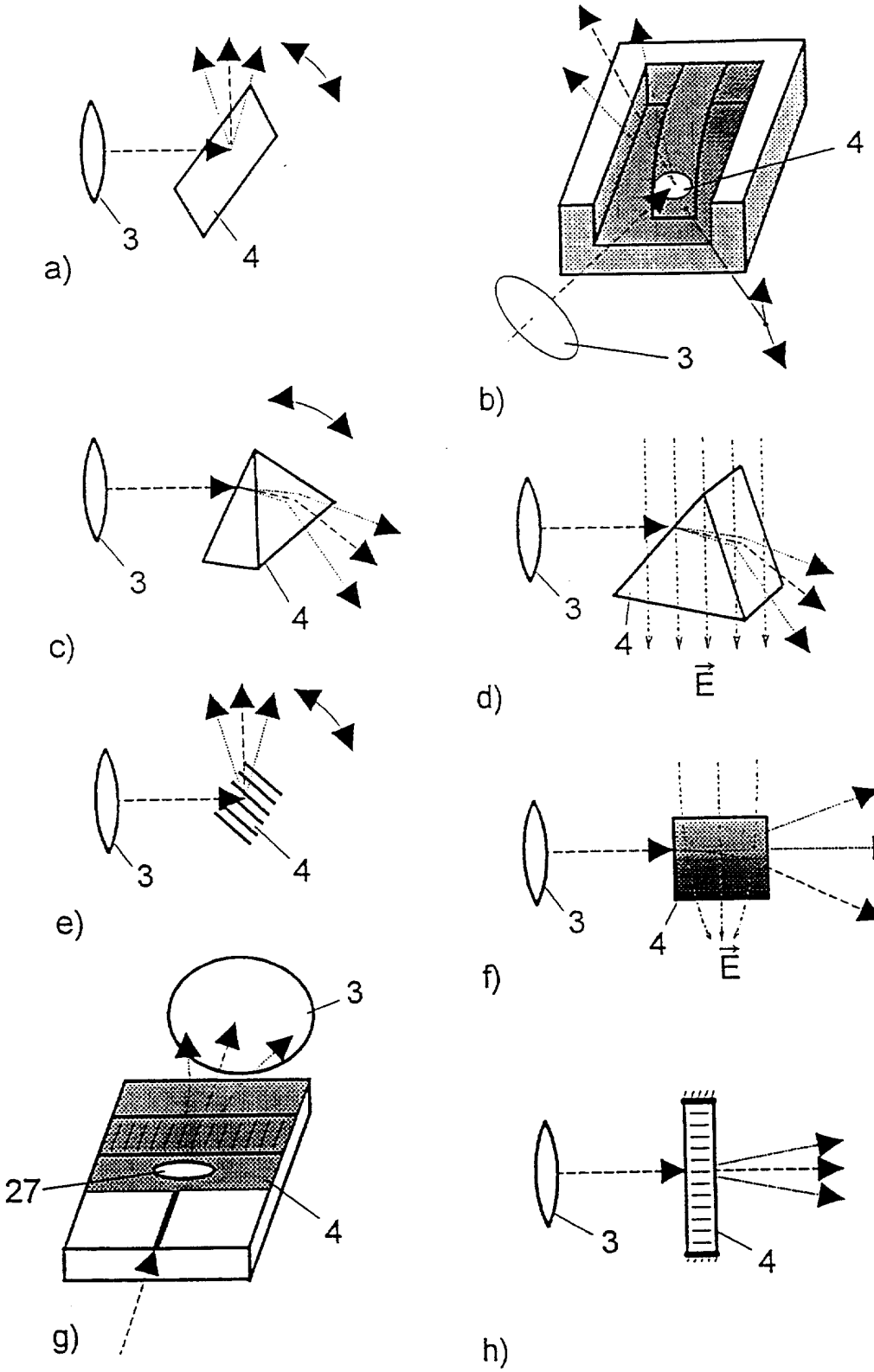
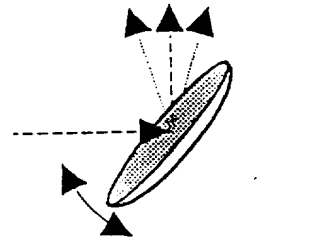
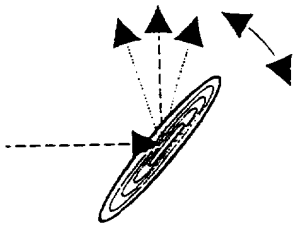


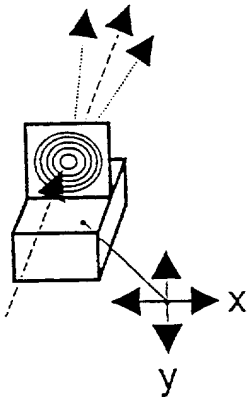
图 19



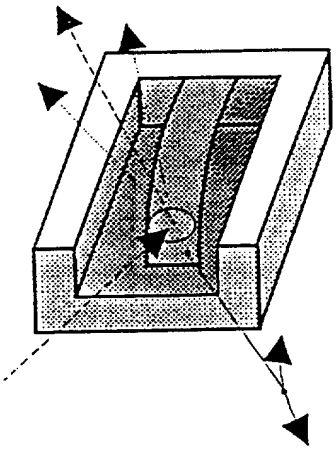
a)



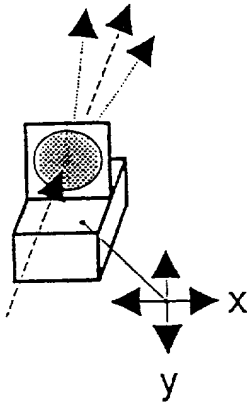
c)



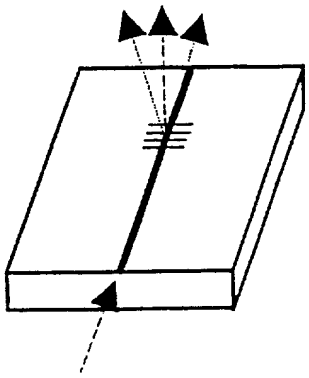
d)



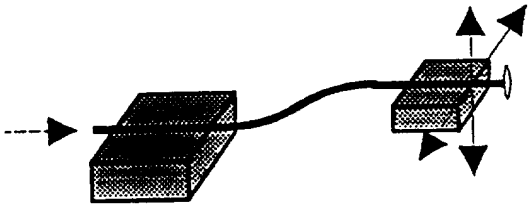
b)



e)



f)



g)

图 20

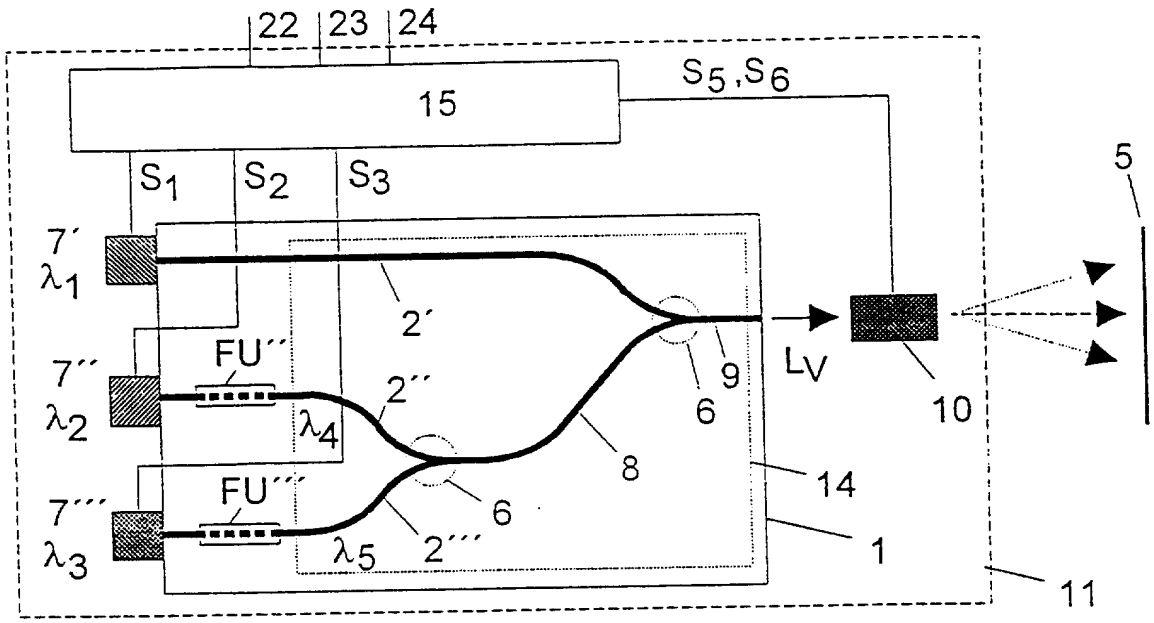

22
23
24
15
S5,S6
S1
S2
S3
7´
λ1
7´´
λ2
7´´´
λ3
FU´´
FU´´´
λ4
λ5
2´
2´´
2´´´
6
8
9
LV
10
5
14
1
11

图 21

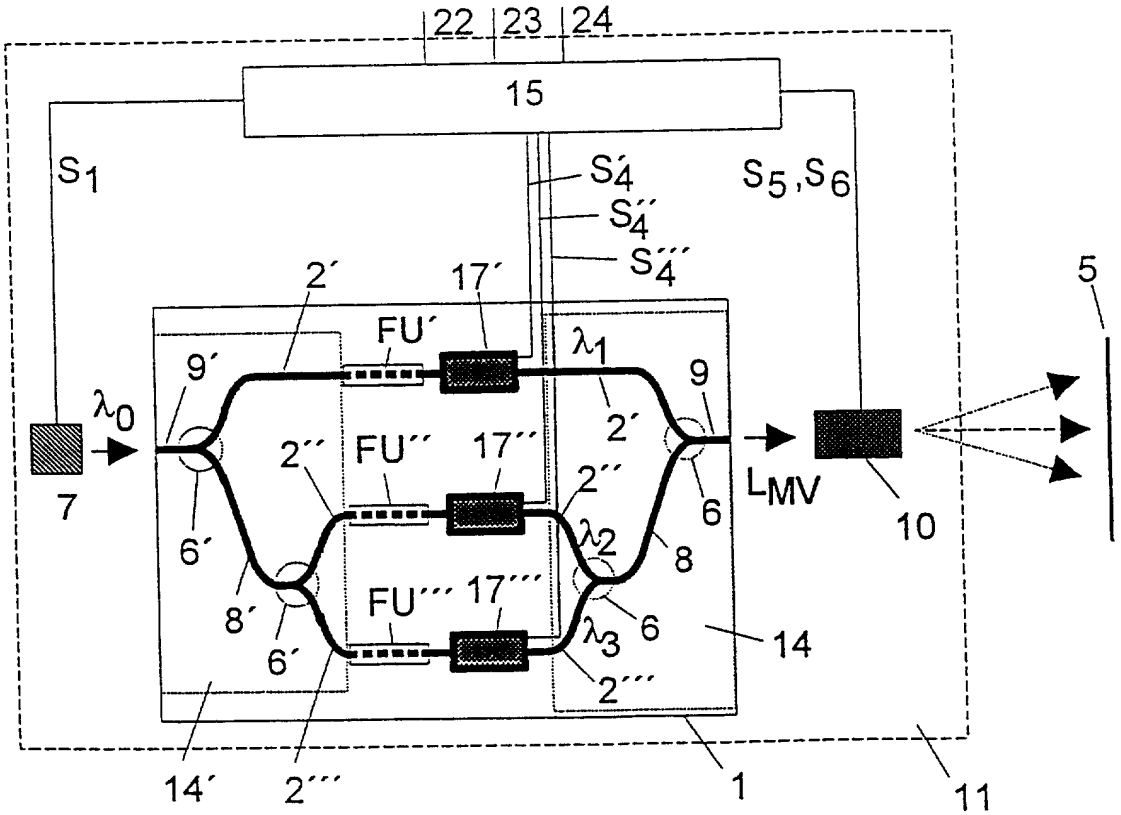

22
23
24
15
S1
S´4
S´´4
S´´´4
S5,S6
2´
17´
FU´
λ1
9´
λ0
7
6´
2´´
FU´´
17´´
2´´
λ2
8´
FU´´´
17´´´
λ3
2´´´
14´
LMV
10
5
14
1
11

图 22

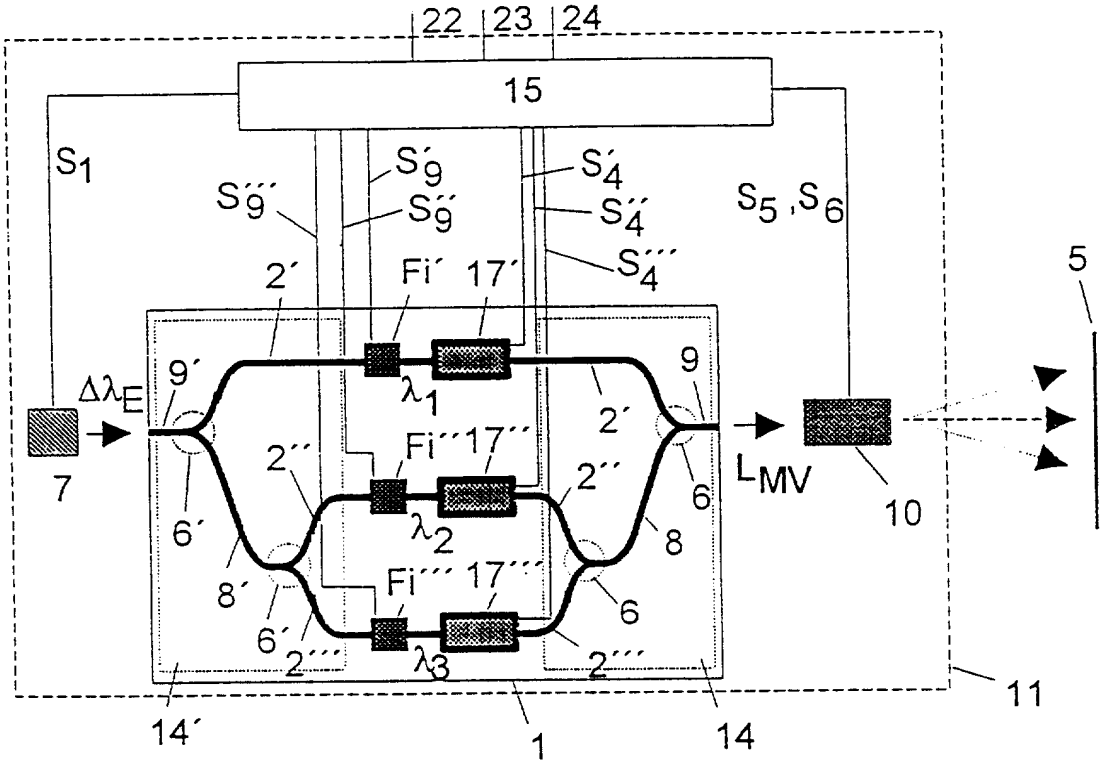

22
23
24
15
S1
S'9
S''9
S'''9
S'4
S''4
S'''4
S5 ,S6
5
2'
Fi'
17'
9'
9
Δλ_E
λ1
2'
7
2''
Fi''
17''
2''
6
L_MV
10
6'
λ2
8
8'
Fi'''
17'''
6
6'
2'''
λ3
2'''
11
14'
1
14

图 23

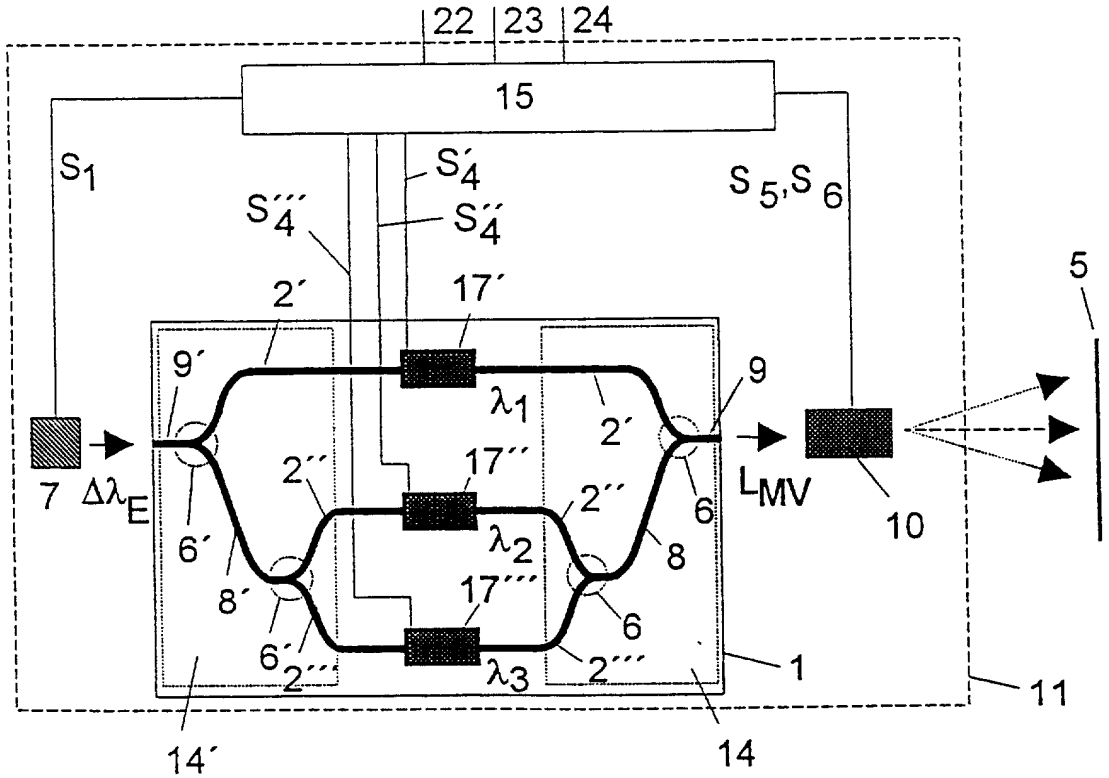
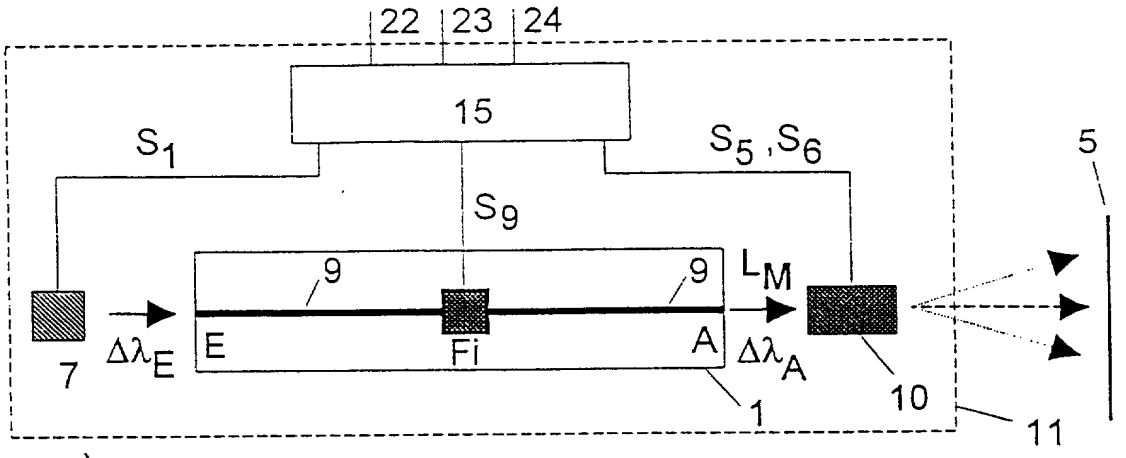
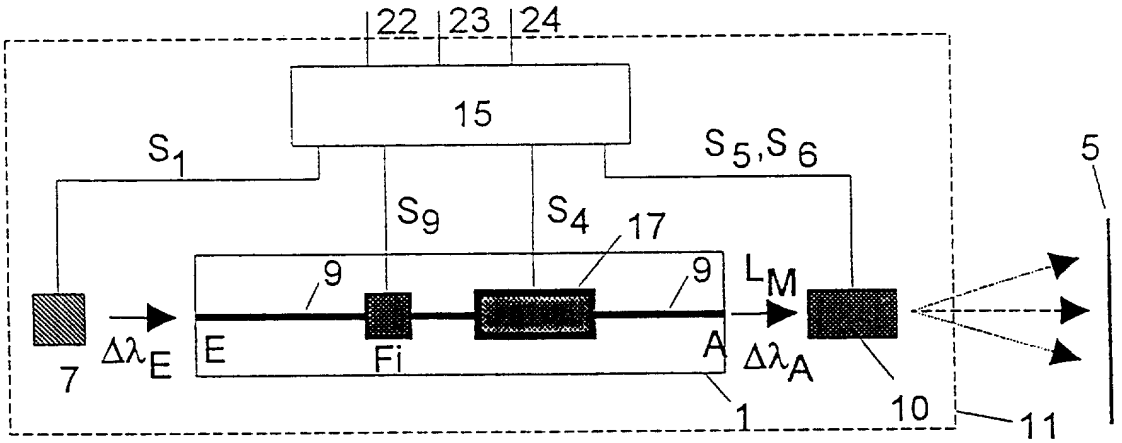

22
23
24
15
S1
S'4
S'''4
S''4
S 5,S 6
5
2'
17'
9'
9
λ1
2'
7
Δλ_E
2''
17''
2''
6
L_MV
10
6'
λ2
8
8'
17'''
6
6'
2'''
λ3
2'''
1
11
14'
14

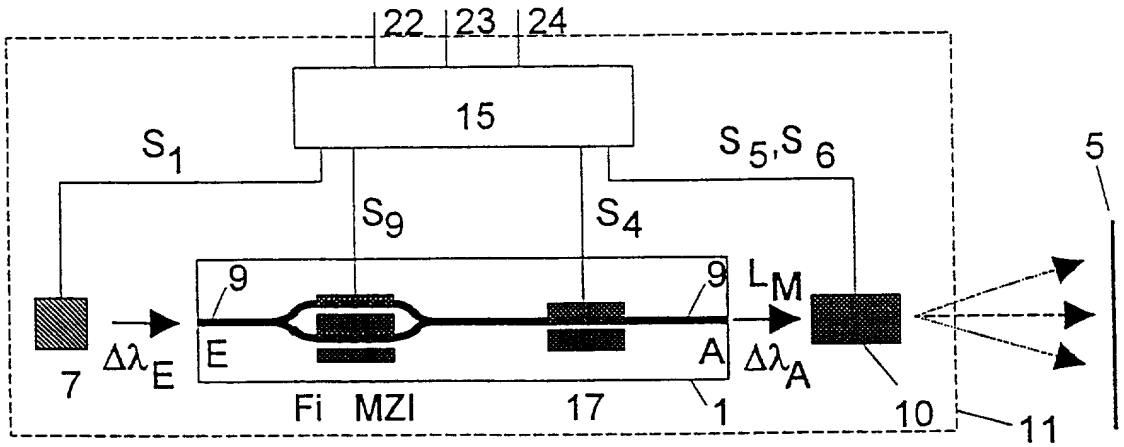
图 24


22
23
24
15
S1
S5 ,S6
S9
9
9
LM
E
Fi
A
Δλ E
Δλ A
7
1
10
11
5

a)


22
23
24
15
S1
S5,S6
S9
S4
17
9
9
LM
E
Fi
A
Δλ E
Δλ A
7
1
10
11
5

b)


22
23
24
15
S1
S5,S6
S9
S4
9
9
LM
E
A
Δλ E
Δλ A
7
Fi
MZI
17
1
10
11
5

c)

图 25

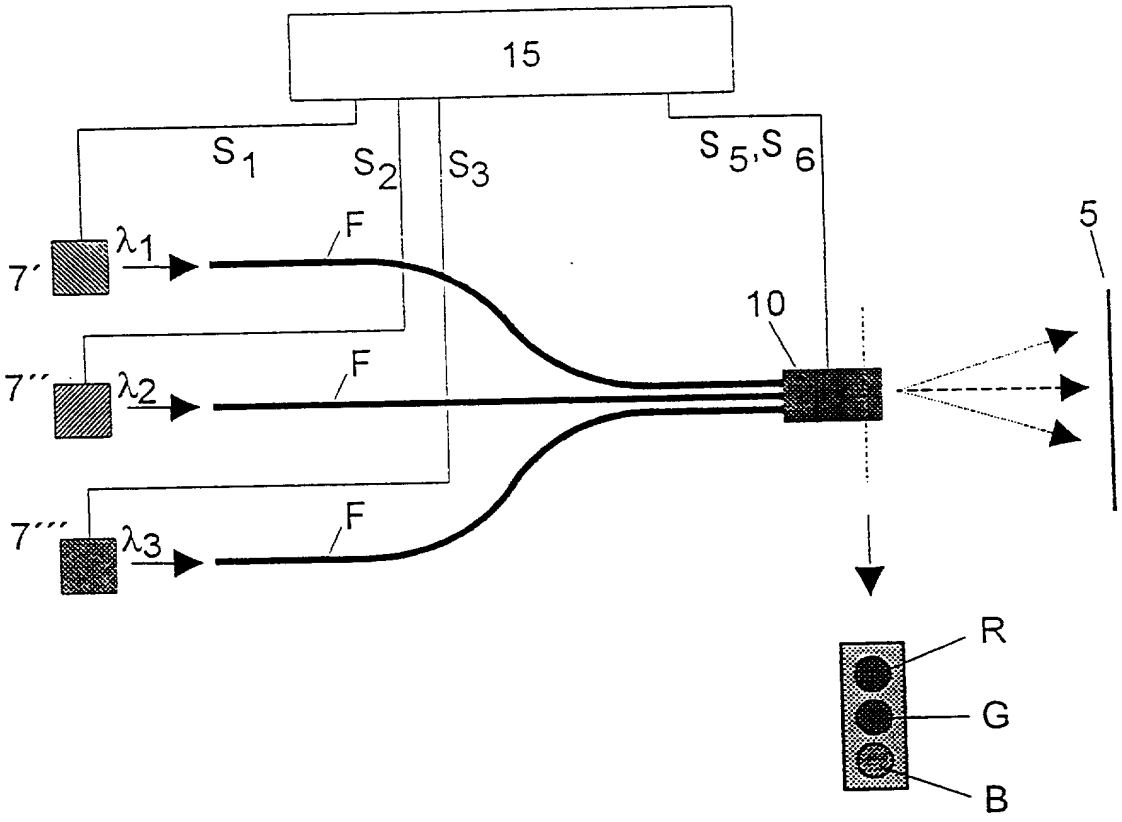


图 26

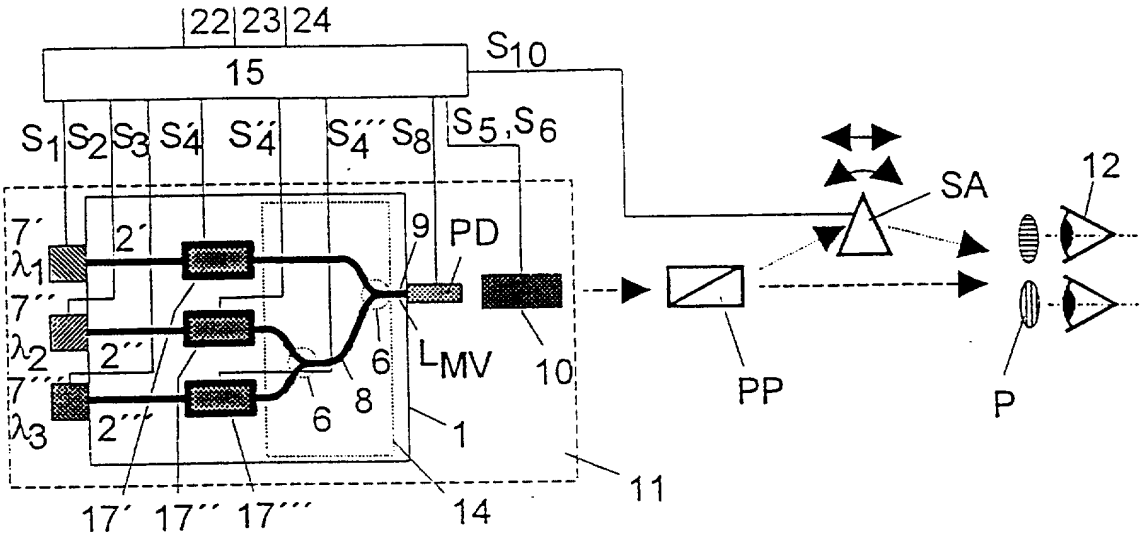

22 23 24
15
S10
S1 S2 S3 S4' S4'' S4''' S8
S5, S6
7'
λ1
2'
9
PD
7''
λ2
2''
6
LMV
10
7'''
λ3
2'''
6
8
1
17' 17'' 17'''
14
11
SA
12
PP
P

图 27

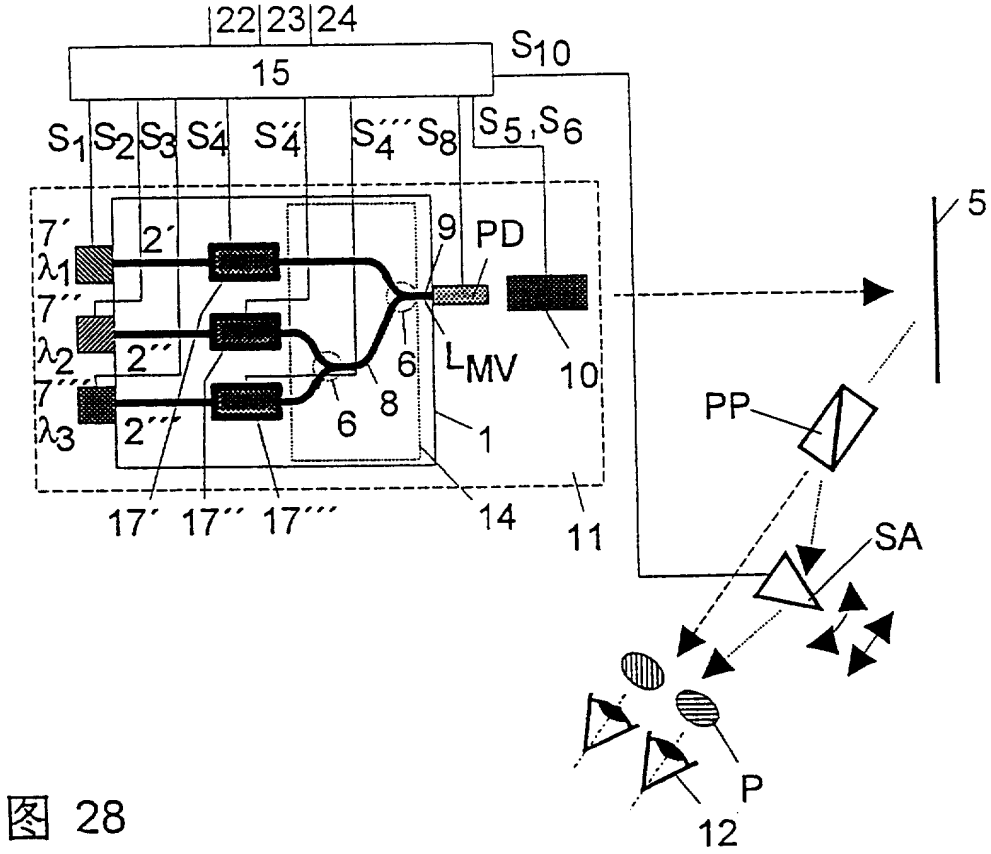

22 23 24
15
S10
S1 S2 S3 S4' S4'' S4''' S8
S5, S6
7'
λ1
2'
9
PD
7''
λ2
2''
6
LMV
10
7'''
λ3
2'''
6
8
1
17' 17'' 17'''
14
11
5
PP
SA
P
12

图 28

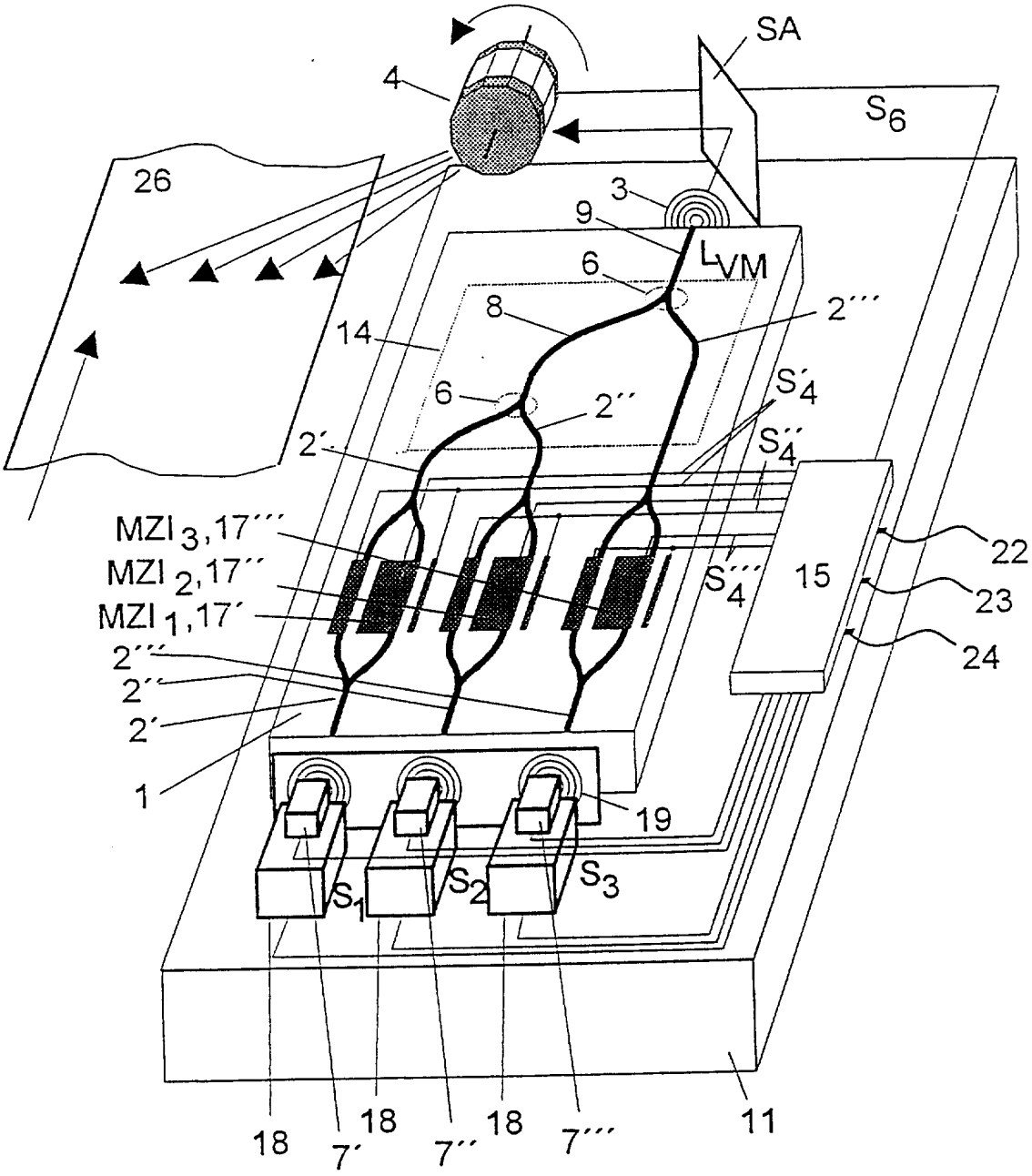

SA
4
S6
26
3
9
LVM
6
8
2‴
14
6
2″
S′4
2′
S″4
MZI 3,17‴
MZI 2,17″
MZI 1,17′
S‴4
15
22
23
24
2‴
2″
2′
1
19
S1
S2
S3
18
7′
18
7″
18
7‴
11

图 29