

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利说明书

(10) 申请公布号 CN 102857318 A

(43) 申请公布日 2013.01.02

(21) 申请号 CN201210306191.5

(22) 申请日 2012.08.23

(71) 申请人 河北工业大学

地址 300401 天津市北辰区河北工业大学北辰校区

(72) 发明人 赵红东 孙梅 代秀红 褚立志 张广林 代红丽

(74) 专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙)

代理人 胡安朋

(51) Int. CI

H04J14/00

G02B27/10

G21K1/00

权利要求说明书 说明书 幅图

(54) 发明名称

一种涡旋光束强度复用通信系统

(57) 摘要

本发明一种涡旋光束强度复用通信系统，涉及用光通信作为传输路径的电通信系统，是两个拓扑电荷数

法律状态

法律状态公告日

法律状态信息

法律状态

权利要求说明书

1.一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：是两个拓扑电荷数 $l=0, 1$ 的低阶涡旋光束强度复用，包括第一信号源、第二信号源、第一功率放大器、第二功率放大器、拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器、拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器、耦合器、传输介质、5个涡旋光束探测器及其固定架、第一开关电路、第二开关电路、第一显示电路和第二显示电路；固定架所在的平面与混合涡旋光束传播方向垂直，固定架上放置的5个涡旋光束探测器设置分布为：安置在中心位置即光束传播的轴心照射位置是用于探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的第一涡旋光束探测器，另外用于调节探测拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束的4个涡旋光束探测器为第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器，它们分别与第一涡旋光束探测器的中心连线呈现“+”字形状，并与第一涡旋光束探测器等间距，安置在第一涡旋光束探测器左方位置的是第二涡旋光束探测器、安置在第一涡旋光束探测器下方位置的是第三涡旋光束探测器、安置在第一涡旋光束探测器右方位置的是第四涡旋光束探测器，安置在第一涡旋光束探测器上方位置的是第五涡旋光束探测器。

2.按照权利要求1所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：所述第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的中心位置与第一涡旋光束探测器的中心位置之间的距离均为 $r_0=1.73E_0$ ， E_0 表示拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的光斑大小。

3.按照权利要求1所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：所述用于探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的第一涡旋光束探测器的大小设定为半径 $R_{1} = 0.600 \lambda_{n0}$ ，所述用于调节探测拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束的4个涡旋光束探测器即第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的大小相同和半径变化范围均为 $R_{2} = 0.48 \lambda_{n0} \sim 0.80 \lambda_{n0}$ ， E_{n0} 表示拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的光斑大小。

4.按照权利要求1所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：所述第一功率放大器的增益系数 A_{1} 与第二功率放大器的增益系数 A_{2} 之间的关系为 $A_{2} = 1.43A_{1}$ 。

5.按照权利要求1所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：所述传输介质为空气介质。

6.按照权利要求1所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：所述的第一信号源、第一功率放大器和拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器构成发射的第一信道；第二信号源、第二功率放大器和拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器构成发射的第二信道，第一信号源输出的信号 I 表示为 a，第二信号源输出的信号 II 表示为 b，

a和b是低电平信号或高电平信号，其中，低电平信号用“0表示，高电平信号用“1表示，它们合成为复用信号表示为(b, a)，该复用信号有(0, 0)、(0, 1)、(1, 0)和(1, 1)四种形式。

7.按照权利要求6所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：高电平信号下拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器和拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器输出光的波长（频率）相同。

8.按照权利要求6所说一种涡旋光束强度复用通信系统，其特征在于：其中第一涡旋光束探测器、第一开关电路和第一显示电路用于探测和显示第一信道中的信号 I；第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器、第五涡旋光束探测器、第二开关电路和第二显示电路用于探测和显示第二信道中的信号 II。

说明书

<p>技术领域

本发明的技术方案涉及用光通信作为传输路径的电通信系统，具体地说是一种涡旋光束强度复用通信系统。

背景技术

光学涡旋具有螺旋式相位结构，携带的轨道角动量，包含奇异点，在径向出现极大值，光学涡旋的研究形成了新的奇异光学分支，并在量子光学和自由空间光通信等诸多领域有着广泛的应用。目前，本领域研究人员注重对涡旋光束的产生方法和传输过程，通过空间光调制器、螺旋相位板、全螺旋光纤和多模光纤来产生不同阶数的涡旋光束进行研发。

CN202110376U 公告了采用反射式空间光调制器产生螺旋桨式旋转光束装置；CN101726868A 公开了实现光束轨道角动量态复用编码的方法和装置，其中采用偏振分光棱镜、四分之一波片和可旋转的波罗棱镜将光束分解成两个自由旋转垂直的偏振光束分量；2011 年光学学报 (31(6), 2011(6): 0622001-1~0622001-5) 报道了贝塞尔调制螺旋相位片微光学，实现了透射率在相位结构边缘处为零，大幅度消除再现光学旋涡光束的旁瓣。

上述公开的现有技术存在的问题是：在实现光束轨道角动量态复用中，使用的器件多、结构复杂和不易小型集成化。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是：提供一种涡旋光束强度复用通信系统，是两个拓扑电荷数 $l=0, 1$ 的低阶涡旋光束强度复用，该系统设置发射涡旋光束的强度，放置 5 个涡旋光束探测器、两个开关电路和显示电路，实现了复用两个拓扑电荷数 $l=0, 1$ 的低阶涡旋光束分离，克服了现有技术为实现光束轨

道角动量态复用中，使用的器件多、结构复杂和不容易小型集成化的缺点。

本发明解决该技术问题所采用的技术方案是：一种涡旋光束强度复用通信系统，是两个拓扑电荷数 $l=0, 1$ 的低阶涡旋光束强度复用，包括第一信号源、第二信号源、第一功率放大器、第二功率放大器、拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器、拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器、耦合器、传输介质、5个涡旋光束探测器及其固定架、第一开关电路、第二开关电路、第一显示电路和第二显示电路；固定架所在的平面与混合涡旋光束传播方

向垂直，固定架上放置的5个涡旋光束探测器设置分布为：安置在中心位置即光束传播的轴心照射位置是用于探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的第一涡旋光束探测器，另外用于调节探测拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束的4个涡旋光束探测器为第二涡旋光束探测器、

第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器，它们分别与第一涡旋光束探测器的中心连线呈现“+”字形状，并与第一涡旋光束探测器等间距，安置在第一涡旋光束探测器左方位置的是第二涡旋光束探测器、安置在第一涡旋光束探测器下方位置的是第三涡旋光束探测器、安置在第一涡旋光束探测器右方位置的是第四涡旋光束探测器，安置在第一涡旋光束探测器上方位置的是第五涡旋光束探测器。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，所述第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的中心位置与第一涡旋光束探测器的中心位置之间的距离均为 $r_0 = 1.73E_{n0}$ ， E_{n0} 表示拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的光斑大小。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，所述用于探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光

束 的第一涡旋光束探测器的大小设定为半径 $R_{1} = 0.600 \lambda_{n0}$ ，所述用于调节探测拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束的 4 个涡旋光束探测器即第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的大小相同和半径变化范围均为 $R_{2} = 0.48 \lambda_{n0} \sim 0.80 \lambda_{n0}$ ， E_{n0} 表示拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的光斑大小。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，所述第一功率放大器的增益系数 A_{1} 与第二功率放大器的增益系数 A_{2} 之间的关系为 $A_{2} = 1.43A_{1}$ 。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，所述传输介质为空气介质。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，所述的第一信号源、第一功率放大器和拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器构成发射的第一信道；第二信号源、第二功率放大器和拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器构成发射的第二信道，第一信号源输出的信号 I 表示为 a，第二信号源输出的信号 II 表示为 b，a 和 b 是低电平信号或高电平信号，其中，低电平信号用“0”表示，高电平信号用“1”表示，它们合成为复用信号表示为 (b, a)，该复用信号有 (0, 0)、(0, 1)、(1, 0) 和 (1, 1) 四种形式。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，高电平信号下拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器和拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器输出光的波长（频率）相同。

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，其中第一涡旋光束探测器、第一开关电路和第一显示电路用于探测和显示第一信道中的信号 I；第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器、第五涡旋光束探测

器、第二开关电路和第二显示电路用于探
II。

测和显示第二信道中的信号

上述一种涡旋光束强度复用通信系统，其中所涉及的器件和设备均为本技术领域所
公知的，并通过商购获得。

本发明的有益效果是：本发明一种涡旋光束强度复用通信系统突出的实质性特点和
显著的进步是：

(1) 不采用现有技术的频率不同的频分复用或者波长不同的波分复用，而采用了
涡旋光束的空间模式复用，拓展了新的复用通信技术。

(2) 不采用现有技术的时分复用，而采用了涡旋光束的空间模式复用，两个拓扑
电荷数 $l=0, 1$ 的低阶涡旋光束同时传输和探测，拓展了新的复用通信技术。

(3) 使用相同频率（波长）下，本发明能够使通信容量提高了一倍。

(4) 涡旋光束在介质中的电磁场边界条件约束下，拓扑电荷数越小的低阶涡旋光
束的电磁场分量在空间角出现极值数量越少，可以获得较高的增益和较
低的损耗及色散，因此低阶涡旋光束更容易产生和传输，本发明选择
两个拓扑电荷数 $l=0, 1$ 的低阶涡旋光束作为通信的载体。

(5) 使用两个低阶涡旋光束的光强直接叠加，解调时采用5个涡旋光束探测器，
相比使用相干光复用解调而言，省略了偏振分光棱镜、四分之一波片和
可旋转的棱镜。

(6) 设置了两个开关电路及显示电路，实现复用两个低阶涡旋光束分离。

(7) 使用了涡旋光束发射器和 5 个涡旋光束探测器，其它与通用的非相干光通信系统相同，因此现有通用的非相干光通信系统很容易升级到本发明的复用通信系统。

(8) 兼顾了两个探测涡旋光的信号之间的功率和串扰噪声一致，使得两个涡旋光的信号在传输及探测中实现均衡。

(9) 兼顾增加探测信号功率，降低串扰噪声，设置开关电路成功地解调出原始信号。

(10) 结构简单，容易集成，具有通用性。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

图 1 为本发明一种涡旋光束强度复用通信系统的构成示意框图。

图 2 为本发明系统中的 5 个涡旋光束探测器在其固定架上的位置分布示意图。

图 3 为本发明系统中的拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器输出的涡旋光束、拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器输出的涡旋光束及它们合成光束的径向空间分布示意图。

图 4 为本发明系统中的第一涡旋光束探测器、第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器分别探测到的第一信号源和第二信号源复用信号 $(0, 1)$ 光束强度的空间分布视图。

图 5 为本发明系统中的第一涡旋光束探测器、第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器和第四涡旋光束探测器分别探测到的复用信号 $(0, 1)$ 光束强度的侧视图。

图 6 为发明系统中的第一涡旋光束探测器、第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器分别探测到的复用信号 $(1, 0)$ 光束强度的空间分布视图。

图 7 为本发明系统中的第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器和第四涡旋光束探测器分别探测到的复用信号 $(1, 0)$ 光束强度的侧视图。

图 8 为本发明系统中的第一涡旋光束探测器、第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器分别探测到的复用信号 $(1, 1)$ 光束强度的空间分布视图。

图 9 为本发明系统中的第一涡旋光束探测器、第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器和第四涡旋光束探测器分别探测到的复用信号 $(1, 1)$ 的光束强度分布的侧视图。

图中，1.固定架，201.第一涡旋光束探测器，202.第二涡旋光束探测器，203.第三涡旋光束探测器，204第四涡旋光束探测器，205第五涡旋光束探测器，301.对应复用信号 $(0, 1)$ 的拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出的第一束涡旋光束的径向空间分布曲线，302.对应复用信号 $(1, 0)$ 的拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出第二束涡旋光束的径向空间分布曲线，303.对应复用信号 $(1, 1)$ 的两束涡旋光束通过耦合器进行强度叠加形成混合涡旋光束的径向空间分布曲线，401.第一涡旋光束探测器探测到的复用信号 $(0, 1)$ 光束强度的空间分布视图，

402.第二涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度的空间分布视图, 403.第三涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度的空间分布视图, 404.第四涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度的空间分布视图, 405.第五涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度的空间分布视图, 501.第一涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度分布的侧视图, 502.第二涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度分布的侧视图, 503.第三涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度分布的侧视图, 504.第四涡旋光束探测器探测到的复用信号(0, 1)光束强度分布的侧视图, 601.第一涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度的空间分布视图, 602.第二涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度的空间分布视图, 603.第三涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度的空间分布视图, 604.第四涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度的空间分布视图, 605.第五涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度的空间分布视图, 702.第二涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度分布的侧视图, 703.第三涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度分布的侧视图, 704.第四涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 0)光束强度分布的侧视图, 801.第一涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度的空间分布视图, 802.第二涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度的空间分布视图, 803.第三涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度的空间分布视图, 804.第四涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度的空间分布视图, 805.第五涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度的空间分布视图, 901.第一涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度分布的侧视图, 902.第二涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度分布的侧视图, 903.第三涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度分布的侧视图, 904.第四涡旋光束探测器探测到的复用信号(1, 1)光束强度分布的侧视图;

图中坐标单位的中文含义是， I_0 为涡旋光束的光强， a 为光强的相对单位， r 为极坐标系下径向分量， E_n 为拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器输出的涡旋光束的光斑大小， I_r 为涡旋光束探测器探测到的涡旋光束的光束强度， x 为探测平面的坐标， y 为探测平面的坐标。

具体实施方式

图 1 所示实施例表明，本发明一种涡旋光束强度复用通信系统由第一信号源、第二信号源、第一功率放大器、第二功率放大器、拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器、拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器、耦合器、传输介质、5 个涡旋光束探测器及其固定架 1、第一开关电路、第二开关电路、第一显示电路和第二显示电路构成。第一信号源输出的信号 I 经过第一功率放大器加载在拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出第一束涡旋光束；第二信号源输出的信号 II 经过第二功率放大器加载在拓扑电荷数 $l=1$ 涡旋光束发射器上产生并输出第二束涡旋光束；这两束涡旋光束通过耦合器进行强度叠加形成混合涡旋光束，该混合涡旋光束包含了第一信号源输出的信号 I 与第二信号源同时输出的信号 II 组成的复用信号用；混合涡旋光束通过传输介质传播，照射到固定架上放置的 5 个涡旋光束探测器；其中，用于探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的第一涡旋光束探测器 201 探测的信号经过第一开关电路判断出探测到的信号为高电平“1”或低电平“0”，并由第一显示电路显示出第一信号源输出的信号 I；用于调节探测拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束的第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 探测的信号求和后经过第二开关电路判断出探测到的信号为高电平“1”或低电平“0”，并由第二显示电路显示出第二信号源输出的信号 II。

图 2 所示实施例表明，固定架 1 上放置的 5 个涡旋光束探测器设置分布为：安置在中心位置即光束传播的轴心照射位置的是第一涡旋光束探测器 201，其它 4 个涡旋光束探测器分别与第一涡旋光束探测器的中心连线呈现“+”字形状，并与第一涡旋光束探测器等间距，安置在第一涡旋光束探测器 201 左方位置的是第二涡旋光束探测器 202、安置在第一涡旋光束探测器 201 下方位置的是第三涡旋光束探测器 203、安置在第一涡旋光束探测器 201 右方位置的是第四涡旋光束探测器 204，安置在第一涡旋光束探测器 201 上方位置的是第五涡旋光束探测器 205；第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 的中心位置与第一涡旋光束探测器 201 的中心位置之间的距离均为 r_0 ， $r_0 = 1.73 \lambda_{n0}$ ， E_{n0} 表示拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的光斑大小。

固定架 1 所在的平面与混合涡旋光束传播方向垂直，位于固定架 1 中心位置的第一涡旋光束探测器 201 探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出的第一束涡旋光束的强度，会受到拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出的第二束涡旋光束的串扰，位于第一涡旋光束探测器 201 周围的第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 探测拓扑电荷数 $l=1$ 低阶

涡旋光束发射器上产生并输出的第二束涡旋光束的强度，同样会受到拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出的第一束涡旋光束的串扰，为此，设定探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的第一涡旋光束探测器 201 的大小为半径 $R_1 = 0.600 \lambda_{n0}$ 所述调节探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的 4 个涡旋光束探测器即第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 的大小相同和半径变化范围均为 $R_2 = 0.48 \lambda_{n0} \sim 0.80 \lambda_{n0}$ ， E_{n0} 表示拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的光斑大小，这样使得位于中心位置

的第一涡旋光束探测器 201 所探测的高电平下拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束信号强度与周围的第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 所探测的拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束信号强度相等，所探测到的涡旋光束信号功率大于发射拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束输出的归一化功率的 50%，并且与来自对方的串扰噪声接近，探测两个信道的串扰噪声与信号比小于 6%，对应探测两个信道的信噪比大于 12.2dB，即探测各自拓扑电荷数的涡旋光束的功率及串扰噪声平衡。

图 3 分别显示了拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束和拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束的径向空间分布。两束涡旋光束分别来自两个涡旋光束发射器所产生的非相干光，因此它们要经过耦合器通过强度混合在一起。图 3 中的对应复用信号 (0, 1) 的拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出的第一束涡旋光束的径向空间分布曲线 301 表明，当第一信号源传输高电平和第二信号源输出低电平时，耦合器、传输介质和 5 个涡旋光束探测器中只有拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束；图 3 中的对应复用信号 (1, 0) 的拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束发射器上产生并输出第二束涡旋光束的径向空间分布曲线 302 表明，当第一信号源输出低电平和第二信号源输出高电平时，耦合器、传输介质和 5 个涡旋光束探测器中只有拓扑电荷数 $l=1$ 低阶涡旋光束；当第一信号源输出高电平和第二信号源同时输出高电平时，耦合器中合成光束的径向空间分布显示为图 3 中的对应复用信号 (1, 1) 的两束涡旋光束通过耦合器进行强度叠加形成混合涡旋光束的径向空间分布曲线 303；当两个信道均为“0”时，光路中无光束输出和传播，对应复用信号 (0, 0)。

图 3 还显示，由第二束涡旋光束的光强 $I_{2,0}$ 的空间分布可以看出第二束涡旋光束的光强 $I_{2,0}$ 存在极大值，第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 放置距离第一涡旋光束探测器 201 中心为 r_0 的圆

上，第二涡旋光束探测器 202、第三涡旋光束探测器 203、第四涡旋光束探测器 204 和第五涡旋光束探测器 205 探测到的功率与 $(I_{20})^2$ 相关，因此为了保证探测到更多第二束涡旋光束的光强 $I_{2,0}$ 光束，设计 $r_0 = 1.73 \lambda n_0$ ，此时 $(I_{2,0})^2$ 为极大值。

实施例 1

按上述图 1 所示实施例和图 2 所示实施例构建本实施例的一种涡旋光束强度复用通信系统，其中设定探测拓扑电荷数 $l=0$ 低阶涡旋光束的第一涡旋光束探测器 201 的大小为半径 $R_1 = 0.600 \lambda n_0$ ，第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的半径均为 $R_2 = 0.48 \lambda n_0$ 。

实施例 2

除第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的半径均为 $R_2 = 0.56 \lambda n_0$ 之外，其他同实施例 1。

实施例 3

除第二涡旋光束探测器、第三涡旋光束探测器、第四涡旋光束探测器和第五涡旋光束探测器的半径均为 $R_2 = 0.64 \lambda n_0$ 之外，其他同实施例 1。

实施例 4

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/668041117053007006>