

相干光纤通信系统中的偏振分集接收机的实验研究

施 清 徐安士 谢麟振

(区域光纤通信网及相干光光纤通信国家重点实验室,
北京大学无线电电子学系, 北京 100871)

提要 本文讨论了相干光纤通信系统中的偏振分集接收机的基本原理,并在实验中首次实现了基于偏振分集的偏振不敏感接收。在调制信号为 137.2 MHz 和 146.0 MHz 正弦波的情况下,得到了很好的与信号偏振面无关的解调信号。这一结果正在应用于 1.5 μm 波段 140 Mb/s FSK 相干光纤通信系统之中。

关键词 相干光纤通信, 偏振分集, 接收机

Experimental study of polarization diversity receiver for coherent optical fiber communication

Shi Qing, Xu Anshi, Xie Linzhen

(The National Laboratory on Local Area Optical Fiber Communication Network & Coherent Optical Fiber Communication, Dept. of Radio-Electronics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract In this paper, a principle of polarization diversity receiver for coherent optical fiber communication is briefly discussed, and the polarization-insensitive receiver on basis of polarization diversity is achieved for the first time in China. Good demodulated signals independent on polarization are obtained at 137.2 MHz and 146.0 MHz of sinusoidal-wave. This method is being applied to a 140 MBit/s FSK coherent fiber communication system at 1.5 μm .

Key words coherent optical fiber communication, polarization diversity receiver

在相干光光纤通信中如何解决信号光载波的偏振态随机变化问题,是一个十分重要的实际问题。

通常解决这个问题的方法主要有以下几种途径。其一是在传输系统中使用偏振保持光纤,但由于此种光纤目前价格非常昂贵,不可能使用到实际工程中去;其二是在系统中使用光偏振

控制器,光偏振控制器主要包括二部分:一部分是能探测出光纤中光偏振态变化的传感机构,另一部分则能根据上述传感机构提供的纠偏信号来改变光纤中的光偏振态,从而实现对光纤中光偏振态的控制;第三种则是利用光偏振不敏感接收技术,即偏振分集接收技术。这是近年来发展起来的一种新的常用的相干光纤通信技术^[1~4]。

偏振分集接收的基本原理是:在接收端将信号光与本振光分解为其偏振态互为正交的两束光,在这两个偏振方向上分别拍频。经中频放大和平方律检波后把信号相加。由于在相加之前已进行平方律检波,因而两正交偏振态之间的相位影响将能完全消除,从而实现了所谓的偏振不敏感接收。

图 1 为相干光偏振分集接收实验装置图。图中 LD_1 与 LD_2 分别为信号激光器与本振激光器,其型号皆为 HLP-1400,工作波长为 830 nm,输出功率为 10 mW,激射线宽为 20 MHz。通过直接调制其注入电流可将调制信号加于信号激光器上。 LD_1 的输出经隔离器 I_1 (隔离比为 30 dB) 进入一偏振面控制线圈 PC 。在实验中它是为分析与检验本实验系统的偏振不敏感接收性能而引入的。随后,信号光经 1 km 单模光纤传输后到达接收端。在该处本振激光器 LD_2 的输出经隔离器 I_2 后与信号激光束同时进入一偏振分光棱镜 PS 。它的 A, B 两路输出光的偏振方向将是互相垂直的。随后两路输出分别由雪崩光电二极管 APD_1 和 APD_2 接收(其型号皆为 PD-1002,截止频率为 2.0 GHz)。由它们接收到的中频(750 MHz)信号分别经两个中频放大器(中心频率为 750 MHz,增益 70 dB,3 dB 带宽为 500 MHz,带内不平坦度小于 3 dB)放大后进入包络检波器 ED_1 和 ED_2 ,解调后的信号分别经过基带放大后进入相加器 Σ ,以得到最终的解调信号。为确保本振激光器的激射频率与信号光频率之差稳定为 750 MHz(中频频率),实验系统中使用了中频跟踪环路 AFC (环路时间常数为 70 μ s)。

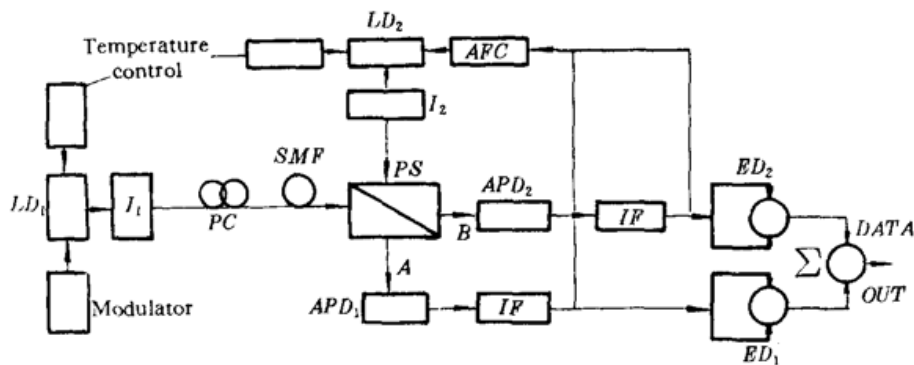


Fig. 1 Experimental setup for a coherent optical polarization diversity receiver

ED_1, ED_2 — envelope detectors; PC — polarization controller; PS — polarization beam-splitter; SMF — 1 km single mode fibre; LD_1 — signal laser; LD_2 — local laser; I_1, I_2 — isolators

在一般情况下 A, B 两路光的相位是不同的,且它们的差值是不稳定的。因为它不但同信号光和本振光的初相位有关,而且同信号光和本振光的偏振状态有关。因此,为了得到稳定的、与载波偏振状态无关的信号输出,必须在两路信号相加前经过平方律检波。

图 2 (a) 是在调制信号为正弦波,其频率为 137.2 MHz, A, B 两路中仅有一路工作时,在不同的信号光偏振状态下经包络检波解调后的信号。图 2 (a) 中的 (i), (ii) 分别对应于信号光的二种不同的偏振态。其中 (i) 图所示输出解调信号幅度已接近 0。由此可见输出信号幅度随信号光偏振态变化是相当剧烈的。图 2 (b) 是相应图 2 (a) 情况下, A, B 两路同时工作时经包络检波后再相加所得的输出信号。此时由照片可见 (i), (ii) 二种情况下输出的解调信号幅度已无明显区别。可见输出信号幅度是稳定的。

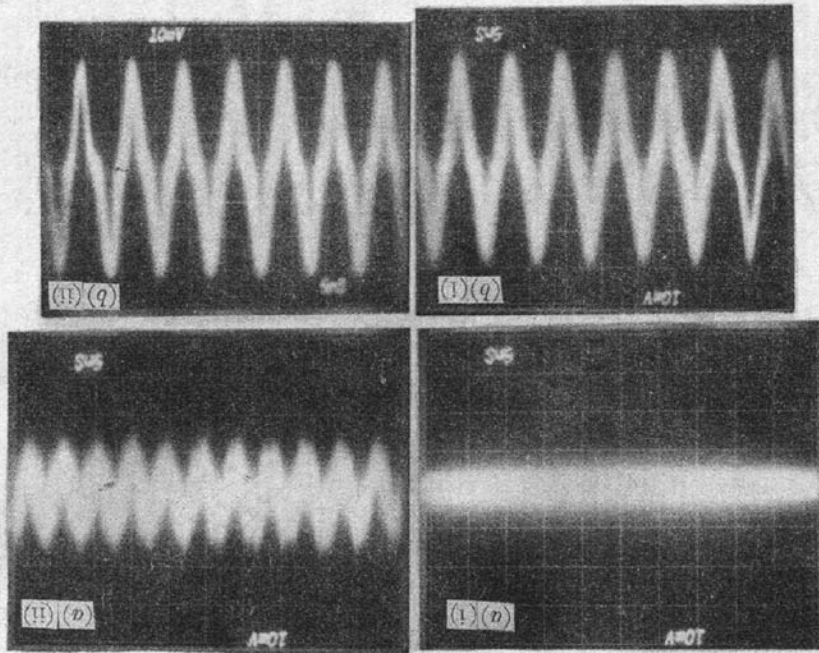


Fig. 2

- (a) Demodulated waveforms of signals with different polarization states in a single-channel receiver;
 (b) Demodulated waveforms of signals with the states corresponding to Fig. 2 (a) in a dual-channel two-receiver

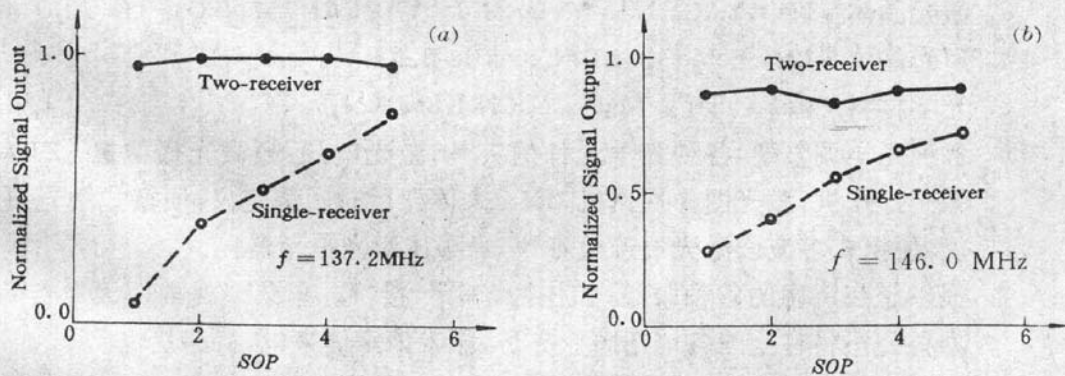


Fig. 3 Normalized signal output curves of both single-channel receiver and dual-channel receiver vs. polarization states of signals

图 3 为在两种不同频率调制时单路接收机输出信号幅度和两路接收机同时工作时输出信号幅度随信号光偏振态变化曲线。图中横坐标代表不同的偏振态。从曲线上也可以看到,在未使用偏振分集的情况下(单路接收机工作),解调后的输出信号幅度随信号光偏振态变化剧烈。与此相对照,在采用偏振分集情况下(两路接收机同时工作)输出信号幅度已基本趋于平稳,与信号光载波的偏振态基本无关。亦即是整个接收机对信号光偏振态的敏感程度已大大降低。接收机的性能得到了很大改善。这样,也就实现了相干光通信中所谓的偏振不敏感接收。

从图 3 中还可以看到,在偏振分集接收状态下工作时,输出信号幅度还是随光偏振态变化而有微小变化。我们认为这主要是由于二路接收机性能不一致而引起的。当然在实际中要作到两路接收机完全一致是非常困难的。

本文的实验结果正在应用于 $1.5 \mu\text{m}$ 波段, 140 Mb/s , FSK 相干光通信系统中。

参 考 文 献

- 1 Kersey, A. D. *et al.*, *Electr. Lett.*, **25**, 275(1989)
- 2 Welter, R. *et al.*, *J. of Lightwave Technology*, **7**(10), 1438(1989)
- 3 Cimini, L. J. *et al.*, *Electr. Lett.*, **24**, 358(1988)
- 4 Caponio, F. *et al.*, *ECOC '91, WePs 2~23*, 761~764

力科光电有限公司向国内外用户致意

力科光电有限公司是以经营光电产品为主的专业公司,公司以优质的技术服务,最佳的品质服务于国内外用户,一个电话或一封信,您的需要就得到满足。

力科公司向您提供:

1. 非线性晶体: KTP, ADP, KDP, DKDP, LI, LBO 等和这些晶体制作的二倍频器、三倍频器、四倍频器、Q 开关等;
2. 用于微电子和光电子器件的衬底和外延片 (MOCVD 和 MBE);
3. 激光晶体: Nd: YAG, Nd: YVO₄, Nd: YAP, Cr: Mg₂SiO₄, Ti: Al₂O₃;
4. 声光晶体: LN, PbMoO₄, LT, TeO₂, Li₂B₄O₇;
5. 光学材料: CaF₂, BaF₂, MgF₂, NaCl, KBr, KCl;
6. 各种光学调整架,各种光学元件的夹具,激光电源,超微光摄像机, ZJD-003 型激光打孔机,激光图像通讯机, TXK 人体死后时间测定仪,便携式激光痕迹检查仪,便携式多波段激光痕迹检查仪,半导体激光报警器;
7. 提供您在济南的各种服务,如住宿,车票,接待。车票请提前四天电告 831365。力科公司将在全国各地招聘业务员,愿者请来信来电,待遇从优。
8. 力科公司愿与各界同仁通力合作,可为厂矿、企业推销产品,请寄说明书和合作意向。

力科光电有限公司
 济南市七里河路 32 号
 邮 编: 250100
 联系人: 祁建平
 传 真: 0531-837760
 电 话: 0531-831365

上海联系电话: 4701390-207 陈以超
 北京联系电话: 7711177-463 李 港
 传真: 7714088