

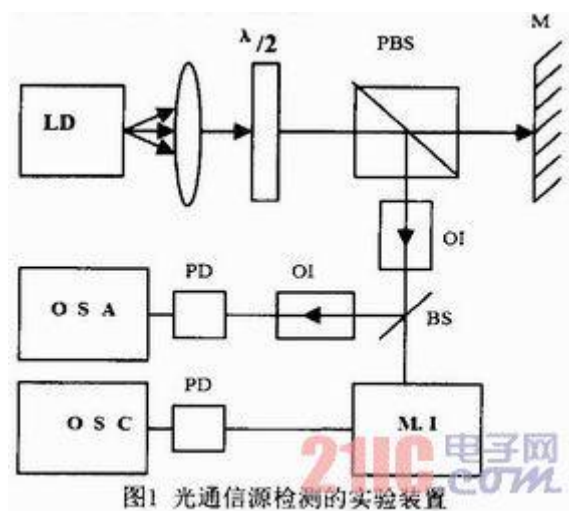
光通信源的相干检测[图]

0 引言

近几年，随着信息技术的迅猛发展，保密通信受到了人们的广泛重视。继无线电保密通信电路系统的应用后，逐渐出现了半导体激光器混沌系统在保密通信中的应用和发展。但是混沌保密通信的抗破译能力与系统产生的混沌状态密切相关，因此，有必要对这种产生混沌的光通信源的性能进行检测和研究。混沌保密通信要求产生的载波随机性高，抗破译能力较强，以使隐藏的信息不易被发现。这正是光通信系统混沌载波随机变化特点的体现，而此状态恰恰破坏了激光器的相干性。基于此，本文在实验中，利用光反馈半导体激光器产生了通信源，结合干涉理论，分析了系统输出的相干特性，从而对这种光通信源的性能进行了检测。

1 实验装置

光通信源系统检测的实验装置如图 1 所示。实验中半导体激光器 LD(中心波长为 778nm)的输出光经透镜校准后，经过半波片被偏振分束器 PBS 分成两束，一束被反射镜 M 反射并耦合进激光器，组成光通信系统源。另一束作为输出光，经光隔离器 OI 后，被分束器 BS 分成两部分，其中一部分经光电探测器 PD 后，用光谱分析仪 OSA 来实时观测激光器的输出光谱；另一部分进入干涉器件 M. I，检测通信载波的相干特性，干涉后的波形经 PD 后由实时示波器 OSC 来探测。



2 实验结果及分析

实验发现，在偏置电流一定的情况下，无反馈时，激光器的输出为单模振荡；随着反馈强度的增加，系统的输出经历单周期，倍周期之后很快进入了相干塌陷区，此时半导体激光器的相干性减弱。进一步增加反馈，激光器的输出进入了混沌状态，系统的相干性严重恶化。图 2 表示混沌状态时激光器输出的光谱图，从图中可以看出，混沌状态时的光谱展宽，激光器由稳定的单模振荡变为多纵模振荡，同时系统的相干性减弱。

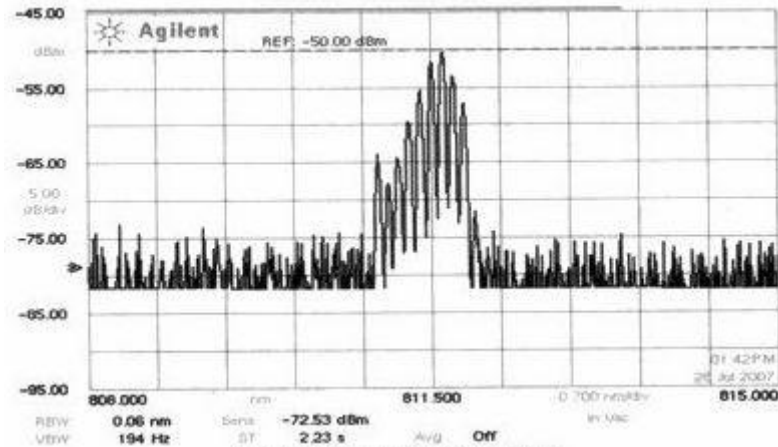


图2 混沌状态时激光器输出的光谱

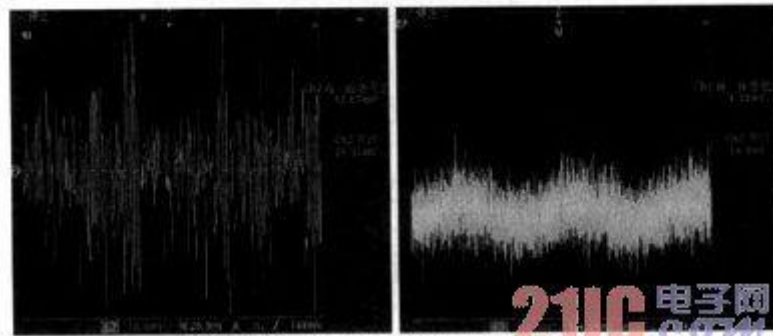


图3 混沌载波的时序图(左)、相干序列图(右)

当出现随机变化复杂无序的混沌载波时(如图 3(左)所示), 系统处于自由振荡状态, 就可以把信号隐藏在其中, 然后通过保密通信后可利用同步相减的方式, 把信息破译提取出来。图 3(右)表示被检测的通信载波经过干涉仪 $M. I$ 随光程差改变的时序图。可见系统的输出处于随机的混乱状态, 其相干性减弱, 此时隐藏信息不易被发现。

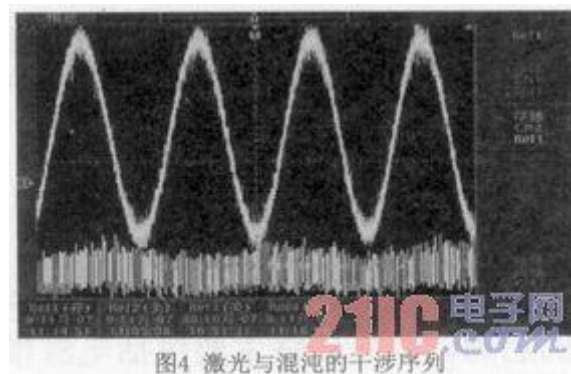


图4 激光与混沌的干涉序列

图 4 表示无反馈和混沌状态时激光器的输出经过干涉仪 $M. I$ 后随光程差变化的时序对比, 图中上方的序列是无反馈时的情况, 可见干涉加强和减弱的转变比较明显, 其相干性好; 而下方的是带反馈的半导体激光器产生的混沌载波, 可以看出其处于随机混乱的无序状态, 干涉幅度变化较小, 此时系统的相干性很弱, 适合于隐藏信号进行保密通信的应用, 说明半导体激光器可以作为光通信源

3 结论

本文利用了干涉法对半导体激光器产生的光通信源进行了干涉检测。结果表明：光反馈半导体激光器产生的混沌载波序列具有较大的带宽和无序复杂变化的随机性，适合于对信息进行隐藏，并且能提高系统的可靠性，利于保密通信。同时分析了反馈强度对光通信源输出特性的影响。随着反馈强度的增加，半导体激光器的输出由单模的稳态经周期区进入混沌状态，其相干性逐渐变弱，此时系统处于复杂的随机变化状态，系统的抗破译能力强，利于隐藏信息，进行保密通信。因此，在上述实验装置中，改变反馈强度的同时，可以通过观察光谱图和分析干涉序列的方法，实现对光通信源方便、直观、快捷的检测。