



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102608828 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201210082476. 5

(22) 申请日 2012. 03. 22

(73) 专利权人 华北电力大学(保定)

地址 071003 河北省保定市永华北大街 619 号

(72) 发明人 任芝 李松涛

(51) Int. Cl.

G02F 1/35(2006. 01)

G02F 1/03(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009231681 A1, 2009. 09. 17,

US 6850712 B1, 2005. 02. 01,

审查员 全宇军

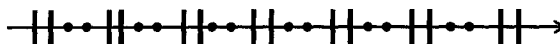
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

利用电光效应抑制脉冲激光束受激布里渊散射的装置和方法

(57) 摘要

一种利用电光介质抑制受激布里渊散射的装置,其特征在於:包括电光介质,线偏振激光器,当线偏振激光器发出的线偏振激光通过所述电光介质时,电压周期性的施加到电光介质上,以周期性的改变所述线偏振激光的偏振态,其特征在於:脉冲激光束穿过所述电光介质后,相互垂直的两个偏振态各自占据了脉冲激光束脉冲长度的一半。



1. 一种利用电光介质抑制几个纳秒脉冲激光受激布里渊散射的方法, 周期性的为电光介质施加电压, 所述电光介质周期性的改变穿过所述电光介质的脉冲线偏振激光束的偏振态, 其特征在于: 脉冲激光束为几个纳秒脉冲长度的激光束, 忽略激光束的衰减,  $T$  为脉冲激光束的脉冲宽度, 那么该脉冲激光束在介质中产生的受激布里渊散射光强  $I_{ss} \propto I_p e^{g_0 \frac{x}{2}} + I_p e^{g_0 (\frac{cT}{2n} - \frac{x}{2})}$ , 其中  $I_{ss}$  表示该脉冲激光束中两个偏振态所产生的总受激布里渊散射强度,  $I_p$  表示入射的激光束强度,  $g_0$  表示受激布里渊散射增益系数,  $I_p e^{g_0 \frac{x}{2}}$  表示一种偏振态所产生的受激布里渊散射光强,  $I_p e^{g_0 (\frac{cT}{2n} - \frac{x}{2})}$  表示另外一种偏振态所产生的受激布里渊散射光强, 其中  $c$  表示光速,  $n$  表示激光束在其中传播的介质折射率,  $x$  为一种偏振态所占据的脉冲长度, 对  $I_{ss}$  求导, 得到当  $x = \frac{cT}{2n}$  时脉冲激光束所产生的总受激布里渊光强得到极值, 根据上述求导结果, 使得脉冲线偏振激光束穿过所述电光介质后, 相互垂直的两个线偏振态各自占据了脉冲激光束脉冲长度的一半, 通过控制器对激光束的出射时间和电光介质施加电压进行精确的同步控制, 也即当脉冲激光束的前半个脉冲通过电光介质时, 电光介质上没有电压或具有电压, 而当脉冲激光束的后半个脉冲通过电光介质时, 电光介质上则具有电压或没有电压, 也即脉冲激光束的前后半个脉冲通过电光介质时电光介质上的电压状态是完全相反, 其中所述的各自占据脉冲长度的一半为每个偏振态连续的占据脉冲长度的一半。

## 利用电光效应抑制脉冲激光束受激布里渊散射的装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及受激布里渊散射,属于光电子技术领域。

### 背景技术

[0002] 受激布里渊散射属于本领域所熟知的技术,被广泛应用于相位共轭补偿,激光探测,以及光通信等领域,在不同的应用中对于受激布里渊的散射的要求也是不一样的,在激光探测以及相位共轭补偿的应用中一般都需要高强度的受激布里渊散射信号,此时一般都是尽可能的来放大受激布里渊散射信号以获得最好的效果,但是在光通信等的有些领域中则是需要控制受激布里渊散射的强度,也即不是单纯的追求最大的受激布里渊散射的发生,而在另外一些情况下则是希望抑制受激布里渊散射的发生,因为发生的受激布里渊散射信号可能会对其中传输的介质产生破坏性的影响,或者会在传输的信号中增加噪声,面对这样的技术问题,人们提出了各种的控制或抑制受激布里渊散射信号强度的方法和装置,现有技术中的抑制受激布里渊散射发生的方法有很多种,其中中国专利申请CN201010602572.9提出了一种利用受激布里渊散射抑制装置,其包电光介质,线偏振激光器,当线偏振激光器发出的线偏振激光通过所述电光介质时,电压周期性的施加到电光介质,以周期性的改变所述线偏振激光的偏振态。这种具有周期性偏振态变化的激光束即具有了受激布里渊散射抑制作用,当这样的激光束在介质中传播时即可对其中的受激布里渊散射起到一定的抑制作用,该方法对于布里渊散射具有一定的抑制作用是毋庸置疑的,但是该申请对于特定的激光束实现较好的抑制却并没有提出,例如,对于脉冲激光束来说,虽然只要使得激光束在前后位置上具有相互垂直的偏振态即可实现一定的抑制作用,但是如何实现较好的抑制作用对于本领域技术人员来说却是未知的,本发明就是针对该问题而提出来的。

### 发明内容

[0003] 本发明为解决上述的技术问题而提出了一种利用电光效应抑制受激布里渊散射的方法和装置,使用该方法和装置可实现对于脉冲激光束较好的抑制作用。

[0004] 下面对于本发明的工作原理进行详细的说明,其中图1和图2示出了中国专利申请201010602572.9中的受激布里渊散射抑制装置。如图1所示,线偏振激光器101,电光介质102,以及电源103,其特征在于,电光介质处于线偏振激光器101的外部,线偏振激光器101发出的线偏振激光穿过电光介质102,电源103周期性的为电光介质102施加电压,其中所施加的电压为半波电压。图2示出的实施例中包括有两个电光介质203和205,如果激光器101为脉冲激光器,对激光器101发射的激光束经过电光介质后,那么激光束的偏振态就会由原来的单一线偏振变为两种偏振态,根据所施加的电压时间,线偏振的脉冲激光束穿过电光介质之后大致会出现如图3a-3h的情形。

[0005] 首先来看图3a和3b,当电光介质处于停止状态时,激光束穿过电光介质之后其仍

旧保持单一的线偏振态, 或为 S 偏振, 或为 P 偏振, 也即在整个脉冲长度上只有 S 偏振或 P 偏振, 此时的激光束在介质中传输时受激布里渊的信号强度为最大的, 也即电光介质对于激光束的受激布里渊散射没有产生作用。

[0006] 接着来看图 3c 和 3d, 在整个脉冲长度上, 只有很少一部分的激光束的偏振态被改变了, 可以想象的是, 此时穿过电光介质的激光束对于受激布里渊散射就起到了一定的作用, 因为至少在脉冲结束的那一小段上偏振态与前面的部分是相互垂直的, 图 3c 和图 3d 示出的情况相对于图 3a 和图 3b 示出的情况来说, 已经具有了受激布里渊散射的抑制作用, 但是, 可以理解, 其抑制作用肯定不是最强的。

[0007] 再来看图 3e 和图 3f, 其中一种偏振态占据了整个脉冲长度的三分之一, 另外一种偏振态占据了整个脉冲长度的三分之二, 两者的区别只是在于占据整个脉冲长度三分之二的偏振态是连续分布的还是间隔分布的, 图 3e 为连续分布的, 图 3f 为间隔分布的, 可以想象的是图 3e 和图 3f 所示出情况的抑制效果要好于图 3c 和图 3d 的抑制效果。

[0008] 最后来看图 3g 和图 3h, 在这两个图中, 任何一种偏振态都占据了整个脉冲长度的一半, 也即整个脉冲长度被两种相互垂直的偏振态平均占据了, 区别在于一个是连续占据了脉冲的一半, 另外一个是以间隔交错的方式占据了脉冲的一半, 那么问题也就来了, 此时图 3g 和图 3h 所示出抑制效果比图 3e 和图 3f 所示出的抑制效果相比是好还是不好。

[0009] 为了解决上述的问题, 我们先在理论上分析一下受激布里渊散射。我们知道, 受激布里渊光的信号强度  $I_s \propto I_p e^{g_0 l}$ , 其中  $I_s$  表示受激布里渊散射光的信号强度,  $I_p$  表示入射的激光束强度,  $g_0$  表示受激布里渊散射增益系数,  $l$  表示受激布里渊散射光与入射的激光之间的相互作用长度。

[0010] 对于一般的纳秒以及飞秒或皮秒激光器来说, 其脉冲长度最长的应该是纳秒激光器, 对于几个纳秒脉冲长度的激光束, 其所具有的脉冲长度约为 2 米左右 (对于光纤或水等传输介质来说), 那么其中最长的相互作用长度为脉冲长度的一半, 也即为 1 米左右, 在这个长度或更短的距离上, 对于通常所用的光传输介质来说, 可以忽略激光束的衰减, 也即认为  $I_p$  为一常数, 受激布里渊散射增益系数  $g_0$  只与激光传输介质的材料特性有关, 其为一常数, 我们假设 S (或 P) 偏振态所占据的长度为  $x$ , 那么该偏振态的实际相互作用长度应该为  $\frac{x}{2}$ , 而 P (或 S) 偏振态所占据的长度就应该为  $\frac{cT}{n} - x$ , 其实际的相互作用长度为  $\frac{cT}{2n} - \frac{x}{2}$ , 其中  $c$  表示光速,  $n$  表示激光束在其中传播的介质折射率,  $T$  为脉冲激光束的脉冲宽度, 那么该脉冲激光束在介质中产生的受激布里渊散射光强  $I_{ss} \propto I_p e^{g_0 \frac{x}{2}} + I_p e^{g_0 (\frac{cT}{2n} - \frac{x}{2})}$ , 其中  $I_{ss}$  表示该脉冲激光束中两个偏振态 (P 偏振和 S 偏振态) 所产生的总受激布里渊散射强度,  $I_p e^{g_0 \frac{x}{2}}$  表示 S (或 P) 偏振态所产生的受激布里渊散射光强,  $I_p e^{g_0 (\frac{cT}{2n} - \frac{x}{2})}$  表示 P (或 S) 偏振态所产生的受激布里渊散射光强, 对  $I_{ss}$  求导得到极值可得, 当  $x = \frac{cT}{2n}$  时脉冲激光束所产生的总受激布里渊光强得到极值, 根据上面的分析可以得到该极值应该为最小值, 那么可以得出这样的结论, 当一种偏振态 (S 或 P 偏振态) 占据整个脉冲长度的一半时可以得到最好的抑制效果, 也即图 3g 和图 3h 所示出的情况。也即具有这种偏振态结构的激光束在介质中传输的可较好的

抑制受激布里渊散射。

[0011] 本发明包括：

[0012] 一种利用电光介质抑制脉冲激光受激布里渊散射的装置，其特征在于：包括电光介质，脉冲线偏振激光器，当脉冲线偏振激光器发出的脉冲线偏振激光通过所述电光介质时，电压周期性的施加到电光介质上，以周期性的改变所述脉冲线偏振激光的偏振态，其特征在于：脉冲线偏振激光束穿过所述电光介质后，相互垂直的两个线偏振态各自占据了脉冲激光束脉冲长度的一半，穿过电光介质之后的脉冲激光束即具有了受激布里渊散射抑制功能。

[0013] 根据其中一个实施例，其中所述的各自占据脉冲长度的一半为每个偏振态连续的占据脉冲长度的一半。

[0014] 根据其中一个实施例，其中所述的各自占据脉冲长度的一半为两个相互垂直的偏振态以交替排列的方式各自占据了脉冲长度的一半。

[0015] 一种利用电光介质抑制脉冲激光受激布里渊散射的方法，周期性的对电光介质施加电压，所述电光介质周期性的改变穿过所述电光介质的脉冲线偏振激光束的偏振态，其特征在于：脉冲线偏振激光束穿过所述电光介质后，相互垂直的两个线偏振态各自占据了脉冲激光束脉冲长度的一半，穿过电光介质之后的脉冲激光束即具有了受激布里渊散射抑制功能。

[0016] 根据其中一个实施例，其中所述的各自占据脉冲长度的一半为每个偏振态连续的占据脉冲长度的一半。

[0017] 根据其中一个实施例，其中所述的各自占据脉冲长度的一半为两个相互垂直的偏振态以交替排列的方式各自占据了脉冲长度的一半。

#### 附图说明

[0018] 图 1 是现有技术中受激布里渊散射抑制装置的示意图；

[0019] 图 2 为现有技术中另外一实施例示意图。

[0020] 图 3a-3h 是本发明中两种偏振态 (S 和 P) 在脉冲激光束的长度上占据不同距离的示意图。

#### 具体实施方式

[0021] 通过上面的分析我们可以得到，为了在激光束的整个脉冲长度上获得较好的受激布里渊散射的抑制效果，需要做到的就是使得脉冲激光束在穿过电光介质之后相互垂直的两个偏振态所占据的长度均为脉冲激光束长度的一半。

[0022] 为了实现两个相互垂直的偏振态各自占据脉冲激光束长度的一半，只要通过控制电光介质施加电压的时间即可实现。

[0023] 这种实现包括两种方式，一种是通过控制器（例如数字延迟发生器）对激光束的出射时间和对电光介质施加电压时间进行精确的同步控制，也即当脉冲激光束的前半个脉冲通过电光介质时，电光介质上没有电压（或具有电压），而当脉冲激光束的后半个脉冲通过电光介质时，电光介质上则具有电压（或没有电压），也即脉冲激光束的前后半个脉冲通过电光介质时电光介质上的电压状态是完全相反的，这样既可实现图 3g 所示出的情况，每

个偏振态均是连续占据了脉冲长度的一半。对于这种情况来说,控制上稍微复杂一些,但是带来的好处也是显而易见的,因为在这种方式中,脉冲激光束的偏振态没有经过频繁的变化,基本上不会对脉冲激光束的应用产生影响,因为在某些应用中可能要求不能过于频繁的改变激光束的偏振态。

[0024] 另外一种方式是通过频繁的改变电光介质上的电压状态,也即每个周期中具有电压的时间和没有电压的时间是一样的,也即电压的占空比为 1 : 1,同时要求每次施加电压的时间要非常短,只要每次施加电压的时间和不施加电压的时间都非常短,才能实现高频的改变脉冲激光束的偏振态,为了提高频率,可使用两个或两个以上相互配合的电光介质。使用这种方式,只需要在脉冲激光束穿过电光介质之前,电光介质已经处于工作状态即可,这种方式即可实现图 3h 所示出的情况,这种方式的好处就是不需要精确控制施加电压的时间,并且也不需要协调激光束的出射时间,控制上相对简单,但是带来的问题也很明显,也即是需要频繁的改变激光束的偏振态,这可能导致在某些应用中无法使用。

[0025] 实际当中使用哪种方式,则需要根据激光束的应用要求以及控制成本来进行选择。

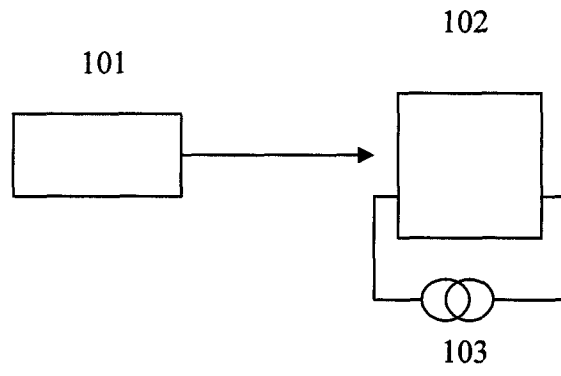


图 1

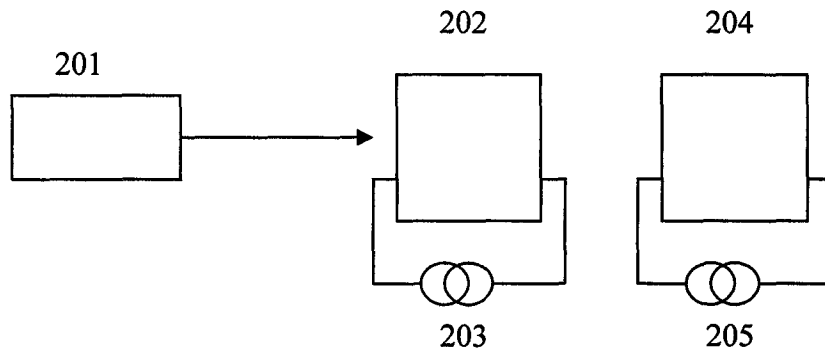


图 2

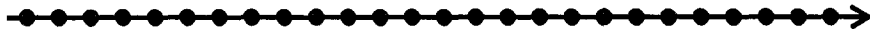


图 3a



图 3b



图 3c



图 3d

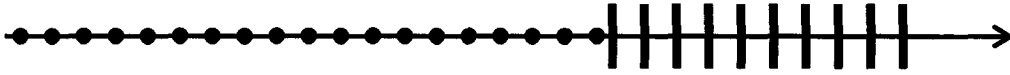


图 3e

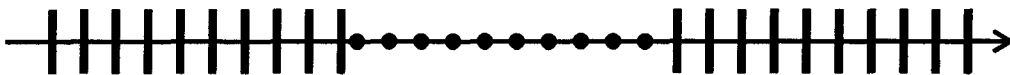


图 3f



图 3g

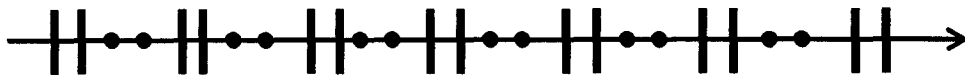


图 3h