



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101819336 A

(43) 申请公布日 2010.09.01

(21) 申请号 201010003664.5

(22) 申请日 2010.01.05

(71) 申请人 中国工程物理研究院激光聚变研究中心

地址 621900 四川省绵阳市 919 信箱 988 分箱

(72) 发明人 张君 张雄军 吴登生 田晓琳

(74) 专利代理机构 中国工程物理研究院专利中心 51210

代理人 翟长明 韩志英

(51) Int. Cl.

G02F 1/03(2006.01)

H01S 3/10(2006.01)

H01S 3/098(2006.01)

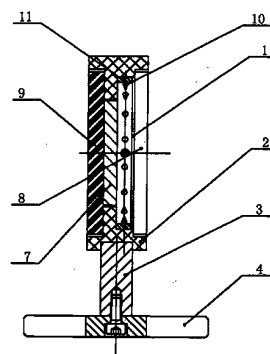
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

反射式等离子体电光开关

(57) 摘要

本发明公开了一种反射式等离子体电光开关,所述的开关包括普克尔盒和一个用于起偏和检偏的偏振片。在所述的电光开关的普克尔盒中KD*P晶体的两个面上分别设置有铜基反射镜和放电腔,铜基反射镜与KD*P晶体紧贴设置,普克尔盒中的铜基反射镜与外接脉冲发生器负载电阻低压端连接并接地。所述的偏振片设置在普克尔盒的光窗的前部,偏振片的横向中心与普克尔盒横向中心为同轴心。本发明的反射式等离子体电光开关具有口径大、驱动电压低、光吸收小、成本低、易于热管理等特点,可以用于大口径高平均功率激光系统的调Q、隔离和脉冲注锁。



1. 一种反射式等离子体电光开关,包括普克尔盒和一个用于起偏和检偏的偏振片;其中普克尔盒含有普克尔盒壳体(1)、KD*P晶体(2)、光窗(3)、放电腔(7)、锥形放电针(10)、电极环(11)、电极座(5)、抽气进气嘴(6)、底座(9);其特征在于:所述的电光开关的普克尔盒中还含有铜基反射镜(4);所述的普克尔盒的连接关系是,普克尔盒壳体(1)中部设置有用于镶嵌KD*P晶体的方孔(12);KD*P晶体(2)粘接镶嵌在普克尔盒壳体(1)中的方孔(12)内,KD*P晶体(2)的两个面上分别设置有铜基反射镜(4)和放电腔(7),铜基反射镜(4)与KD*P晶体紧贴设置;在放电腔(7)外设置有光窗(3),放电腔(7)内设置有电极环(11),电极环(11)通过螺纹与锥形放电针(10)连接;电极座(5)固定粘接在普克尔盒壳体(1)上,电极座(5)的内端与电极环(11)连接,电极座(5)的外端与脉冲发生器负载电阻高压端连接;在普克尔盒壳体(1)上设置有进气抽气嘴(6),进气抽气嘴(6)与放电腔(7)连通;普克尔盒通过支杆(8)固定设置在底座(9)上;普克尔盒中的铜基反射镜(4)与外接脉冲发生器负载电阻低压端连接并接地;所述的偏振片设置在普克尔盒的光窗(3)的前部,偏振片的横向中心与普克尔盒横向中心为同轴心。

2. 根据权利要求1所述的反射式等离子体电光开关,其特征在于:所述的普克尔盒中铜基反射镜(4)与普克尔盒壳体(1)之间、光窗(3)与普克尔盒壳体(1)之间、KD*P晶体(2)与普克尔盒壳体(1)之间均采用硅胶进行真空封接。

3. 根据权利要求1所述的反射式等离子体电光开关,其特征在于:所述的普克尔盒中放电腔(7)内部充有3000Pa~4500Pa的He气,放电腔(7)通过进气抽气嘴(6)静态封离。

反射式等离子体电光开关

技术领域

[0001] 本发明属于高平均功率激光系统领域,具体涉及一种应用于高平均功率大口径激光系统中的反射式等离子体电光开关。

背景技术

[0002] 在高平均功率激光系统中用作调 Q、激光隔离和脉冲注入锁定的关键单元电光开关遇到了通光口径限制与热效应的双重挑战,使得电光开关成为高平均功率激光器的限制部件之一。常规纵向应用的环电极普克尔盒,为获得较好的光学均匀性,要求其电光晶体纵横比大于 1,通光口径为数厘米的普克尔盒,其开关晶体将由于严重的光吸收导致晶体大的温升和温度梯度,使折射率发生变化,引起透射光束的热退偏和波前畸变。即便是可以定标到大口径、采用薄晶体的等离子体普克尔盒,由于电光晶体所处环境气压低,对流换热系数小,电光晶体对激光的线性吸收将产生热沉积,进一步导致应力双折射、退偏、波前畸变等不良热效应,从而使得激光器的平均输出功率受到限制、光束质量变差,也只能用于单次工作模式。需要从根本上消除热效应。利弗莫尔国家实验室 A. Bayramian 于 2006 年在一篇名为《频率转换与开关技术》(《Frequency conversion and switching technologies》, A. Bayramian, C. Bibeau, and J. Caird et al. UCRL-PRESS-222125, 2006) 的年报中提出在 KD*P 晶体入射面和出射面上分别贴上蓝宝石,利用蓝宝石大的热传导系数,带走晶体中废热。但由于蓝宝石的分压作用,势必导致等离子体电光开关驱动电压的增加。如果两块蓝宝石厚度等于 KD*P 晶体厚度,则为使 KD*P 上分压等于半波电压,驱动电源需要提供高达 80kV 的电压,这将导致重复频率高电压驱动源的研制难度,同时造价昂贵且结构复杂。另外,换热过程中热量沿横向传递,使得电光晶体内存在较大的横向温度梯度,而温度梯度是导致普克尔盒热效应的直接原因。

发明内容

[0003] 为了突破关键单元电光开关在高平均功率激光系统中所遇到的通光口径限制与热效应的双重挑战,本发明提供一种反射式等离子体电光开关。

[0004] 本发明通过反射式设计,利用铜基反射镜对电光晶体进行端面强制冷却管理热效应,并采用等离子体电极技术将电光开关定标到大口径。

[0005] 一种反射式等离子体电光开关,包括普克尔盒和一个用于起偏和检偏的偏振片;其中普克尔盒含有普克尔盒壳体、KD*P 晶体、光窗、放电腔、锥形放电针、电极环、电极座、抽气进气嘴、底座。所述的电光开关的普克尔盒中还含有铜基反射镜。所述的普克尔盒的连接关系是,普克尔盒壳体中部设置有用于镶嵌 KD*P 晶体的方孔。KD*P 晶体粘接镶嵌在普克尔盒壳体中的方孔内,KD*P 晶体的两个面上分别设置有铜基反射镜和放电腔,铜基反射镜与 KD*P 晶体紧贴设置。在放电腔外设置有光窗。放电腔内设置有电极环,电极环通过螺纹与锥形放电针连接。电极座固定粘接在普克尔盒壳体上,电极座的内端与电极环连接,电极座的外端与脉冲发生器负载电阻高压端连接。在普克尔盒壳体上设置有进气抽气嘴,进气抽

气嘴与放电腔连通；普克尔盒通过支杆固定设置在底座上。普克尔盒中的铜基反射镜与外接脉冲发生器负载电阻低压端连接并接地。所述的偏振片设置在普克尔盒的光窗的前部，偏振片的横向中心与普克尔盒横向中心为同轴心。

[0006] 所述的普克尔盒中铜基反射镜与普克尔盒壳体之间、光窗与普克尔盒壳体之间、KD*P 晶体与普克尔盒壳体之间均采用硅胶进行真空封接。

[0007] 所述的普克尔盒中放电腔内部充有 3000Pa ~ 4500Pa 的 He 气，放电腔通过进气抽气嘴静态封离。

[0008] 目前能够生长出的大尺度电光晶体有 KDP 和 KD*P，KD*P 的吸收系数大约是 KDP 吸收系数的十分之一，因此 KD*P 成为制造较大口径平均功率普克尔盒的首选电光晶体。本发明利用 KD*P 的纵向电光效应，采用等离子体和铜基组合电极施加开关脉冲。气体放电所形成的等离子体具有光学透明高电导率特点，是施加大口径高对比度普克尔盒纵向激励电场的理想电极。铜具有优良的导电、导热、以及机械加工性能，在本发明中铜基反射镜同时集电极、热沉于一身。反射式等离子体电光开关使得电光晶体的一个端面从低气压环境中解放出来，利用大热导率的铜端面冷却电光晶体。这种冷却结构热量传递路径短，冷却效率高，同时纵向冷却避免了横向冷却方法由卡路里加热引起的横向温度梯度，从而可以实现普克尔盒的高效热管理。在反射式等离子体电光开关中，铜沉对开关晶体的冷却效果关键在于二者之间的机械接触程度。为了减小接触热阻，将开关中的晶体与铜基反射镜紧贴，在接触面外围涂密封胶，然后放入真空室抽真空到几百帕，以减小铜基反射镜和开关中的晶体之间空气填充率，增大二者之间接触面积，降低接触热阻。另外，抽真空可以极大地降低开关晶体两侧的气压载荷，使环境大气压加载在铜基底上。否则，等离子体普克尔盒放电室抽真空时，很有可能破坏开关晶体。

[0009] 在本发明中，普克尔盒和偏振片组合应用实现对入射激光的开关功能。静态时，平行于偏振片起偏方向的线偏振光，依次垂直透射偏振片、窗口、电光晶体，然后入射激光被铜基反射镜反射沿原光路返回。动态时，在激光到来之前，在铜电极和放电腔之间施加开关脉冲，首先放电腔内惰性气体被击穿形成全口径内均匀高电导率的等离子体，然后通过铜电极和等离子体电极开关脉冲电压加载在电光晶体上。入射激光透过极化的晶体后线偏光偏振方向转过 45°，经反射镜反射后再次通过极化的晶体偏振方向再次旋转 45°。激光到达偏振片时，偏振态垂直于偏振片，被偏振片反射出腔外。这样在实现电光开关功能的同时使得高效热管理成为可能。

[0010] 本发明的反射式等离子体电光开关具有口径大、驱动电压低、光吸收小、成本低、易于热管理等特点，可以用于大口径高平均功率激光系统的调 Q、隔离和脉冲注锁。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明的反射式等离子体电光开关中的普克尔盒的侧面结构示意图。

[0012] 图 2 为本发明的反射式等离子体电光开关中的普克尔盒的正面结构示意图。

[0013] 图 3 为本发明中的电极环与锥形电极针结构示意图

[0014] 图 4 为本发明的反射式等离子体电光开关性能测试时获得的锥光干涉 CCD 照片。

[0015] 图 5 为本发明中的反射式等离子体电光开关性能测试时获得的斩波波形。

[0016] 图 1 中：1. 壳体 2. KD*P 晶体 3. 光窗 4. 铜基反射镜 5. 电极座 6. 抽气进气嘴

7. 放电腔 8. 支杆 9. 底座 10. 锥形放电针 11. 电极环 12. 方孔

具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0018] 本发明的反射式等离子体电光开关可以定标到大口径,同时易于实现高效热管理,从而解决了高平均功率大口径激光系统中关键单元电光开关所遇到的口径限制和热效应双重难题。

[0019] 图 1~3 中,一种反射式等离子体电光开关,包括普克尔盒和一个用于起偏和检偏的偏振片;其中普克尔盒含有普克尔盒壳体 1、KD*P 晶体 2、光窗 3、放电腔 7、锥形放电针 10、电极环 11、电极座 5、抽气进气嘴 6、底座 9。所述的电光开关的普克尔盒中还含有铜基反射镜 4。所述的普克尔盒的连接关系是,普克尔盒壳体 1 中部设置有用以镶嵌 KD*P 晶体的方孔 12。KD*P 晶体 2 粘接镶嵌在普克尔盒壳体 1 中的方孔 12 内,KD*P 晶体 2 的两个面上分别设置有铜基反射镜 4 和放电腔 7,铜基反射镜 4 与 KD*P 晶体紧贴设置。在放电腔 7 外设置有光窗 3。放电腔 7 内设置有电极环 11,电极环 11 通过螺纹与锥形放电针 10 连接。电极座 5 固定粘接在普克尔盒壳体 1 上,电极座 5 的内端与电极环 11 连接,电极座 5 的外端与脉冲发生器负载电阻高压端连接。在普克尔盒壳体 1 上设置有进气抽气嘴 6,进气抽气嘴 6 与放电腔 7 连通。普克尔盒通过支杆 8 固定设置在底座 9 上;普克尔盒中的铜基反射镜 4 与外接脉冲发生器负载电阻低压端连接并接地。所述的偏振片设置在普克尔盒的光窗 3 的前部,偏振片的横向中心与普克尔盒横向中心为同轴心。

[0020] 所述的普克尔盒中铜基反射镜 4 与普克尔盒壳体 1 之间、光窗 3 与普克尔盒壳体 1 之间、KD*P 晶体 2 与普克尔盒壳体 1 之间均采用硅胶进行真空封接。

[0021] 所述的普克尔盒中放电腔 7 内部充有 3000Pa~4500Pa 的 He 气,放电腔 7 通过进气抽气嘴 6 静态封离。

[0022] 若干个锥形放电针 10 均匀地固定在电极环 11 内侧,锥形放电针采用逸出功较低的铈钨合金材料制成。

[0023] 本发明反射式等离子体电光开关的工作过程如下:普克尔盒和偏振片组合应用实现对入射激光的开关功能。静态时,平行于偏振片起偏方向的线偏振光,依次垂直透射偏振片、光窗 3、KD*P 晶体 2,然后入射激光被铜基反射镜 4 反射沿原光路返回。动态时,在激光到来之前,在铜基反射镜 4 和放电腔 7 之间施加开关脉冲,首先放电腔内惰性气体被击穿形成全口径内均匀高电导率的等离子体,然后通过铜电极和等离子体电极开关脉冲电压加载在电光晶体上。入射激光透过极化的晶体后线偏光偏振方向转过 45°,经铜基反射镜 4 反射后再次通过极化的 KD*P 晶体 2 偏振方向再次旋转 45°。激光到达偏振片时,偏振态垂直于偏振片,被偏振片反射出腔外,从而实现开关功能。

[0024] 在高平均功率激光系统中,由于对入射激光的线性吸收,电光晶体内将产生热沉积。为控制热效应,可采用风冷、微通道、热管等冷却技术对铜基反射镜 4 进行强制冷却,从而将 KD*P 晶体 2 内热量带走。

[0025] 为了考察反射式等离子体普克尔盒电光开关性能,对静态消光比、动态开关效率进行了测试。普克尔盒全口径内静态消光比大于 971:1。图 4 为本发明的反射式等离子体电光开关性能测试时获得的锥光干涉 CCD 照片。从图中可以看出,KD*P 晶体装校应力可

忽略不计,对反射式等离子体电光开关消光比影响不大。图 5 为本发明中的反射式等离子体电光开关性能测试时获得的斩波波形。上面曲线为反射式等离子体电光开关驱动电压波形,下面曲线为利用反射式等离子体电光开关获得的连续光斩波波形。实验测量得到本发明的反射式等离子体电光开关动态开关效率大于 99.5%。

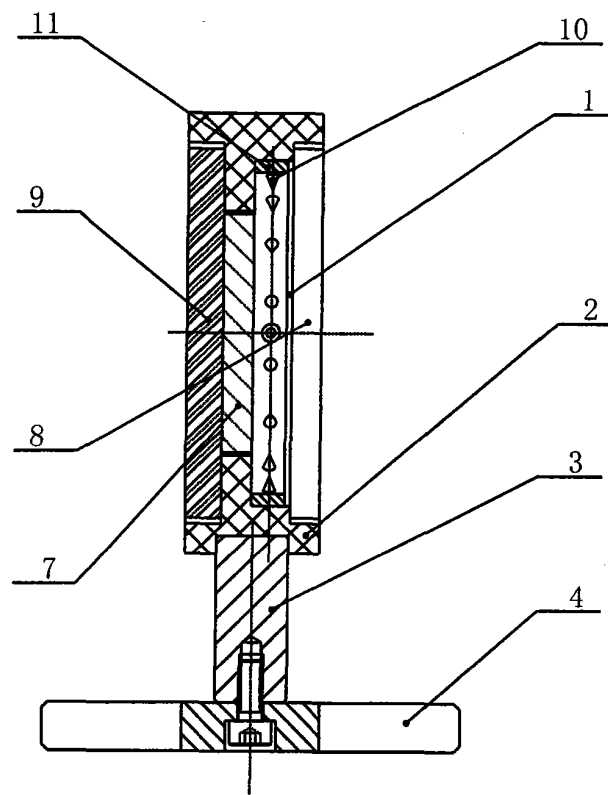


图 1

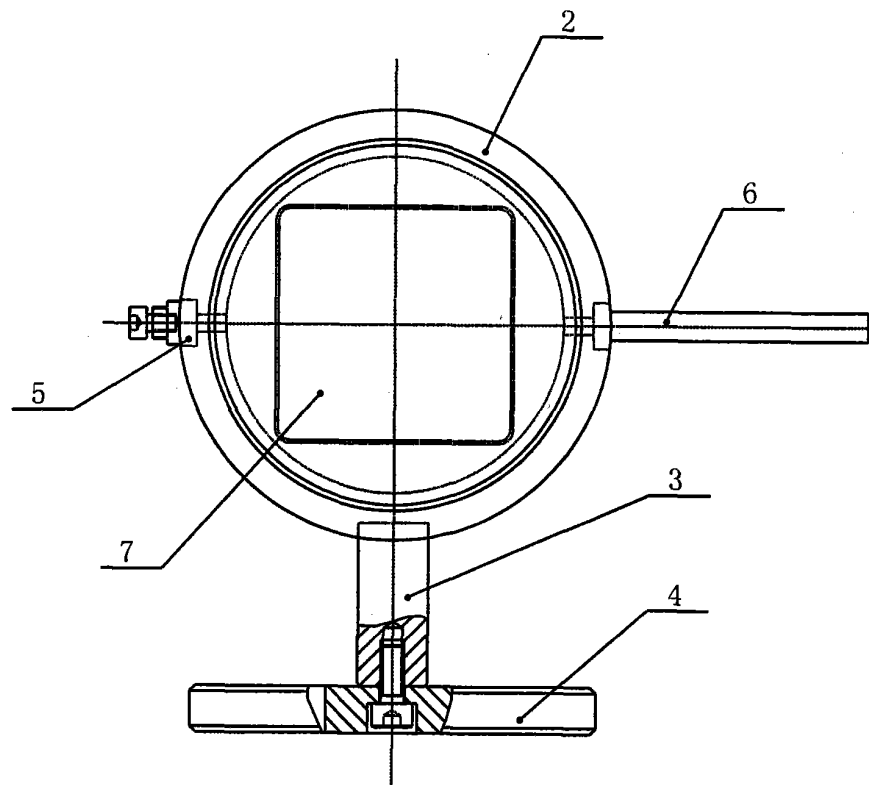


图 2

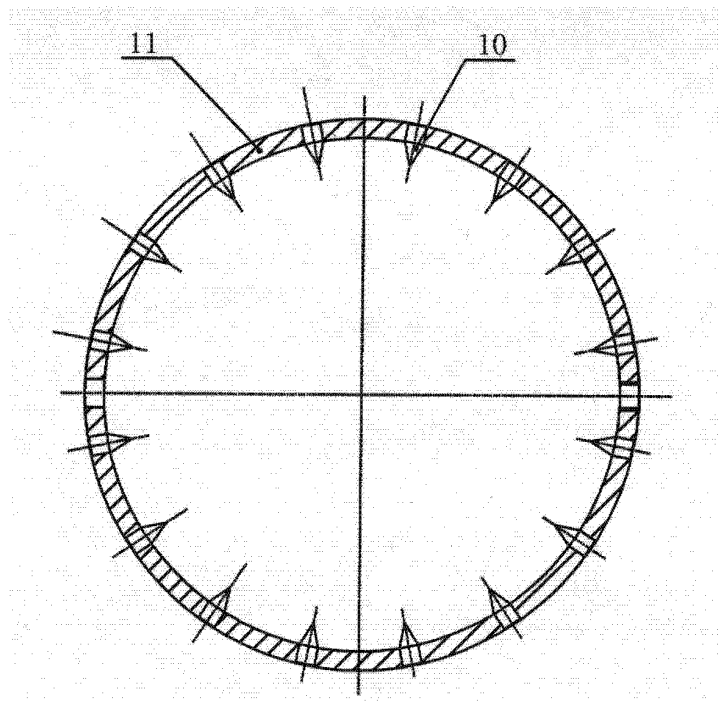


图 3

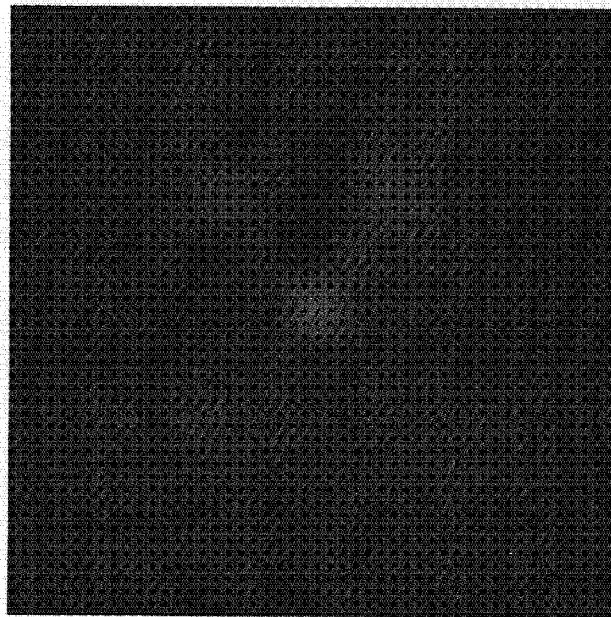


图4

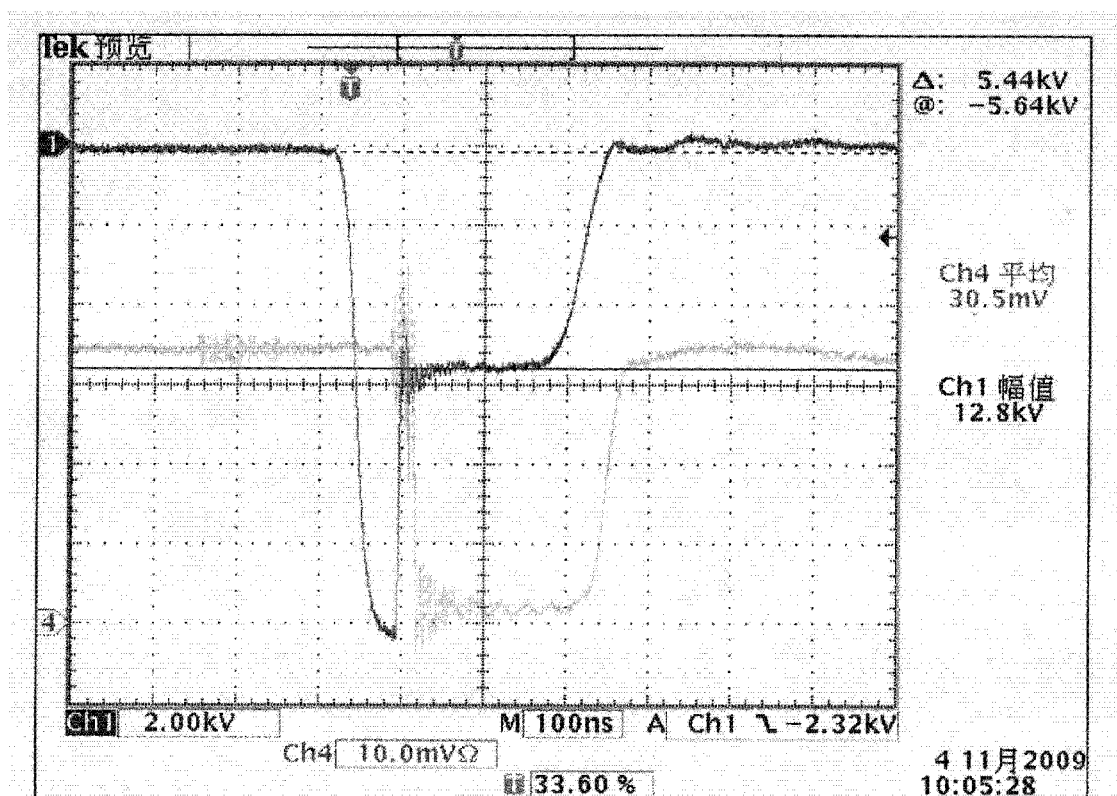


图5