



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 85 1 01620 A

CN 85 1 01620 A

[43] 公开日 1986年8月20日

[21] 申请号 85 1 01620

[22] 申请日 85. 4. 1

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械研究所

地址 吉林省长春市斯大林大街112号

[72] 发明人 徐炳德 叶子青

[74] 专利代理机构 中国科学院长春专利事务所

代理人 顾业华

[54] 发明名称 一种波长调谐自相关测量系统

[57] 摘要

一种用于测量波长可调谐的超短激光脉冲宽度的自相关测量系统,属于物理学领域中的一种以采用光学方法为特征的计量装置。采用具有非临界相位匹配优点的倍频晶体切向与工作方式;采用平移一直角反射镜作为相位匹配波长调谐机构和一种空心的扫描脉冲延迟机构,从而使本系统具有更高的脉宽分辨率,更大的扫描延迟范围,更好的扫描线性和更大的满足相位匹配条件的基波光束发散角允限等优点。

1、一种用于测量波长可调谐的超短激光脉冲宽度的自相关测量系统，是由分束器，扫描脉冲延迟机构，相位匹配波长调谐机构，倍频晶体和光电接收部分组成。其特征在于：相位匹配波长调谐机构是一个直角稜边可沿聚光镜〔14〕光轴平移的直角反射镜〔5〕，或沿垂直聚光镜〔14〕光轴方向同步对称移动的反射镜组；倍频晶体〔7〕按一定取向固定放置在聚光镜〔14〕的焦面上，且取一特定切向。

2、按权利要求1所述的测量系统，其特征在于相位匹配波长调谐机构的直角反射镜〔5〕是一块二直角面镀反射膜的等腰直角稜镜，或是由两块底面镀反射膜的等腰直角稜镜或两块反射面互相垂直的平面镜构成的反射镜组。

3、按权利要求1所述的测量系统，其特征在于倍频晶体〔7〕的切向为晶片基波入射表面的法线与晶体Z轴成 $90^\circ$ ，与晶体X、Y轴均成 $45^\circ$ ，晶片放置取向为其Z轴与二基波光束入射面垂直。

4、按权利要求1所述的测量系统，其特征在于扫描脉冲延迟机构是由转臂C和在其上安装的空心镜〔11〕组成。（转臂上最好对称安装两个空心镜〔11〕）。

5、按权利要求1所述的测量系统，其特征在于空心镜〔11〕是由二直角面镀反射膜的两块等腰直角稜镜组成，二稜镜的二直角稜边相重合，且四个相邻面互相垂直；或由几块平面反射镜胶结成反射面互相垂直的镜组。

## 一种波长调谐自相关测量系统

属于物理学领域中的一种以采用光学方法为特征的计量装置〔G01B11/00〕——一种扫描自相关装置的改进。

本发明前，已有一种扫描自相关装置，〔Model SP-409 scanning auto-Correlator, Spectro-Physics co.〕用于测量波长可调谐的超短光脉冲的宽度。其基本构成如图1所示。分束器〔1〕将入射被测激光脉冲分为两束，分别经反射镜〔2〕和〔3〕，构成某一夹角投射到由电机〔6〕带动旋转的透明平行平板转块〔4〕上，二光束透过转块〔4〕后，分别经后向反射镜〔5〕和〔7〕，在垂直光入射平面（即纸平面）的方向上反向平移一相等的距离，并沿平行原光路的方向返回，再次透过转块〔4〕并经反射镜〔2〕、〔3〕和分束器〔1〕，在垂直入射平面内平行投射到会聚透镜〔8〕上，二光束经会聚透镜〔8〕和反射镜〔9〕会聚在放置于会聚透镜〔8〕焦面的倍频晶体〔10〕上，由倍频晶体〔10〕出射的倍频光经紫外带通滤光片〔11〕，射入光电接收器〔12〕。由光电接收器输出的自相关信号可用示波器观测。

上述装置中，由电机〔6〕带动旋转的透明平行平板转块〔4〕是连续改变两路脉冲相对时间延迟的扫描脉冲延迟机构。由于实心体材料色散和折射率较大，限制了系统脉宽分辨率和脉冲的扫描延迟范围。另外，该装置中的核心部件——倍频晶体，是采用类临界相位匹配方式工作。因此，具有较小的有效倍频系

数，具有较小的相位匹配基波光束发散角允限。在被测光脉冲的中心波长改变时，用在基波入射平面内转动晶体的方法作为保持相位匹配条件的相位匹配波长调谐机构。由于晶体转动后，增加了基波在倍频晶体内传播的光程，因此降低了系统的脉宽分辨率，容易造成测量误差。而且，其谐波方向也将随晶体转动而改变。

本发明的目的是为了克服已有装置的弊端，获得一种脉宽分辨率和扫描延迟范围等性能更佳的超短激光脉冲宽度测量系统。

本发明的构成如图2所示。系统主要由分束器，扫描脉冲延迟机构，相位匹配波长调谐机构，倍频晶体，紫外带通滤光片和光电接收器组成。扫描脉冲延迟机构是由转臂C和在其上安装的空心镜〔11〕组成（转臂上最好对称安装两个空心镜〔11〕），空心镜〔11〕是由二直角面镀膜反射膜的两块等腰直角稜镜组成，二稜镜的二直角稜边相重合，且四个相邻面互相垂直；或由几块平面反射镜胶结成四面互相垂直的镜组。相位匹配波长调谐机构是一个直角稜边可沿聚光镜〔14〕光轴平移的直角反射镜〔5〕；或沿垂直聚光镜〔14〕光轴方向同步对称移动的反射镜组。直角反射镜〔5〕是一块二直角面镀膜反射膜的等腰直角稜镜；或是两块底面镀膜反射膜的等腰直角稜镜或两块反射面互相垂直的平面反射镜构成的反射镜组；倍频晶体〔7〕固定放置在聚光镜〔14〕的焦面上，其切向为晶片的基波入射表面的法线与晶体Z轴成 $90^\circ$ ，与晶体X、Y轴均成 $45^\circ$ 。晶片放置取向为其Z轴与二基波光束入射面垂直。

分束器〔2〕将入射激光脉冲分成强度相等的两束光，经按

一定方式布置的光路射入空心镜〔11〕，由转动的空心镜〔11〕产生相关测量所必须的两脉冲的相对扫描时间延迟。形成相对时间延迟的二光脉冲再经过一定的路径后，沿同一直线以相向方面射向直角反射镜〔5〕，经直角反射镜〔5〕反射后，二光束沿平行聚光镜〔14〕光轴方向等高度入射到聚光镜〔14〕上，经聚光镜〔14〕二光束以相同入射角会聚在置于聚光镜〔14〕焦面且入射表面与聚光镜〔14〕光轴垂直的倍频晶体〔7〕上。由倍频晶体〔7〕出射的倍频光沿光轴方向传播，此倍频光经紫外带通滤光片〔15〕，由光电倍增管〔8〕转换，就成为可用示波器显示观测的自相关信号。对不同中心波长的入射光脉冲，只要沿聚光镜〔14〕光轴方向平移直角反射镜〔5〕，（或沿垂直此光轴方向对称移动其前述等效镜组），就可对称等量改变二基波光束对晶体的入射角，从而实现相位匹配波长调谐的目的。

本发明由于采用上述切向、取向的倍频晶体，且其位置、取向不动。因此，在相位匹配波长调谐过程中，其谐波（即倍频光）方向将始终沿聚光镜光轴方向不变。这样，对于确定的倍频晶体而言，在系统使用过程中，将始终保证具有不变的高脉宽分辨率，又由于谐波方向总是与晶体Z轴成 $90^\circ$ 角，因此，这种晶体工作方式具有非临界相位匹配的一切优点：具有较大的有效倍频系数，因而具有较强的自相关信号强度；同时，具有较大的满足相位匹配条件的基波光束发散角允限。又由于本系统采用色散极小的空心镜作为扫描脉冲延迟机构，因而也

减小了色散对脉宽分辨率及折射率对扫描延迟范围和扫描线性度的限制。从而进一步提高了系统的性能。此外，本发明还具有相位匹配波长调谐方法简单、可靠，系统设计、操作简单等优点。

本发明已经实践验证，且已应用于染料可调谐微微秒—亚微微秒激光脉冲宽度的测量。所应用的课题已于1984年通过中国科学院院级鉴定，并申报中国科学院科研成果一等奖。

本发明与已有装置的性能比较如下表：

|           | 本发明                   | 已有装置                            |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|
| 扫描延迟范围    | $\geq 350 \text{ PS}$ | $80 \text{ PS} + 40 \text{ PS}$ |
| 扫描线性度     | $\leq \pm 1.2\%$      | $\sim \pm 2\%$                  |
| 光通过色散介质长度 | $\leq 7.5 \text{ mm}$ | $\geq 75 \text{ mm}$            |
| 脉宽分辨率     | $0.05 \text{ PS}^*$   | $0.5 \text{ PS}$                |

\*如采用 $0.1 \text{ mm}$ 厚的倍频晶体，脉宽分辨率可达到 $0.01 \text{ PS}$ 。

由于波长调谐自相关测量系统具有简单、廉价、时间分辨率高的突出优点。因此，它是目前测量高重复频率微微秒、亚微微秒和毫微微秒激光脉冲宽度的一种流行的、甚至是不可缺少的工具。因此，本系统对超短激光脉冲技术及其许多应用领域都具有重要意义和应用价值。

本发明的最佳实施例，如图2所示。设被测激光脉冲在图平面内水平入射。把入射激光脉冲分为两束的分束器〔2〕可为 $45^\circ$ 放置的半透镜，由分束器反射的反射光脉冲由平面反射镜〔10〕在图平面内反射投向空心镜〔11〕，空心镜〔11〕可为相同的两个，对称地安装在由电机〔3〕带动旋

转的转臂C上，（根据自相关信号频率的要求，空心镜也可是一个或多个，为多个时，应均布在同一转盘的同一圆周上）。反射光脉冲经空心镜〔11〕的两个反射面反射，投向空心后向反射稜镜〔9〕，经其将此光脉冲沿垂直图面方向向图面后平移一适当距离，并沿平行入射方向在图面后与图面相距为平移距离的平面内返回到空心镜〔11〕上，（此后，反射光脉冲就在图面后的该平面内运行），再经空心镜〔11〕反射两次，再依次射向平面反射镜〔10〕，平面反射镜〔1〕和平面反射镜〔4〕，射到直角反射镜〔5〕上。与上述过程同时，由分束器〔2〕透过的透射光脉冲，在图平面内经平面反射镜〔4〕和〔12〕，射向空心镜〔11〕，经空心镜〔11〕另一侧的两个反射面反射，在图平面内透射光脉冲投射到与〔9〕相同的空心后向反射稜镜〔13〕上，它也将透射光脉冲沿垂直图平面方向向图面后平移一与反射光脉冲被〔9〕平移相同的距离，并在与反射光脉冲所在图面后的同一平面内沿平行于其入射方向返回到空心镜〔11〕，同样，再经空心镜〔11〕反射两次，再射向平面反射镜〔12〕，并在图面后的上述同一平面内与反射光脉冲沿同一直线以相反方向反射到直角反射镜〔5〕上。聚光镜〔14〕的光轴与被直角反射镜〔5〕反射后二光脉冲路径平行，且在同一平面。图2中〔6〕为晶体防潮盒。可抽成低真空，倍频晶体〔7〕材料用KDP。其余情况已在本发明的构成部分中描述过，在此不再重述。

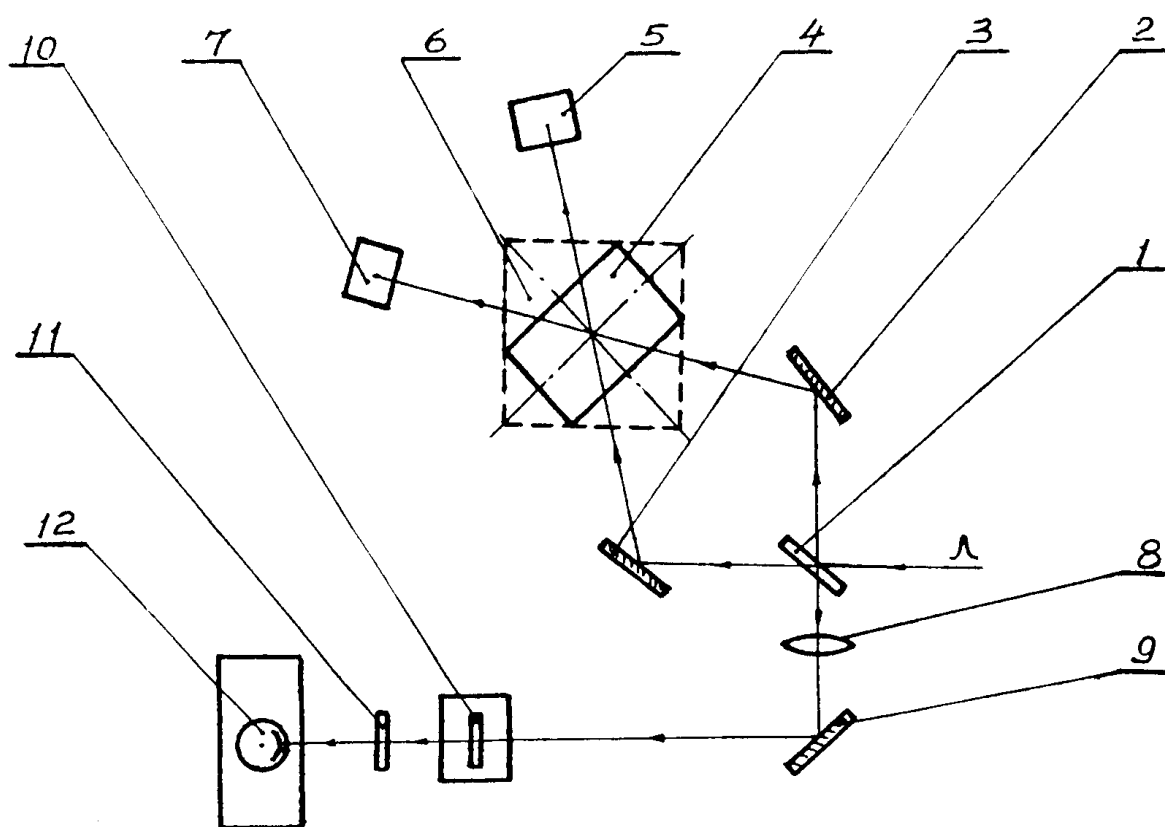


图 1.

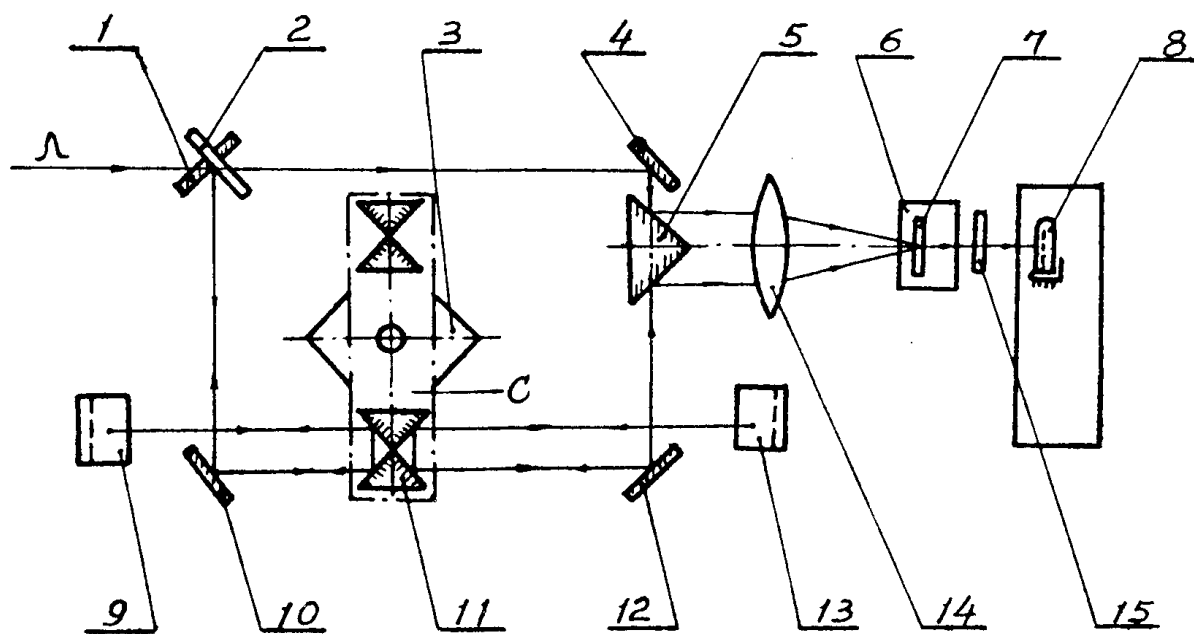


图 2.