



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310109973.0

[43] 公开日 2004 年 11 月 3 日

[11] 公开号 CN 1542414A

[22] 申请日 2003.11.3

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 刘树清

[21] 申请号 200310109973.0

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

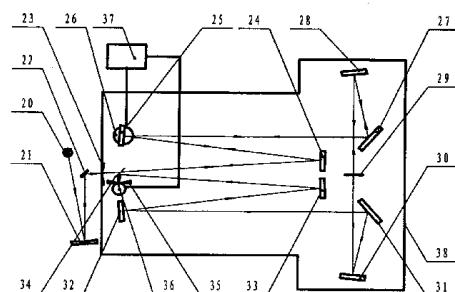
[72] 发明人 齐向东 于宏柱 巴音贺西格  
李文昊

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称 一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪

## [57] 摘要

一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪，属于光谱技术领域中涉及的一种光栅衍射效率测试仪。本发明要解决的技术问题是：提供一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪。解决技术问题的技术方案是：本发明包括光源外光路、测量单色仪、控制系统。在测量单色仪的壳体外侧，在光源的光的传播方向置有反射聚光镜和平面反射镜，使经过它们的反射光线在入射狭缝处聚焦并入射到测试仪中，测量单色仪是一个在壳体内部以反透吸收光调制盘和半反半透镜为界的光路对称的测量单色仪，一路为测量光路，另一路为参考光路，测量过程是在控制系统控制下实现的，自动化程度高，测试结果可信。



1、一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪，包括光源外光路、测量单色仪、控制系统，其特征在于在在测量单色仪的壳体（38）外侧的光源外光路上，在光源（20）的光的传播方向上安置有反射聚光镜（21）和平面反射镜（22），使经过反射聚光镜（21）和平面反射镜（22）的反射光线，在壳体（38）上的入射狭缝（23）处聚焦并入射到测量单色仪中；测量单色仪是一个在壳体（38）内，以反透吸收光调制盘（29）和半反半透镜（34）为界的光路对称分布的测量单色仪，反透吸收光调制盘29和半反半透镜34的上边为测量光路，下边为参考光路；测量光路中的凹面准直镜（24）和参考光路中的反射聚光镜（33）对称安装，该两镜的反射面朝向左，凹面准直镜（24）的反射准直光射向被测光栅（25），反射聚光镜（33）的反射准直光射向半反半透镜（34）；被测光栅（25）和平面反射镜（32）对称安装，被测光栅（25）的光栅表面和平面反射镜（32）的反射面朝向右，被测光栅（25）衍射的单色光射向平面反射镜（27），平面反射镜（32）的反射光射向反射聚光镜（33）；平面反射镜（27）和平面反射镜（31）对称安装，它们分别和各自的入射光线成一定的角度安装，平面反射镜（27）的反射面朝向反射聚光镜（28），准直镜（30）的反射面朝向平面反射镜（31）；反射聚光镜（28）和准直镜（30）对称安装，它们的反射面相对，反透吸收光调制盘（29）置于反射聚光镜（28）到准直镜（30）的光路上，且在反射聚光镜（28）的焦平面上，半反半透镜（34）置于入射狭缝（23）的右面入射光线并与入射光线成一定的角度安置；放置被测光栅（25）的光栅转台（26）可正逆时针转动，通过导线与控制器（37）连接，出射狭缝（35）置于半反半透镜（34）反射光的光轴线上，在出射狭缝（35）的出射光轴线上装有接收器（36），接收器（36）通过导线与控制器（37）连接。

2、按权利要求1所述的一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪，其特征在于控制器（37）包括前置放大器（39）、程控放大器（40）、滤波器（41）、

---

A/D 转换器（42）、单片机（43）、PC 个人计算机（44）、LED 显示器（45）、驱动模块（46）、步进电机（47）。控制器（37）的信号源来自接收器（36），前置放大器（39）接收到来自接收器（36）的电信号以后，将信号放大，传送给程控放大器（40），程控放大器（40）把接收到的信号放大到规定的范围内，传送给滤波器（41），滤波器（41）把接收信号中的噪声去掉，传送给 A/D 转换器（42），A/D 转换器（42）将接收到的模拟量信号转换为数字量信号，传送给单片机（43），经单片机（43）的初步运算处理后，将运算处理结果传送给 PC 个人计算机（44），同时，对程控放大器（40）和 A/D 转换器（42）进行控制，单片机（43）控制驱动模块（46）驱动步进电机（47）带动光栅转台（26）转动，来完成光栅衍射效率的测定。

## 一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪

**一、技术领域：**本发明属于光谱技术领域中涉及的一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪。

**二、技术背景：**在物理光学上光栅是重要的分光色散元件，而光栅的衍射效率是光栅的非常重要的技术性能指标，它直接影响光谱仪器的能量传输特性。对于光栅的用户来说，光栅的衍射效率是有严格要求的，同一块光栅对于某一波长 $\lambda$ 的不同级次的衍射效率是不同的。因此，光栅的客户往往对所需求的光栅提出要求，要求光栅的衍射效率在某一波长 $\lambda$ 的第 m 级次的衍射效率必须达到规定的技术指标要求，比如 70%以上。所以光栅的研制和生产单位，对它所研制、生产出的光栅要进行光栅衍射效率的测试。

世界上研制或生产光栅的国家，对光栅的衍射效率都建立了相应的测试方法，研制出测试仪器，在测试仪器中普遍采用两台单色仪的结构形式，与本发明最为接近的已有技术，是美国光谱物理公司光栅实验室采用的衍射效率测量仪，如图 1 所示：包括光源外光路、前置单色仪、测量单色仪、控制系统。光源外光路包括：光源 1、聚光镜 2 和 9；前置单色仪包括：入射狭缝 3、准直镜 4、光栅 5、成像物镜 6、平面反射镜 7、出射狭缝 8、壳体 19、测量单色仪包括入射狭缝 10、准直镜 11、被测光栅 12 或标准反射镜 13、成像物镜 14、出射狭缝 15、壳体 18；控制系统包括：光电倍增管 16、控制器 17。

从图 1 所示的结构可知，光源外光路和前置单色仪的作用是为测量单色仪提供单色光源，控制系统控制前置单色仪中的光栅 5 和测量单色仪中的被测光栅 12 相对于波长 $\lambda$ 同步转动来完成衍射效率的测定。

自动测量过程是：

1、由控制系统同时控制光栅 5 和被测光栅 12 的连续转动角速度，以保证前置单色仪与测量单色仪输出同一波长的单色光；

2、被测光栅 12 和标准平面反射镜 13 快速地相互置换，以保证光电倍增管在较短的时间间隔内接收到分别由被测光栅 12 的衍射光和标准平面反射镜 13 的反射光在光电倍增管产生的电流并计算它们的比值；

3、当光栅 5 和被测光栅 12 转动到下一个波长时，反复重复步骤 1 和 2 就可以得到不同波长的衍射效率。

该种结构装置存在的问题：控制系统非常复杂，主要体现在因被测光栅的刻线密度不是固定的，所以前置单色仪中的光栅和被测光栅的波长同步精度不易保证；被测光栅和标准平面反射镜互相置换后，都需要在一个较小的范围内进行微小调整，以保证光栅的衍射光和标准平面反射镜的反射光完全进入到光电倍增管中被接收；受前置单色仪的限制，只能测定固定波长范围的衍射效率。

**三、发明内容：**为了克服已有技术存在的缺点，本发明的目的在于：在测试仪器中由原来采用两块光栅谐调匹配变为采用一块光栅工作，从而大大简化机械和控制系统结构，减少手工操作量，降低工作强度，缩短测量时间，提高工作效率，为此，特设计一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪。

本发明要解决的技术问题是：提供一种光路对称分布的光栅衍射效率测试仪。

解决技术问题的技术方案如图 2、图 3 和图 4 所示：包括光源外光路、测量单色仪、控制系统。光源外光路包括光源 20、反射聚光镜 21、平面反射镜 22、测量单色仪包括入射狭缝 23、凹面准直镜 24、被测光栅 25、光栅转台 26、平面反射镜 27、反射聚光镜 28、反透吸收调制盘 29、准直镜 30、平面反射镜 31 和 32、反射聚光镜 33、半反半透镜 34、出射狭缝 35、壳体 38；控制系统包括接收器 36、控制器 37。

在测量单色仪的壳体 38 外侧的光源外光路上，在光源 20 的光的传播方向上安置有反射聚光镜 21 和平面反射镜 22，使经过反射聚光镜 21 和平面反射镜 22 的反射光线，在壳体 38 上的入射狭缝 23 处聚焦并入射到测量单色仪中；测量单色仪是一个在壳体 38 内，以反透吸收光调制盘 29 和半反半透

镜 34 为界的光路对称分布的测量单色仪，反透吸收光调制盘 29 和半反半透镜 34 的上边为测量光路，下边为参考光路；测量光路中的凹面准直镜 24 和参考光路中的反射聚光镜 33 对称安装，该两镜的反射面朝向左，凹面准直镜 24 的反射准直光射向被测光栅 25，反射聚光镜 33 的反射准直光射向半反半透镜 34；被测光栅 25和平面反射镜 32 对称安装，被测光栅 25 的光栅表面和平面反射镜 32 的反射面朝向右，被测光栅 25 衍射的单色光射向平面反射镜 27，平面反射镜 32 的反射光射向反射聚光镜 33；平面反射镜 27 和平面反射镜 31 对称安装，它们分别和各自的入射光线成一定的角度安装，平面反射镜 27 的反射面朝向反射聚光镜 28，准直镜 30 的反射面朝向平面反射镜 31；反射聚光镜 28 和准直镜 30 对称安装，它们的反射面相对，反透吸收光调制盘 29 置于反射聚光镜 28 到准直镜 30 的光路上，且在反射聚光镜 28 的焦平面上，半反半透镜 34 置于入射狭缝 23 的右面入射光线并与入射光线成一定的角度安置；放置被测光栅 25 的光栅转台 26 可正逆时针转动，通过导线与控制器 37 连接，出射狭缝 35 置于半反半透镜 34 反射光的光轴线上，在出射狭缝 35 的出射光轴线上装有接收器 36，接收器 36 通过导线与控制器 37 连接。

控制器 37 的结构如图 3 所示，包括前置放大器 39、程控放大器 40、滤波器 41、A/D 转换器 42、单片机 43、PC 个人计算机 44、LED 显示器 45、驱动模块 46、步进电机 47。

控制器 37 的信号源来自接收器 36，前置放大器 39 接收到来自接收器 36 的电信号以后，将信号放大，传送给程控放大器 40，程控放大器 40 把接收到的信号放大到规定的范围内，传送给滤波器 41，滤波器 41 把接收信号中的噪声去掉，传送给 A/D 转换器 42，A/D 转换器 42 将接收到的模拟量信号转换为数字量信号，传送给单片机 43，经单片机 43 的初步运算处理后，将运算处理结果传送给 PC 个人计算机 44，同时，对程控放大器 40 和 A/D 转换器 42 进行控制，单片机 43 控制驱动模块 46 驱动步进电机 47 带动光栅转台 26 转动，来完成光栅衍射效率的测定。

工作原理说明：光源 20 发出的连续光谱经反射聚焦镜 21 和平面反射镜 22 通过入射狭缝 23 入射到测试仪中，经凹面准直镜 24 变成平行光后到达被测光栅 25，连续光谱经被测光栅 25 衍射，其中波长为 $\lambda$ 的单色光经平面反射镜 27 反射到反射聚光镜 28，反射聚光镜 28 将平行光束会聚到焦点，在其焦点位置安装一个反透吸收光调制盘 29，在  $t_1$  时刻时，反透吸收光调制盘 29 将入射到其反射面上的单色光按原路反回，经反射聚光镜 28 准直变成平行光，由平面反射镜 27 反射到被测光栅 25 上，单色光经被测光栅 25 衍射后由凹面准直镜 24 汇聚，并经半反半透镜 34 反射，通过出射狭缝 35 进入到接收器 36，记录此时的电流为  $I_1$ ；在时刻  $t_1+\delta_t$  时，反透吸收光调制盘 29 的状态为透光，单色光由准直镜 30 准直成平行光，经平面反射镜 31 和 32 反射后，由反射聚光镜 33 汇聚，并经半反半透镜 34 反射，经出射狭缝 35 进入到接收器 36，记录此时的电流为  $I_0$ 。最后计算出被测光栅 25 对波长为 $\lambda$ 的单色光的衍射效率 $\eta=I_1/I_0$ 。因控制系统光栅转台 26 连续转动，每当反透吸收光调制盘 29 转动到吸收部分时，反透吸收光调制盘 29 将由被测光栅发出的测量光完全吸收，这样就使接收器 36 接收的信号全部为噪音信号，经过控制系统处理，就可以完全消除杂散光以及其它波长的衍射光进入到接收器 36 对测量所产生的影响。这样每当反透吸收光调制盘 29 转动一周，就可以测得不同波长的衍射效率。

本发明的积极效果：在仪器的结构上与以有技术相比，省略了前置单色仪，测量用单色光由被测光栅 25 提供，简化了机械结构，从根本上解决了同步精度的问题；与已有技术相比，因没有被测光栅与标准反射镜的互换过程，使得测量精度和测量速度都大大提高，提高了工作效率；只要具备相应的光源和接收器件，就可以测量任意波段范围内的光栅衍射效率，克服了已有技术中测量范围受前置单色仪光谱范围限制的缺点。

**四、附图说明：**图 1 是已有技术的结构示意图，图 2 是本发明的结构示意图，图 3 是本发明中控制仪的结构示意图。图 4 是本发明的控制系统电路原理图。

**五、具体实施方式：**本发明按图 2 所示的结构实施，控制仪 37 按图 3 所示的结构实施。光源 20 采用不同波段范围的多个光源切换使用，如汞灯、碘钨灯、镉灯等；反射聚光镜 21 基底采用 K9 光学玻璃，表面镀铝，焦距  $f=500\text{mm}$ ；平面反射镜 22、27、31、32 的基底采用 K9 光学玻璃表面镀铝；入射狭缝 23 和出射狭缝 35 的材质采用 45#钢片，狭缝宽度可调范围在 0.01~1 mm；凹面准直镜 24 和反射聚光镜 33 的基底采用 K9 光学玻璃镀铝，焦距  $f=1000\text{mm}$ ；被测光栅 25 为任意刻线数的反射光栅；光栅转台 26 的材质采用 45#钢，正逆时针转角  $\pm 50^\circ$ ；反射聚光镜 28 和准直镜 30 的基底采用 K9 光学玻璃镀铝，焦距  $f=510\text{mm}$ ；反透吸收光调制盘 29，采用圆形盘，材质采用 K9 光学玻璃，反射光、透射光和吸收光的面积在整个圆盘中所占比例为 1: 1: 2，反射光部分镀铝，透射光部分用孔，吸收光部分涂无光漆；半反半透镜 34 的基底采用 K9 光学玻璃平面镀铝，在平面上打孔，使得打孔的总面积和没打孔的总面积相等，所有的孔为透光孔，没打空的平面为反光面积；壳体 38 的材质采用 A3 钢板，厚度 2~3 mm。控制系统中，接收器 36 采用日本滨松公司生产的 R<sub>131</sub> 光电倍增管，控制器 37 中的各件，前置放大器 39 采用 OP27 放大器，程控放大器 40 采用 PG202 或 PGA203 放大器，滤波器 41 采用 MAX262 滤波器，A/D 转换器 42 采用 TLC2543 转换器、单片机 43 采用 89C51 单片机、PC 个人计算机 44 采用 IBM 兼容机、LED 显示器 45 采用八段 LED 显示器、驱动模块 46 采用北京斯达特公司生产的 SH-2H057 模块，步进电机 47 采用苏州生产的 FL57STH76-02A 步进电机。

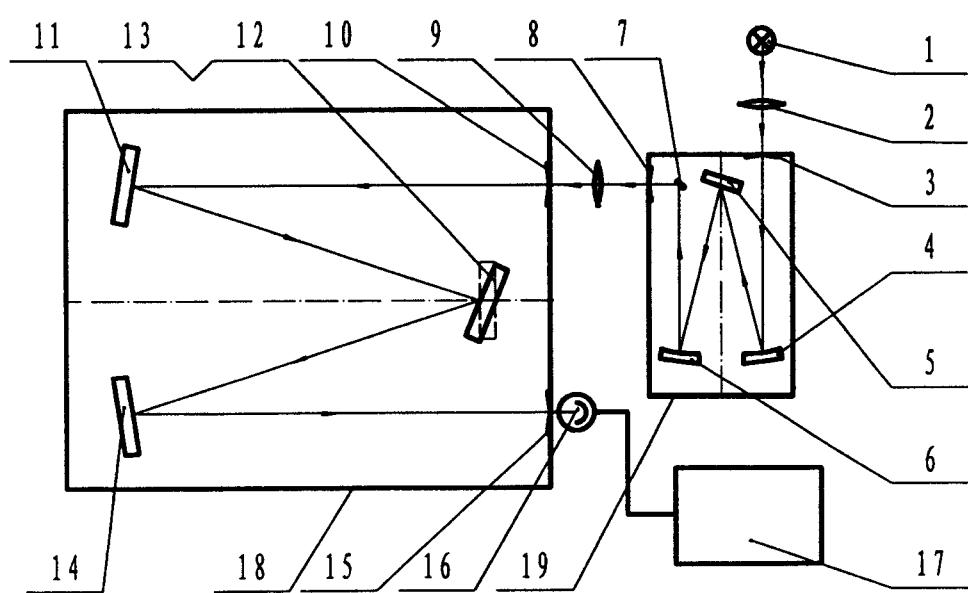


图 1

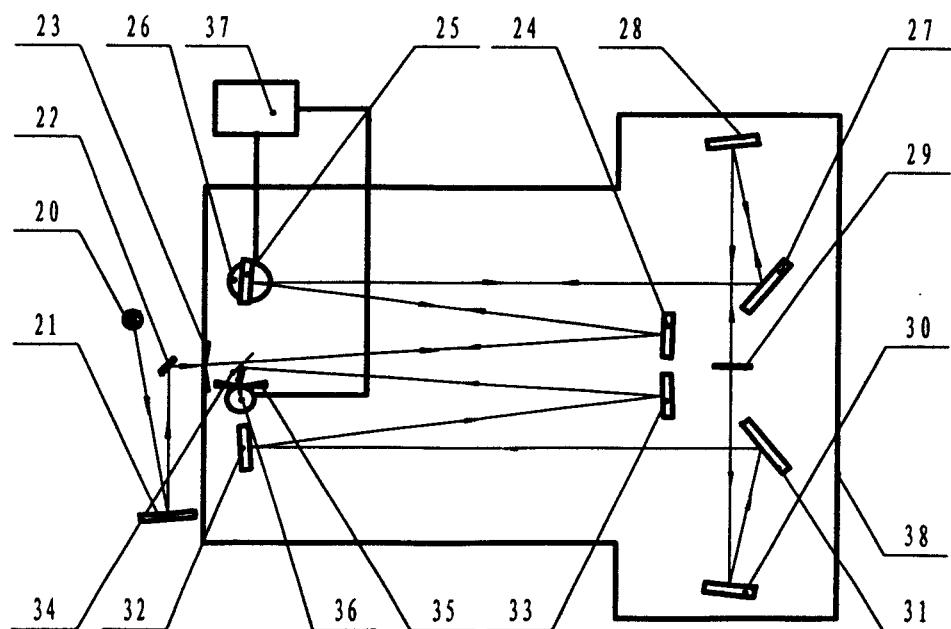
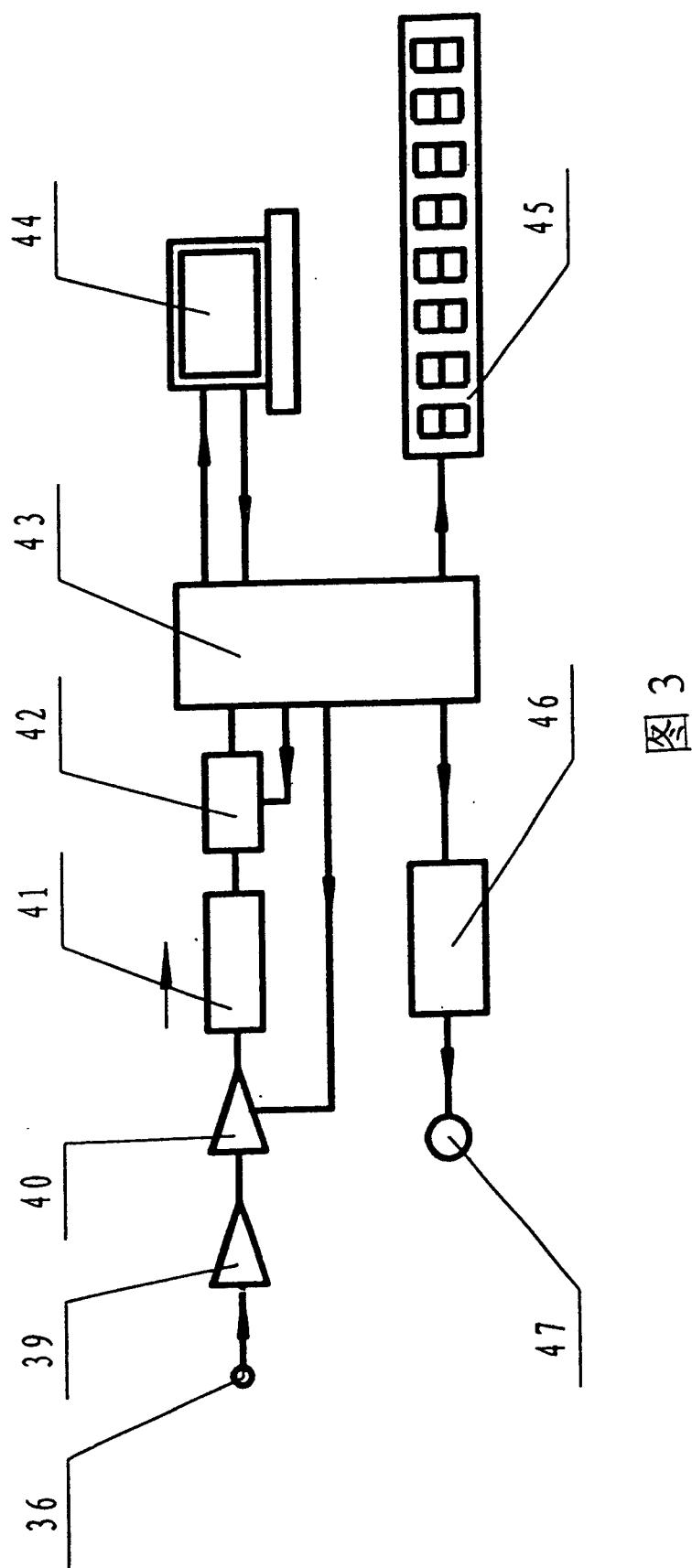
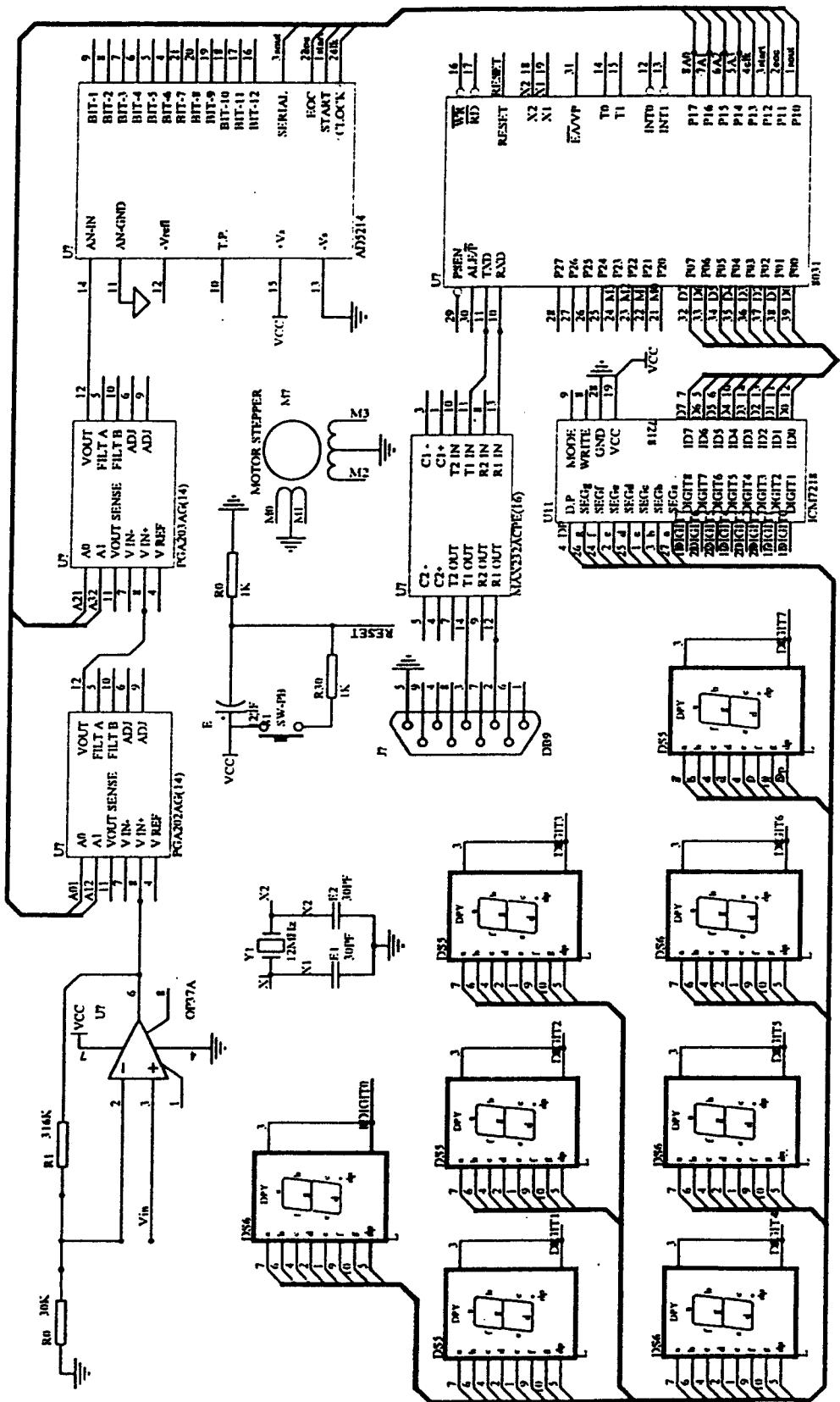


图 2





4

参