



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101458300 B

(45) 授权公告日 2011.06.01

(21) 申请号 200810242718.6

审查员 肖靖

(22) 申请日 2008.12.26

(73) 专利权人 无锡市星迪仪器有限公司

地址 214028 江苏省无锡市新区新洲路科技  
产业园 93 号 -B-2-3 地块

(72) 发明人 徐毅刚 李东跃 周新建 吴坚业

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所

32104

代理人 曹祖良

(51) Int. Cl.

G01R 31/308 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6111424 A, 2000.08.29,

US 7157710 B1, 2007.01.02,

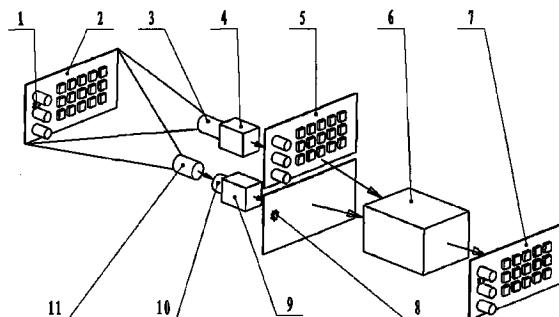
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种电路放电检测系统

(57) 摘要

一种电路放电检测系统，这种系统可以同时观察到电子电路放电火花和被测电路实体图像的检测装置，可通过观测准确判断被测电路系统的放电部位与放电器件。按照本发明提供的技术方案，所述电路放电检测系统包括紫外辐射成像系统、可见光成像系统和图像融合处理系统，其特征是：利用紫外辐射成像系统和可见光成像系统同时对被测电路进行成像观测；紫外辐射成像系统捕获放电火花所发出的紫外辐射，产生并输出放电火花图像；可见光成像系统捕获并输出被测电路的实体图像；通过图像融合处理系统对检测到的放电火花图像与被测电路的实体图像进行捕获与处理，并以图像融合的方式将检测到的放电火花图像和被测电路实体图像整合在一起，形成标识出放电火花图像及其位置的被测电路图像。



1. 一种电路放电检测系统,包括紫外辐射成像系统、可见光成像系统、图像融合处理系统(6)和热成像系统(15),其特征是:利用所述紫外辐射成像系统、所述可见光成像系统和所述热成像系统(15)同时对被测电路(2)进行成像观测;所述紫外辐射成像系统捕获放电火花(1)所发出的紫外辐射,产生并输出放电火花图像(8);所述可见光成像系统捕获并输出被测电路的实体图像(5);所述热成像系统(15)获取被测电路热辐射强度分布图(16);所述热成像系统(15)获取的被测电路热辐射强度分布图(16)与所述紫外成像系统获取的放电火花图像(8)、所述可见光成像系统获取的被测电路的实体图像(5)一同输入到所述图像融合处理系统(6),由所述图像融合处理系统(6)对上述放电火花图像(8)、被测电路的实体图像(5)及被测电路热辐射强度分布图(16)的数据进行处理与融合计算,从而获得包含了标识出放电火花图像(8)及其位置与被测电路温度分布梯度的被测电路图像(17);

其中,所述紫外辐射成像系统用于在全光谱辐射背景中去除紫外辐射以外的部分,并将放电火花产生的微弱紫外辐射放大并成像,所述紫外辐射成像系统包括紫外物镜(11)、位于所述紫外物镜后面的紫外像增强器(10)及图像采集系统(9);所述紫外物镜(11)捕获放电火花(1)所发出的紫外辐射,经所述紫外像增强器(10)增强后,由所述图像采集系统(9)产生并输出放电火花图像(8);

所述可见光成像系统包括物镜和位于所述物镜后面的可见光摄像系统(4);所述物镜捕获被测电路(2)的图像,经所述可见光摄像系统(4)产生并输出被测电路的实体图像(5);所述物镜为所述紫外辐射成像系统中的同一所述紫外物镜(11),在所述紫外物镜(11)的后面与所述可见光摄像系统(4)之间设置一个分光镜(12);利用所述分光镜(12)将除紫外波段以外的光谱辐射成像光束反射至所述可见光摄像系统(4);

在所述可见光摄像系统(4)上设置可见像增强器(13),利用所述可见像增强器(13)对图像信号的放大功能捕获并输出黑暗环境中被测电路的实体图像(5)。

## 一种电路放电检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明是一种用于探测电子电路放电现象的检测系统,用于探测各类电子系统肉眼不可见的放电火花,以避免电路放电对电子设备的干扰和损害。同样的系统相应改变光学系统参数,还可以利用特种飞行物羽烟的紫外辐射在大气辐射背景中发现飞行物并对其进行识别。

### 背景技术

[0002] 电子电路的放电现象是一种普遍存在的物理现象,与之伴随的电磁干扰是在电子设备设计与生产中力图避免的重要技术缺陷。随着微电子电路集成度的日益提高,周边电路轻微的放电现象足以产生影响电路性能的电磁干扰,而轻微放电所产生的放电火花则微弱得无法用肉眼直接观察检验。对于放电引起的放电火花的检测有一种做法是利用紫外像增强器进行观察探测,但由于紫外成像系统无法对被观测景物与放电火花同时成清晰像而限制了可以使用的领域,目前仅用在高压输变电系统绝缘性能的检测等少数场合。对于各种配电箱、仪器仪表电路等复杂密集的电路系统,需要准确判断被测电路系统的放电部位与放电器件的应用场合,目前尚无行之有效的技术手段。

[0003] 此外、采用紫外微光成像技术,通过地球大气窗口中的所谓“日盲区”,利用特种飞行物羽烟中的紫外辐射,可以在大气辐射背景中探测、发现和跟踪特种飞行物。同样,由于紫外辐射和可见辐射利用同一光学系统无法同时成清晰像,要在通过紫外辐射发现特种飞行物的同时对其进行种类识别、姿态观察和精确瞄准是困难的。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于设计一种电路放电检测系统,这种系统可以同时观察到电子电路放电火花和被测电路实体图像的检测装置,用于各种配电箱、仪器仪表电路等复杂密集的电路系统,可通过观测准确判断被测电路系统的放电部位与放电器件。

[0005] 按照本发明提供的技术方案,所述电路放电检测系统包括紫外辐射成像系统、可见光成像系统和图像融合处理系统,其特征是:利用紫外辐射成像系统和可见光成像系统同时对被测电路进行成像观测;紫外辐射成像系统捕获放电火花所发出的紫外辐射,产生并输出放电火花图像;可见光成像系统捕获并输出被测电路的实体图像;通过图像融合处理系统对检测到的放电火花图像与被测电路的实体图像进行捕获与处理,并以图像融合的方式将检测到的放电火花图像和被测电路实体图像整合在一起,形成标识出放电火花图像及其位置的被测电路图像。

[0006] 所述紫外辐射成像系统包括紫外物镜、位于紫外物镜后面的紫外像增强器及图像采集系统;紫外物镜捕获放电火花所发出的紫外辐射,经紫外像增强器增强后,由图像采集系统产生并输出放电火花图像。所述可见光成像系统包括物镜和位于物镜后面的可见光摄像系统;所述物镜捕获被测电路的图像,经可见光摄像系统产生并输出被测电路的实体图像。

[0007] 所述物镜可以是独立的摄像物镜；也可以是紫外物镜，当采用紫外物镜时，在所述紫外物镜的后面与所述可见光摄像系统之间设置一个分光镜；利用分光镜将除紫外波段以外的光谱辐射成像光束反射至可见光摄像系统。在可见光摄像系统上设置可见像增强器。

[0008] 在所述电路放电检测系统中，还包括一组热成像系统，所述热成像系统位于所述图像融合处理系统的前面；所述热成像系统获取的被测电路热辐射强度分布图与紫外成像系统获取的放电火花图像、可见光成像系统获取的被测电路的实体图像一同输入到图像融合处理系统，由图像融合处理系统对上述放电火花图像、被测电路的实体图像及被测电路热辐射强度分布图的数据进行处理与融合计算，获得包含了标识出放电火花图像及其位置与被测电路温度分布梯度的被测电路图像。

[0009] 所述紫外辐射成像系统包括紫外物镜、位于紫外物镜后面的紫外像增强器及图像采集系统；紫外物镜捕获放电火花所发出的紫外辐射，经紫外像增强器增强后，由图像采集系统产生并输出放电火花图像；所述可见光成像系统包括所述紫外物镜和位于所述紫外物镜后面的可见光摄像系统；在所述紫外物镜的后面与所述可见光摄像系统之间设置一个分光镜；利用分光镜将除紫外波段以外的光谱辐射成像光束反射至可见光摄像系统；所述紫外物镜捕获被测电路的图像，经可见光摄像系统产生并输出被测电路的实体图像。

[0010] 本发明的特点如下：

[0011] 1：本检测系统利用紫外像增强器放大微弱紫外辐射图像信号的性能，对放电火花所发出的紫外光谱进行捕获、放大与成像，可以探知并观察电子电路放电所发出的微弱放电火花，从而可以对可能引起电磁干扰的设计或生产缺陷进行检测与评估。

[0012] 2：本检测系统将监测到的放电火花图像和被测电路实体图像通过图像融合技术整合在一起，不仅可以检测被测电路是否存在放电现象，而且可以显示电路中发生放电现象的部位或器件，从而可以更加清晰有效地分析放电现象产生的原因以利于采取针对性的措施。

[0013] 3：本检测系统可以通过在可见光成像系统中加装像增强器的方式实现在黑暗环境下的放电检测，利用像增强器放大微弱图像信号的性能显示黑暗环境下被测电路的实体图像，而放电火花作为自发光辐射源在黑暗的环境下将更容易检出。这样既可以在密闭空间或野外无照明条件等复杂环境下有效实施检测，也可以利用在黑暗环境下背景噪声减弱的有利条件进行检测，以提高放电火花的检测灵敏度。

[0014] 4：本检测系统增加一路热成像检测系统后，即可在探测和分析被测电路放电现象的同时，对电路的发热状况进行检测与分析。

[0015] 5：若将本检测系统光学参数作适当调整，即可利用特种飞行物羽烟中的紫外辐射，在大气辐射背景中对特种飞行物进行探测、发现和跟踪，并同时对特种飞行物进行外观识别、飞行姿态观测或精确瞄准。

## 附图说明

[0016] 图 1 是本发明原理框图。

[0017] 图 2 是本发明的变型方案。

[0018] 图 3 是本发明的另一种变型方案。

[0019] 图 4 是追加热成像系统的方案。

## 具体实施方式

[0020] 本检测系统由紫外辐射成像系统、可见光成像系统和图像融合处理系统三部分组成。检测系统通过紫外辐射成像系统和可见光成像系统同时对被测电路进行成像观测，并通过图像融合处理系统对观测到的紫外辐射图像（放电火花图像 8）与可见光图像（被测电路的实体图像 5）进行捕获与处理，以图像融合的方式将检测到的放电火花图像 8 和被测电路实体图像 5 整合在一起，由此可以发现微弱放电引起的放电火花并标识出被测电路 2 产生放电火花的位置或器件。

[0021] 紫外辐射成像系统利用微弱放电火花产生的紫外辐射探测放电火花的发生并对其进行成像观测，可见光成像系统则利用检测环境的背景照度对被测电路实体进行可见光谱成像，图像融合处理系统通过计算机及其软件系统对上述两种图像进行捕获、校正与融合处理，从而产生标识出放电火花的被测电路实体图像。

[0022] 所述紫外辐射成像系统的作用是在全光谱辐射背景中去除紫外辐射以外的部分，并将放电火花产生的微弱紫外辐射放大并成像。紫外辐射成像系统由紫外摄像物镜 11、紫外像增强器 10 及其图像采集系统 9 组成。紫外摄像物镜 11 捕获放电火花发出的紫外辐射并将其成像到紫外像增强器 10 的靶面上，紫外像增强器 10 将滤除了非紫外背景辐射的微弱的紫外图像信号放大并耦合到后续的图像采集系统 9，从而可在较强的背景光谱中探测出微弱的放电火花紫外光谱并对其成像输出。

[0023] 所述可见光成像系统由通常的摄像物镜 3 与摄像系统 4 组成，用于观察并捕获被测电路的实体图像 5。作为一种变型方案，可见光成像系统可以与紫外辐射成像系统共用同一摄像物镜 11，并通过分光镜 12 将紫外光谱与其它光谱分离，分别送到紫外像增强器 10 与可见光图像摄像系统以获得相应的紫外与可见图像。另一种变型方案是在可见光成像系统中使用像增强器 13，其好处是可以在黑暗的环境中进行放电检测，一方面提高了系统的使用环境适应性，另一方面在黑暗的环境中也比较容易检出更加微弱的放电火花。

[0024] 所述图像融合处理系统 6 包括计算机以及图像融合处理软件，通过该软件可以对紫外辐射成像系统与可见光成像系统所采集的图像进行实时捕获，并对捕获的两幅图像进行准确定位、倍率校正、亮度适配和图像融合等运算和处理，从而获得可以同时观察到放电火花与电路实体的被测电路图像资料。

[0025] 若在检测系统中再增加一组热成像系统，并将热像图像信息与紫外图像信息、可见图像信息一起传输到图像融合处理系统，则成为又一变型方案，利用该方案可以在探测和分析被测电路放电火花的同时对电路的发热及其分布状况进行检测和分析。

[0026] 若将本检测系统用于特种飞行物的探测与识别，不需对上述各种方案进行原理性的变更，只需更改具体的技术参数。将紫外辐射与可见光摄像物镜的光学参数作适当调整，使之成为望远系统。并对紫外成像系统中的滤光系统的光谱参数做出相应改变，使滤光系统的带通与大气窗口中紫外“日盲区”的波段相吻合即可。

[0027] 如图 1 所示：被测电路 2 上由于放电产生人眼不可见的微弱放电火花 1，由紫外物镜 11、紫外像增强器 10 及其图像采集系统 9 构成的紫外辐射成像系统捕获放电火花 1 所发出的紫外辐射，产生并输出放电火花图像 8。与此同时，由摄像物镜 3 和可见光摄像系统 4 构成的可见光成像系统捕获并输出被测电路的实体图像 5。图像融合处理系统 6 接收上述

两幅图像信息并进行图像数据的处理与融合计算,最终形成标识出放电火花图像及其位置的被测电路图像 7。通过解读放电火花出现的时机、位置或产生放电火花的器件,可以对有效的分析放电原因并为制定技术措施提供客观的依据。

[0028] 一个变形方案与以上方案相似,如图 2 所示:被测电路 2 上由于放电产生人眼不可见的微弱放电火花 1,由紫外物镜 11、紫外像增强器 10 及其图像采集系统 9 构成的紫外辐射成像系统捕获放电火花所发出的紫外辐射并输出放电火花图像 8。所不同的是:可见光图像的摄像物镜与紫外物镜 11 公用,利用分光镜 12 将除紫外波段以外的光谱辐射成像光束反射至可见光摄像系统 4,从而使紫外物镜 11、分光镜 12 和可见光摄像系统 4 构成可见光成像系统,用来捕获并输出被测电路的实体图像 5。图像融合处理系统 6 接收上述两幅图像信息并进行图像数据的处理与融合计算,最终形成标识出放电火花图像及其位置的被测电路图像 7。

[0029] 另一个变型方案如图 3 所示:被测电路 2 上由于放电产生人眼不可见的微弱放电火花 1,由紫外物镜 11、紫外像增强器 10 及其图像采集系统 9 构成的紫外辐射成像系统捕获放电火花所发出的紫外辐射并输出放电火花图像 8。所不同的是:在可见光成像系统中加入了可见像增强器 13,因此系统可以在黑暗的环境中获取被测电路的实体图像。由摄像物镜 3 和包含可见像增强器 13 的可见光摄像系统 4 构成的可见光成像系统,利用可见像增强器 13 对图像信号的放大功能捕获并输出黑暗环境中被测电路的实体图像 5。图像融合处理系统 6 接收上述两幅图像信息并进行图像数据的处理与融合计算,最终形成标识出放电火花图像及其位置的被测电路图像 7。

[0030] 另一个变型方案如图 4 所示:在上述方案中增加一路热成像检测系统,即可在探测和分析被测电路放电现象的同时,对被测电路不同部位的发热状况进行检测与分析。

[0031] 具体实施方案为:无论以上述各方案中那一种为基础,均可通过在其中增加一组热成像系统 15,使之与原来系统中的紫外辐射成像系统、可见光成像系统一起形成对三个不同辐射波段的成像观测平台,以获取相应辐射谱段的图像资料。由热成像系统 15 获取的被测电路热辐射强度分布图 16 与紫外成像系统获取的紫外辐射放电火花图像、可见光成像系统获取的被测电路实体图像一同输入到图像融合处理系统 6。由图像融合处理系统 6 对上述三幅图像数据进行数据处理与融合计算,从而获得包含了标识出放电火花图像及其位置与被测电路温度分布梯度等多重信息的被测电路图像 17。

[0032] 本系统提供的检测方法可以大范围、远距离的对各类电子电路系统进行放电火花检测,在确定是否存在放电现象的同时,可以准确的确定产生放电现象的部位甚至是器件。通过放电火花的紫外辐射来实施检测,可以不受周边电磁环境的影响,也基本上不受检测环境的照明状况的干扰。必要时可以通过热成像系统同时对被测电路的发热状况进行检测和分析,适当调整设计参数即可将本系统用于对特种飞行物的发现、识别与跟踪和瞄准。

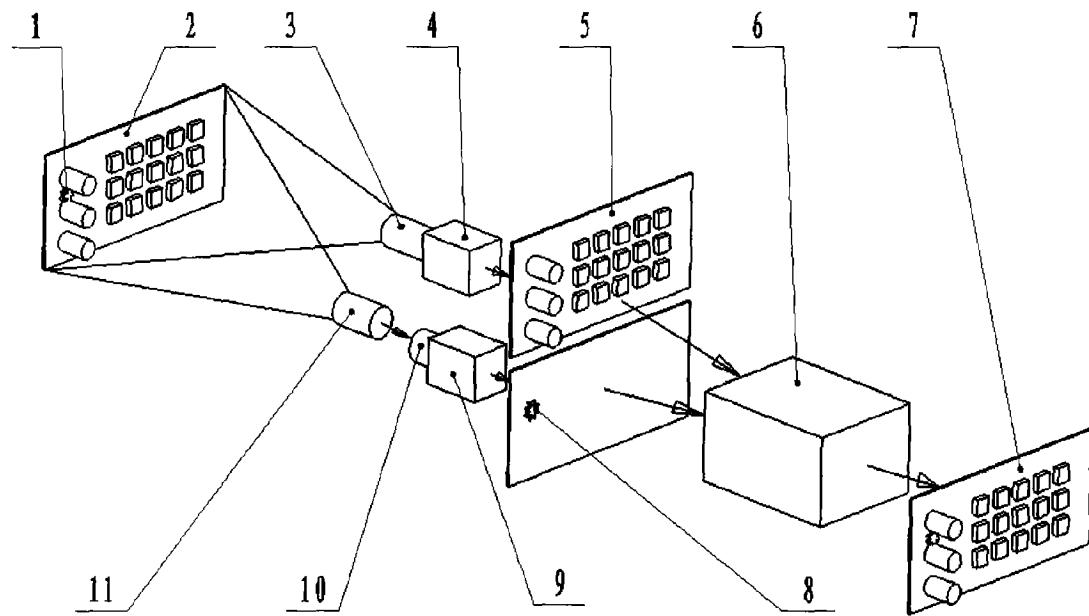


图 1

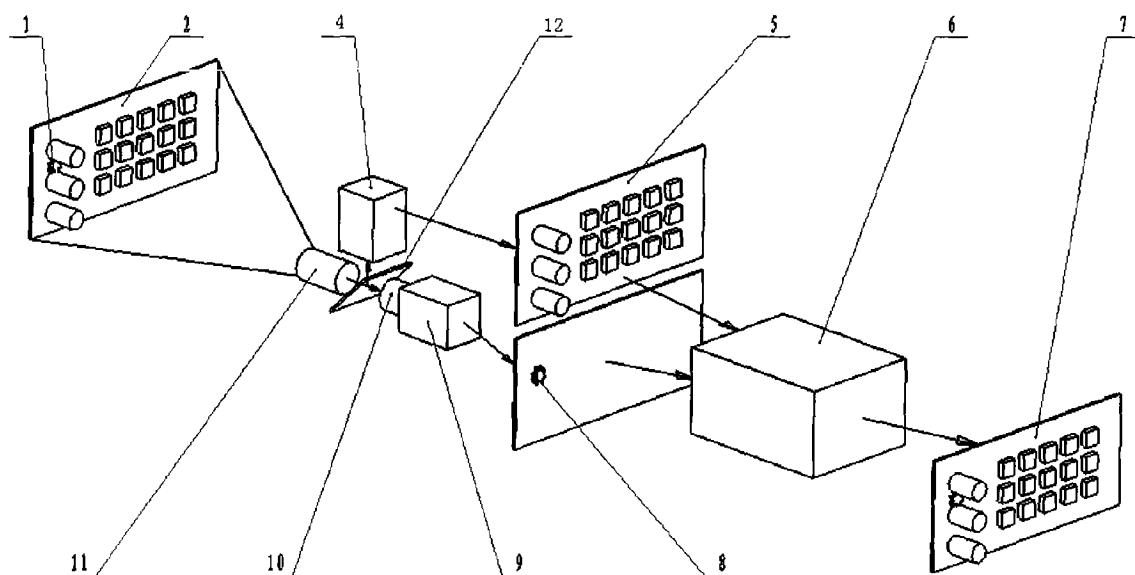


图 2

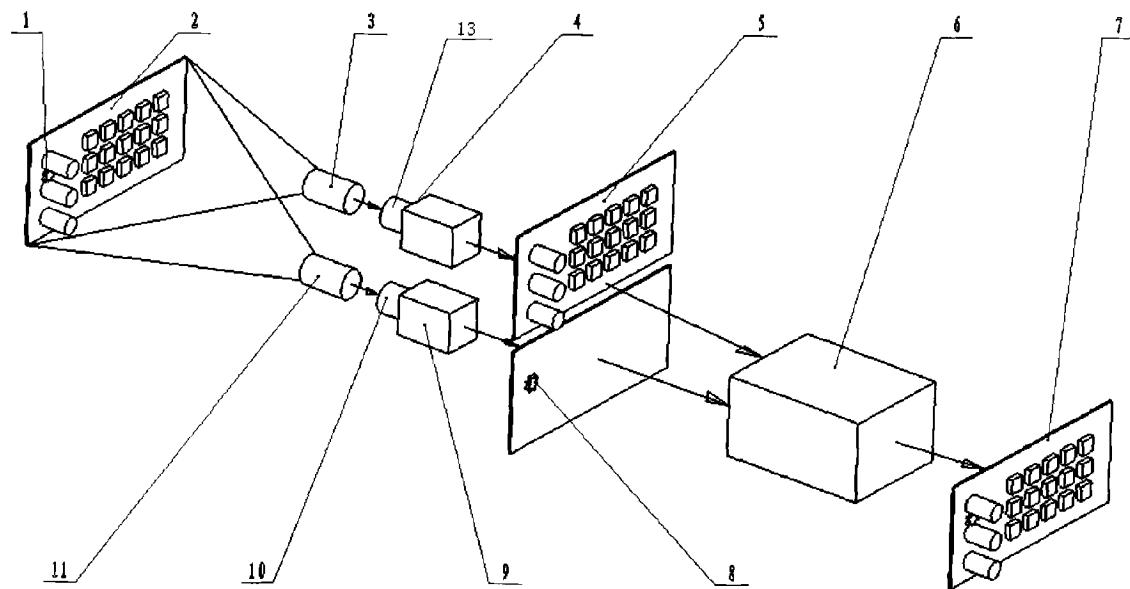


图 3

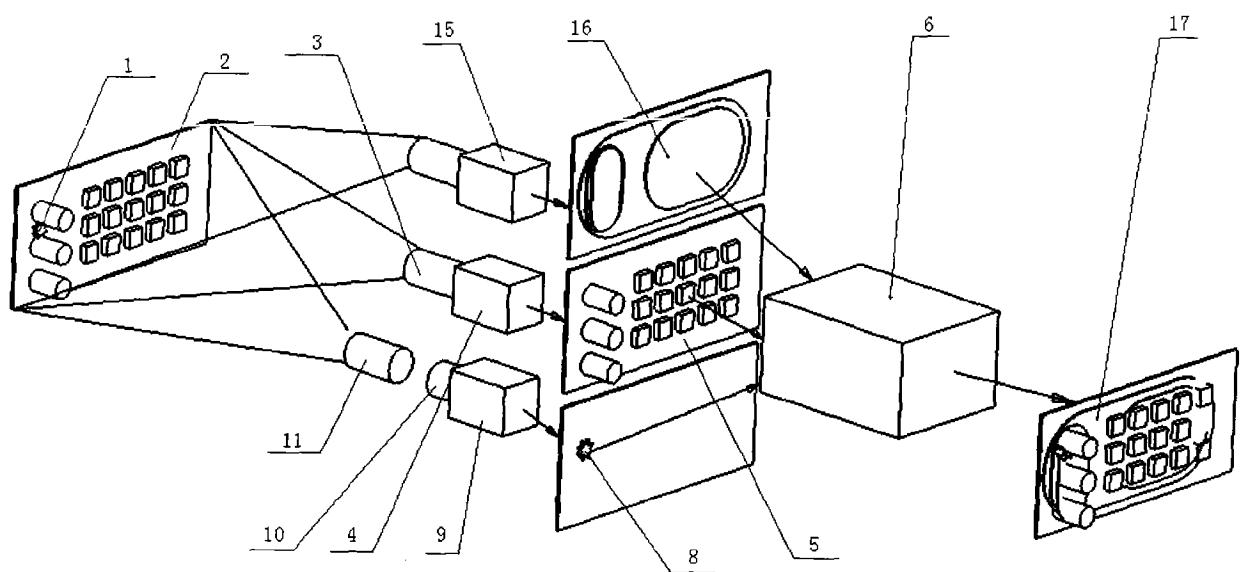


图 4