



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102435397 A

(43) 申请公布日 2012.05.02

(21) 申请号 201110261087.4

(22) 申请日 2011.09.06

(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 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 毕国玲 赵建 许文斌 隋龙
张艳超

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01M 3/04 (2006.01)

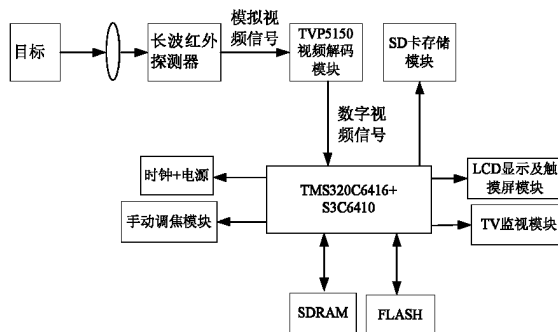
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统

(57) 摘要

一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统, 涉及电子学领域, 它解决了现有探测显示系统采用 DSP 实现高速图像处理的同时需要借助 PC 机显示完成, 无法满足系统独立性和便携性的要求, 并且现有 SF₆ 气体泄露的检测方法的计算量大、复杂度高, 采用帧间差分法检测存在漏检、不准确等问题, 采用 ARM 强大的控制能力结合 DSP 高速图像处理能力, 在诊断 SF₆ 泄漏的现场进行红外视频图像的实时采集与显示, 将采集的多帧红外序列图像进行预处理、模板匹配、取平均值、差分倍增、自适应阈值分割、形态学开运算及中值滤波算法处理, 并通过伪彩色将泄漏的 SF₆ 气体清晰地显示在系统的 LCD 屏上。本发明能够高效准确地实现 SF₆ 泄漏的探测和显示。



1. 一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统,其特征是,该系统包括长波红外探测器、TVP5150 视频解码模块、TMS320C6416、S3C6410、TV 监视模块和 LCD 显示及触摸屏模块,所述长波红外探测器对目标成像后输出模拟视频信号至 TVP5150 视频解码模块,所述 TVP5150 视频解码模块将模拟视频信号转化为数字视频信号后传送至 TMS320C6416 内的 DSP 处理器,DSP 处理器将处理后的数字信号通过 TMS320C6416 的 HPI 口将数字视频信号传送至 S3C6410,TMS320C6416 的另一个视频数据采集口将数字视频信号传送至 TV 监视模块,所述 S3C6410 将图像视频信号传送至 LCD 显示及触摸屏模块显示。

2. 根据权利要求 1 所述的一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统,其特征在于,所述 LCD 显示及触摸屏模块能够显示现场的视频图像,同时通过触摸屏操作软件界面,设置显示系统时间、设置数据的存储路径、调节 LCD 显示的亮度、实现拍照和录像、实现对存储的数据进行回放功能,并可将数据存储 in 所述的 SD 卡中。

3. 根据权利要求 1 所述的一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统,其特征在于,所述的 DSP 处理图像的过程为:首先将多帧经配准后的红外序列图像进行先取平均值后进行差分处理,其次将差分结果乘以倍增因子,再次对差分倍增后图像减去平均灰度值后再进行自适应阈值分割、形态学开运算和中值滤波处理,最后通过伪彩色处理使泄露目标准确标定。

一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统

技术领域

[0001] 本发明属于电子学领域中的视频图像采集与处理技术,具体涉及一种基于红外图像的 SF₆ 泄露探测显示系统。

背景技术

[0002] SF₆ 探测显示系统所需处理的图像数据量较大,系统不仅对运算能力有较高的要求,并且系统要求具有独立性及便携性,因此必须选用合适的硬件平台,同时还要配以高效的软件算法。

[0003] DSP 能实现高速图像的实时处理,但对于处理完成的结果必须借助 PC 机保存和显示,无法满足系统独立性和便携性的要求。综上采用 TI 公司的 DSP 芯片 TMS320C6416 进行系统软件算法处理,其主频 1G Hz,运算速度可达 8000MIPS,运算速度满足了算法的实时性要求。S3C6410 是三星公司主推的一款基于 ARM11 核的低功率、高性能应用处理器,得到业内广泛应用,能够满足系统的显示控制功能的需求。

[0004] SF₆ 气体化学性质稳定、在常态下无色无味,是世界上目前最优异的灭弧和绝缘介质,在电力系统中得到了广泛应用。但是随着设备老化,泄漏事件时有发生,常规检漏方法有:定性量检漏仪法、包扎法、刷肥皂泡法等,这些方法都需要停电作业,不仅工作量大,而且泄漏检测也不够准确。

[0005] 一般地,基于红外图像的检漏定位算法有神经网络、图像局部熵法、基于小波变换似然比检测法、图像流法等。这些算法计算量大、复杂度高,不易于硬件实现,无法满足工程中实时性的要求。目前对于静态背景下探测弱小目标,大都采用直接帧间差分法。但是红外图像由于光照变化及各种噪声的影响,红外图像一般对比度低,观察者难以探测到目标。而作为探测目标的 SF₆ 气体为低温气体,气体目标边缘模糊,这样更加大了探测的难度。在直接差分的图像中除运动变化的目标点外的很多像素点上的值都不为零,为伪运动信息。为确保有效的抑制虚假运动的目标信号,采用将帧间差分的结果相乘,得到非常尖锐的相关峰,可作为检测目标的中心点,能检测出形状、大小不变或近似不变的弱小目标。由于 SF₆ 气体是微弱变化的目标,并且气体泄露后,根据当时的自然环境不同,气体扩散飘移的形状、位置都是随机的,并且泄漏气体的面积逐渐扩大,只通过占少量像素尖锐的相关峰来确定目标,是非常不全面不稳定的,有时甚至会出现漏检的情况;如何能够准确地探测到气体微弱变化的泄露目标,同时兼顾考虑图像处理的速度,提高系统的实时性,是目前需要解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明为解决现有现有探测显示系统采用 DSP 实现高速图像处理的同时需要借助 PC 机显示完成,无法满足系统独立性和便携性的要求,并且现有 SF₆ 气体泄露的检测方法的计算量大、复杂度高,采用帧间差分法检测存在漏检、不准确的问题,提供一种 SF₆ 泄漏的红外探测显示系统。

[0007] 一种 SF_6 泄漏的红外探测显示系统,该系统包括长波红外探测器、TVP5150 视频解码模块、TMS320C6416、S3C6410、TV 监视模块、LCD 显示及触摸屏模块,所述长波红外探测器对目标成像后输出模拟视频信号至 TVP5150 视频解码模块,所述 TVP5150 视频解码模块将模拟视频信号转化为数字视频信号后传送至 TMS320C6416 内的 DSP 处理器,DSP 处理器将处理后的数字信号通过 TMS320C6416 的 HPI 口将数字视频信号传送至 S3C6410,TMS320C6416 的另一个视频数据采集口将数字视频信号传送至 TV 监视模块,所述 S3C6410 将图像视频信号传送至 LCD 显示及触摸屏模块显示。

[0008] 本发明的有益效果:

[0009] 一、本系统体积小巧,有具有独立性和便携性;可将实时的红外视频图像在系统自带的 LCD 上显示,方便灵活,易于控制。系统自带有存储功能,这样不需要借助主机,便可实现拍照、录像等功能,并存储在系统自带的 SD 卡中。

[0010] 二、系统采用的多种算法的组合使得在探测过程中沿着微弱的气体泄漏的运动轨迹快速将能量积累倍增后再进行最后的判断,有效排除各种噪声,增强扩大了变化的目标信息,有效的降低乃至消除了虚警率和漏检率,增强了系统噪声鲁棒性;

[0011] 三、系统软件算法运算量小、易硬件实现。并且系统开辟一块缓存区,存储连续的四帧图像,每探测显示完成一次,就采集一帧图像数据,将缓存中的数据更新后再去探测,每更新一帧图像就完成一次探测,保证探测频率与图像帧频一致,增强了系统的实时性。

[0012] 四、系统通过实时地获得 SF_6 泄漏的红外视频图像,利用多帧红外图像差分倍增能够探测出微量 SF_6 泄漏,并根据泄漏量的不同分别用伪彩色标记显示出来。无需将被检测设备停止工作,这样不仅节省时间及人力资源,还可降低 SF_6 气体的购买量。

附图说明

[0013] 图 1 为本发明所述的一种 SF_6 泄漏的红外探测显示系统框图;

[0014] 图 2 为本发明所述的一种 SF_6 泄漏的红外探测显示系统中图像处理的算法流程示意图;

[0015] 图 3 为本发明所述的一种 SF_6 泄漏的红外探测显示系统中差分倍增原理图;

[0016] 图 4 为本发明所述的一种 SF_6 泄漏的红外探测显示系统中采用伪彩色显示泄露气体的效果图。

具体实施方式

[0017] 具体实施方式一、结合图 1 说明本实施方式,一种 SF_6 泄漏的红外探测显示系统,本嵌入式系统对泄露现场进行视频图像的采集,常温下 SF_6 气体光谱透过率中,在红外波段 SF_6 有一个以波长 $10.56\mu\text{m}$ 为中心的吸收带,因此采用非制冷长波红外 ($8\sim 12\mu\text{m}$) 探测器进行成像。红外探测器输出的标准的 PAL 制式模拟视频信号由 TVP5150 视频解码模块进行解码后输出数字视频信号提供给 TMS320C6416 内的 DSP 进行处理。所述 DSP 将采集进来的数字信号按奇、偶场分别存储,并将存储设计为乒乓结构,使得 DSP 的读取操作可与存储体的写入操作同时进行;TMS320C6416 配置两个视频数据采集口,其中通过 HPI 口可将视频信号送往 S3C6410 的 LCD 控制寄存器,从而可以用 LCD 显示屏进行现场显示,另一个视频数据采集口也可将数字视频信号传送至 TV 进行监视。同时实现将现场拍照、录像的数据存储

在系统自带的 SD 卡中。此外,系统设有手动调焦模块,用户可根据需要手动调焦。

[0018] 本实施方式所述的 LCD 显示及触摸屏模块能够显示现场的视频图像,同时通过触摸屏操作软件界面,设置显示系统时间、设置数据的存储路径、调节 LCD 显示的亮度、实现拍照和录像、实现对存储的数据进行回放功能,并可将数据存储在所述的 SD 卡中。

[0019] 本实施方式所述的 DSP 处理图像的过程为:采用稳像后的四帧红外图像取平均值后再差分倍增的方法使差分图像中变化的相关峰范围更宽并且更加尖锐,增强了微弱的气体泄露的信息,并且将其成倍放大,更加扩大了目标与背景残留噪声的差异。将差分倍增后的图像的每个像素灰度值减去其图像的平均灰度值后,再进行自适应阈值分割、形态学开运算及中值滤波等处理,最后通过伪彩色处理使泄露目标准确地得到探测和显示。实现 SF₆ 气体的泄露探测和显示。系统泄露的探测显示频率与图像帧频一致,增强系统的实时性。

[0020] 具体的图像处理算法流程为:根据图 2 算法流程示意图,首先连续采集四帧红外图像分别记为 f1、f2、f3、f4,为了将红外图像中孤立的噪声点去除需要先对红外图像进行均值滤波处理。考虑到在探测 SF₆ 泄漏时,一般背景是固定的。但是如采用消除背景的方法,系统成像的轻微抖动将会对探测结果有很大的影响,因此需要先进行帧间的稳像和配准,以克服成像时各种因素引起的抖动。本系统采用模板匹配法进行图像的匹配。选取模板图像 M(x, y) 其大小为 m×n, F(x, y) 为待匹配图像大小为整帧图像 M×N,用 M(x, y) 在 F(x, y) 上移动,每移动一个位置, M(x, y) 在所覆盖的位置就有一个子图像 H(x, y), 计算 M(x, y) 和 H(x, y) 的相关函数,找出其中的最大值,即为最佳匹配位置。

[0021] 大小为 M×N,第 k 帧图像,有下面的表达式:

[0022] $F(i, j, k) = S(i, j, k) + G(i, j, k) + N(i, j, k)$;

[0023] F(i, j, k) 为第 k 帧图像在像素点 (i, j) 的总灰度值, S(i, j, k) 为泄露的 SF₆ 气体的灰度值, G(i, j, k) 背景的灰度值, N(i, j, k) 为图像中噪声的灰度值。

[0024] 噪声 N(i, j, k) 是系统噪声、光照不均匀和自然场景的微小变化产生的噪声等各种噪声的总和。噪声与 S(i, j, k)、G(i, j, k) 不相关,它的空间分布是随机的,帧与帧之间的分布也没有相关性。我们采用多帧累加取平均值的办法使图像中背景起伏变小,能有效的抑制和削弱噪声 N(i, j, k)。这样,我们在系统中开辟一块缓存区,存储连续的四帧图像 f1、f2、f3、f4,将这四帧图像对应像素值相加后取平均值记作 AVR₄,再将 f3 和 f4 两帧图像对应像素值相加后取平均值记作 AVR₂,这样能抑制图像中的噪声,并将运动变化的目标能累积起来,突出小目标的累加能量,提高了图像的信噪比,为快速有效地探测泄漏目标打下基础。

[0025] 此时,图像中除泄漏的目标信息 S(i, j, k) 外,还存在背景 G(i, j, k),因为之前进行了图像的配准,此时可认为背景 G(i, j, k) 是不变的。我们再进行差分运算 |AVR₄-AVR₂|,背景 G(i, j, k) 去除,剩下了我们感兴趣的目标 S(i, j, k)。其他区域的像素点的值为零或接近于零。

[0026] 实际上:

[0027] $RES0 = |AVR_4 - AVR_2| = |(f1 + f2 + f3 + f4) / 4 - (f3 + f4) / 2| = (|fk - f3| + |f2 - f4|) / 4$

[0028] RES1 = RES0 - AVR (RES0 的灰度平均值) 我们在实际工程中,优化算法后,直接求取 |f1-f3|+|f2-f4| 的值。由于 SF₆ 为低温气体,在红外图像中泄漏目标比较微弱,此时准确

探测目标还是有些困难。这里采用差分倍增法,将上面的差分结果乘以一个倍增因子 α ,所述 α 为大于 4 的正整数,倍数一般越大效果越明显,但是过大也会把噪声放大, α 具体的值应该根据实际情况而定。其差分倍增算法原理结合图 3,在图 3 中并和传统简单帧间差分、差分相乘等算法做了比较,效果显著。同时,利用缓存机制,克服传统的帧间差分法采用的是固定帧长的积累,只有在每次接收完固定帧数(这里采用四帧图像)后才能进行检测,这样就降低了检测的帧频。

[0029] 根据上面差分倍增的图像,要想清晰的提取目标,我们将采用自适应阈值分割进行二值化处理,然后采用形态学开运算即先腐蚀再膨胀用于滤除图像中区域小于结构元素的噪点。再用中值滤波进一步滤除噪声点,提取出泄漏的目标气体。当然,根据系统硬件条件、系统的成像质量等实际情况,也能选取更多帧的图像,如 6 帧、8 帧等多帧图像进行处理,能得到更好的效果。

[0030] 结合图 4,对现场目标采集的红外图像,图像大小为 320×240 ,现场图像进行处理得到泄漏的气体目标后,根据泄露量的多少,即灰度值的大小,采用伪彩色进行标记,其中 1 表示红色,代表泄露的气体浓度最高,2 表示蓝色,泄露的气体浓度偏低,3 表示绿色,泄露的气体的浓度最低。

[0031] 本发明所述的系统软件算法运算量小、易硬件实现。并且系统开辟一块缓存区,存储连续的四帧图像,每探测显示完成一次,就采集一帧图像数据,将缓存中的数据更新后再去探测,每更新一帧图像就完成一次探测,保证探测频率与图像帧频一致,增强了系统的实时性。本发明的系统移植了 WinCE 6.0 嵌入式实时操作系统,软件界面有好,可设置当地时间并显示、设置数据的存储路径、调节显示屏的亮度、可实现拍照、录像等功能,并能将现场采集的视频、图像存储在系统自带的 SD 卡中、可实现对存储的数据进行回放等功能。同时,系统设有手动调焦模块,可自行调节焦距。

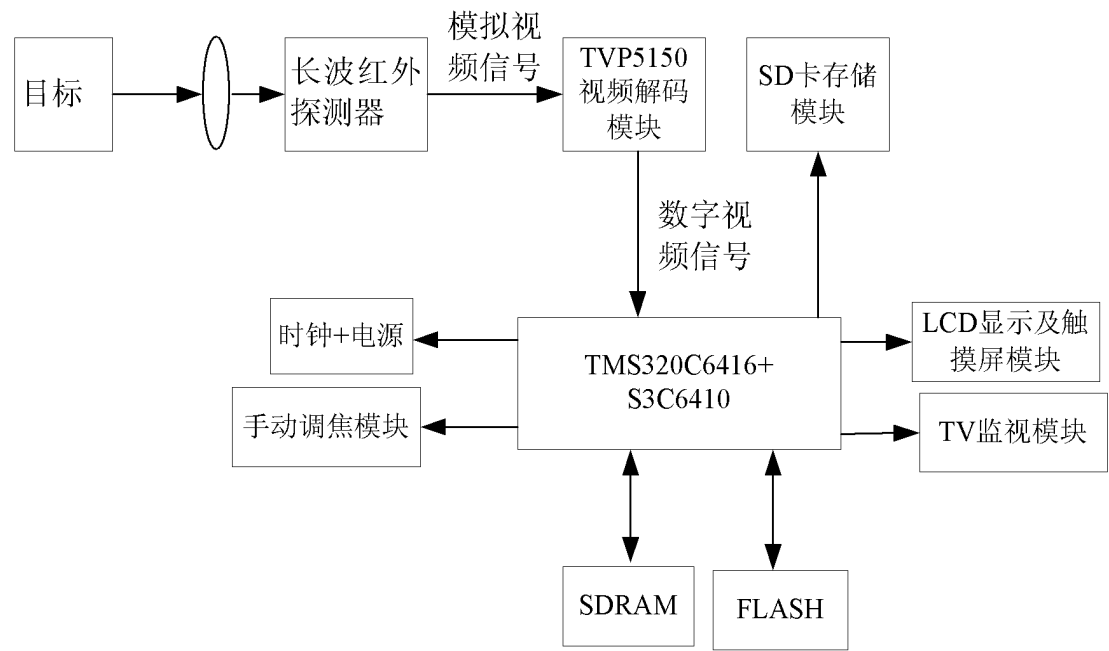


图 1

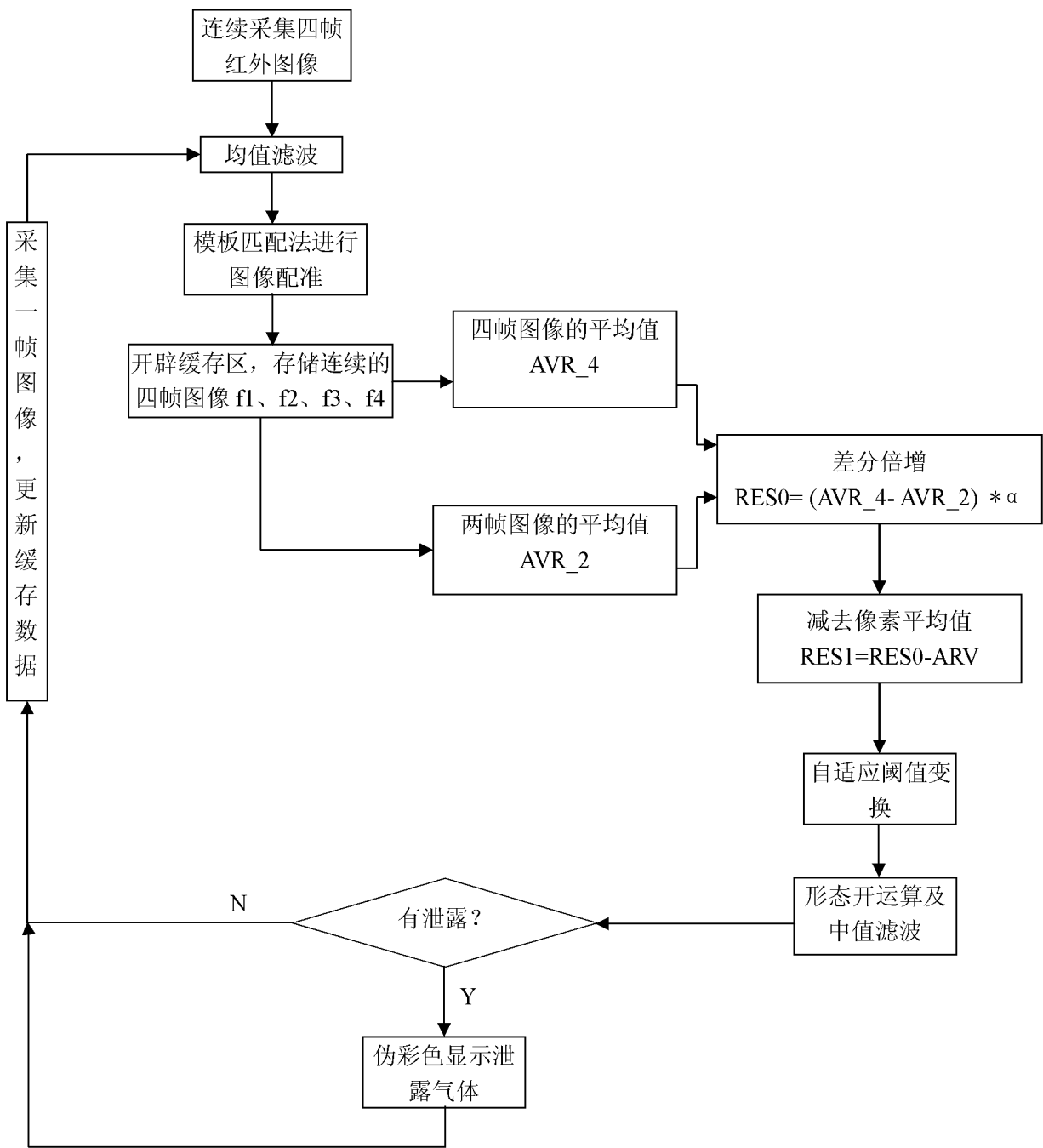


图 2

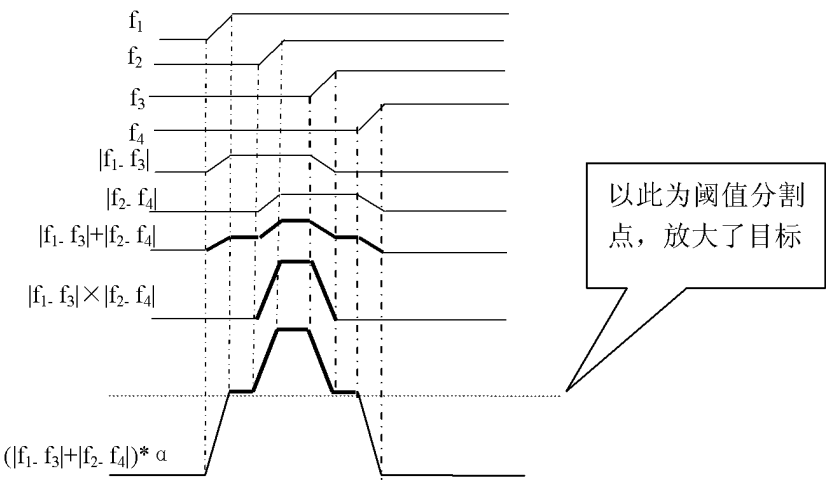


图 3

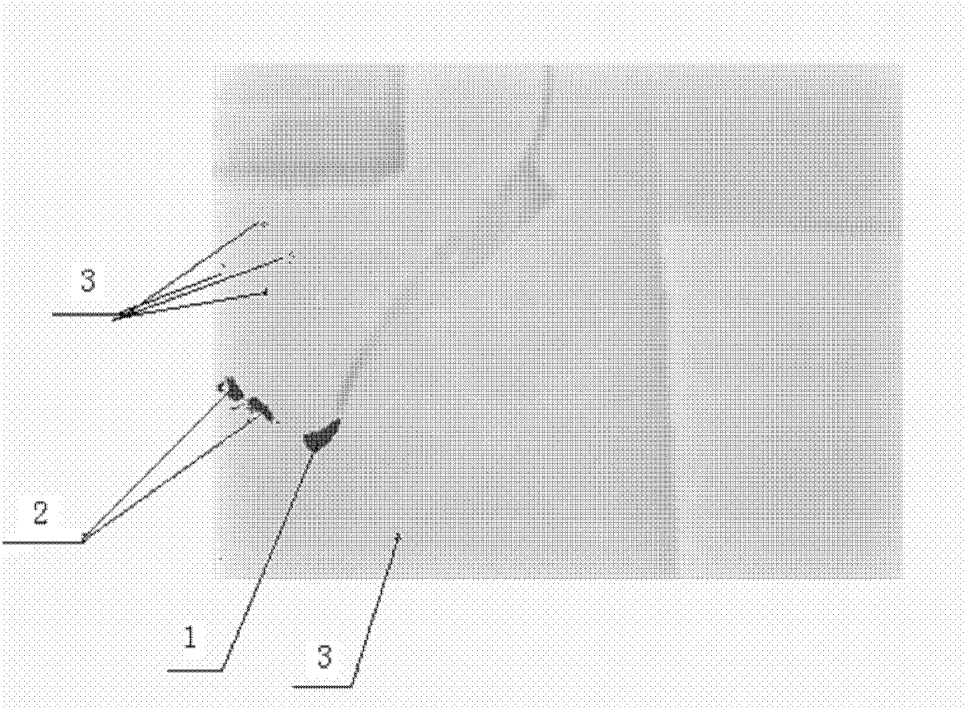


图 4