文章编号:1001-5078(2006)07-0561-04

人体分布式 8 x8元红外探测系统的应用研究

曾亦可,任伏龙,罗旖旎,吴帮军,姜胜林 (华中科技大学电子系,湖北武汉 430074)

摘 要:文章针对 8 ×8元热释电红外探测阵列设计了一种圆柱式旋转斩波调制器,它可对空间内 180 范围的目标辐射进行波形调制,同时借鉴于 ROM 的读取方式对探测阵列进行了选读电路和微电流滤波放大电路的设计,并通过软硬件模拟了电路功能,为后续研究奠定了基础。

关键词:热释电;红外探测阵列;斩波调制;选读电路 中图分类号: TN219 **文献标识码**: A

Research on the Application of the 8 ×8 IR Detector Arrays for Infrared Detect System

ZENG Yi-ke, REN Fu-long, LUO Yi-ni, WU Bang-jun, JNG Sheng-lin

(Department of Electionic Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: A kind of columned circum rotate wave-cutting modulator which can modulate the wave of space target is radiation in 180 degrees is designed for the 8 ×8 pyroelectric infrared detector arrays According to the readout method of the ROM, the design of the readout integrate circuit and tiny current filter amplifying circuit is presented The function of system is simulated through software and hardware. All the work make the foundation for the later research

Key words: pyroelectric; infrared detector arrays; wave-cutting modulate; readout integrate circuit

1 引 言

热释电探测器是利用热释电材料自发极化强度 随温度变化所产生的热释电效应来探测红外辐射能 量^[1]的器件,其响应速度快、探测率高、频率响应 宽、可在室温下工作^[2],并且已被广泛应用于军事、 航空航天等尖端技术领域和非接触遥测温度、家电 自动化控制及热成像等民用部门^[3]。由于热释电 挥测阵列的探测范围、分辨率及成像效果等都优于 单元探测器,因此热释电探测阵列已成为研究热点。 本文介绍了一种 8 ×8元热释电红外探测系统,它包 括光学调制、探测阵列构造、探测阵列选读电路以及 放大滤波电路等部分。

- 2 人体分布式 8 x8元红外探测系统
- 2.1 光学调制系统

7

为了探测目标的方位,需要对目标辐射能进行

调制,即把红外系统所接收到的恒定辐射能转换为 随时间变化的辐射能,并使变化辐射能的某些特征 (幅度、频率、相位等)随着目标在空间的不同方位 而变化。这样,调制后的目标辐射能随时间而变化, 它包含了目标的方位信息。调制后的辐射能经探测 器进行光电转换后得到交变电信号,交变电信号经 过处理后,就可检测出目标的方位信息^[4]。

图 1为针对 8 x8元红外探测敏感元阵列所设 计的圆柱式旋转斩波调制器轴向截面图^[5],其中,1

算机系统的研究工作。 收稿日期: 2005-12-22;修订日期: 2006-03-07

资助项目:国家自然科学基金重大研究计划(90201028);国家 "973 计划项目(2004CB619300);教育部"新世纪优秀人才支持计 划"(NCET-04-0703);华中科技大学研究生创新基金。

作者简介:曾亦可,男,华中科技大学电子科学与技术系副教授, 主要从事铁电材料及其元器件,电子材料设计与测量,虚似仪表和计

为半柱形固定光阑;2为柱形旋转斩波器;3为 R透 镜组;4为 8 x8元红外探测敏感元阵列,阵列置于 透镜的焦平面处。半柱形固定光阑与柱形斩波器同 轴,它的主要作用是为辐射能的调制提供一个参照。 柱形斩波器的柱面被分成均匀的多个区域,A表示 红外辐射在该柱面区域无法透过(不透明),B表示 该柱面区域可透过红外辐射(透明)。图 2为圆柱 式旋转斩波器工作原理图,其中 1为固定光阑;2为 柱形斩波器。图中 为光阑相对柱轴的张角,斩波 器的明暗区域对柱轴的张角均为 。柱形斩波器以

562

3所示。

的角速度匀速旋转。下面考虑目标像从 t=0至 $t=2^{2}$ 一个周期内的情况,其斩波系统输出波形如图

一、从 t=0开始,通过斩波器的辐射功率将线 性增加,直到 t=一时,光阑与柱形斩波器透明区域 完全对应,辐射功率达到最大值(设此最大值为 P_0),这是线性上升段,见图 3中的 oa段;

二、从 t=一到 t=一,通过柱形斩波器的辐射功 率一直保持不变为最大值,见图 3中的 ab段;



图 1 圆柱式旋转斩波调制器

Fig 1 the columned circum rotate wave-cutting modulator



图 2 柱式旋转斩波器工作原理图 Fig 2 the principle of columned circum rotate wave-cutting modulator 三、从 t=一开始,目标像进入斩波器的不透明

区域,通过斩波器的辐射功率将线性减少,直至从 t =---+为止,这是线性下降区,见图 3中的 bc段;

四、从
$$t = --+$$
到 $t = 2$,目标像全部进入不透

明区域,全部辐射功率被挡,通过柱形斩波器的辐射功率一直保持为零,见图 3中的 cd段。





Fig 3 output of the wave-cutting system

至此,柱形斩波系统完成了一个周期的辐射 调制,产生的波形为周期性梯形波。普通的平面 斩波调制系统一般只能对某个方向的红外辐射进 行调制,而本文所设计的调制系统可对空间 180° 范围的红外辐射进行调制,并且具有实时可控的 优点。适当设计光阑大小、斩波器透光区域大小 以及斩波器的转动角速度,就能够得到不同形状 和周期的波形。

2 2 8 ×8元红外探测敏感元阵列与选读电路

红外探测敏感元阵列是获取景物红外辐射信息 (热辐射信息)的重要光电元件。为了简化选读电 路的构造,在设计探测单元选读功能时,将探测单元 的各行、各列分别连接起来,整个探测器阵列可看作 是 16个输出引脚的模块,如图 4所示,其中每个可 变电容代表一个探测单元。这样,在设计选读电路 时,只需要考虑选读这 8行和 8列的信息。

借鉴于 ROM 的读取方式,选读电路的设计思路为,首先对探测器阵列的行进行选中,例如选择了 第一行,便选择了 8个探测单元,然后保持这一行选 中不变,对探测敏感元阵列的列依次选中,只有当探 测单元所对应的行和列同时被选中时,它所具有的 信息才会被读出。当 8列都被选中过后,电路从选 中第一行变为选中第二行,依此类推,最终将把 64 个单元全部读出。其中选中某行和某列后,通过一 个低电平有效的三态门实现信号的输出。图 5为选 读电路的连线图,它的选读功能由 74161、74138以 及 7404集成芯片来实现^[6]。通过面板搭载电路的 检测以及 Orcad软件的仿真模拟^[7],此电路很好地 达到了设计要求。图 6为选读电路仿真波形,其中 V3 Y0~V3 Y7和 V4 Y0~V4 Y7分别表示敏感元 阵列的列与行被选中,选中信号以低电平有效。



2.3 信号处理

由于热释电探测敏感元具有很高的内阻且输出 的电流信号极为微弱,仅 pA 数量级。因此,为获得 足够大小的电信号,就需要在探测敏感元输出端设 置阻抗匹配与放大电路。通常人体移动时的频率为 0.1~10Hz,为了滤除此范围以外的杂散信号,就需 要在放大电路后设置滤波电路,对通过的电信号进 行筛选,以提高系统的抗干扰性。



阻抗匹配电路使用结型场效应管构成的源跟随器^[8-9],通过对探测敏感元的阻抗匹配,可实现微电流信号的放大输出。阻抗匹配电路后的电压放大电路其增益设计为 100倍,通频带为 0.2~10Hz。图 7 为信号处理电路^[10-11],其中,A、B 与 *R*₃、*R*₄、*R*₅、*R*₆ 组成了二级直耦合放大电路,整个耦合放大电路的 总增益为:

$$A = A_A \cdot A_B = (1 + \frac{R_4}{R_3}) (1 + \frac{R_6}{R_5})$$
(1)

图 7中, R_1 和 R_2 用来组成分压器对运放提供 电压偏置,将 A 静态时的输入电位提高到 $\frac{1}{2}V_{DD}$ 。 放大后的电信号送给由 C、D 与 R_7 、 R_8 、 C_1 、 C_2 组成 的带通滤波放大电路,其中, R_7 、 C_1 构成一阶无源低 通滤波器; R_8 、 C_2 构成一阶高通无源滤波器,它们的 上限和下限截止频率分别为:

1

$$f_{H} = \frac{1}{2 R_{7} C_{1}} \pi f_{L} = \frac{1}{2 R_{8} C_{2}}$$
(2)

运放 C和 D都按照电压跟随器的形式来连线, 这样可使电路具有很大的输入阻抗和较小的输出阻抗,使电路带负载能力大大提高。根据对电路增益和通频带的要求,电路中各电阻、电容的参数值可以 计算得出,它们分别为: $R_1 = R_2 = 100$ k, $R_3 = R_5 = 1$ k, $R_4 = R_6 = 10$ k, $R_7 = 796$ k, $R_8 = 16$ k, $C_1 = C_2 = 1$ µF。由 (1)和 (2)式可计算出电压放大倍数 A = 121,上限截止频率为 $f_H = 0$ 2Hz,下限截止频率 为 $f_L = 10$ Hz。

3 总体构造与应用

变频空调用人体分布式 8 ×8元红外探测系统 的结构分为外壳、固定光阑、球形透镜组、圆柱式旋 转斩波调制器、8 ×8元红外探测器敏感元阵列、阻 抗匹配与电压放大电路以及低频带通滤波电路等八 个部分。图 8为整个探测系统的结构简图和沿轴向 的截面图,其中,1为探测器外壳;2为固定光阑;3 为球形透镜;4为圆柱式旋转斩波调制器;5为探测 器敏感元阵列;6为选读电路;7为阻抗匹配与放大 电路;8为带通滤波电路。



Fig 8 the solid and axing section surface of detector

本红外探测系统可以应用于变频空调器上,也 可以独立成一个功能器件。热释电红外探测器中的 敏感元可以探测一定区域内红外辐射的变化,当室 内有人体进出或已在室内的人体进行活动时,红外 探测器敏感元阵列将对红外辐射的变化进行探测, 并及时将探测信息发送至空调器的控制机构。空调 器将所得的电信号与预先设置的基准信号进行比 较,以此来判断哪个区域红外辐射的变化,然后对空 调压缩机的功率进行调整,同时使空调的出风口转 向辐射能量增加的地方,以实现智能调节室温的功 能。当室内辐射能所转化的电信号在长时间内与基 准信号相同时,空调器将认为室内无人存在,关闭主 电源以达到智能关机的功能。

4 总 结

本文对人体分布式 8 x8元红外探测系统的光 学调制、选读电路、放大电路和带通滤波电路进行了 研究与设计,其构造及设计可同样用于其他的红外 探测系统。其中圆柱式旋转斩波调制器可对空间 180度范围内的目标进行探测,大大提高了探测区 域;在结构设计上将微信号处理电路放置在选读电 路之后,可以实现仅用一个放大滤波电路而读出 64 个探测单元信号的功能,从而使得探测系统的组成 大为简单;与此同时还利用 Orcad软件对上述电路 进行仿真模拟,使电路的准确性得到了验证,而这些 探索都为后续更进一步的研究打下了基础。

参考文献:

- [1] 陈继述,胡荣,徐平茂.红外探测器[M].北京:国防工 业出版社,1986
- [2] Katsuya Morinaka, Kazuhiko Hashimoto, Shinji Tanaka, et al Human information sensor[J]. Sensors and Actuators, 1998, A66: 1 - 8.
 - [3] 森慎一郎.高灵敏度小型热释电 红外传感器 [J]. * じ +技术, 1992,12(12):166 - 170.
 - [4] 杨宜禾,岳敏.红外系统[M].北 京:国防工业出版社,1985.
 - [5] Kazuhiko Hashimoto, Katsuya Morinaka, Satoshi Matsueda Development of people-couting system with human-information sensor using multi-elemengt pyroelectric infrared array detector [J]. Sensors and Actuators, 1997, A58: 165 - 171.
- [6] 康华光.电子技术基础 —数字部分(第四版)[M].北 京:高等教育出版社,2002
- [7] 王辅春. OrCAD9. 0简明教材 [M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [8] 刘梅冬,陈实,李元昕,等.铁电薄膜热释电非制冷红外传感器研究[J].仪表技术与传感器,2004,2:3-5.
- [9] 周湘峻. 热释电人体红外传感器及其应用 [J]. 电子计 数应用, 1994, 4: 45 - 46.
- [10] 康华光. 电子技术基础 —模拟部分 (第四版) [M]. 北京:高等教育出版社, 2002, 350 361.
- [11] 陈永甫. 红外探测与控制电路 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2004.