



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 396 728** (13) **C1**

(51) МПК  
*H04N 5/335* (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2009128800/28**, **27.07.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.07.2009**

(45) Опубликовано: **10.08.2010** Бюл. № **22**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **SU 1818709 A1**, **30.05.1993**. **SU 1494246 A1**,  
**15.07.1989**. **SU 1264373 A1**, **15.10.1986**. **SU**  
**1737753 A1**, **30.05.1992**. **SU 1798929 A1**,  
**28.02.1993**.

Документ находится в Патентном отделе

**ОКБ АСТРОН**

140081, Московская область, г.Лыткарино,  
ул.Парковая, д.1

## (54) УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

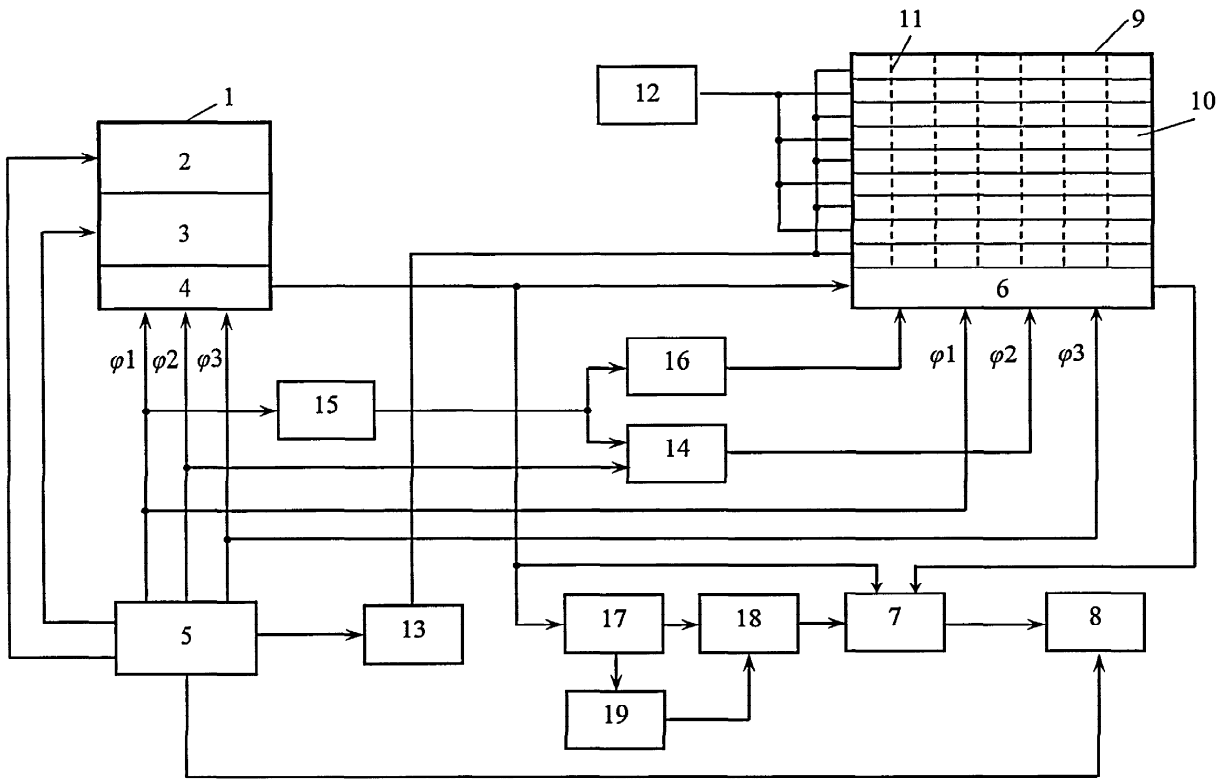
(57) Реферат:

Изобретение относится к технике телевидения и может использоваться для анализа и исправления недостатков изображений. Устройство содержит: матрицу ПЗС, блок усреднения и регистр сдвига, источник постоянного напряжения, синхрогенератор, генератор прямоугольных импульсов, элемент ИЛИ, блок вычитания,

видеоконтрольное устройство, генератор наносекундных импульсов, инвертор, пороговое устройство, репрограммируемое запоминающее устройство, блок компенсации. Технический результат - повышение точности формирования сигналов изображения за счет коррекции выходного сигнала с учетом нелинейного режима работы схемы считывания на основе ПЗС. 1 ил., 1 табл.

RU 2 396 728 C1

RU 2 396 728 C1





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*H04N 5/335* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(34) **DEVICE FOR COMPENSATING FOR THERMAL**

**IMAGE SIGNAL DISTORTIONS** Документ находится в Патентном отделе

(57) Abstract:  
(24) Effective date for property rights:  
FIELD: physics.

**ОКБ АСТРОН**

140081, Московская область, г.Лыткарино,  
ул.Парковая, д.1

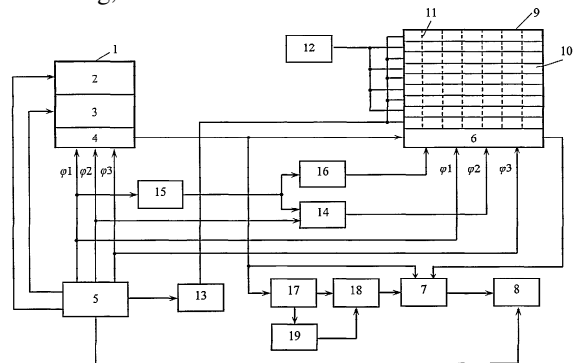
SUBSTANCE: device contains the following:

(35) Date of publishing **10.08.2010** Bull. **22**  
matrix, dc voltage source, clock generator, rectangular pulse generator, OR element, subtraction unit, video monitor, nanosecond pulse generator, inverter, threshold device, reprogrammable memory, compensation unit.

EFFECT: more accurate generation of image signals owing to correction of the output signal taking into account nonlinear operation mode of the

CCD based subtraction circuit.

1 dwg, 1 tbl



RU 2 396 728 C1

RU 2 396 728 C1

Изобретение относится к технике телевидения и может использоваться для анализа и исправления недостатков изображений.

Для повышения четкости и контраста изображений в устройствах первичной обработки изображений широко распространен метод нерезкого маскирования [1].

5 Известно устройство, содержащее датчик видеосигналов четкого изображения и датчик видеосигналов расфокусированного изображения, выходы которых соединены со входами вычитающего каскада [2]. Данное устройство компенсирует разброс характеристик отдельных элементов. В случае обработки сигналов тепловизионных изображений наблюдаются нелинейные искажения сигналов, из-за перехода  
10 первичных преобразователей выполненных, как правило, на приборах с зарядовой связью (ПЗС), в нелинейный режим работы.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство формирования сигналов изображения [3]. Устройство обеспечивает повышение точности формирования  
15 сигналов изображения за счет использования режима скользящей расфокусировки.

Прототип содержит матрицу ПЗС, состоящую из секции накопления, секции памяти и выходного регистра. Под действием последовательности импульсов, формируемых синхрогенератором, осуществляет преобразование сигналов, поступающих в секцию  
20 накопления, в зарядовые пакеты, которые с выхода выходного регистра поступают на второй вход блока вычитания и на информационный вход регистра сдвига.

Расфокусированный по горизонтали и по вертикали (что равносильно выполнению низкочастотной фильтрации) сигнал с выхода регистра сдвига под действием  
25 последовательностей импульсов, формируемых синхрогенератором поступает на первый вход блока вычитания, где он вычитается из исходного сигнала, подаваемого на второй вход блока вычитания. Это эквивалентно осуществлению операции регулируемой двумерной фильтрации верхних частот, что приводит к повышению контрастности изображения. С помощью блока задержки, генератора наносекундных  
30 импульсов, инвертора и элемента ИЛИ обеспечивается подача импульсов скользящей расфокусировки по горизонтали в регистр сдвига после каждого сдвига зарядовых пакетов. Короткий импульс скользящей расфокусировки по горизонтали поступает через инвертор на вход разрешения записи регистра сдвига и запрещает ввод информации. Импульс с выхода генератора наносекундных импульсов подается через  
35 элемент ИЛИ на вход второй фазы регистра сдвига. В результате под всеми затворами регистра сдвига образуется общая потенциальная яма, за счет чего производится последовательная скользящая расфокусировка сигнала изображения.

Недостатком прототипа является искажение сигнала, возникающее вследствие  
40 перехода схемы считывания в нелинейный режим работы.

Описание нелинейной рабочей характеристики возможно с использованием полинома не ниже третьей степени [4]. В этом случае для тока  $I_{яч}$  справедливо:

$$I_{яч}(L_{вх}) = I_0 + a_1 L_{вх} + a_2 (L_{вх})^2 + a_3 (L_{вх})^3, \quad (1)$$

45 где  $I_0$  - значение темнового тока болометра, определяемое схемотехническим решением конкретного образца;

$L_{вх}$  - значение яркости оцифрованного сигнала.

Для неохлаждаемых микроболометрических матриц применяются различные схемы термокомпенсации, которые позволяют принять  $I_0$ , равным 0.

50 Из выражения (1) видно, что коэффициент передачи, определяемый как производная от рабочей характеристики в каждой точке характеристики, не является линейным. Следует отметить, что в точке экстремума рабочей характеристики производная стремится к нулю, что не вполне соответствует реальному процессу. С

учетом этих факторов введем приведенный коэффициент передачи  $K_n(L_{BX})$ , который задается аналитическим выражением:

$$K_n(L_{BX}) = \begin{cases} K_n(L_{BX}) + \chi & \text{при } K_n(L_{BX}) > 0 \\ \frac{1}{K_n(L_{BX}) + \chi} & \text{при } K_n(L_{BX}) \rightarrow 0, \end{cases} \quad (2)$$

где  $\chi$  - постоянный коэффициент, зависящий от характеристик конкретного образца.

На основании выражений (1) и (2) для передаточной характеристики ячейки реакция системы на произвольное воздействие будет определяться сверткой во временной области. В этом случае в соответствии с теоремой о непрерывно-временном преобразовании Фурье [5] с учетом нелинейного характера происходящих процессов для спектра изображения получим:

$$H(\omega_x, \omega_y) = L_{BX} X_0 Y_0 \text{Sinc} \frac{\omega_x X_0}{2} \text{Sinc} \frac{\omega_y Y_0}{2} \exp \left[ -j \left( \frac{\omega_x X_0}{2} + \frac{\omega_y Y_0}{2} \right) \right] \times \\ \times K_n(L_{BX}) \cdot \left( L_{BX} X_0 Y_0 \text{Sinc} \frac{\omega_x X_0}{2} \text{Sinc} \frac{\omega_y Y_0}{2} \right), \quad (3)$$

где  $X_0$  и  $Y_0$  - размеры сцены наблюдения, м;  
 $\omega_x$  и  $\omega_y$  - пространственные частоты,  $m^{-1}$ .

Данное выражение позволяет оценить перераспределение энергии спектральных составляющих с учетом нелинейности системных характеристик первичного преобразователя.

Таким образом были рассчитаны изменения амплитуд составляющих пространственного спектра и значения спектрального максимума  $\omega(L_{max})$ .

Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица								
Перераспределение энергии спектра тепловизионного сигнала								
Частотные составляющие	Сдвиг частотных составляющих относительно тактовой частоты							
	1*	1.05*	1.1*	1.15*	1.2*	1.25*	1.3*	1.35*
$I(\Delta\omega_0)$	0	0	0	0,03	0,044	0,098	0,175	0,293
$L(\Delta\omega_{0,25})$	0	0,002	0,02	0,01	0,003	0,004	0,006	0,007
$\omega(L_{max})$	0	0	0,035	0,04	0,05	0,057	0,059	0,068

\* - амплитуда дестабилизирующего воздействия относительно максимального значения, соответствующего линейному участку рабочей характеристики

Данные, представленные в таблице, позволяют скорректировать искажения сигналов тепловизионного изображения, вызванные переходом ячеек ПЗС в нелинейный режим работы.

Цель изобретения - повышение точности формирования сигналов изображения за счет коррекции выходного сигнала с учетом нелинейного режима работы схемы считывания на основе ПЗС.

Поставленная цель достигается тем, что при формировании сигналов изображения используются данные о перераспределении энергии спектральных составляющих тепловизионного изображения в зависимости от амплитуды входного воздействия.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где представлена структурная схема предлагаемого устройства компенсации искажений сигналов тепловизионного изображения.

Устройство компенсации искажений сигналов тепловизионного изображения содержит матрицу 1 ПЗС, состоящую из секции 2 накопления, секции 3 памяти и

выходного регистра 4, синхрогенератор 5, регистр 6 сдвига, блок 7 вычитания, видеоконтрольное устройство 8, блок 9 усреднения, выполненный на основе ПЗС и содержащий затворы 10, которые объединены в две фазы, стоп-каналы 11, источник 12 постоянного напряжения, генератор 13 прямоугольных импульсов, элемент 14 ИЛИ, генератор 15 наносекундных импульсов, инвертор 16, пороговое устройство 17, блок 18 компенсации и репрограммируемое ПЗУ (РПЗУ) 19. Регистр 6 сдвига выполнен на общей с блоком 9 усреднения подложке, выход источника 12 постоянного напряжения соединен с первой фазой блока 9 усреднения, первый выход синхрогенератора 5 соединен с управляющим входом секции 2 накопления, второй выход синхрогенератора 5 соединен с управляющими входами секции 3 памяти, третий, четвертый и пятый выходы синхрогенератора 5 соединены с фазовыми входами выходного регистра 4 матрицы 1 ПЗС, третий и пятый выходы также соединены с первым и третьим фазовыми входами регистра 6 сдвига соответственно. Третий выход синхрогенератора 5 подключен к управляющему входу генератора 15 наносекундных импульсов, выход которого подключен ко входу инвертора 16, выход которого соединен со входом разрешения записи регистра 6 сдвига и с первым входом элемента 14 ИЛИ, второй вход которого соединен с четвертым выходом синхрогенератора 5. Шестой и седьмой выходы синхрогенератора 5 соединены соответственно со входом генератора 13 прямоугольных импульсов, выход которого подключен ко второй фазе блока 9 усреднения, и с управляющим входом видеоконтрольного устройства 8. Выход выходного регистра 4 матрицы 1 ПЗС соединен с информационным входом регистра 6 сдвига и со вторым входом блока 7 вычитания, третий вход которого подключен к выходу регистра 6 сдвига, а выход блока 7 вычитания подключен ко входу видеоконтрольного устройства 8. Также выход выходного регистра 4 матрицы 1 ПЗС соединен со входом порогового устройства 17, первый выход которого подключен к управляющему входу РПЗУ 19, а второй - к информационному входу блока 18 компенсации, управляющий вход которого соединен с выходом РПЗУ 19, а выход блока 18 компенсации подключен к первому входу блока 7 вычитания.

Устройство работает следующим образом.

Матрица 1 ПЗС под действием последовательности импульсов, формируемых синхрогенератором 5, осуществляет считывание тепловизионного изображения и формирование зарядовых пакетов, которые с выхода выходного регистра 4 матрицы 1 ПЗС поступают на второй вход блока 7 вычитания, на информационный вход регистра 6 сдвига и на вход порогового устройства 17. Расфокусированный по горизонтали и по вертикали (что равносильно выполнению низкочастотной фильтрации) сигнал изображения с выхода регистра сдвига 6 под действием последовательностей импульсов, формируемых синхрогенератором 5 и поступающих на входы первой, второй и третьей фаз регистра 6 сдвига, поступает на первый вход блока 7 вычитания, где он вычитается из сигнала исходного изображения, подаваемого на второй вход блока 7 вычитания. Это эквивалентно осуществлению операции регулируемой двумерной фильтрации верхних частот, что приводит к повышению контрастности изображения, получаемого в видеоконтрольном устройстве 8, синхронизация которого осуществляется с седьмого выхода синхрогенератора 5. В момент действия импульса горизонтальной расфокусировки пропорционально разбросу емкостей затворов описываемое устройство обеспечивает с помощью генератора 15 наносекундных импульсов, инвертора 16 и элемента 14 ИЛИ подачу импульсов скользящей расфокусировки по горизонтали в регистр 6

сдвига после каждого сдвига зарядовых пакетов с задержкой, соответствующей времени обработки. При этом короткий импульс скользящей расфокусировки по горизонтали поступает через инвертор 16 на вход разрешения записи регистра 6 сдвига, в результате чего на время действия этого импульса запрещается ввод информации в регистр 6 сдвига. Импульс с выхода генератора 15 наносекундных импульсов подается через элемент 14 ИЛИ на вход второй фазы регистра 6 сдвига в момент совпадения двух его других фазовых импульсов. В результате под всеми затворами регистра 6 сдвига на время длительности импульса скользящей расфокусировки по горизонтали образуется общая потенциальная яма, что вызывает ненаправленное кратковременное растекание зарядовых пакетов вдоль регистра 6 сдвига. Таким образом, производится одновременное перемещение сигнала в регистре 6 сдвига и его последовательная скользящая расфокусировка. Каждая из выборок сигнала последовательно расфокусируется на каждой из емкостей независимо от номера выборки.

В случае перехода ячеек ПЗС в нелинейный режим работы со второго выхода добавленного порогового устройства 17 сигнал изображения поступает на управляющий вход добавленного РПЗУ 19, с выхода которого на управляющий вход добавленного блока 18 компенсации поступает управляющий сигнал, соответствующий амплитуде входного сигнала. В блоке 18 компенсации происходит коррекция частоты сигнала, поступающего на его первый вход с выхода порогового устройства 17 в соответствии с сигналами управления, поступающими с выхода РПЗУ 19, которые рассчитаны по формуле (3) и соответствуют частотным искажениям сигнала (таблица), вызванными переходом ячеек матрицы 1 ПЗС в нелинейный режим работы.

Сформированный компенсационный сигнал, соответствующий искажению тепловизионного сигнала в частотной области, подается на первый вход блока 7 вычитания.

Предлагаемое устройство компенсации искажений сигналов тепловизионного изображения позволяет компенсировать искажения тепловизионных сигналов, возникающие вследствие перехода схемы считывания в нелинейный режим работы, за счет учета и подавления частотных искажений, соответствующих амплитуде входного сигнала.

#### Источники информации

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. Р.Гонсалес. Р.Вудс. Пер. с англ. под ред. П.А.Чичоа. - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.
2. А.с. СССР 1332561, МКИ<sup>2</sup> 4 Н04N 5/335. Устройство формирования сигналов изображения. С.И.Мирошниченко, А.В.Киселев. - №4020447/24-09; Заявл. 11.02.86; Оpubл. 23.08.87, Бюл. №31. - 3 с.: ил.
3. А.с. СССР 1483673, МКИ<sup>2</sup> 4 Н04N 5/335. Устройство формирования сигналов изображения. С.И.Мирошниченко, Е.В.Куренной. - №4280314/24-09; Заявл. 09.06.87; Оpubл. 30.05.89, Бюл. №20. - 3 с.: 2 л. ил.
4. Бессонов Л.А. Нелинейные электрические цепи. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1987. - 345 с.: ил.
5. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. Пер. с англ. Р.С. Вилькинштейн. - М.: Мир, 1990. - 584 с.: ил.

#### Формула изобретения

Устройство компенсации искажений сигналов тепловизионного изображения,

содержащее матрицу ПЗС, блок усреднения и регистр сдвига, выполненные на основе ПЗС, источник постоянного напряжения, синхрогенератор, генератор прямоугольных импульсов, элемент ИЛИ, блок вычитания, видеоконтрольное устройство, генератор наносекундных импульсов и инвертор, где регистр сдвига выполнен на общей с  
5 блоком усреднения подложке, выход источника постоянного напряжения соединен с первой фазой блока усреднения, первый выход синхрогенератора соединен с управляющим входом секции накопления, второй выход синхрогенератора соединен с управляющими входами секции памяти, третий, четвертый и пятый выходы  
10 синхрогенератора соединены с фазовыми входами выходного регистра матрицы ПЗС, третий и пятый выходы также соединены с первым и третьим фазовыми входами регистра соответственно, третий выход синхрогенератора подключен к управляющему входу генератора наносекундных импульсов, выход которого  
15 подключен ко входу инвертора, выход которого соединен со входом разрешения записи регистра сдвига и с первым входом элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с четвертым выходом синхрогенератора, шестой и седьмой выходы синхрогенератора соединены соответственно со входом генератора прямоугольных импульсов, выход которого подключен ко второй фазе блока усреднения, и с  
20 управляющим входом видеоконтрольного устройства, выход выходного регистра матрицы ПЗС соединен с информационным входом регистра сдвига и со вторым входом блока вычитания, третий вход которого подключен к выходу регистра сдвига, а выход блока вычитания подключен ко входу видеоконтрольного устройства, отличающееся тем, что в него добавлены пороговое устройство, ко входу которого  
25 подключен выход выходного регистра матрицы ПЗС, репрограммируемое запоминающее устройство, к управляющему входу которого подключен первый выход порогового устройства, блок компенсации, к информационному входу которого подключен второй выход порогового устройства, а управляющий вход которого соединен с выходом РПЗУ, выход блока компенсации подключен к первому  
30 входу блока вычитания, за счет чего пороговое устройство определяет адрес требуемых ячеек РПЗУ, а оно, в свою очередь, управляет работой блока компенсации.

35

40

45

50