Фотоника
Научно-производственная компания

ООО «НПК Фотоника»
196105 Россия, Санкт-Петербург,
пр. Юрия Гагарина, д.2
+7 (812) 740-71-28
www.npk-photonica.ru

Устройство камер длинноволнового ИК-диапазона (LWIR камера)

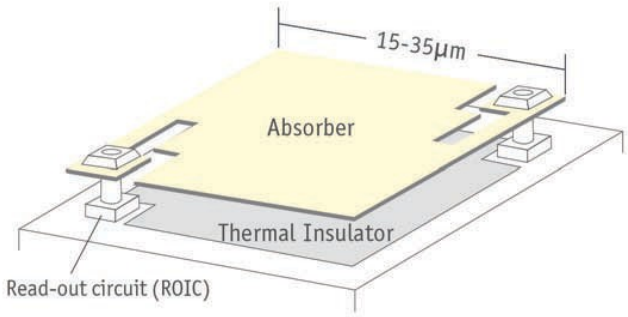
Регистрация инфракрасных лучей.

В основе классификации теплоприёмников лежит способ измерения температуры абсорбера. **Самыми распространёнными сенсорами для обнаружения инфракрасного излучения в диапазоне волн от 8 до 14 нм являются болометры или микроболометры.**

Что такое болометр

Сенсор болометра состоит из резистивных слоёв оксида ванадия (VO_x) или аморфного кремния (α-Si). Эти слои регистрируют изменения электрического сопротивления под воздействием температуры.

Использование чистого аморфного кремния имеет ряд преимуществ перед сложными соединениями различных оксидов ванадия: структура аморфного кремния всегда однообразна, и, во-первых, отличается пространственной однородностью на пиксельном уровне, и, во-вторых, его температурное поведение предсказуемо, – именно это делает сенсор лёгким в использовании в условиях меняющейся температуры окружающей среды. Кроме высокой чувствительности к изменениям температуры, сенсоры на основе α-Si имеют меньшее количество «плохих» пикселей, что говорит об их качестве.



Что такое микроболометр

Сенсор микроболометра так же состоит из резистивных слоёв оксида ванадия (например, китайские микроболометры GWIC) или аморфного кремния (например, французские микроболометры ULIS).
Вакуум, в котором работает сенсор, обеспечивает изолированность пикселей друг от друга. Применяемые стёкла из германия обеспечивают высокие оптические

характеристики в диапазоне волн 8-14 нм.

По сравнению с квантовыми детекторами стоимость микроболометров значительно ниже, работают они в широкой полосе ИК и не требуют охлаждения. Стоит отметить, несмотря на достаточно высокие показатели микроболометров, квантовые детекторы облают более высокой чувствительностью. Так, например чувствительность микроболометров GWIC на оксиде ванадия лежит в пределах от 40 до 80 мК, в то время как чувствительность шведских QWIP-сенсоров IRnova составляет от 10 до 30 мК.

Микроболометры состоят из множества элементов (FPA – матрицы фокальной плоскости – Focal Plane Arrays), где каждый отдельный детектор (или пиксель) имеет собственный коэффициент усиления и смещения из-за неустойчивого поведения пикселей при производстве фокальных плоскостей, и этот коэффициент зависит от температурных условий работы камеры, температуры наблюдаемой области, шума считывания и т. п. Различие в коэффициентах усиления и смещения каждого пикселя являются причиной наличия на получаемой картинке шумов с постоянным спектром, и неоднородность изображения подлежит коррекции.

Существует ещё одно явление, которое требует коррекции – это эффект нарцисса. Данный эффект возникает в случае, когда инфракрасный детектор «видит» источники теплового излучения с температурным значением, отличным от фонового значения окружающей среды. Причина этому – отражённые от внутренних поверхностей линз нежелательные лучи. Источником таких излучений является собственно сам детектор. Пиксели, которые не корректируются, считаются дефектными; их следует выявлять и заменять по алгоритму ближайшего соседа.

Каждый сенсор любого выпускаемого в настоящее время микроболометра имеет строковый затвор. Другими основными параметрами данного типа сенсоров, наряду с шагом пикселя, являются тепловая чувствительность NETD (англ. – Noise Equivalent Temperature Difference) и её временная константа τ. Таким образом, NETD указывает на значение такой температуры, при которой сигнал становится различимым от шума. Временная константа обозначает скорость, с которой сенсор откликается на изменение температуры.

Области применения

Осуществление бесконтактных замеров

Камеры LWIR в основном используются для создания высокоточных температурных карт поверхностей объектов (термография). Более того, эти камеры делают видимым тепловое излучение даже при большом удалении, в абсолютной темноте, или сквозь препятствующие обзору преграды (термоскопия).

Термография

Соответствующим образом откалиброванная камера в состоянии производить точные бесконтактные замеры температуры.

Различные отрасли промышленности используют термографию:

Переработка бумаги

В начале процесса переработки макулатура сортируется методом теплового облучения (активная термография). Термальные камеры фиксируют показатели тепловой абсорбции для вычисления качественных характеристик различных типов бумаги, как то газетная, журнальная или картон. Чем выше регистрируемая температура, тем толще и плотнее бумага и, следовательно, лучше её качество. В переработку направляется бумага только хорошего качества.

Рисунок 1. Процесс переработки бумаги. Камеры должны работать очень быстро.

Бесконтактные температурные замеры химических реакций

Химические реакции по сути эндогенные или экзогенные явления, в результате которых возникает тепловое движение. Наблюдение за распределением температур посредством термографии позволяет не только делать точные замеры тепловых потоков, но и анализировать всю последовательность процесса.

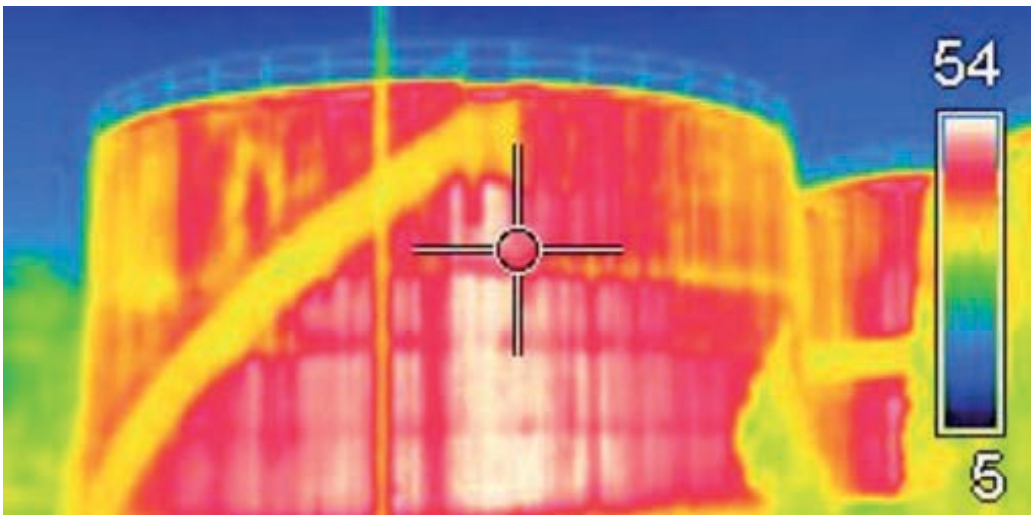


Рисунок 2. Жидкие и пенообразные химикаты часто хранятся в цистернах.

Термография предоставляет возможность контролировать уровень жидкости в цистернах.

Промышленный и производственный контроль

Термография может использоваться на всех стадиях производства – от проверки качества сырья и переработки этого сырья, до контроля конечной продукции. Постоянный мониторинг температур делает возможным выявление дефектов на ранних этапах производства, что способствует экономии средств, так как происходит непосредственная отсортировка некачественного сырья, и оно уже не участвует в процессе создания прибавочной стоимости и не снижает качества выпускаемой продукции, например, в таких производствах, как пластмассовое, стекольное и металлургическое.

Использование термографии может осуществляться на этапе мониторинга процесса охлаждения после обжига, проверки толщины материала (качественный показатель) посредством нагревания перед обработкой и контролирования температуры расплавленного стекла с целью получения нужного нагрева, что обусловливает качество конечной продукции.

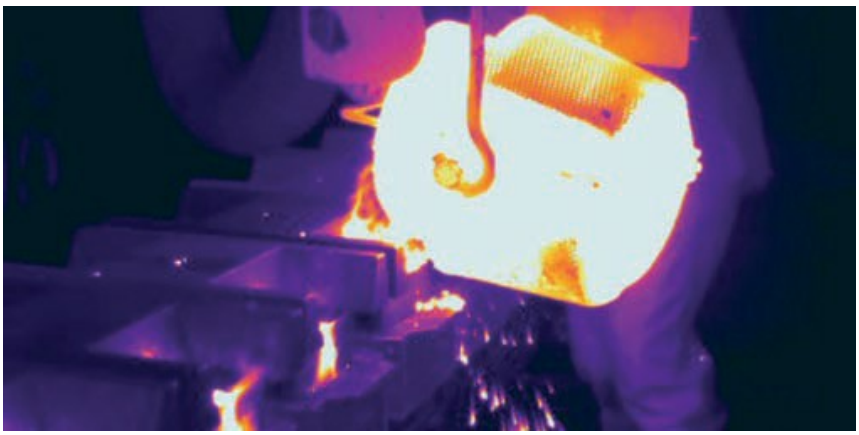


Рисунок 3. Осуществление контроля состояния компонентов.

Контурная лазерная обработка

Многие процессы, например: лазерная резка или литография в крайней области ультрафиолета, требуют применения лазеров высокой калибровки. Фокус и сила лазерного луча должны быть настроены очень точно. Лазерная фокусировка требует низкого уровня шумов для индивидуальной настройки центрального луча.

Медицина

Камеры длинного ИК также могут применяться для проведения неинвазивного обследования людей и животных. Они используются для визуализации и количественной обработки изменений температуры кожных покровов, что может вызываться различными вирусами, раком или воспалениями. Области применимости такого скрининга постоянно расширяются, например: маммография, лечение травм мягких тканей, определение областей необъяснимых болей, или обнаружение больных с высокой температурой в аэропортах для моделирования ареала распространения болезней.

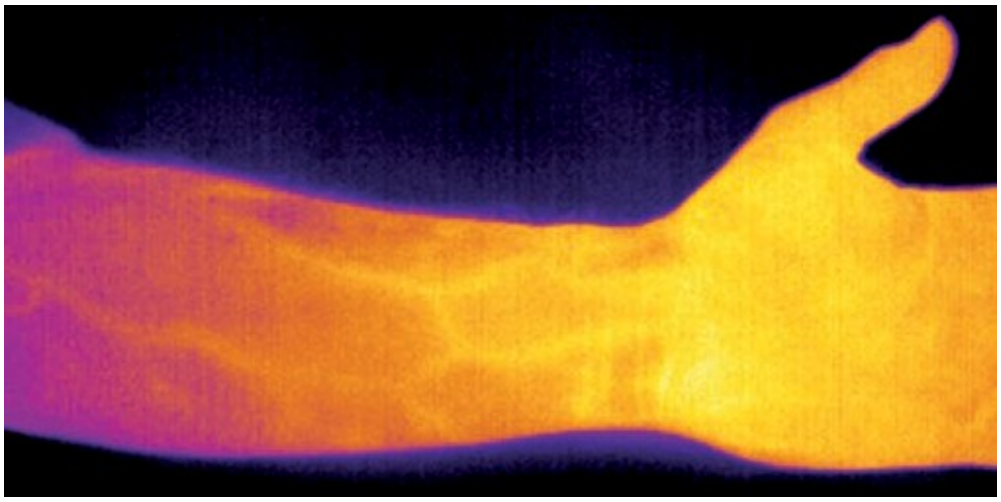


Рисунок 4. Медицина. Неинвазивная медицинская диагностика.

Термоскопия

Камеры LWIR в состоянии обнаруживать тепловое излучение и не нуждаются в подсветке. Поэтому источники теплового излучения становятся «видимыми» сквозь туман, дождь или дым.

Обнаружение объектов на больших расстояниях возможно при очень низком уровне шума и хорошем терморазрешении.

Дальнейшие области применения

Волны длинного ИК диапазона имеют разнообразное применение, и каждый день расширяются области этого применения, особенно это касается таких отраслей науки и исследования, как
- изучение Земли и солнечной системы
- исследование животного мира
- контроль загрязнения окружающей среды
и многие другие.

Заключение

За последние годы средняя стоимость микроболометров значительно снизилась за счёт увеличения на них спроса, и как следствие увеличения объёмов производства. Это позволяет находить новые области применения, которые ранее были недоступны по причине высокой стоимости (например, в автомобильных системах ночного видения).

Для нестандартных применений, и для проектов, в которых необходимо получить заданные характеристики устройства в соответствии с ТЗ, КБ ВИТА может предложить разработку ИК модулей на основе сенсоров GWIC (китайского производителя сенсоров на оксиде ванадия VO_x) под заказ, с учётом ТЗ заказчика, или исходя из проекта и применения конечного устройства.