

**Термовизионно изследване на топлинното
натоварване на електронни схеми**
доц. д-р инж. Валентин Христов Видеков
доц. д-р инж. Тодор Димитров Савов
ТУ - София ФЕТТ

Abstract *In this article are presented the basic application principles of thermal mode investigations in electronic devices. Especially infrared camera application for thermal images of different distances and objects is discussed. Examples are presented, including PCB, hybrid circuits, and completed electronic device investigations in case of using circuits, covered with different coatings, must be considered their spectral transmission characteristics. Investigation results of protective PCB coating light transmission are presented and its influence on the termovision images too.*

В доклада са разгледани общи принципи и използване на термовизията за наблюдение на топлинната картина в електронни изделия. Коментират се особености и са дадени практически резултати.

Увод. От уравнението на Планк за топлинното излъчване на телата при различни температури [1] следва, че е възможно чрез филтруване на спектъра и измерване на излъчената мощност да се определи температурата на тялото- фигура 1. Ако това излъчване на телата се възприема от подходяща телевизионна камера (инфрачервена камера) то полученото изображение ще има яркост пропорционална на температурата. Тази постановка се използва при системите за термовизионно наблюдение . Една от класическите системи е разработена от шведската фирма "AGEMA"[2].

Приложения: Термовизията, давайки картина на топлинното излъчване, може да покаже количествена или качествена оценка за топлинното натоварване. Тези оценки от своя страна са свързани с редица особености в зависимост от сложността на обекта, като форма и състав, а също така и в зависимост от разстояния и температурен градиент [3].

Особености: При електронните изделия всички тези особености са налице. Имаме обекти които са сравнително равнинни, например кристали на интегрални схеми, хибридни интегрални схеми,

печтни платки, панели на електронна апаратура. Това е вярно при условие, че се отчита разстоянието до приемщата камера и нейната оптика. При положение, че топлинното излъчване от обектите в една платка са на относително еднакви разстояния до приемника на камерата и ъглите на излъчване не влияят съществено върху инфрачервения поток можем да приемем, че термовизионното изображение е нормално - фигура 2. Тук приемаме, че имаме минимално влияние на коефициента на топлинно излъчване от посоката на излъчване.

Когато един обект, дори равнинен, се наблюдава от различни разстояния се наблюдават допълнителни ефекти. Ако обекта съдържа области с различен коефициент на отражение за инфрачервения диапазон на приемане на камерата, то при близки разстояния се получава различен отразен образ на самата камера - фиг 3а, а при промяна на ъгълът на наблюдение тези ефекти изчезват - фиг. 3б. При много близки разстояния е възможен и двоен ефект навлияние от ъгъл и отражение - фиг. 4.

Не по-малко е влиянието и на различния коефициент на топлинно излъчване на съставните материали. При еднаква температура в следствие на горното може да се наблюдава изображението на топологията на схемата - фиг. 5, която при повишаване на температурата може да се размие - фиг. 6. Дори наличието на лак покриващ изделието (печатна платка) имащ еднакъв коефициент на излъчване не решава напълно проблема. От значение е и коефициента на пропускане на покритието в спектралния диапазон на камерата - фиг. 7. Ако покритието пропуска в този диапазон то отново се наблюдава топологията въпреки еднаквата температура - фиг. 8. Последното обаче не е пречка да се извършват качествени оценки за топлинното натоварване. На фиг. 9 е показан установен режим при пропускане на ток през най-лявата шина на образца от фиг. 8.

За да се получи точно количествено оценяване за разпределението на температурата (например при протичане на токове през шини) се използват черни покрития които не пропускат инфрачервеното излъчване и имат коефициент на излъчване близък до 1. На фиг. 10 е показана такава картина, а на фиг. 11 е дадено сравнение за разпределението на температурата при различна плътност на тока. Обобщен графичен резултат е показан на фиг. 12.

температурния сензор. Термоизображението показва ,че местоположението на терморезистора е избрано удачно, доколкото температурата му е еднаква с тази на околната среда.

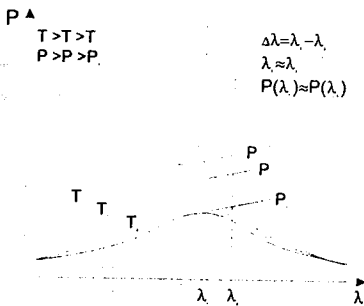
Заклучение: Използването на термоизображението за изследване на топлинния режим на електронни елементи е възможно въпреки наличието на различни ефекти дължащи се на постановка, форма и материали. При всеки конкретен случай може да се направи количествена или качествена оценка . Поради изобразяването на цялото топлинно поле методът е многократно по-ефективен от използването на точкови термосензори.

Методът намерява приложение при оптимизиране и контрол на конструкцията на устройства работещи при нормални условия - трансформатори, контактори , схеми , платки и други, както и при устройства работещи в специален топлинен режим - температурни тестери, пещи и други.

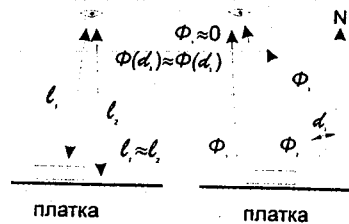
Литература: 1.Справочник по инфракрасной технике под редакцией У.Волф, Г.Цисис М. "Мир" 1995

2. Проспектни материали на фирма AGEMA

3. Тепловизоры Л.З. Криксунов, Г.А.Падалко Киев "Техніка" 1987



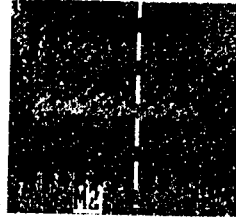
Разпределение на IR мощност
Фиг. 1



Общо условие за равнинност
Фиг. 2



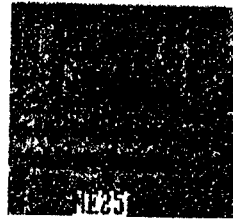
полиран метал | матов метал
 фиг. 3а



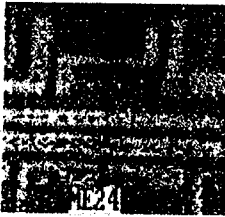
фиг. 3б
 Образци от 3а, наблюдавани под ъгъл 15°



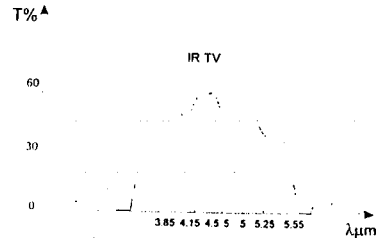
фиг. 4
 Отражение на обектива на IR камера



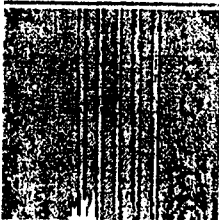
фиг. 5
 Изображение на тънкослойна ХИС при 23°C



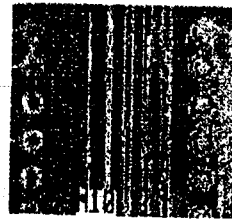
фиг. 6
 Изображение на ХИС от фиг. 5 при включено
 захранване



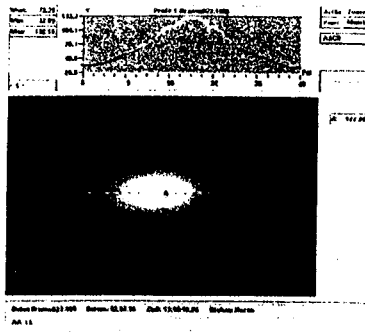
фиг. 7
 Коэффициент на пропускане в IR област на
 защитен лак на печатна платка



фиг. 8
 Печатна платка със защитно покритие - 20°C

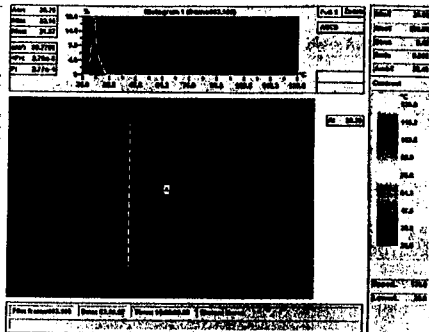


фиг. 9
 Фрагментът от фиг. 8 при ток 1.27А
 през лявата шина



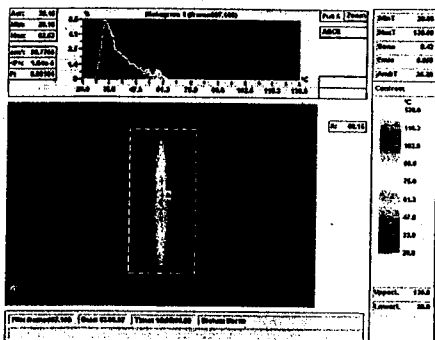
фиг. 10

Изображение на резистор с черно покритие



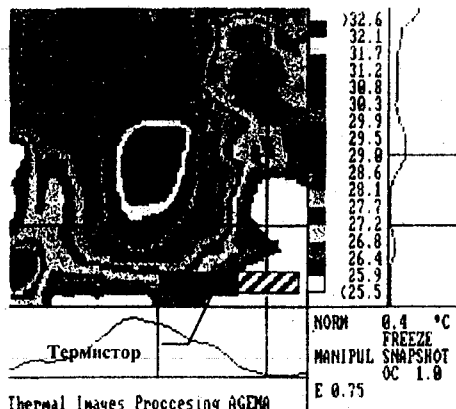
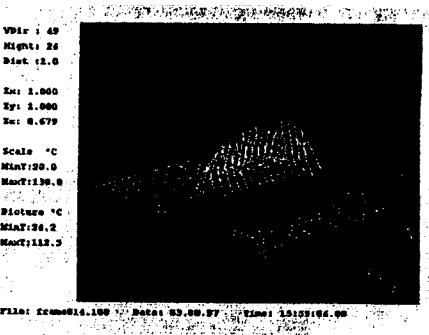
фиг. 11 а

Медна шина при ток 1А



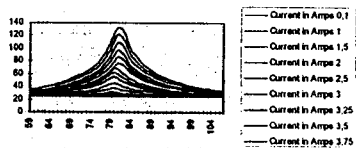
фиг. 11б

Медна шина при ток 3,5А



фиг. 12

Топлинно поле на терморегулатор без капак



фиг. 12

Разпределение на температурата



фиг. 13

Топлинно поле на терморегулатор с капак