



# ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Авторы:

Кривальцевич С.В.

Косарев Б.А.

**Функциональная электроника** – одно из современных направлений развития электроники, в котором используются происходящие в твердом теле физические процессы и явления для передачи, преобразования и хранения информации.

К основным направлениям функциональной электроники относятся:

- акустоэлектроника
- оптоэлектроника
- магнитоэлектроника
- полупроводниковая электроника
- молекулярная электроника и биоэлектроника
- криоэлектроника
- диэлектрическая электроника
- хемотроника

Цель работы - рассмотреть влияние изменения температуры на параметры устройств функциональной электроники.

## Устройства акустоэлектроники

(линии задержки, кварцевые резонаторы, полосовые фильтры, синтезаторы частоты...)

С изменением температуры смещается частота устройств акустоэлектроники. Зависимость частоты от температуры характеризуется температурным коэффициентом частоты и может быть кубической, параболической и др.:

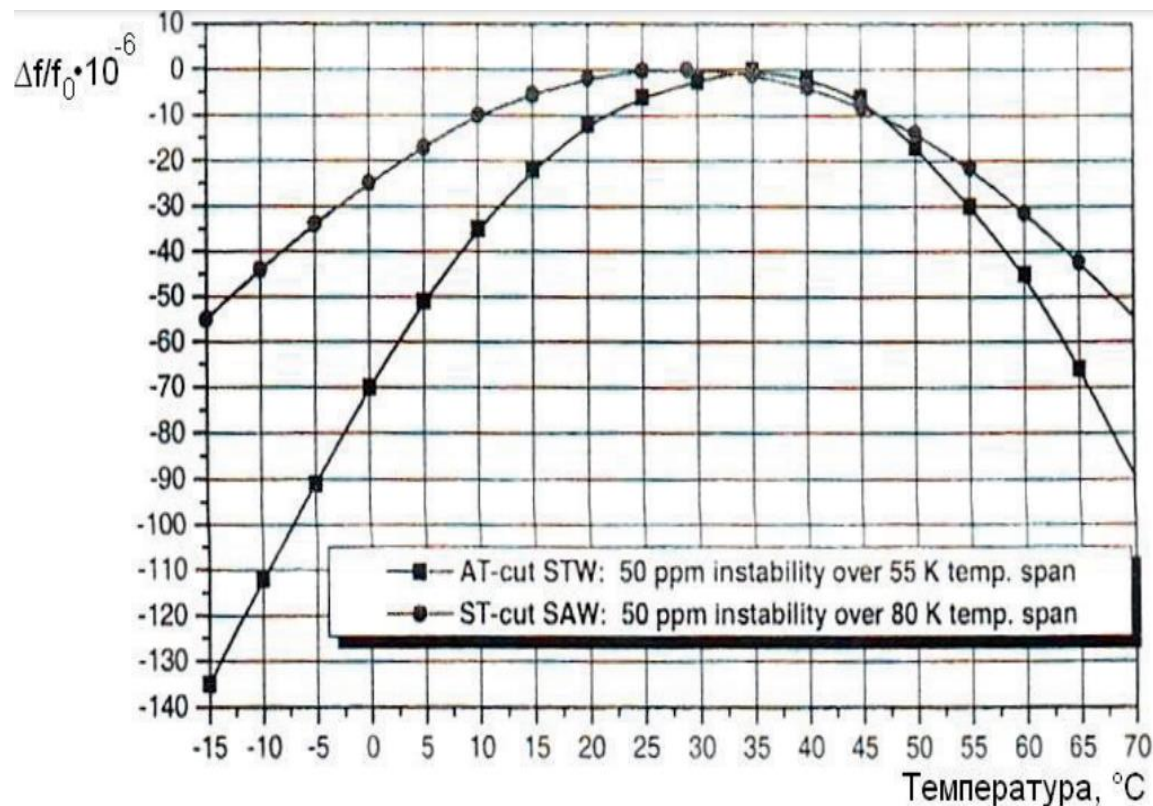


Рис.1. Температурно-частотные характеристики устройств на ST и YX/36° срезах кварца

# Устройства оптоэлектроники и полупроводниковой электроники

(оптроны, фоторезисторы, фотоприемники, процессоры, запоминающие устройства...)

В таких устройствах колебания температуры влияют на базовый параметр - ширину запрещенной зоны полупроводника. Например, повышение температуры уменьшает ширину запрещенной зоны полупроводника и край собственного поглощения фотодиода смещается в длинноволновую область спектра:

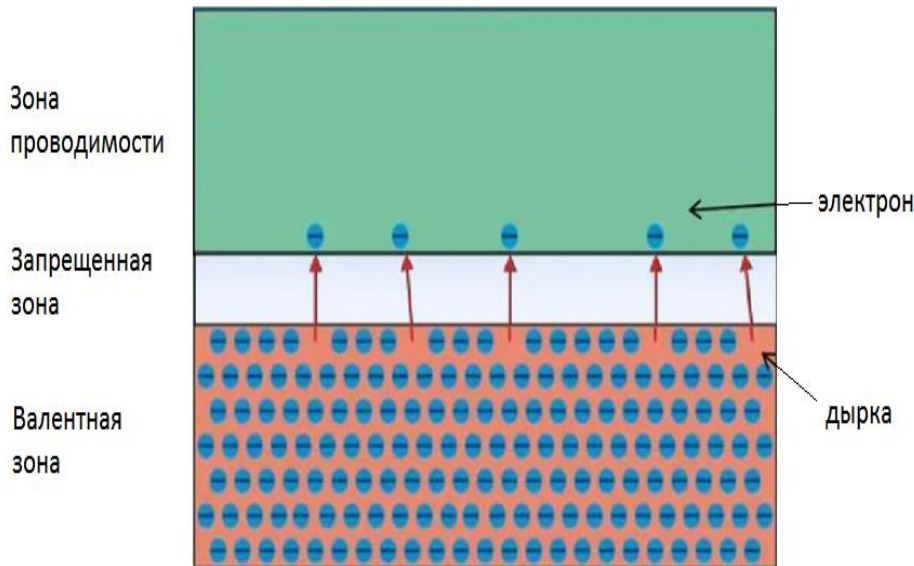


Рис.2. Энергетические зоны в полупроводнике

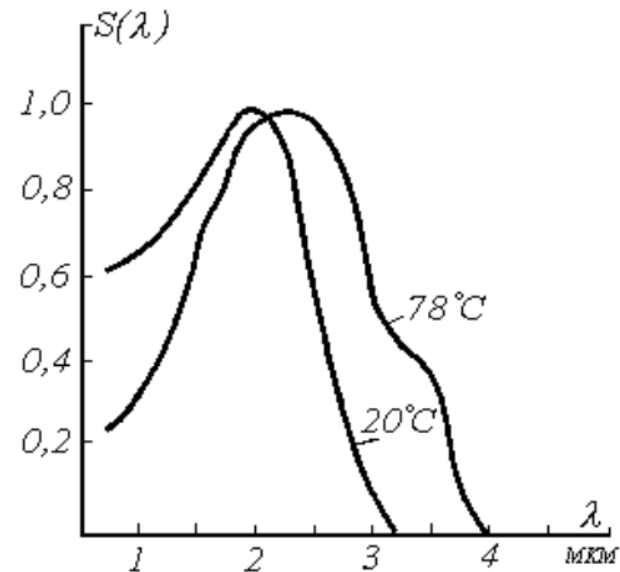


Рис.3. Сдвиг спектральной характеристики фотодиода при повышении температуры

## Устройства магнитоэлектроники

(элементы Холла, магниторезисторы, магнитодиоды, магнитотранзисторы, магнитоуправляемые интегральные схемы... )

Такие устройства используют полупроводниковые структуры или магнитные пленки. В полупроводниках температура влияет на ширину запрещенной зоны. В магнитных пленках температура влияет на ориентацию спинов доменов:

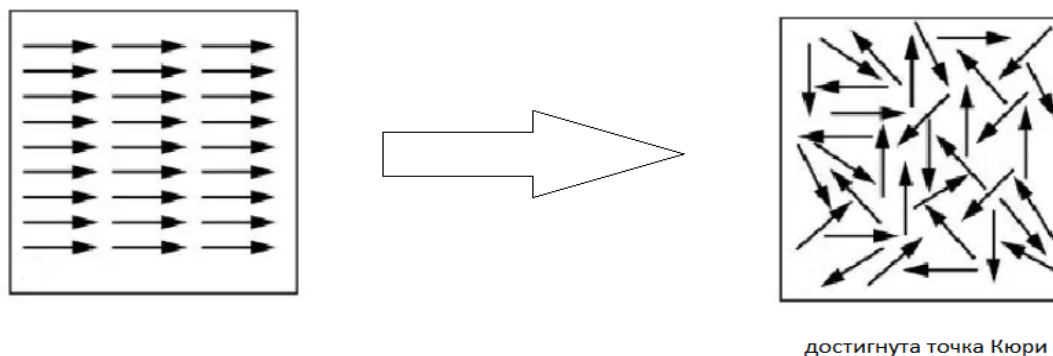


Рис.4. Схема изменения ориентации спинов в домене при повышении температуры

## Устройства диэлектрической электроники

(пироэлектрики, пьезоэлектрики, магнитострикционные и магнитокалорические вещества, сегнетоэлектрики...)

Наибольшее практическое применение получили устройства на основе сегнетоэлектриков, которые можно классифицировать на слоистые структуры (сегнетоэлектрик – полупроводник и др.), устройства памяти (пьезокерамические матрицы памяти) и процессоры («Сегнот», «КЕРАМПИК»). Сегнетоэлектрик как и магнитная пленка обладает доменной структурой, на которую негативно влияет повышение температуры.

## Устройства хемотроники (ионики)

- диод, транзистор, управляемое сопротивление, ионистор...

Любое устройство хемотроники – это электрохимический прибор, который содержит электролит и помещенные в него электроды (аноды, катоды, экраны). Химическая активность и подвижность ионов увеличивается при нагреве электролита и уменьшается при его охлаждении. Также следует отметить возможность кипения и замерзания электролита.

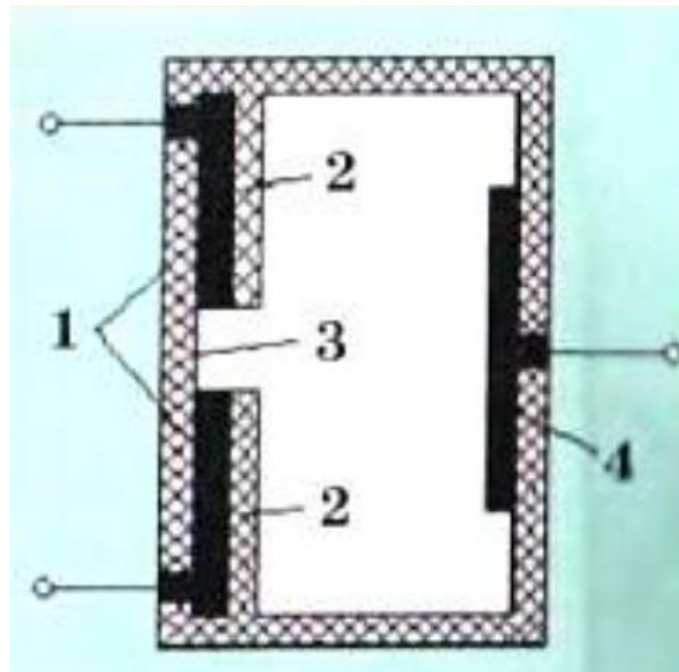


Рис.5. Схема ячейки памяти (управляемое сопротивление)

# Устройства функциональной молекулярной электроники и биоэлектроники

(молекулярный переключатель, молекулярное устройство памяти, молекулярный компьютер...)

Методами молекулярной инженерии создаются материалы с заданными свойствами: тип связи между молекулами, структура решетки...

Принцип действия – туннелировании электрона сквозь молекулярную решетку. Изменение валентности молекулы используется для записи и хранения информации. Запись осуществляется оптическим воздействием на вещество. Для считывания используются изменения в спектре поглощения вещества.



Рис.6. Однонаправленное движение электрона

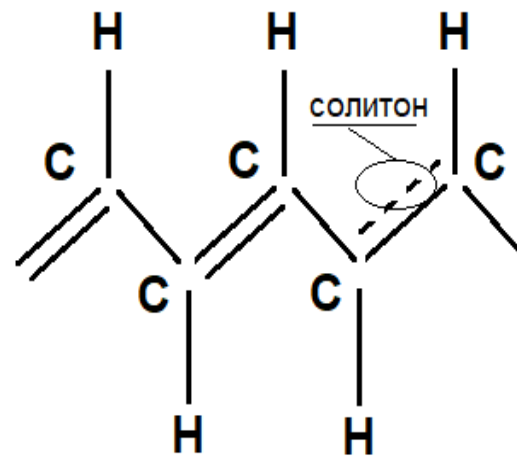


Рис.7. Распространение солитона в полиацетиленовой цепи

Колебания температуры приведут к изменению потенциальных барьеров при туннелировании электрона, изменению скорости распространения солитона, смене агрегатного состояния вещества и разрушению заданной молекулярной структуры.

## Устройства криоэлектроники

(пленочный криотрон, криоэлектронные резонаторы, фильтры, усилители...)

Устройства криоэлектроники основаны на эффекте сверхпроводимости (Камерлинг-Оннес, 1911).

*Сверхпроводимость* – физическое явление, наблюдаемое у некоторых веществ (сверхпроводников) при охлаждении их ниже критической температуры ( $100 - 0 \text{ }^{\circ}\text{K}$ ) и состоящее в обращении в нуль электрического сопротивления и выталкивании магнитного поля из объема образца.

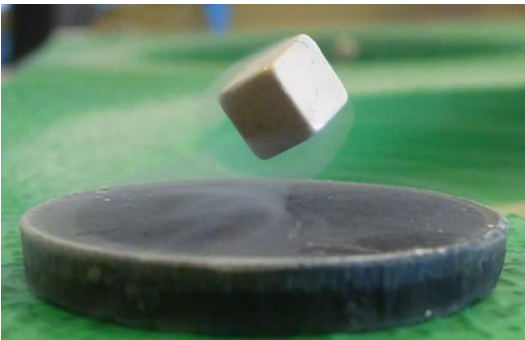


Рис.8. Эффект Мейснера

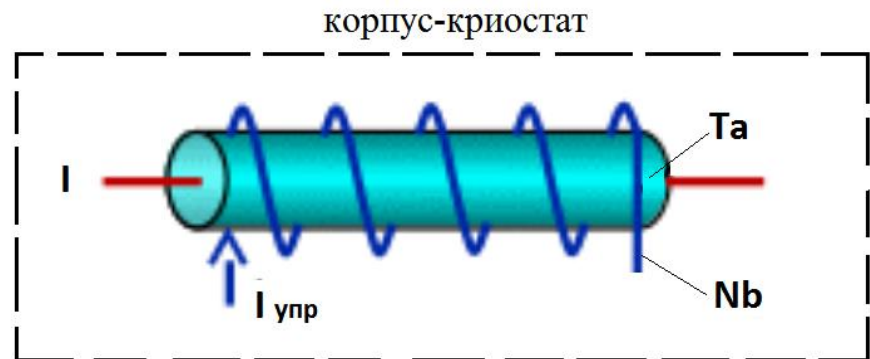


Рис.9. Конструкция криотрона

Любое устройство криоэлектроники находится в корпусе-криостате. Поэтому влияние изменения температуры окружающей среды на устройство зависит от параметров корпуса-криостата (герметичность, газовое или электронное твердотельное охлаждение, материал корпуса).



## Выводы

Влияние температуры на параметры устройств функциональной электроники определяется принципом работы таких устройств, свойствами материалов входящих в их состав элементов.

1. В акустоэлектронных устройствах колебания температуры влияют на частоту, зависят от ТКЧ пьезоматериала.
2. В устройствах с полупроводниковыми элементами колебания температуры влияют на ширину запрещенной зоны, изменяя проводимость.
3. Зависимость параметров устройств молекулярной электроники и биоэлектроники от температуры во многом определяется используемым типом частицы (изменение барьеров при туннелировании электрона, изменение скорости распространения солитона).
4. В магнитоэлектронных устройствах на магнитных пленках и устройствах диэлектрической электроники используется доменная структура. Колебания температуры влияют на ориентацию спинов атомов и изменять напряженность магнитного и электрического поля.
5. Любое устройство криоэлектроники находится в корпусе-криостате. Поэтому влияние изменения температуры окружающей среды на устройство зависит от параметров корпуса-криостата.

