

1МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МО

ГОУ ВПО МО
"КОЛОМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ"

А. А. Богуславский

ОДОМАШНЕННАЯ СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА

Часть 2

Коломна
2009

УДК 53
ББК 22.3
Б73

Рекомендовано к изданию редак-
ционно-издательским советом
КГПИ

Рецензент:

Соколов С. М., доктор физико-математических наук, профессор

Богуславский А. А.

Б73 Одомашненная современная физика. Ч. 2. / А. А. Богуславский. – Коломна : Коломенский гос. пед. институт, 2009. – 95 с.

Сборник представляет собой попытку ответа на стратегическую образовательную инициативу Нобелевского лауреата академика В. Л. Гинзбурга: предоставить будущему учителю материалы непосредственно связанные с содержанием образовательного процесса по физике, в частности, посвященные теснейшей взаимосвязи так называемой современной физики и мира повседневных высокотехнологичных вещей.

В первой части сборника представлены материалы американского института физики, посвященные использованию достижений физики в научных исследованиях, промышленности и в повседневной жизни. Читателю предоставляется возможность познакомиться с образовательными материалами сайта Нобелевского комитета и популярного сайта «Как работают вещи».

Во второй части сборника описана методика получения иллюстраций (сканограмм) повседневных вещей, в которых использованы достижения классической и современной физики. Представлена коллекция иллюстраций, которая может быть использована в преподавании физики в школе и ВУЗе.

Материал предназначен для широко круга читателей.

УДК 53
ББК 22.3

© А. А. Богуславский, 2009

© ГОУ ВПО МО «Коломенский государственный педагогический институт», 2009

Оглавление

Введение	7
Оптика сканера	10
Индикаторная отвертка.....	10
Визуализация магнитного поля	11
Дорожки и сектора гибкого диска	11
Магнитное поле привода CD - диска	11
Визуализация с помощью магнитной пленки (магнитофоретическая жидкость)	11
Детская магнитная доска Magna Doodle (магнитофоретическая жидкость) ..	11
Источники света	12
Лампа накаливания - нить накала.....	12
Минилампа.....	12
Лампа ультрафиолетового излучения – «черная лампа»	12
Светодиодный индикатор калькулятора.....	13
Светодиод синий, белый,.....	13
Светодиод (фото Гаева А.)	13
Индикаторный светодиод струйного принтера	13
Светодиоды автомобильного стоп-сигнала.....	14
Органические светодиоды - OLED.....	14
Индикатор звонка сотового телефона (СВЧ - приемник – брелок)	14
Светодиодный блок зажигалок	14
Детское кольцо со светодиодами.....	15
Светодиоды новогоднего сувенира	15
Лазеры.....	16
Твердотельный лазер	16
Рубиновый лазер.....	16
Зеленая лазерная указка.....	16
Полупроводниковый лазер	19
Лазерная указка с кристаллом лазерного диода.	19
Лазерный диод	20
Лазерный диод принтера	20
Оптоволокно: коннектор	21
Электровакуумные лампы	22
Электровакуумный триод 6Н5С	22
Электровакуумный триод 6НЗП.....	22
Электровакуумные пентоды 6Ж1П и 6Ж9П	23
Электроннолучевая трубка.....	24
Электронная пушка (три луча – три катода)	24
Маски дисплея	24
Дисплей: люминофоры	25
Жидкокристаллический дисплей.....	25
Блок подсветки ЖК-дисплея компьютера и сотового телефона.	25
Пленки обратной подсветки ЖК-дисплея.....	25

Три светодиода блока подсветки	26
Матрица RGB на поверхности ЖК-дисплея	26
Элементы микроструктуры световода обратной подсветки	27
Микролинзы световода	27
Пленка микропризм	28
Светодиод: сотовый телефон	28
Транзистор	29
Транзисторная сборка	31
Транзисторы СВЧ: антенный усилитель спутникового телевидения, 11 ГГц	31
Сотовый телефон: транзисторы СВЧ	32
Транзистор СВЧ сотового телефона	32
Сотовый телефон: общий вид	32
Сотовый телефон передатчик 187	33
Интегральная схема малая интеграция	33
Операционный усилитель	33
Интегральные схемы	34
Монокристалл – заготовки интегральных схем	34
Микропроцессор K1801BM1 и контроллер K1801BП1 (БК0010)	34
Микропроцессор 486	35
ППЗУ	35
K573РФ 600	35
ПЗС	35
Примеры использования интегральных схем	36
Интегральная схема музыкальная	36
Музыкальная открытка	36
Сверкающий шарик: инерциальный датчик	37
В дне «музыкальной кружки»	37
Интегральные схемы ПЗС	38
ПЗС сканера	38
ПЗС WEB – камеры	38
ПЗС цифрового фотоаппарата сотового телефона	39
ПЗС камеры наблюдения	39
Принтеры	40
Матричный принтер	40
Лазерный принтер	40
Оптическая сканирующая система	40
Блок лазерного диода и фотодатчика	40
Система для контроля интенсивности лазерного луча	41
Светодиодный принтер	41
Струйный принтер	41
Пьезоэлемент струйного принтера	41
Термопринтер	43
Термобумага	43
Блок термоэлементов факса	43
Блок термоэлементов кассового аппарата	44

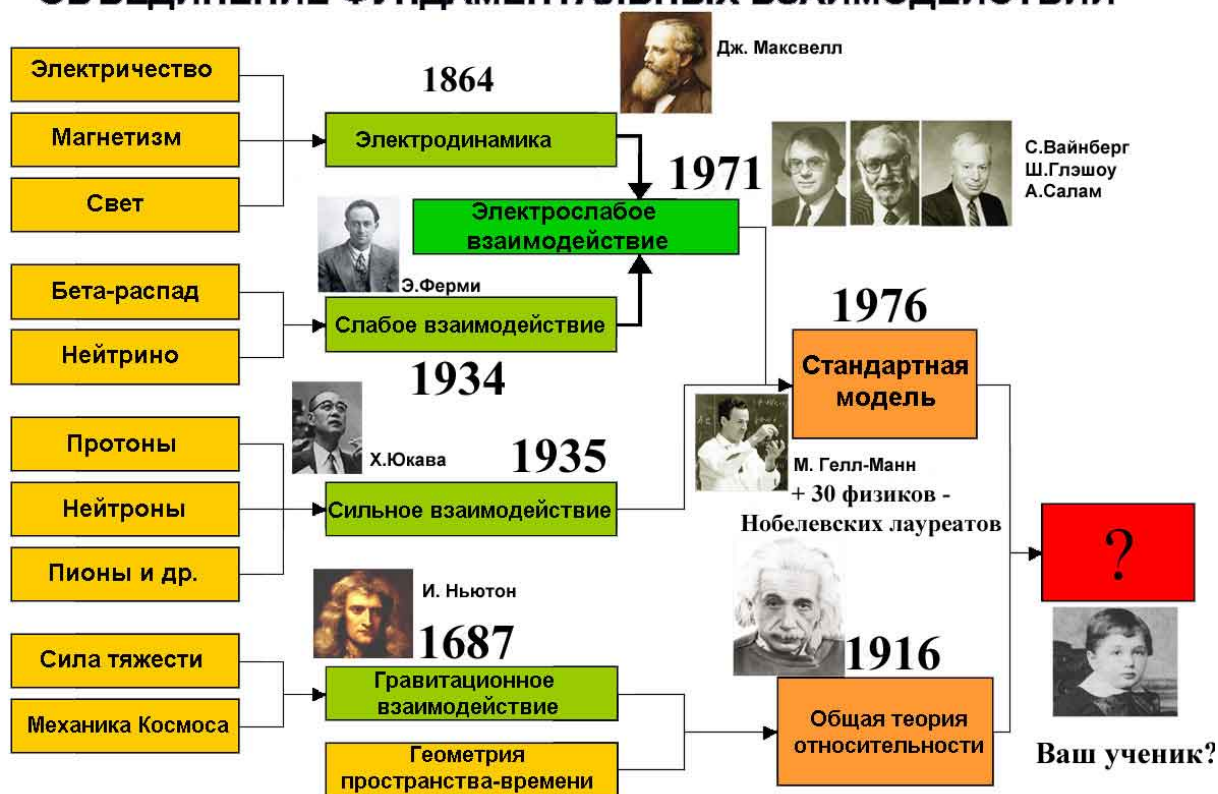
Линейка позиционирования (фрагмент) и считывающее устройство струйного принтера	45
Солнечная батарея.....	46
Батарея солнечная бытовая	46
Солнечная батарея садового светильника	46
Дисководы лазерных дисков	47
Изображения считывающего блока дисковода лазерных дисков CD	47
Дифракционная решетка CD-дисковода	48
Изображения считывающего блока дисковода лазерных дисков CD и DVD	49
Изображения считывающего блока дисковода лазерных дисков DVD	50
Запись информации.....	52
Грампластинка	52
Магнитная запись	53
Магнитная головка магнитофона	53
Магнитная головка видеоманитофона	54
Магнитная головка дисковода гибких дисков	55
Магнитная головка жесткого диска (винчестера).....	55
Рамка с током.....	56
Магнитная система жесткого диска: магнит редкоземельный.....	56
Оптическая запись – лазерные диски (Интернет-фото)	56
Пьезоэлемент зажигалки	57
«Прикольная» зажигалка – катушка Румкорфа	58
Зажигалка бытовая с повышающим трансформатором	58
Поляроидные пленки	59
Жидкокристаллический дисплей поляризация часы.....	59
Поляризация: часы с прозрачным жидкокристаллическим дисплеем	60
Двойное лучепреломление	60
Пластинки слюды различной толщины из лампы 6Н5С	60
Пластинки слюды между скрещенными поляроидами:	60
Двойное лучепреломление в органическом стекле (технологический лазерный диск).....	61
Дифракция.....	61
«Набор» для демонстрации дифракции лазерного излучения	61
Дифракция на решетках дисководов.....	62
Дифракция на сетке лампы 6Ж9П	62
Дифракционная решетка CD- дисковода.....	62
Дифракция на технологическом диске CD.....	63
Дифракция на технологическом диске DVD.....	63
Дифракция на матрице ППЗУ	63
Дифракционные явления – упаковочная пленка.....	64
Магнетрон	65
Металл с памятью формы (термодатчик кипятильника)	65
Датчик Холла	65

Статор двигателя дисководов 5,25"	65
Шаговый двигатель дисководов лазерных дисков	66
Термокраска этикетки индикаторы	66
Термометр жидкокристаллический	67
Конденсатор 0,47Ф	67
Эффект Пельтье (холодильник для микропроцессора)	67
Магический шар – шар Н. Тесла	67
Часы электромеханические	68
Кварцевый резонатор электромеханических часов	68
Контакты эластичные	69
Термогребка	69
Тензодатчик электронных весов	69
Светящиеся палочки	70
Фотохромные материалы – солнцезащитные очки	70
Солнцезащитные очки –Polaroid	71
Дисплей плазменный (фрагмент)	71
Редкоземельный магнит – пирсинг	72
Линза Френеля – декоративная пленка	73
Сотовый телефон: вибровозвон, антенна	74
Шариковая ручка (шарик – фото)	74
Шкала радиоприемника – спектр электромагнитных волн	74
Предохранитель многократный: аккумулятор сотового телефона	75
Терморезистор блока питания компьютера	75
Насос	75
Колебательный контур – защитное устройство	75
Сувениры – люминесценция и лазерное разрушение	76
Дополнительные иллюстрации	77
Полупроводниковая структура желтого светодиода	77
УФ лампа	80
Процесс ксерографии (ксерокс, лазерный принтер)	80
Приборы с зарядовой связью	80
Тонер	82
Оптическая схема дисководов лазерных дисков	82
Оптика системы подсветки жидкокристаллического дисплея	82
Призма Френеля	84
Сравнение магнитов различных типов	87
Характеристики неодимового магнита	88
Ключевые моменты в развитии винчестеров Интернет (IBM)	88

Введение

Задача физической теории состоит в объяснении большого числа экспериментально установленных фактов на основе небольшого количества предположений, которые составляют так называемую физическую гипотезу. Математический анализ физической гипотезы должен привести к объяснению имеющихся опытных фактов и предсказанию новых, которые должны быть обнаружены в эксперименте. Если предсказанные явления наблюдаются, то гипотеза становится физической теорией. Дальнейшее развитие связано с обнаружением новых фактов и явлений, которые требуют выдвижения новой гипотезы.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

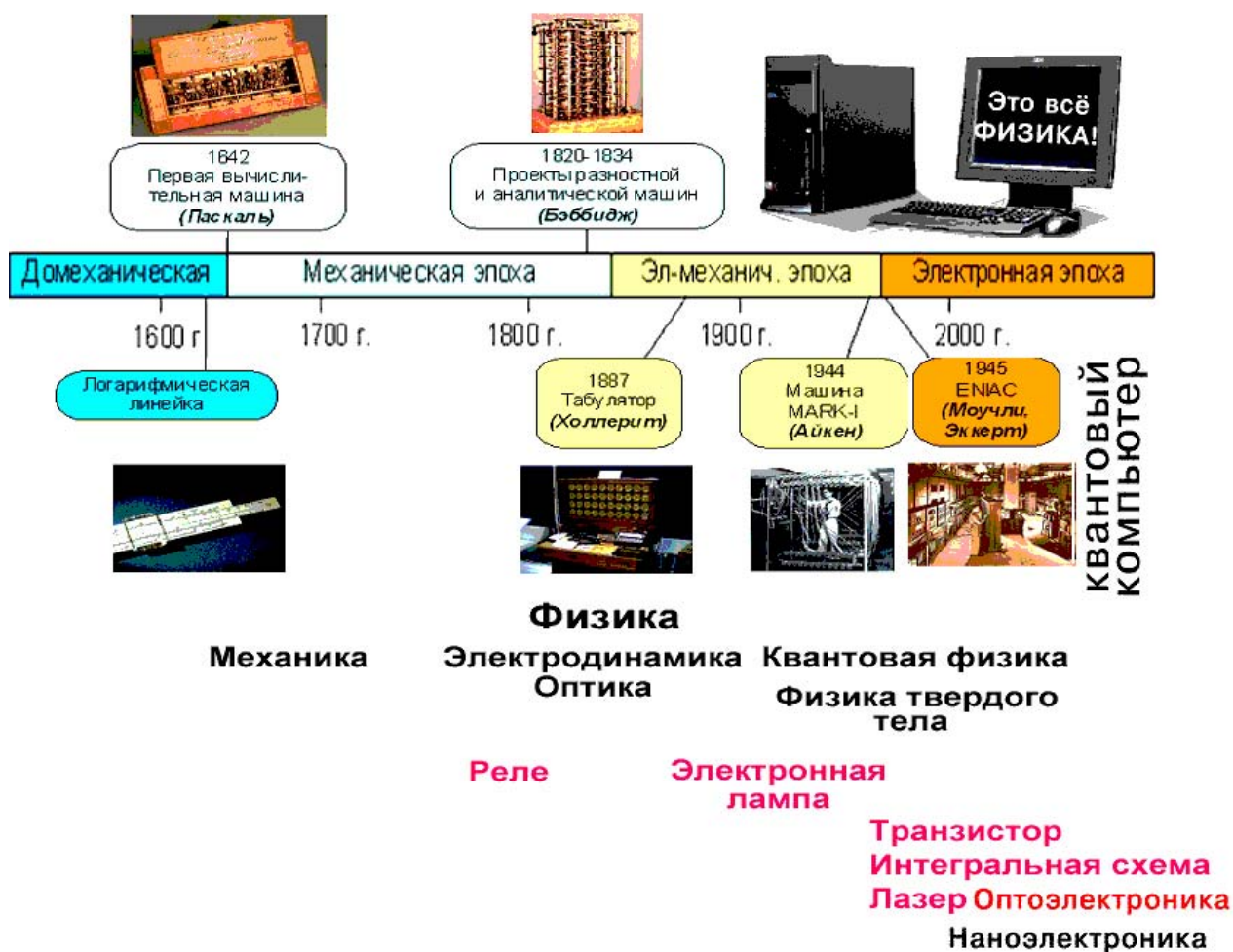


К настоящему времени создана Стандартная модель, которая объединяет три основных физических взаимодействия: электромагнитное, ядерное сильное и ядерное слабое взаимодействие. Предполагается, что к 2050 году удастся создать единую теорию, объединяющую все фундаментальные взаимодействия, включая гравитационное.

Содержание физического образования находится в явном противоречии с потребностями общества, основанного на знаниях. Действительно, число часов на преподавание естественнонаучных дисциплин сокращено в 2-3 раза, сокращен лабораторный и демонстрационный эксперимент, происходит разделение подготовки школьников, при которой необходимые знания будут получать только школьники в соответствующих профильных классах. Практически отсутствует оснащение физических кабинетов школы и ВУЗа необходимым оборудованием и демонстрационным экспериментом.

Вместе с этим, в жизнь стремительно вошли бытовые приборы, в которых используются фундаментальные и современные достижения физики и технологии: компьютеры, сканеры, цифровые фотоаппараты, лазерные диски, плееры, сотовые телефоны, жидкокристаллические дисплей и индикаторы, лазерный принтер, новые источники света: светодиоды, полупроводниковые лазеры и многое другое.

Важно, что происходит постоянное обновление этой техники и преподавателю предоставляется реальная возможность использовать ставшую ненужной технику для демонстрации фундаментальных физических явлений, которые лежат в основе работы бытовых приборов. Они предоставляют доступные демонстрационные примеры использования достижений физики и технологии. Например, широкое использование компакт-дисков для хранения информации, в том числе и в персональных компьютерах, предоставляет учителю уникальные возможности иллюстрации оптических законов и явлений.



В работе сделана попытка показать, что окружающие нас вещи позволяют лучше понять сущность физических явлений. Акцент сделан на создание демонстрационных опытов с помощью элементов бытовой техники и получение изображений с помощью сканера разрешением 600 и 4800 линий на дюйм и цифрового фотоаппарат.

Мы полагаем, что в результате проведенной работы найдет подтверждение тезис о синтезе в современных устройствах знаний, накопленных в физике.

Действительно, например, в дисководе CD (DVD)-диска синтезируются знания от механики до квантовой оптики. Рассматриваются такие устройства, как сканер, матрицы ПЗС, цифровой фотоаппарат, дисководы лазерных дисков, технологические (прозрачные) лазерные диски, системы подсветки жидкокристаллических дисплеев, лазерный принтер, полупроводниковый лазер, светодиоды и многое другое.

Оптика сканера

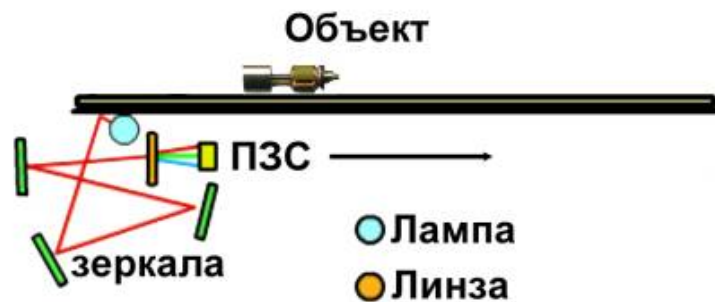


Схема сканирования объекта в сканере. ПЗС – прибор с зарядовой связью.

Индикаторная отвертка

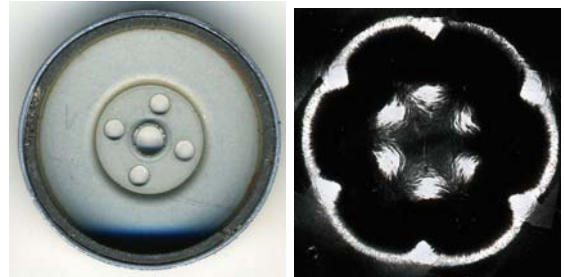


Визуализация магнитного поля

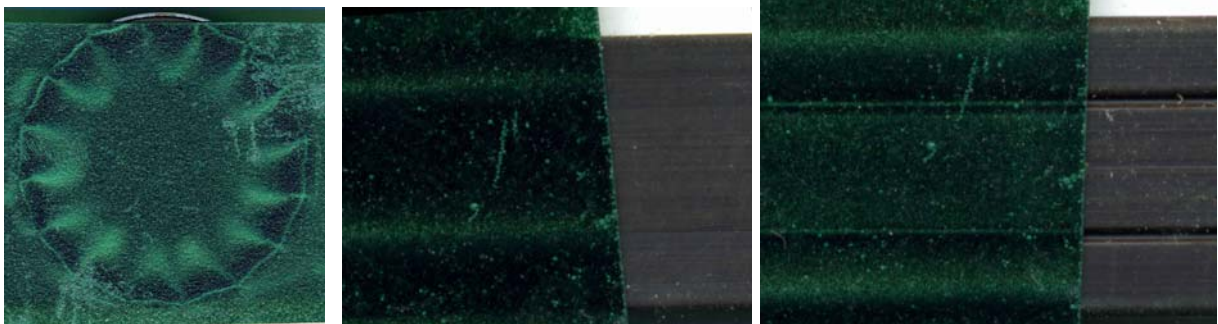
Дорожки и сектора гибкого диска



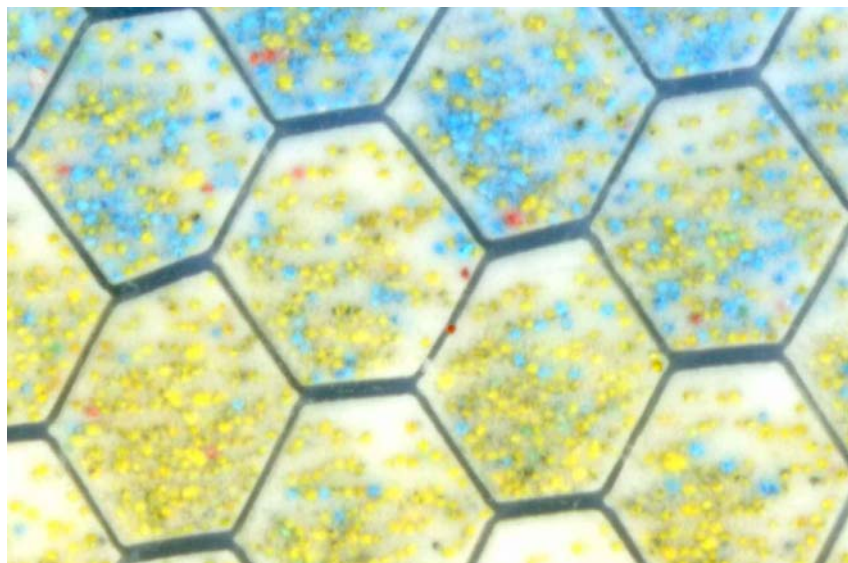
Магнитное поле привода CD - диска



Визуализация с помощью магнитной пленки (магнитофоретическая жидкость)



Детская магнитная доска Magna Doodle (магнитофоретическая жидкость)



Источники света

Лампа накаливания - нить накала

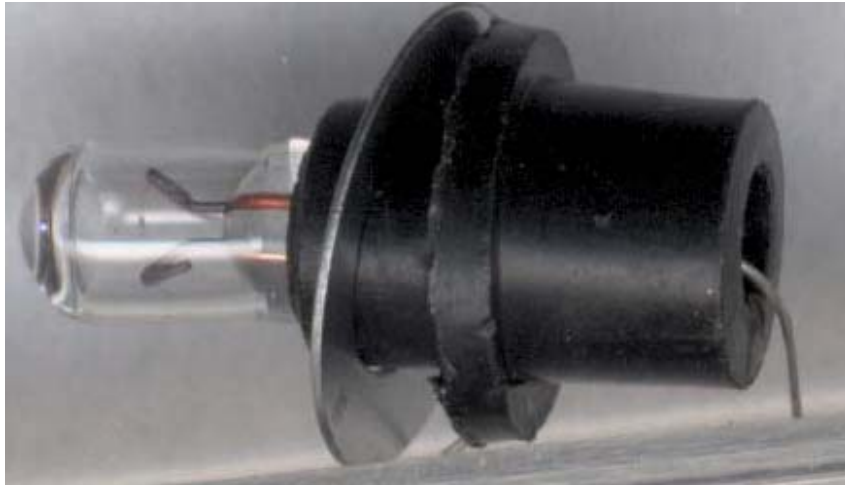


220В – 60 Вт



6,3В

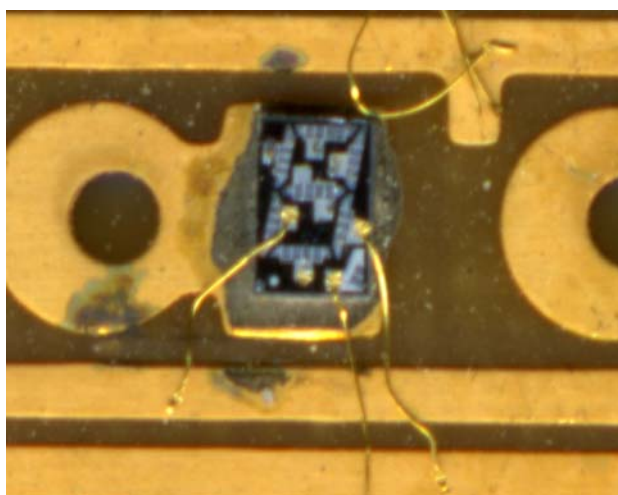
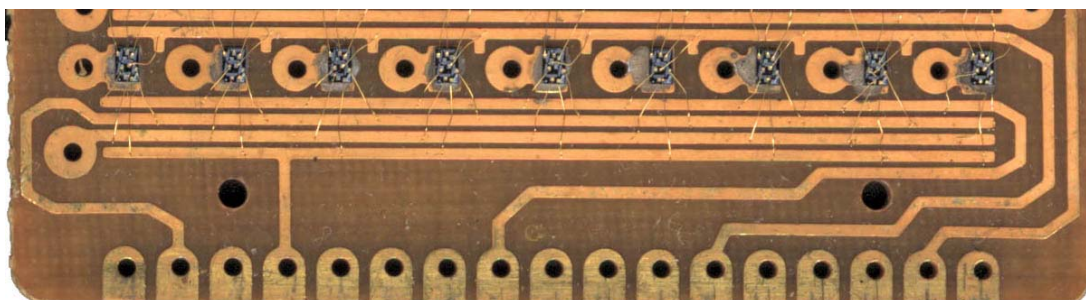
Минилампа



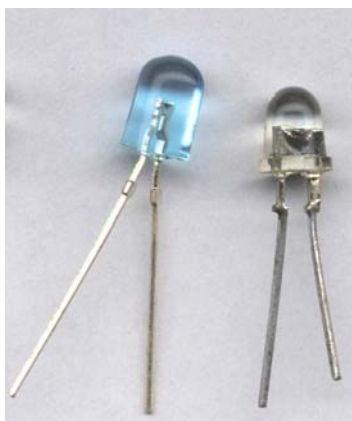
Лампа ультрафиолетового излучения – «черная лампа»



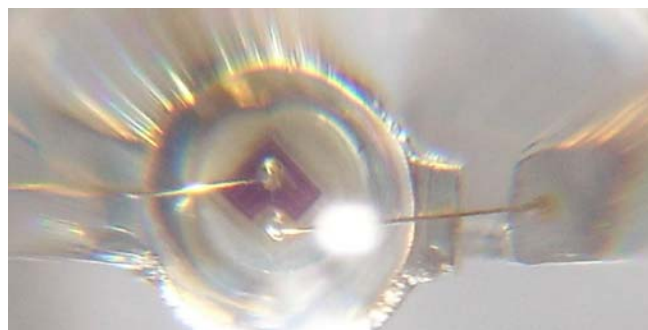
Светодиодный индикатор калькулятора



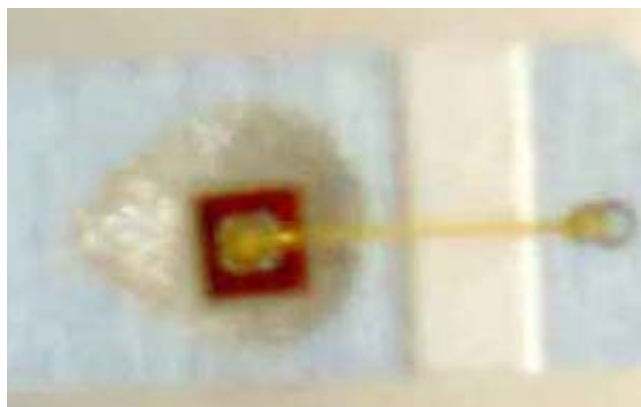
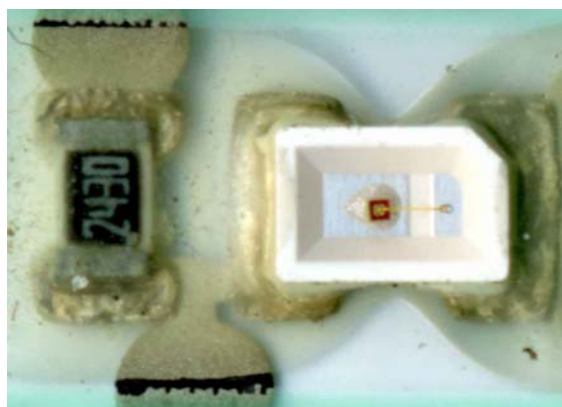
Светодиод синий, белый,



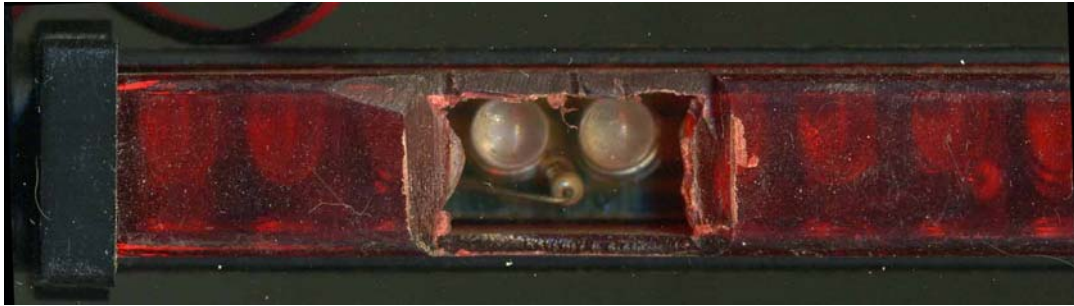
Светодиод (фото Гаева А.)



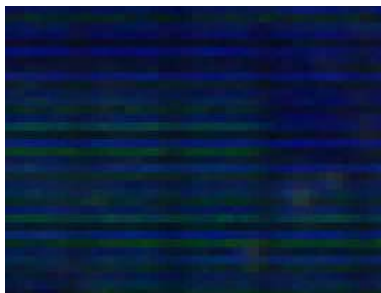
Индикаторный светодиод струйного принтера



Светодиоды автомобильного стоп-сигнала



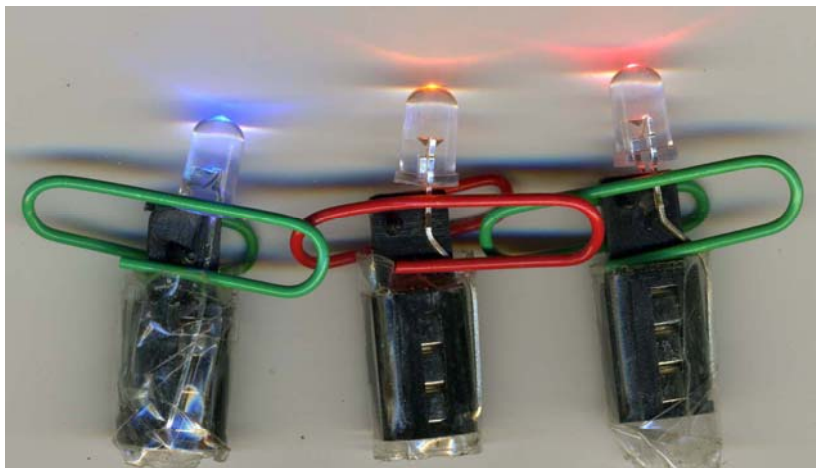
Органические светодиоды - OLED



Индикатор звонка сотового телефона (СВЧ - приемник – брелок)

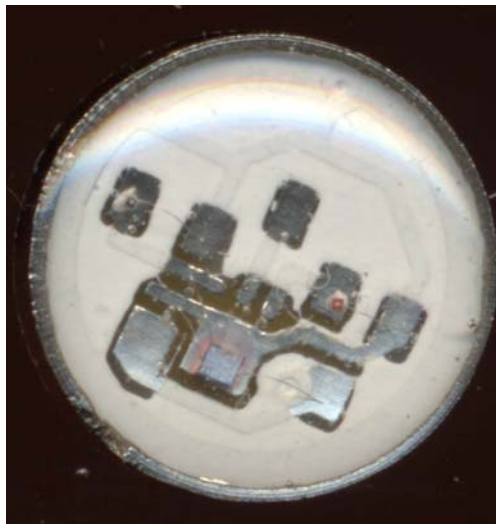


Светодиодный блок зажигалок

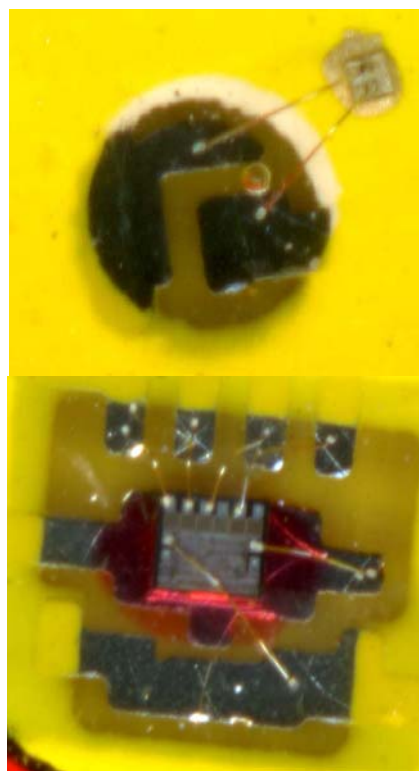
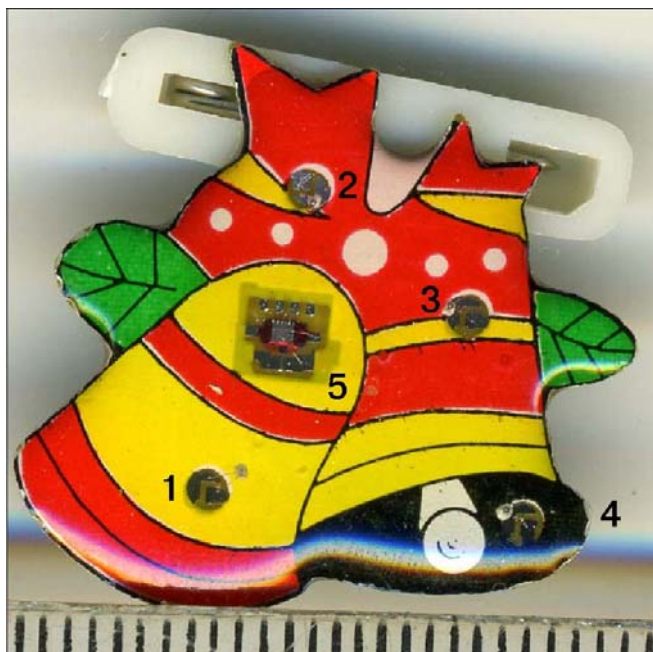


Светодиодный блок зажигалок

Детское кольцо со светодиодами



Светодиоды новогоднего сувенира



1 – 4: светодиоды, 5 – интегральная схема.

Лазеры

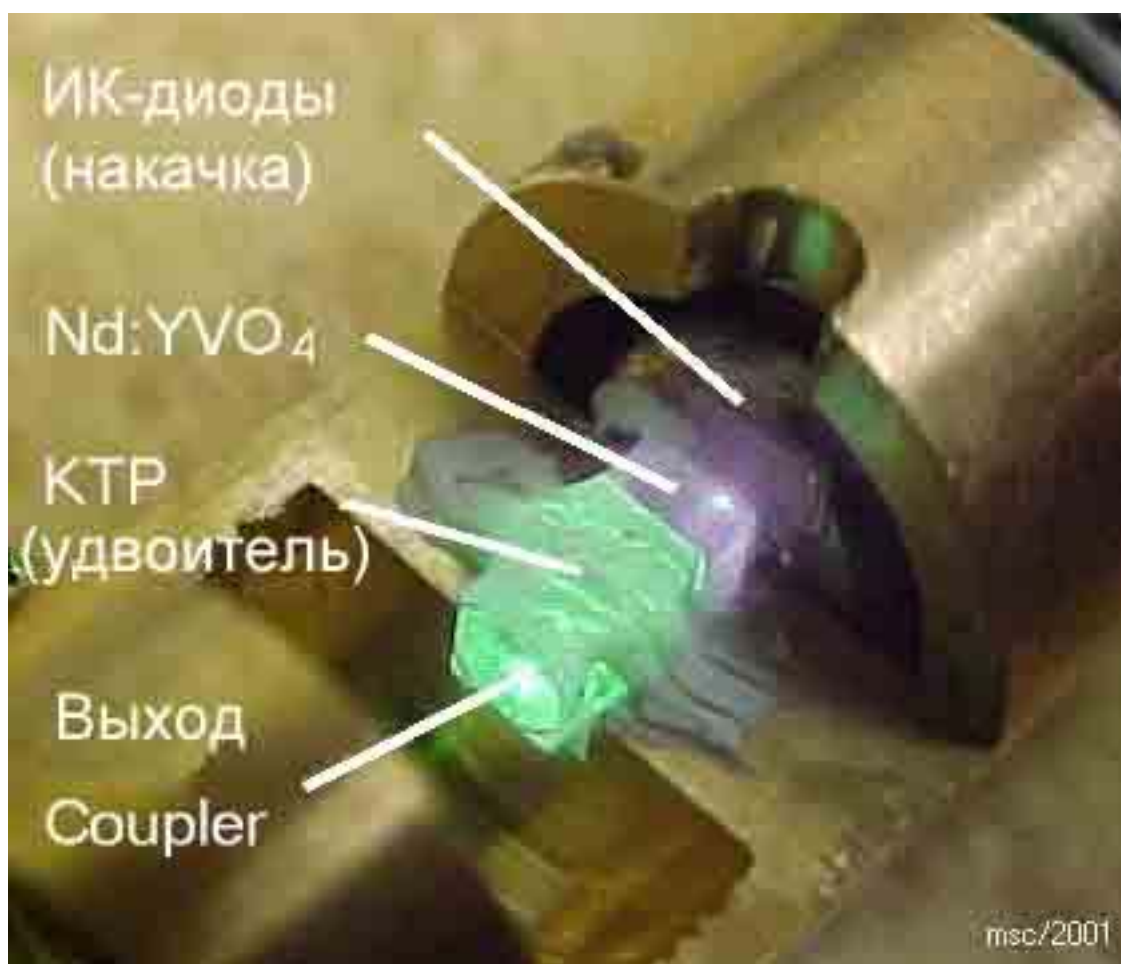
Твердотельный лазер

Рубиновый лазер



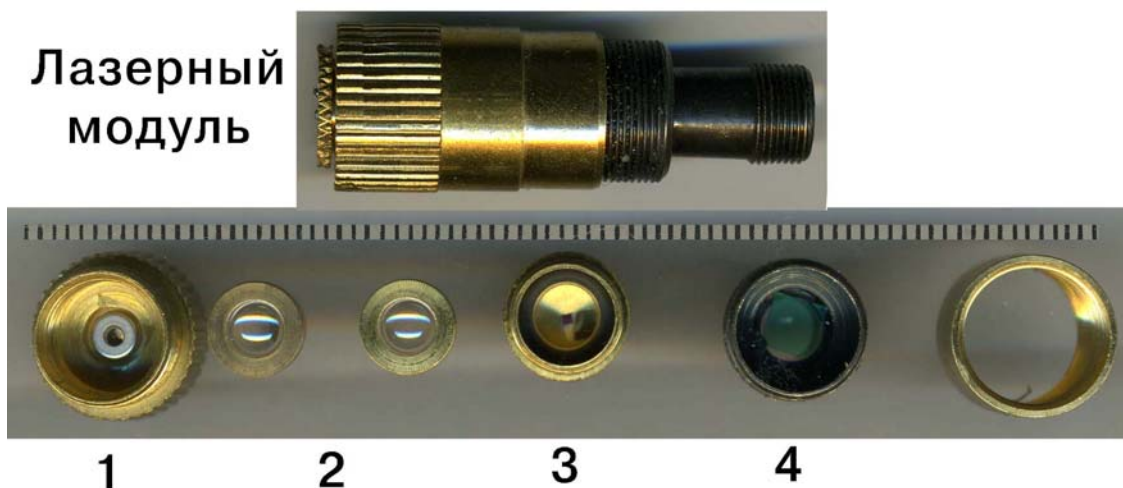
Элементы рубинового лазера: монокристалл рубина и импульсная лампа

Зеленая лазерная указка

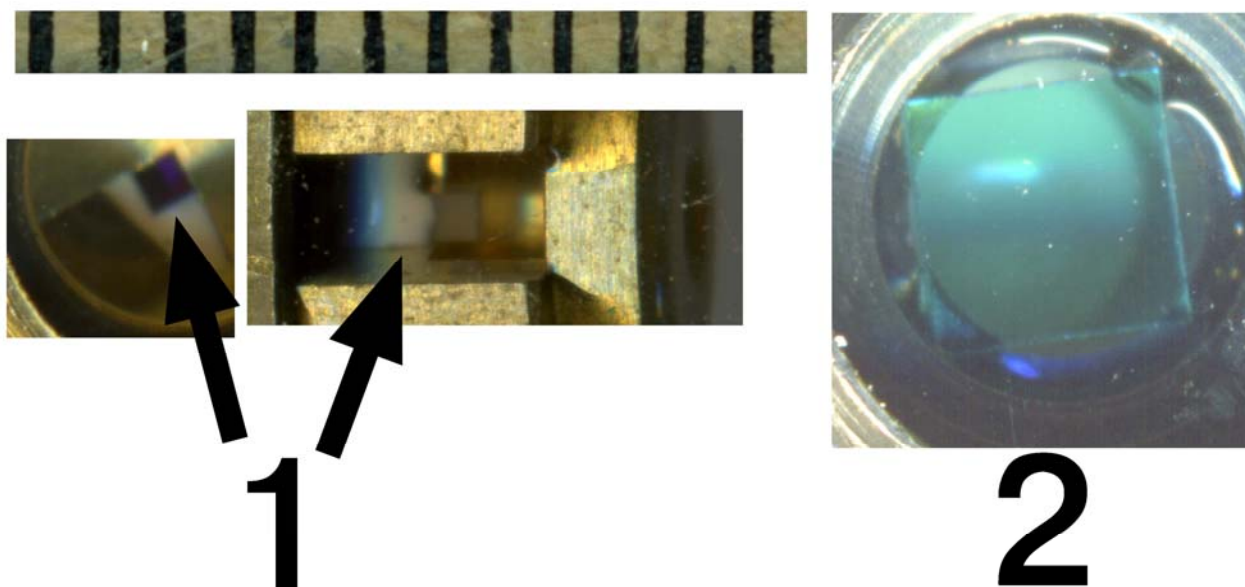


Зеленая лазерная указка

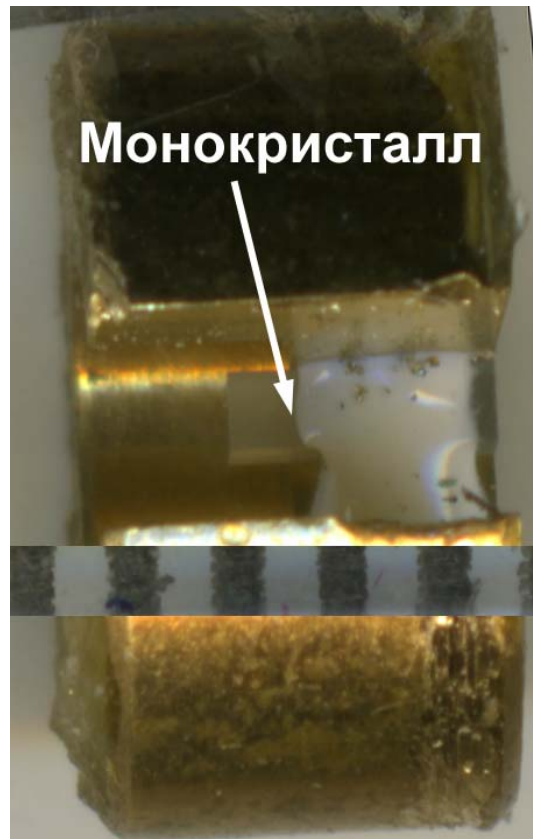
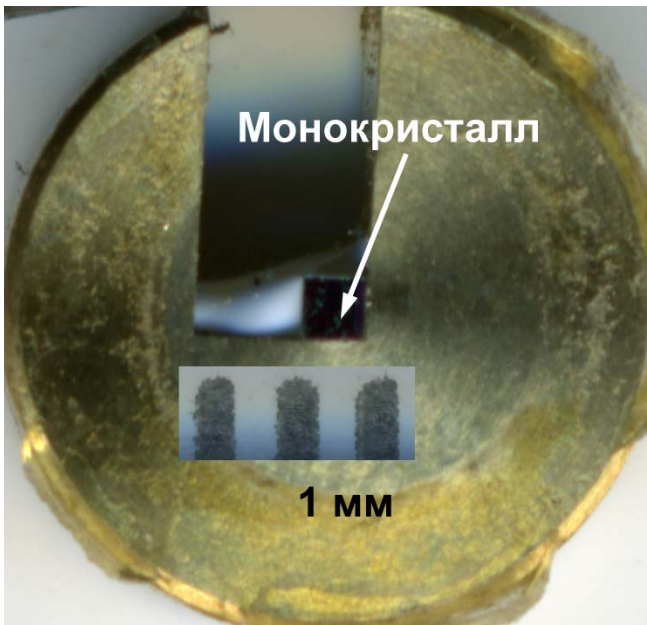
Лазерный модуль

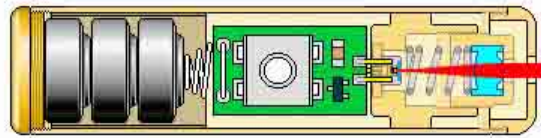


Конструкция лазерного модуля зеленой лазерной указки. 1- ИК - диод, 2 – лин-
зовая система, 3 – монокристалл Nd:YVO_4 – лазерный кристалл, 4 – нелиней-
ный кристалл КТР – удвоитель частоты лазерного излучения

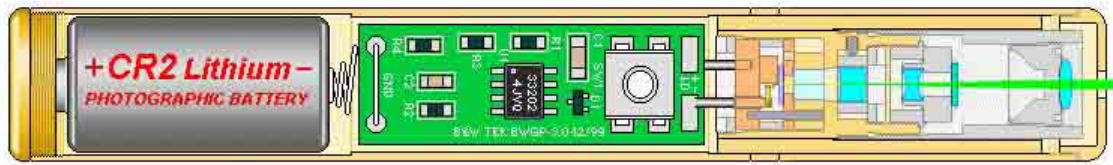


1 – монокристалл Nd:YVO_4 – лазерный кристалл, 2 – нелинейный кристалл КТР
– удвоитель частоты лазерного излучения

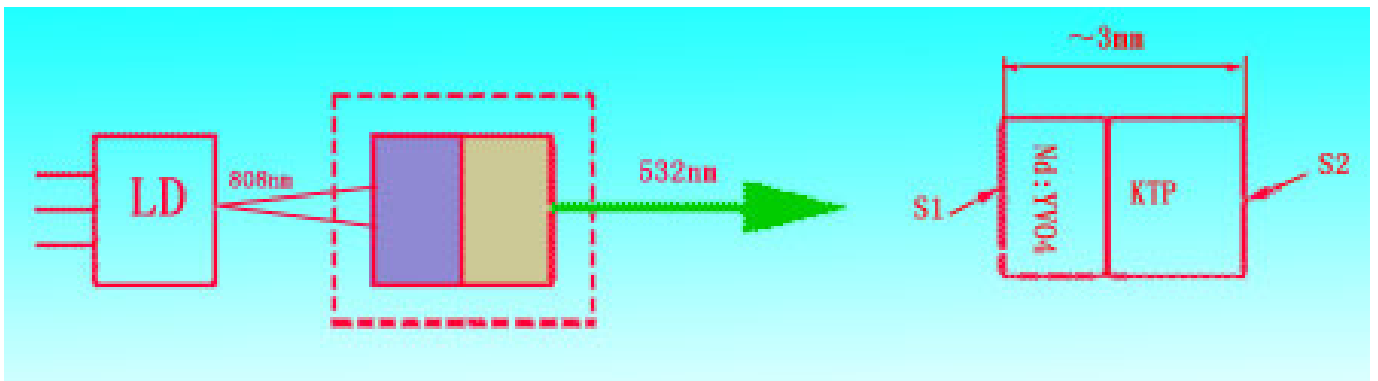




Батарея Кнопка ЛД Модуль ЛД
Указка - красный лазерный диод (ЛД)

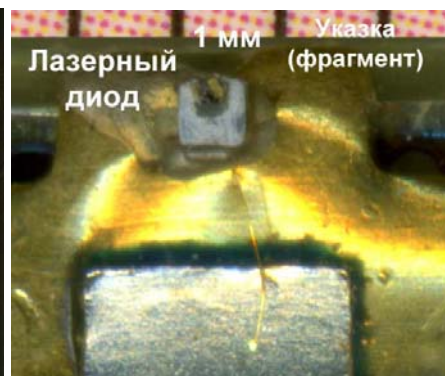
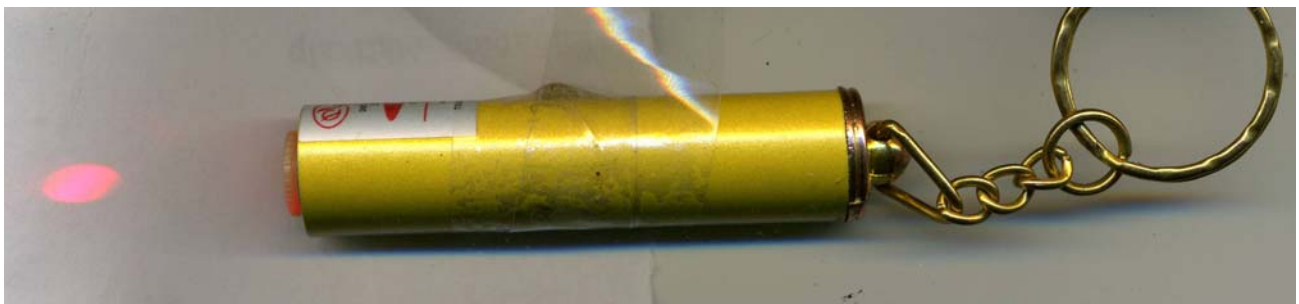


Батарея Управление накачкой Модуль лазера DPSS
Твердотельный лазер с диодной накачкой - DPSS
Указка - зеленый лазер с удвоением частоты

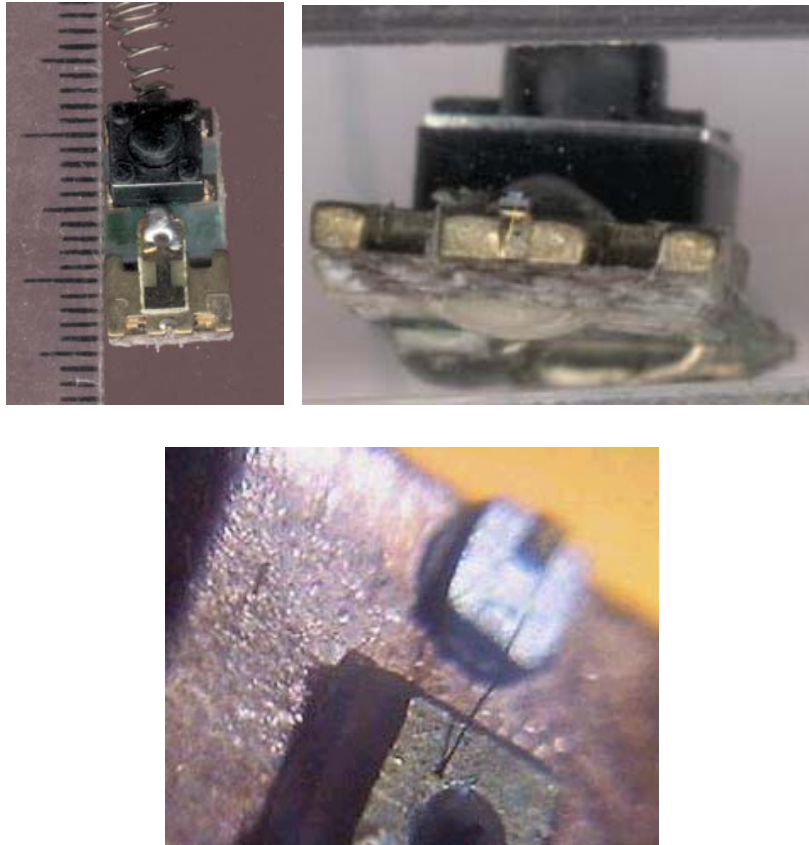


Полупроводниковый лазер

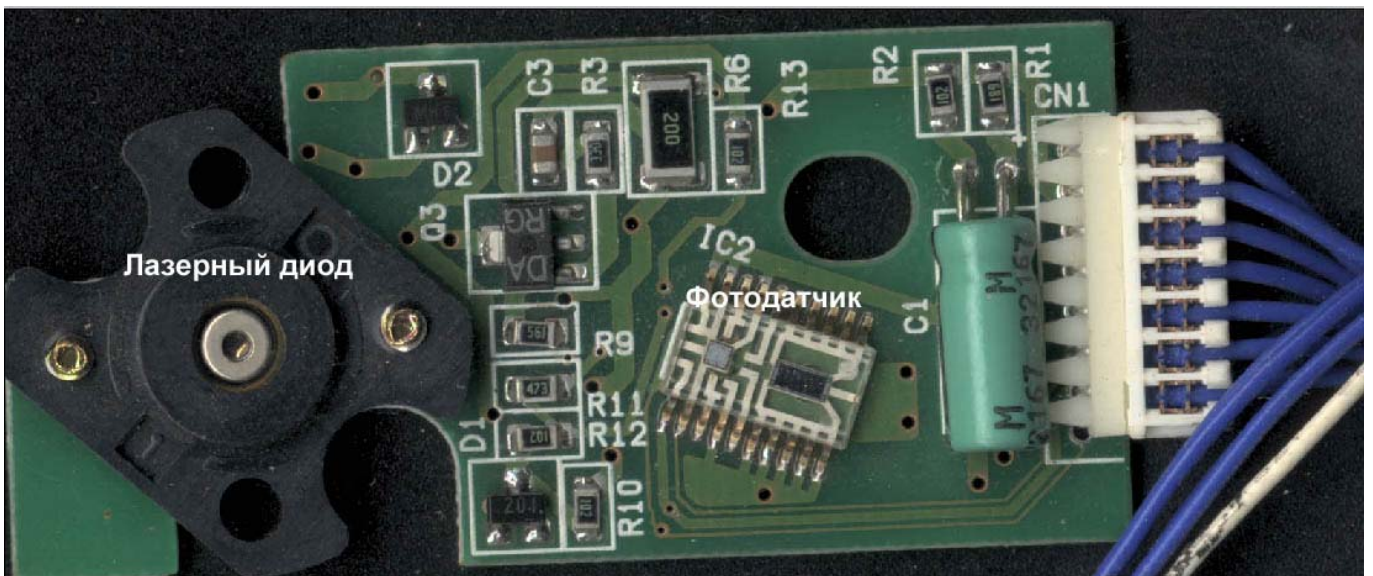
Лазерная указка с кристаллом лазерного диода.



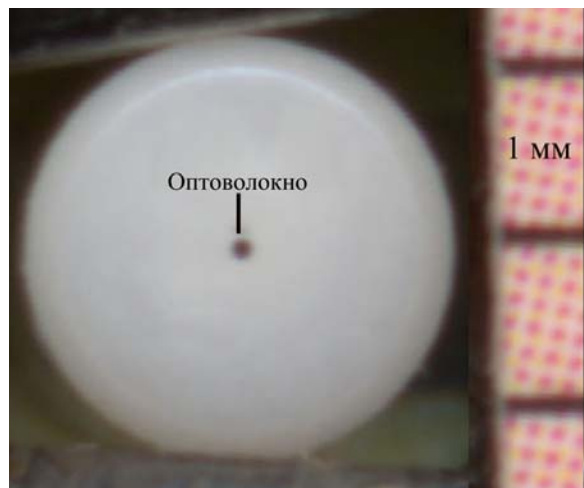
Лазерный диод



Лазерный диод принтера

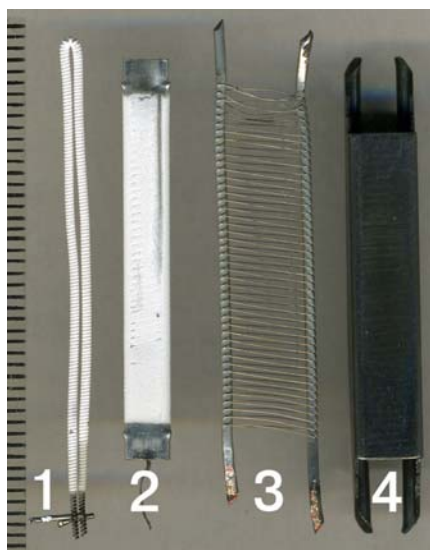


Оптоволокно: коннектор

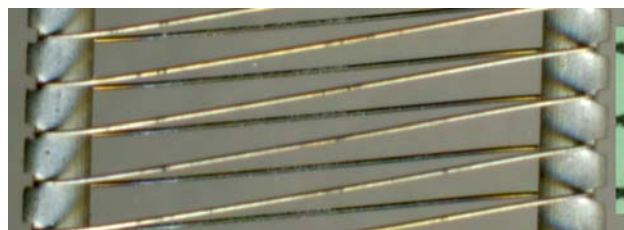


Электрoвакуумные лампы

Электрoвакуумный триод 6Н5С

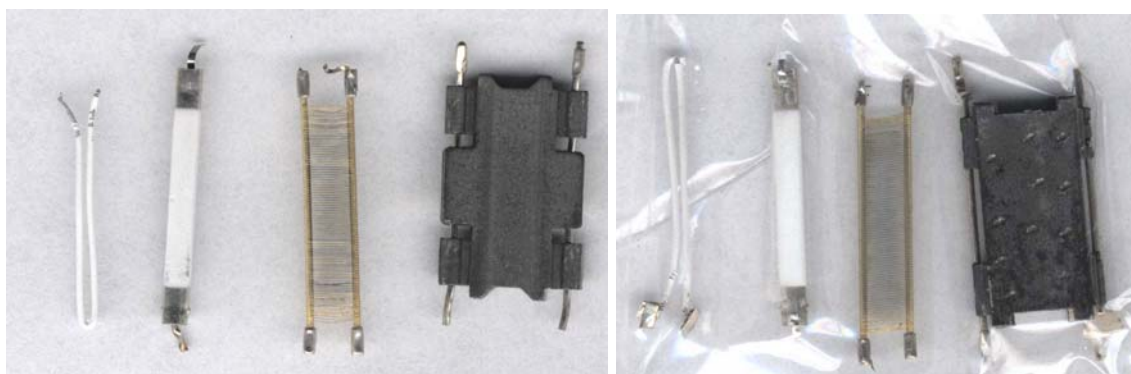


1 – нить накала, 2 – Катод, 3 – управляющая сетка, 4 – анод (фрагмент)

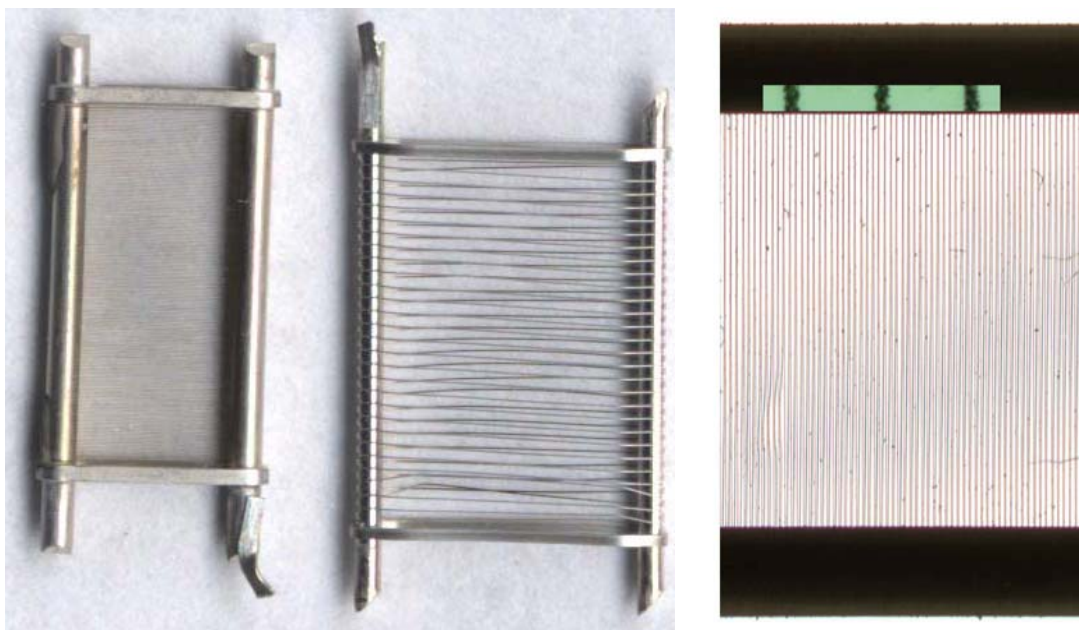


Управляющая сетка (фрагмент)

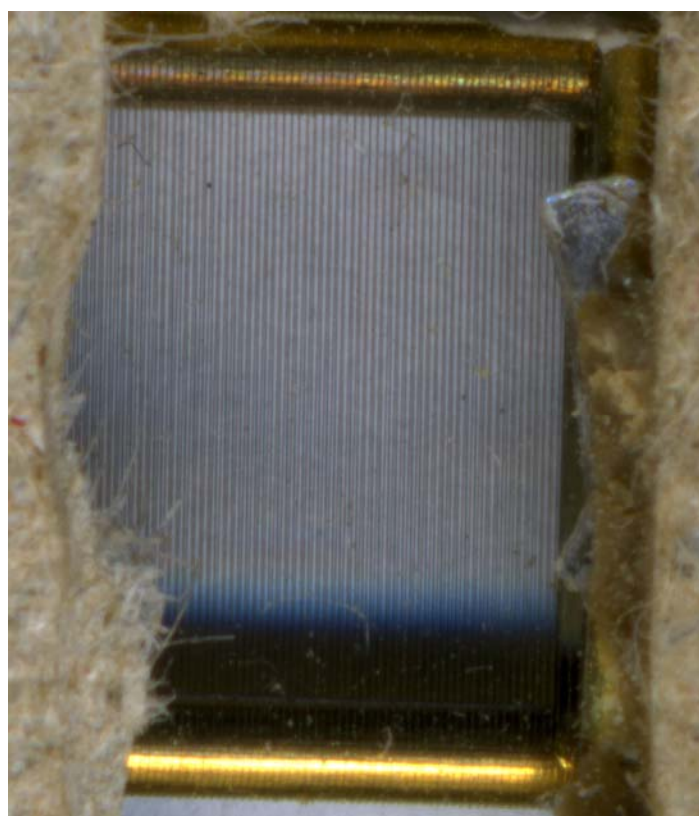
Электрoвакуумный триод 6Н3П



Электрoвакуумные пентоды 6Ж1П и 6Ж9П



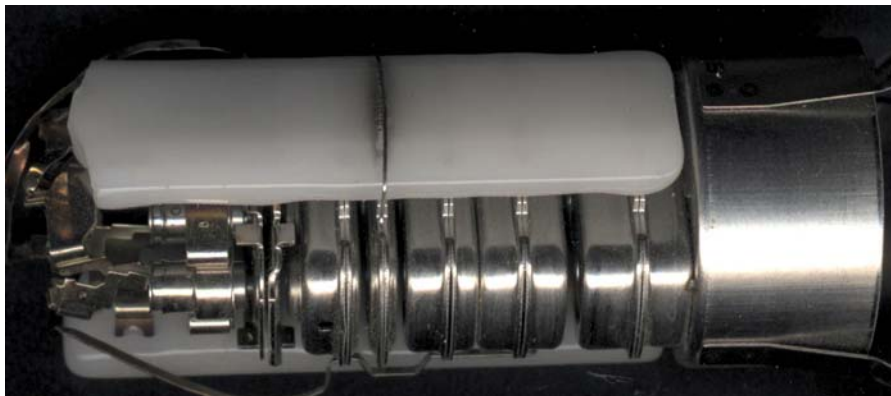
Сетки лампы 6Ж1П



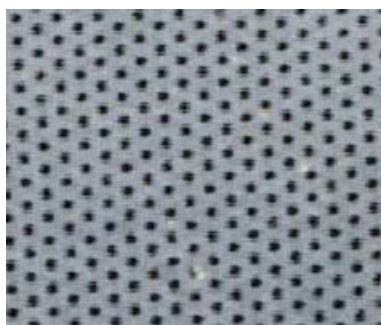
Сетка лампы 6Ж9П как дифракционная решетка (в спичечном коробке)

Электроннолучевая трубка

Электронная пушка (три луча – три катода)



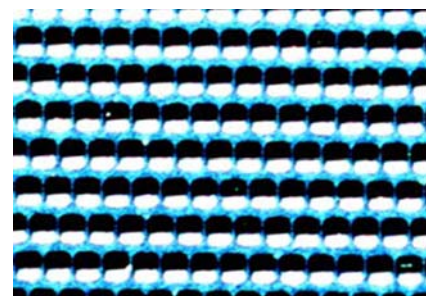
Маски дисплея



Дельтовидная маска

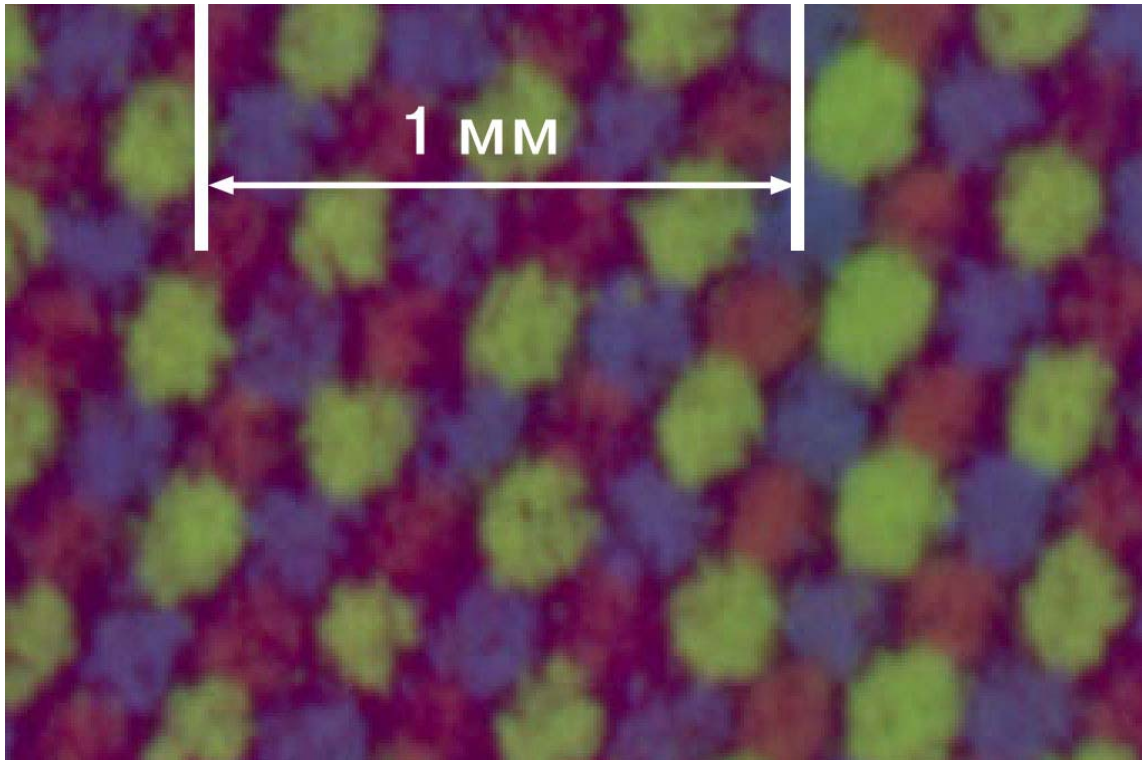


Апертурная



Щелевая

Дисплей: люминофоры



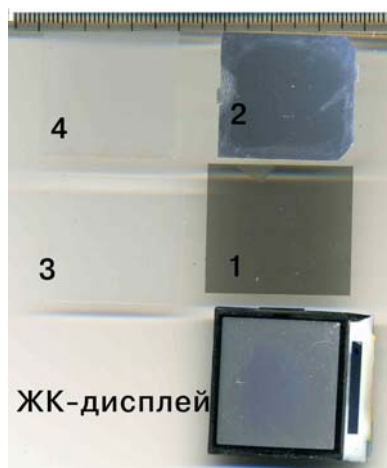
Жидкокристаллический дисплей

Блок подсветки ЖК-дисплея компьютера и сотового телефона.

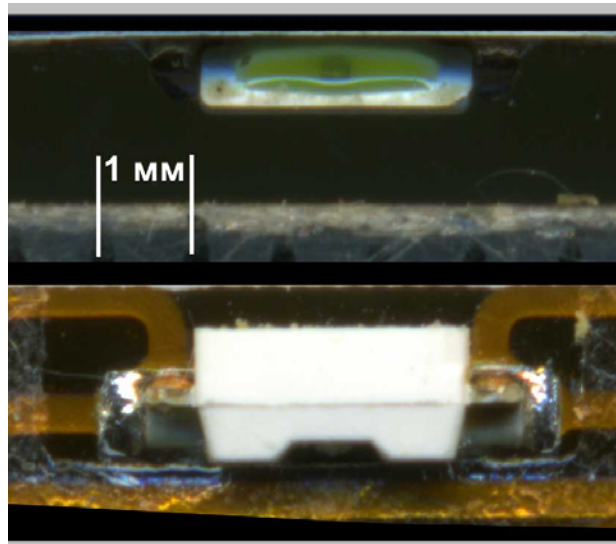
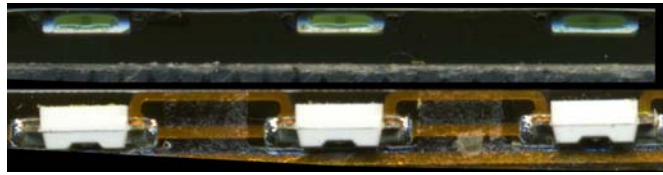
Наиболее сложным оказалось отделение поляризаторов от стекла дисплея. Опыт показал, что необходимо использовать лезвие и аккуратно отделить поляризатор от поверхности стекла. Затем пленку и поверхность стекла необходимо протереть одеколоном для удаления остатков клея. Заметим, что спирт для этой цели не пригоден.

Таким образом можно получить поляроидные пленки и использовать их для демонстрации поляризации лазерного луча; света, излучаемого ЖК-дисплеем; света, отраженного от поверхности диэлектрика (например, стола).

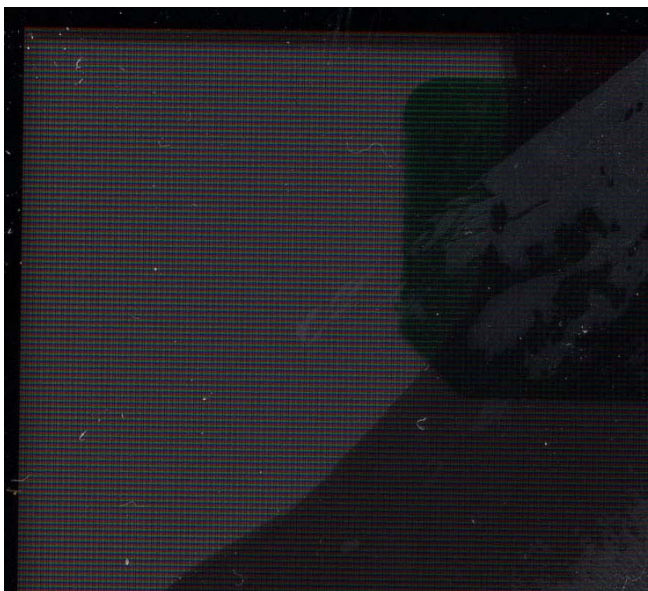
Пленки обратной подсветки ЖК-дисплея



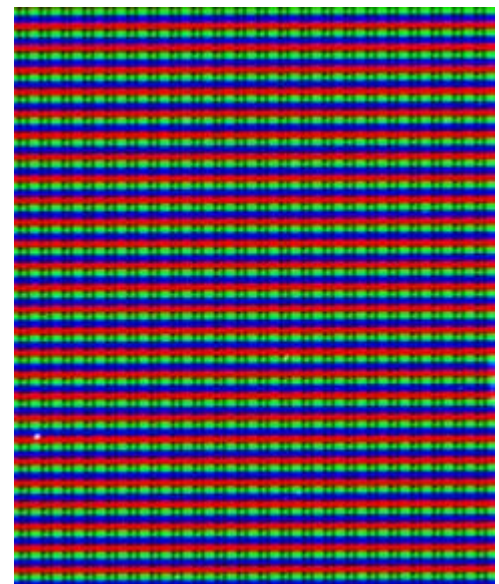
Три светодиода блока подсветки



Матрица RGB на поверхности ЖК-дисплея

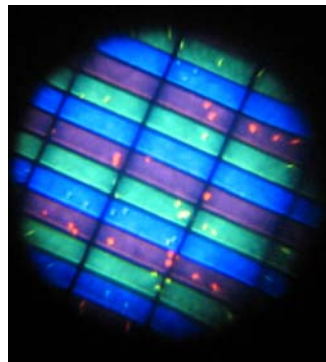
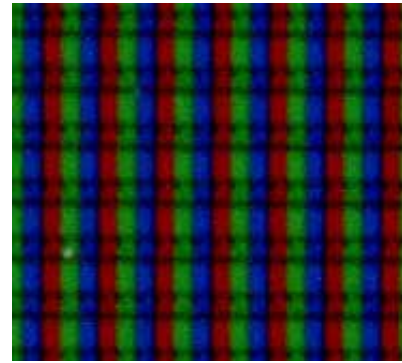
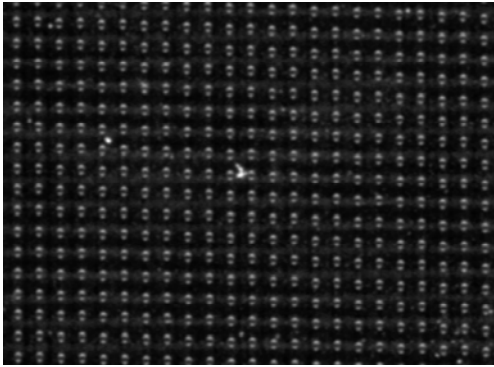


Фрагмент дисплея
(поляризаторы удалены)



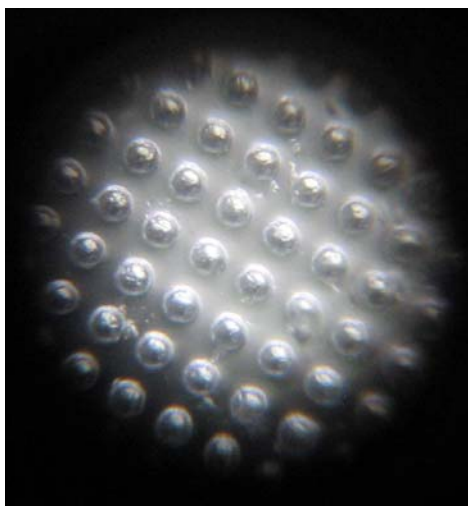
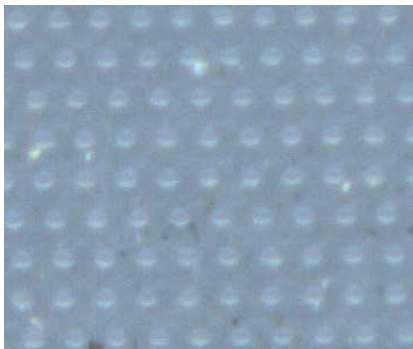
Фильтр RGB (фрагмент)

Элементы микроструктуры световода обратной подсветки



микроскоп

Микролинзы световода

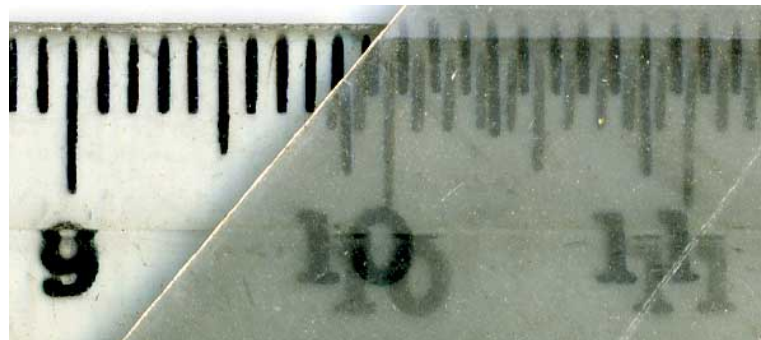
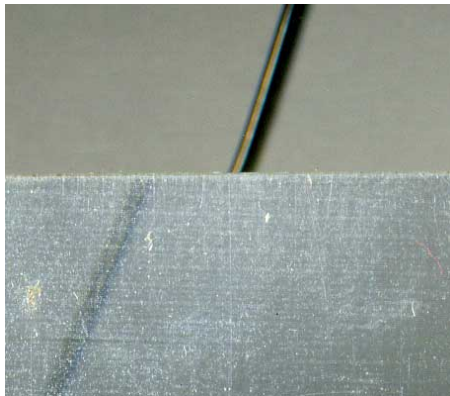
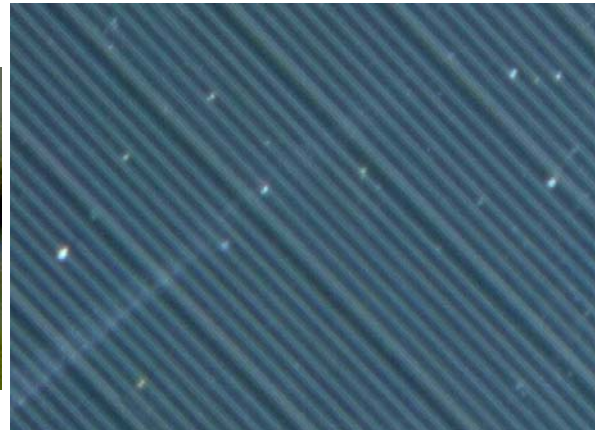


СВЕТОВОД

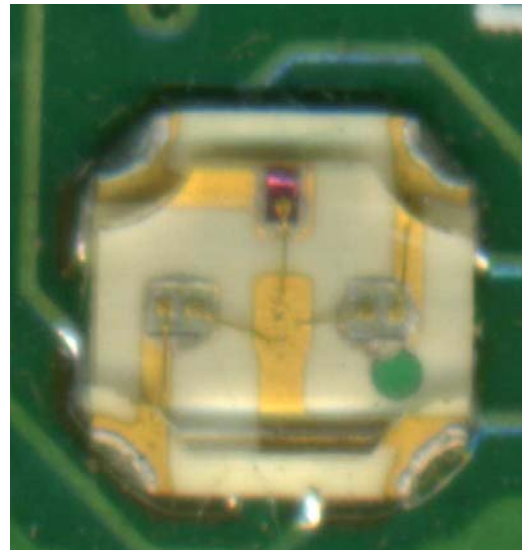
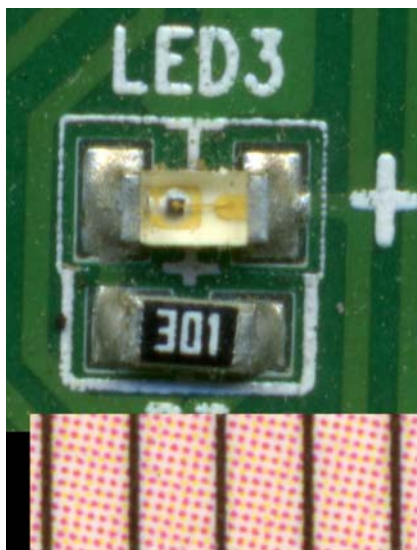
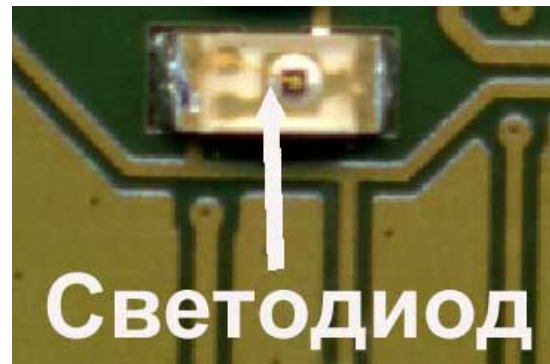
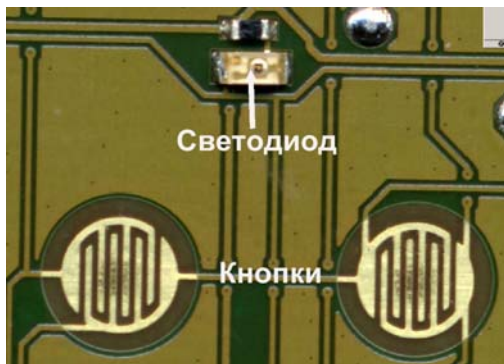


микроскоп

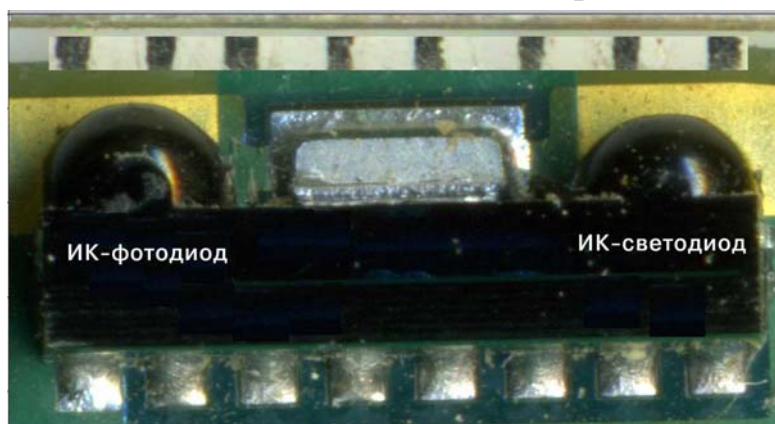
Пленка микропризм



Светодиод: сотовый телефон



Светодиоды сотового телефона

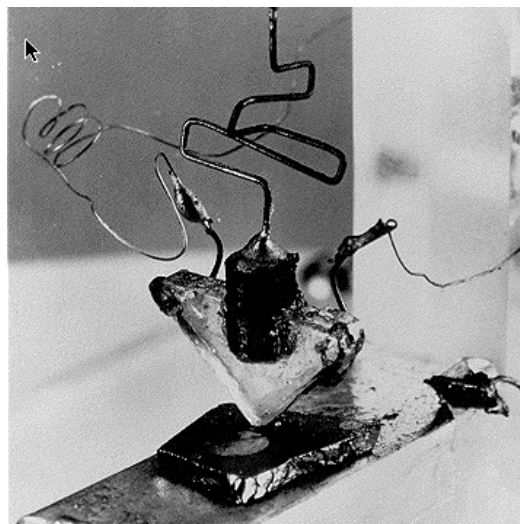


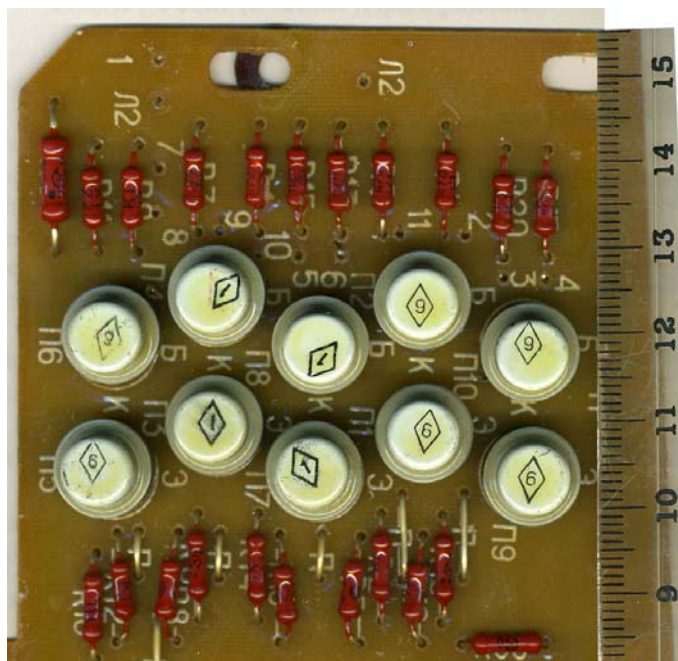
ИК-порт сотового телефона

Изображение излучения ИК – портов с помощью цифрового фотоаппарата:



Транзистор





Навесной монтаж: транзисторы, резисторы



Транзистор П14

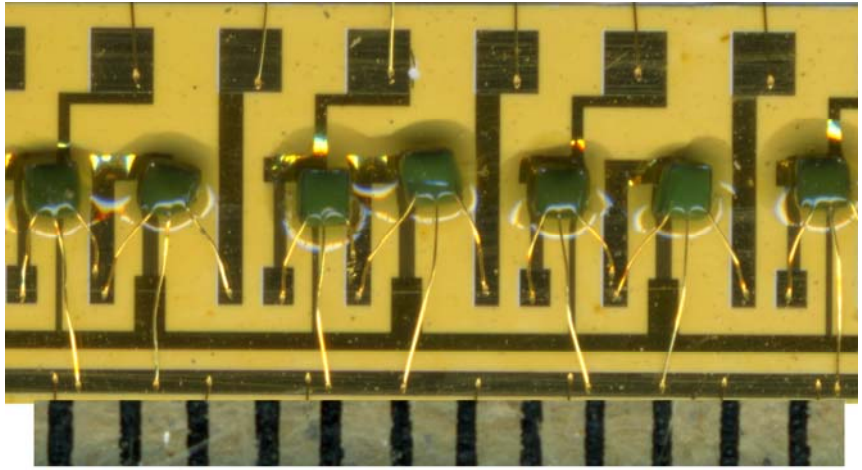
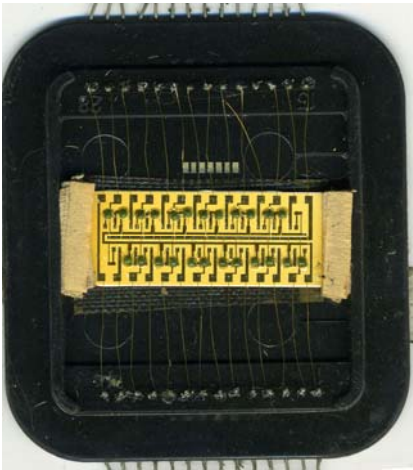


Транзистор (фото Гаева А.)

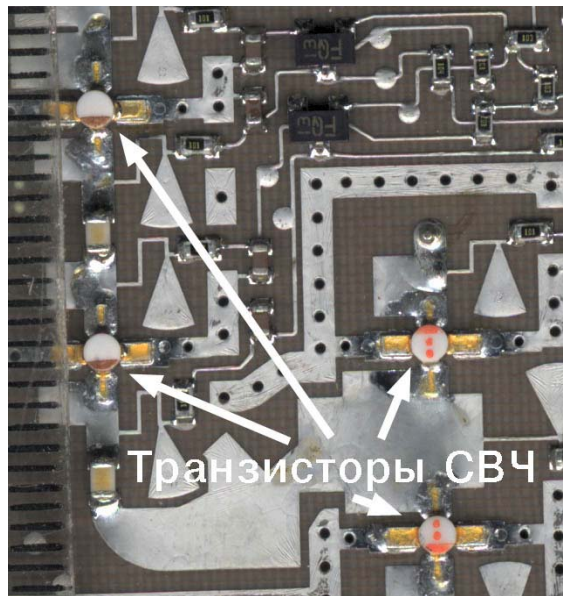
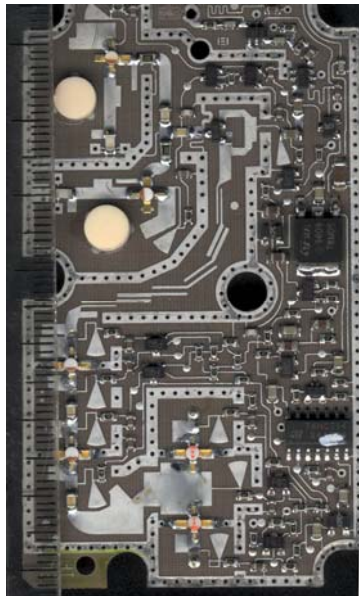


Транзистор П215

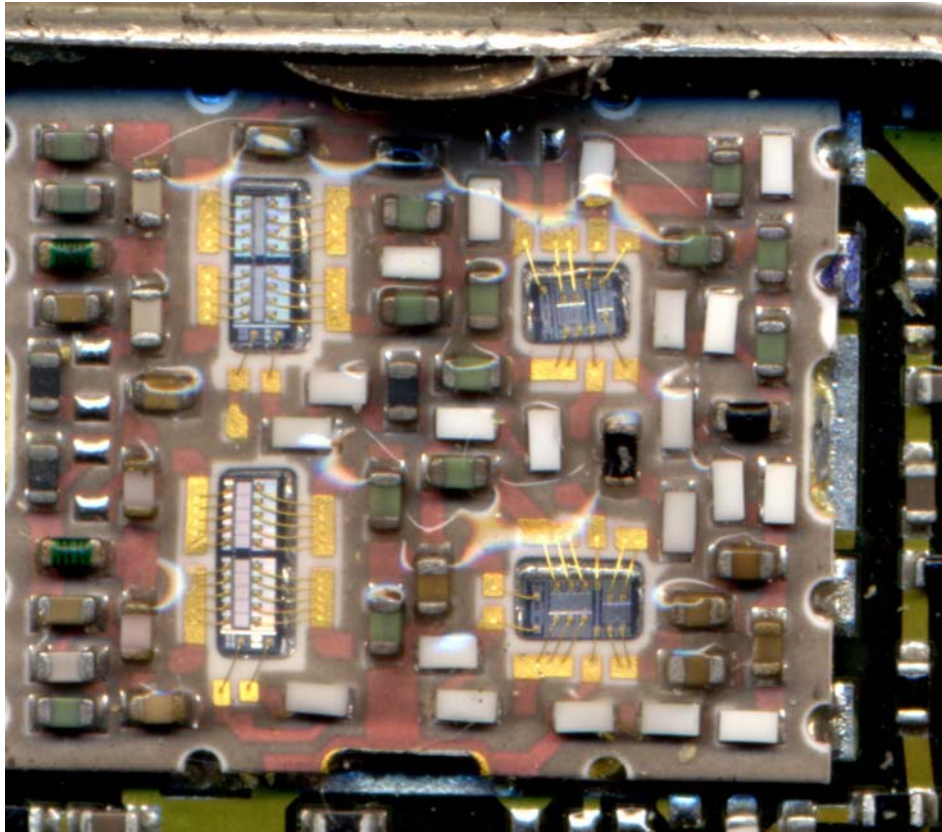
Транзисторная сборка



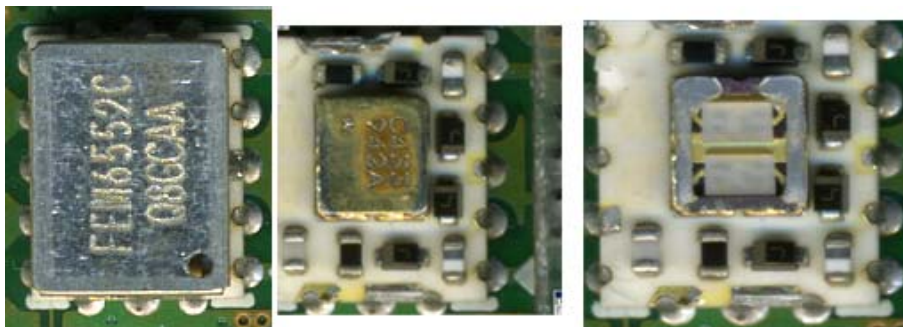
Транзисторы СВЧ: антенный усилитель спутникового телевидения, 11 ГГц



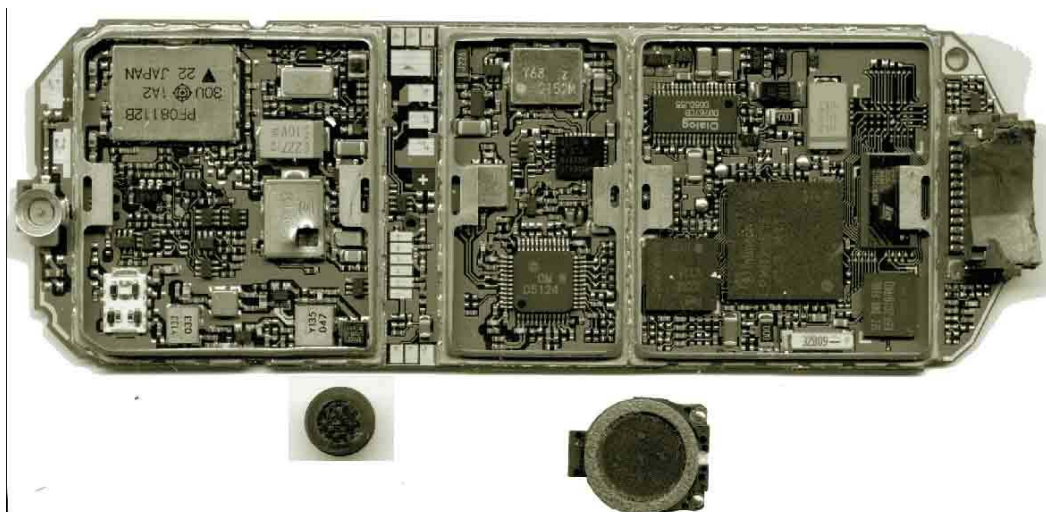
Сотовый телефон: транзисторы СВЧ



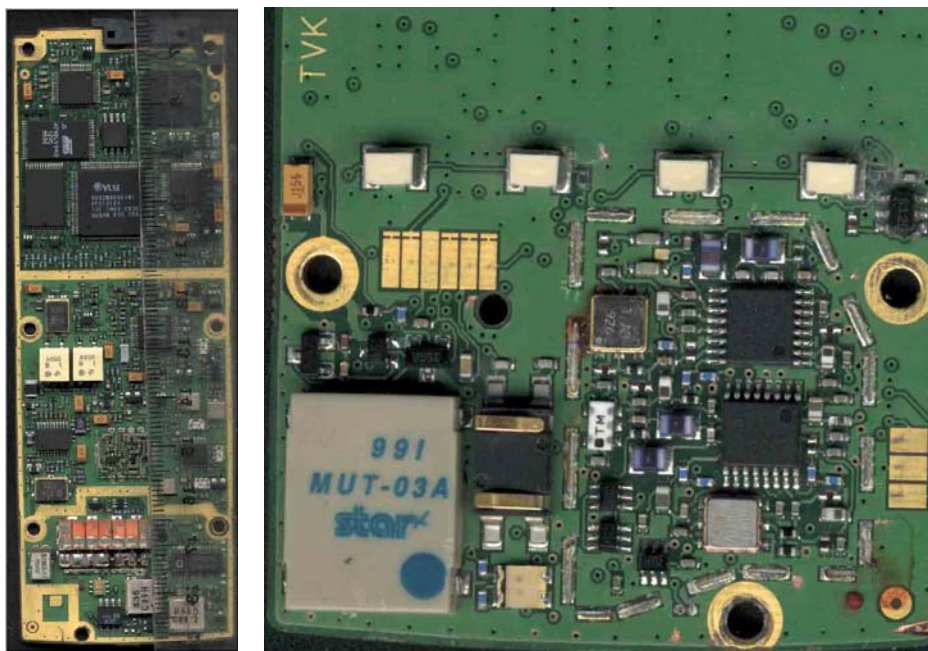
Транзистор СВЧ сотового телефона



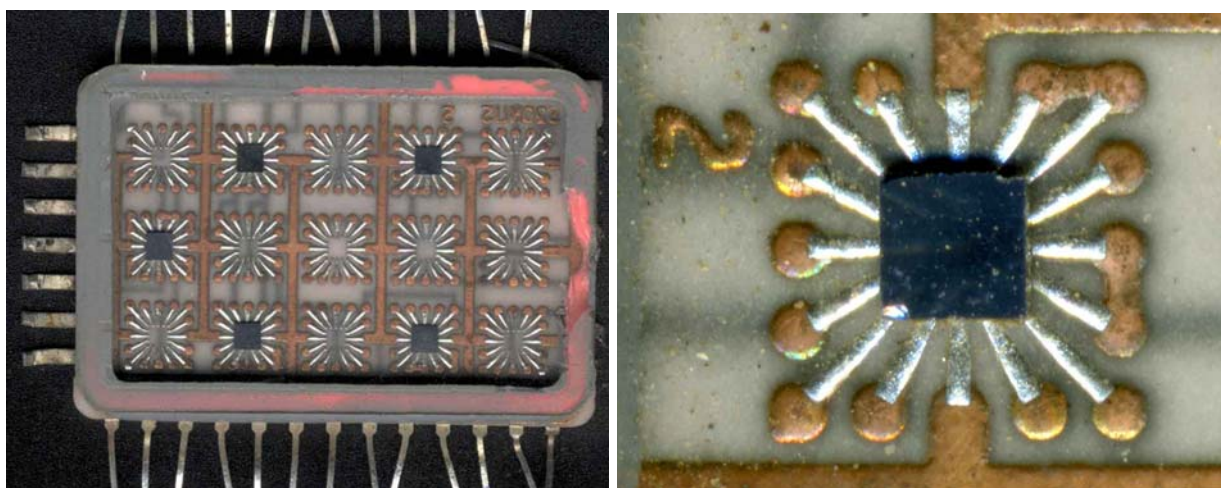
Сотовый телефон: общий вид



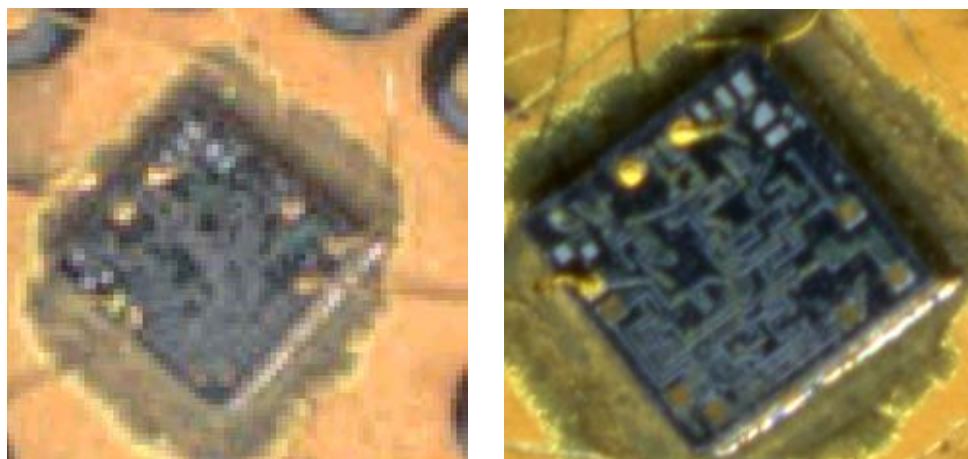
Сотовый телефон передатчик 187



Интегральная схема малая интеграция



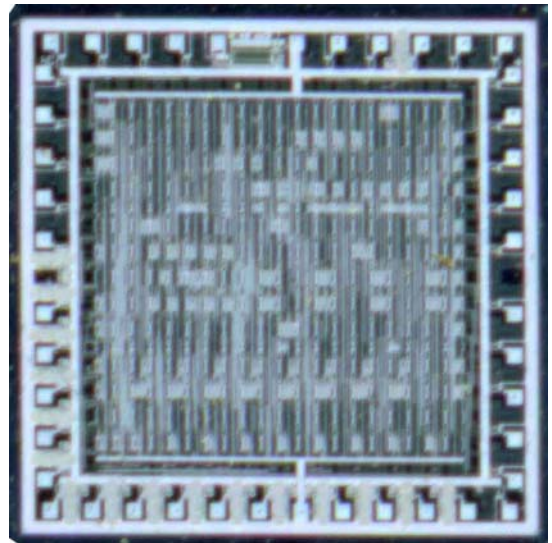
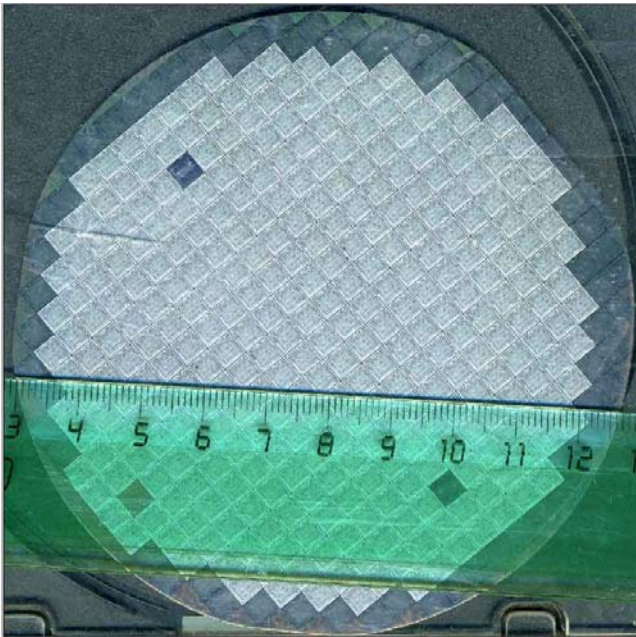
Операционный усилитель



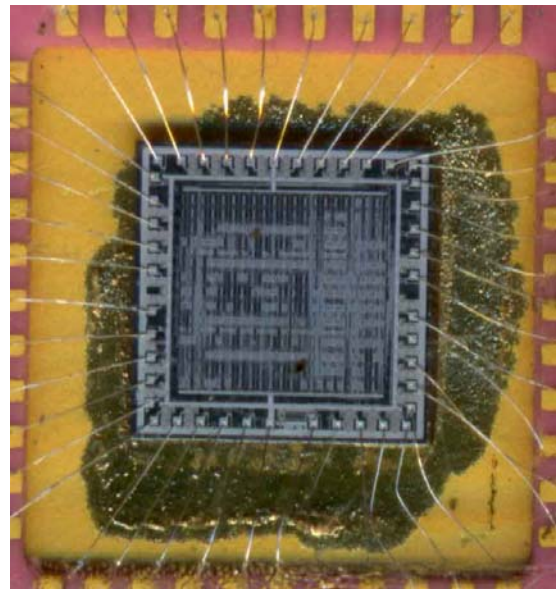
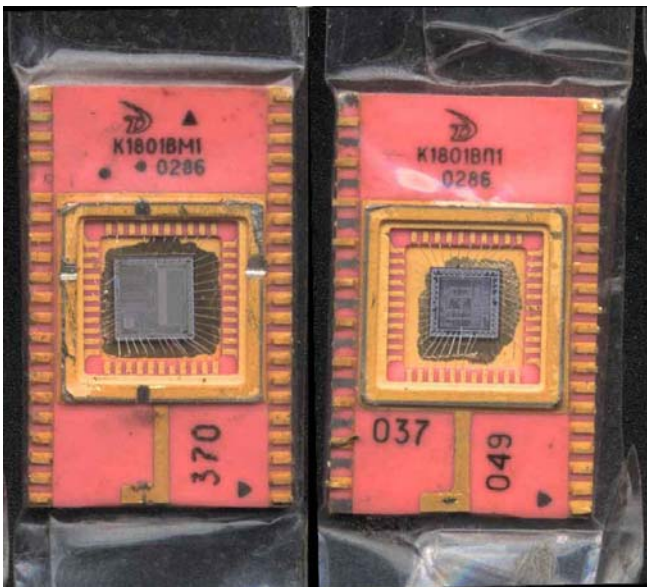
Разрешение 600 и 4800

Интегральные схемы

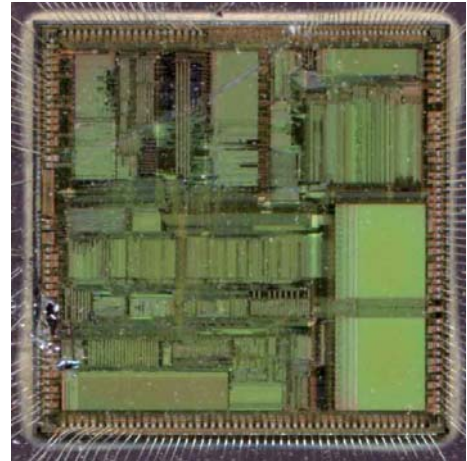
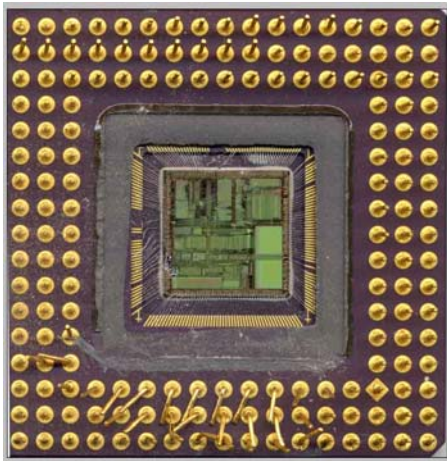
Монокристалл – заготовки интегральных схем



Микропроцессор K1801BM1 и контроллер K1801BP1 (БК0010)

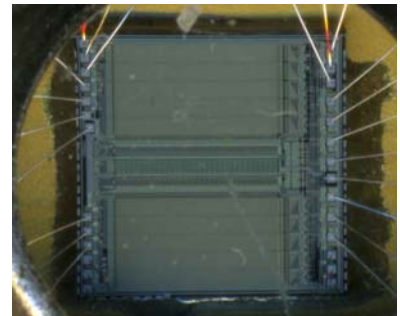
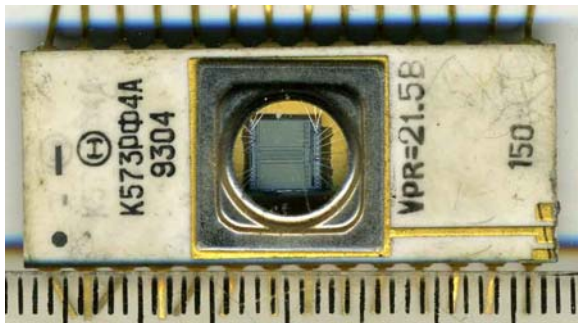


Микропроцессор 486

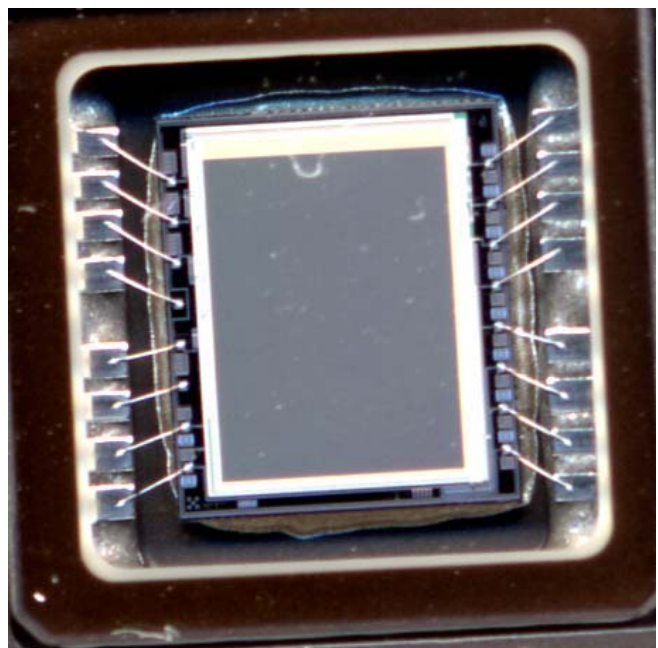
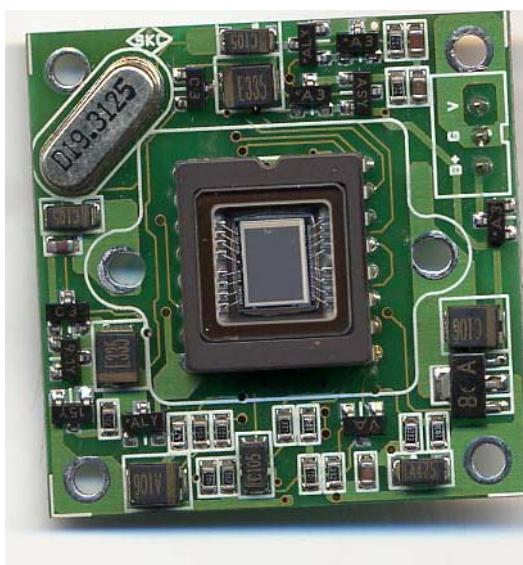


ППЗУ

К573РФ 600

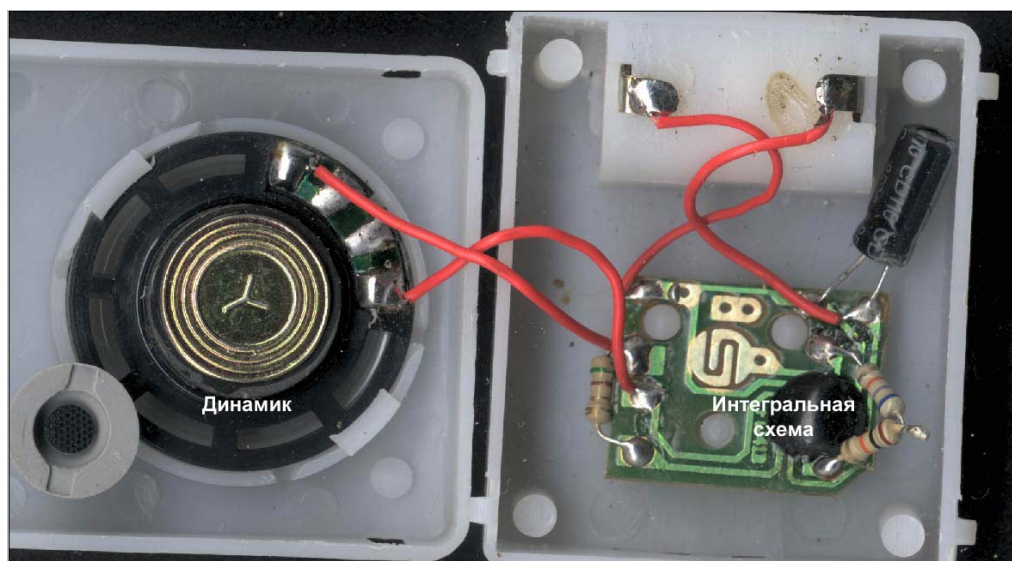


ПЗС

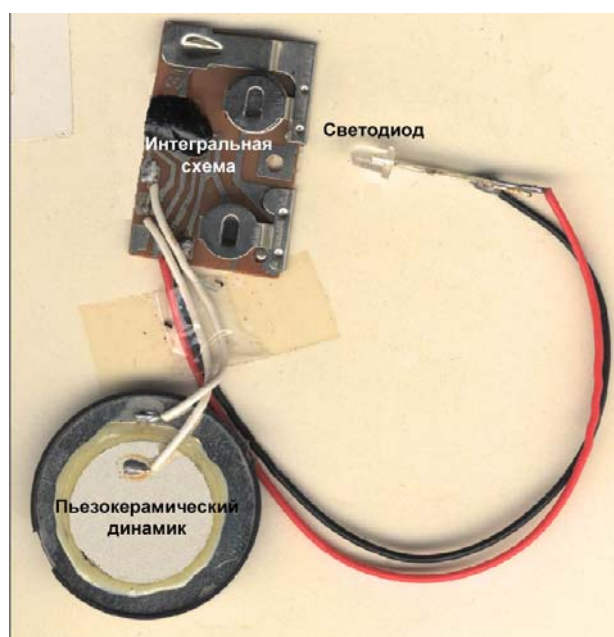


Примеры использования интегральных схем

Интегральная схема музыкальная



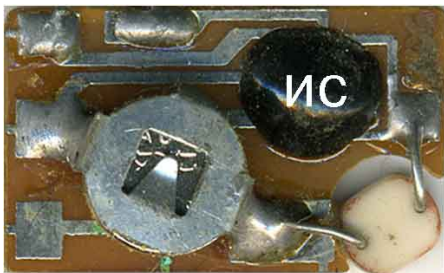
Музыкальная открытка



Сверкающий шарик: инерциальный датчик



В дне «музыкальной кружки»



Фоторезистор

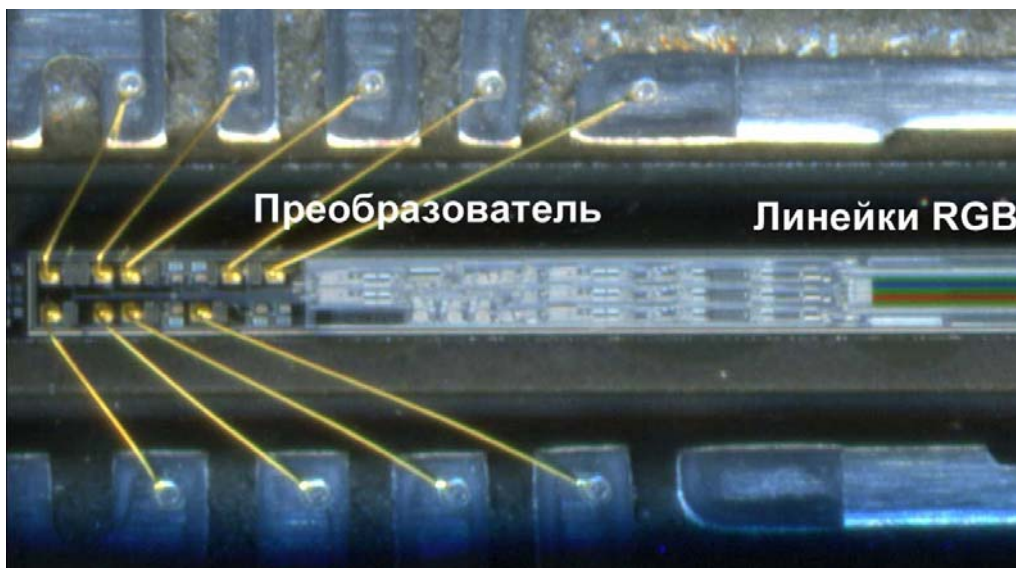
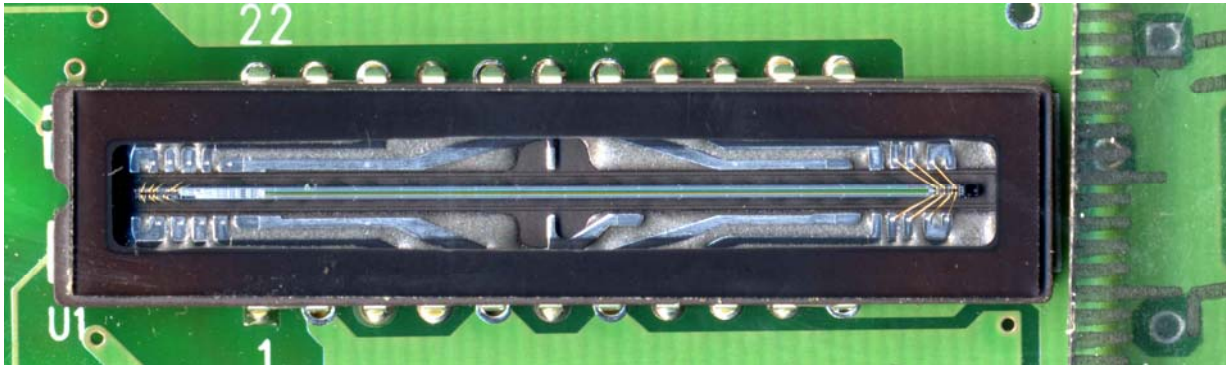


Фоторезистор

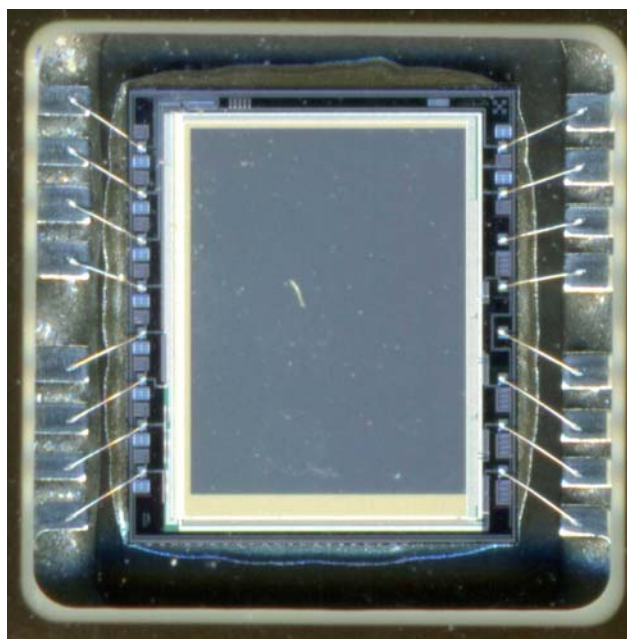


Интегральные схемы ПЗС

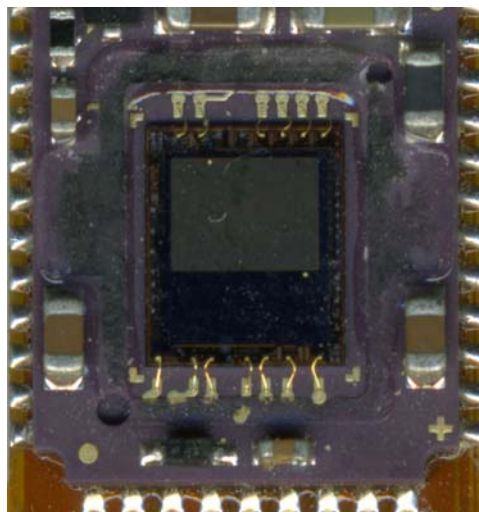
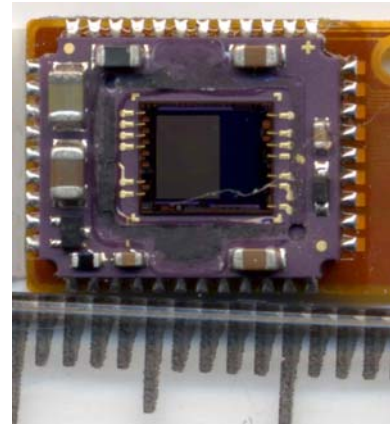
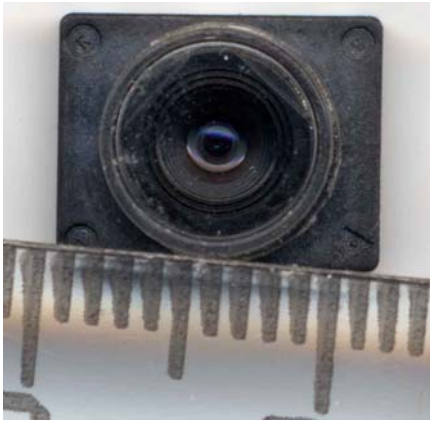
ПЗС сканера



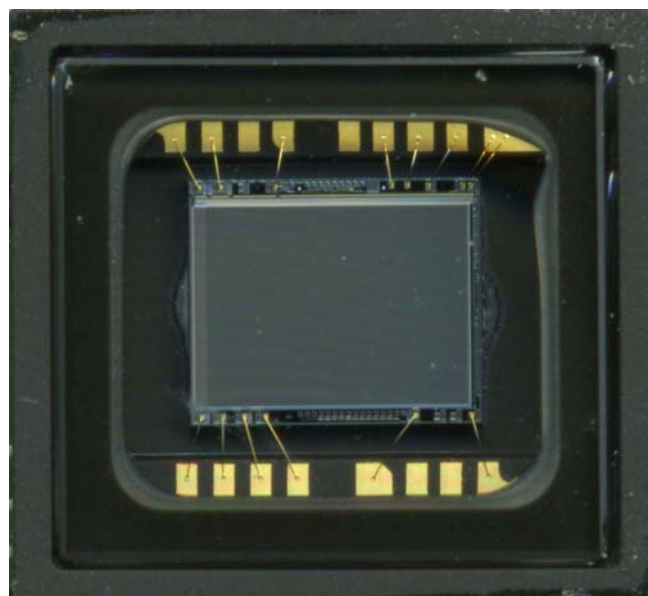
ПЗС WEB – камеры



ПЗС цифрового фотоаппарата сотового телефона

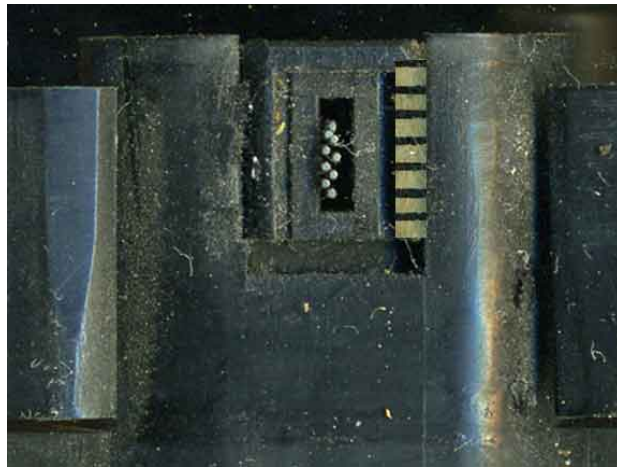


ПЗС камеры наблюдения



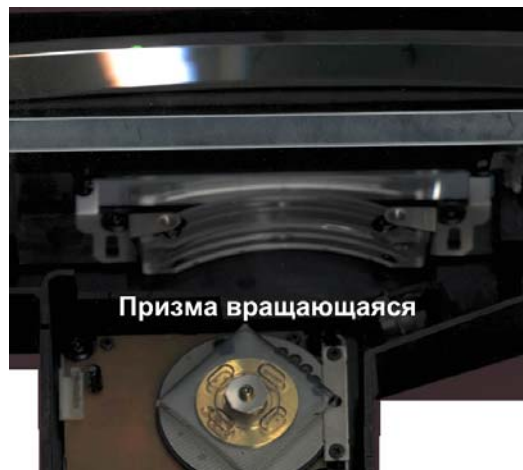
Принтеры

Матричный принтер

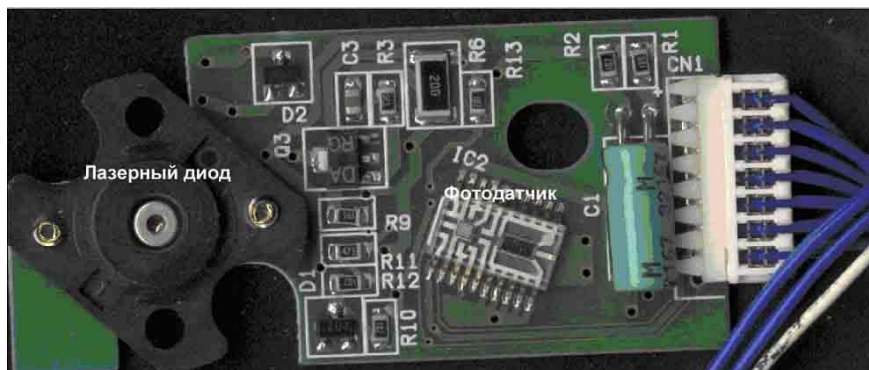


Лазерный принтер

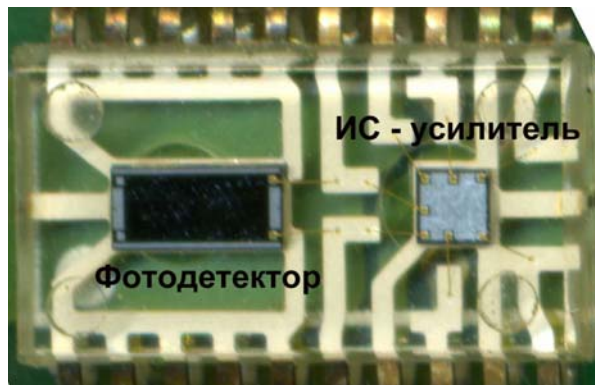
Оптическая сканирующая система



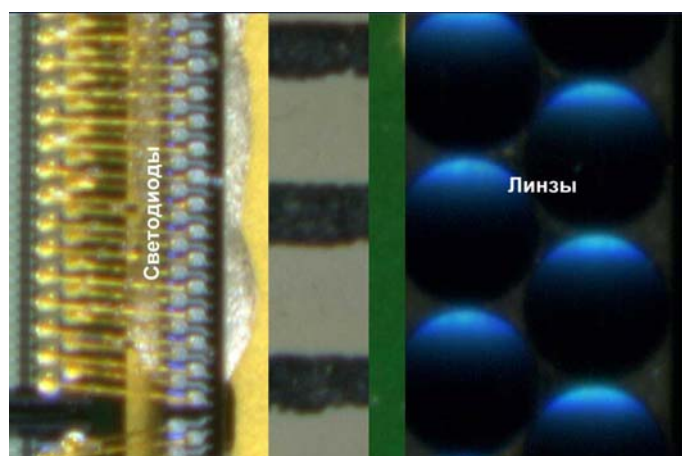
Блок лазерного диода и фотодатчика



Система для контроля интенсивности лазерного луча

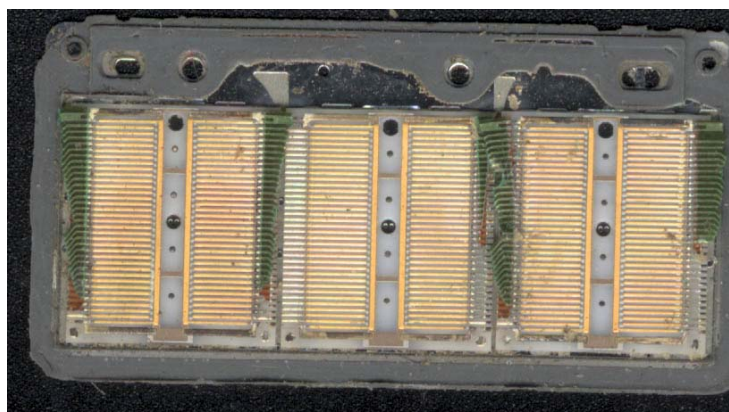


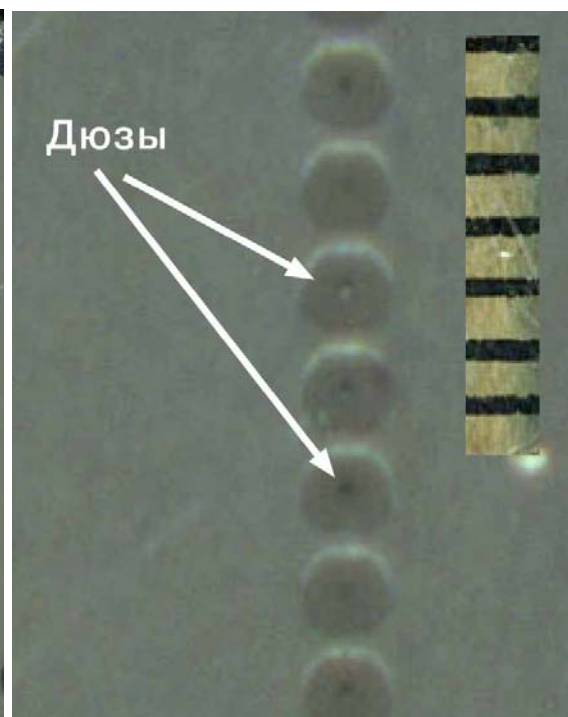
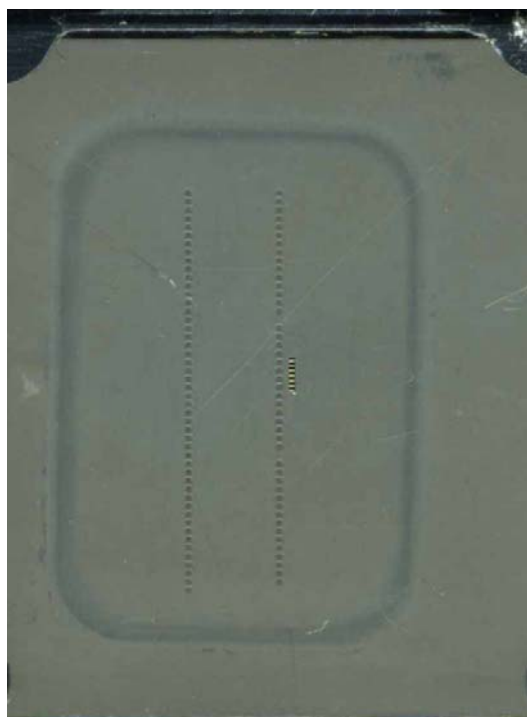
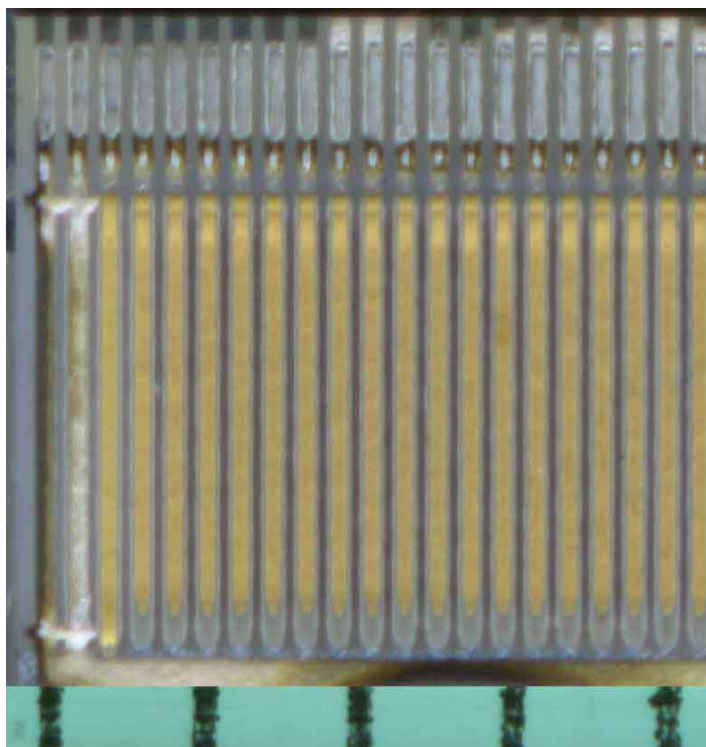
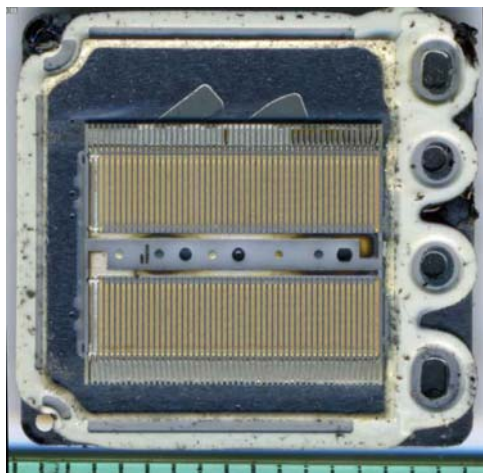
Светодиодный принтер



Струйный принтер

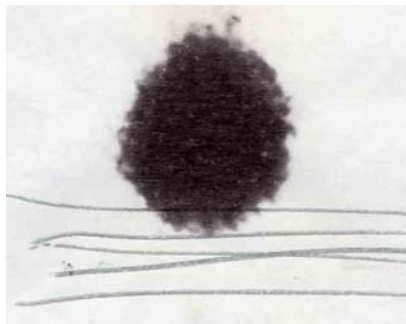
Пьезоэлемент струйного принтера





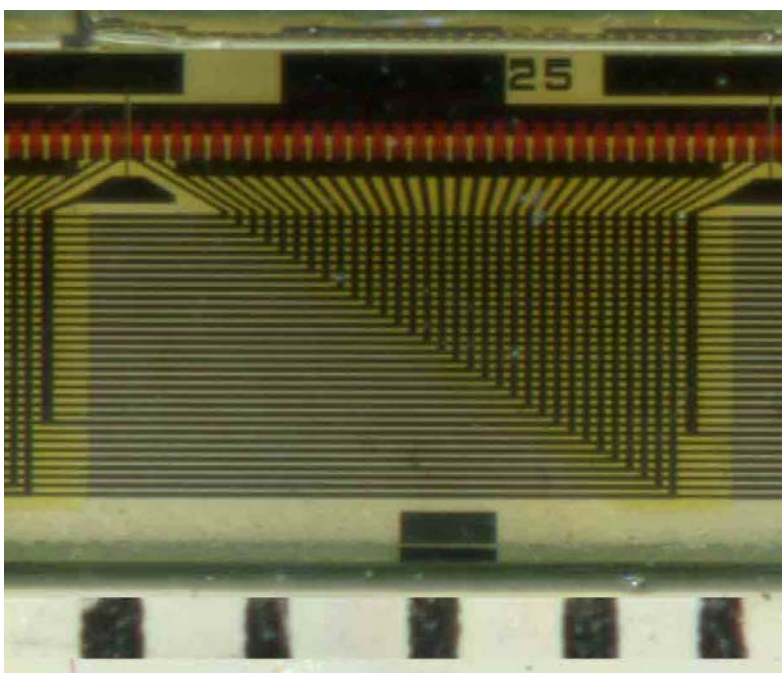
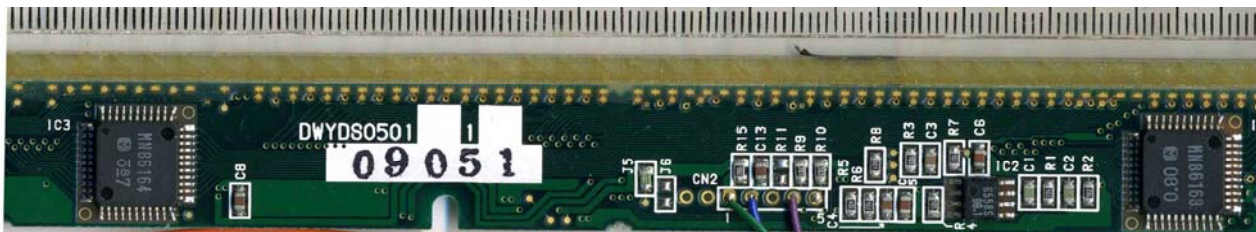
Термопринтер

Термобумага

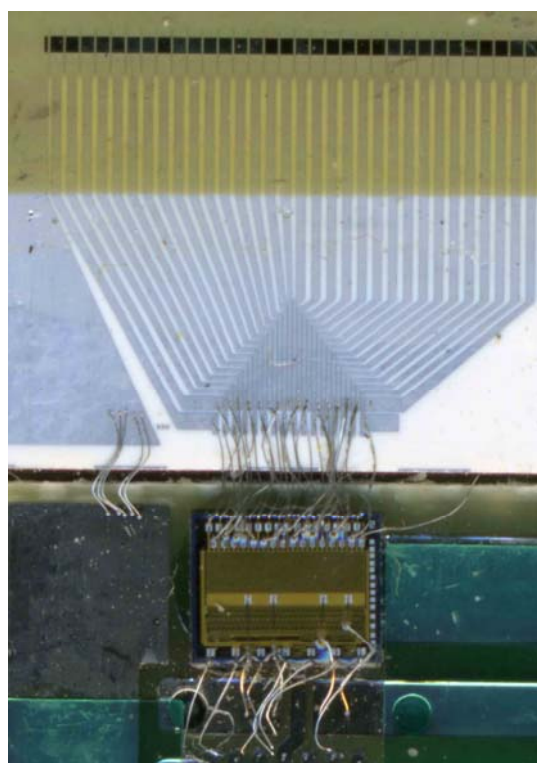
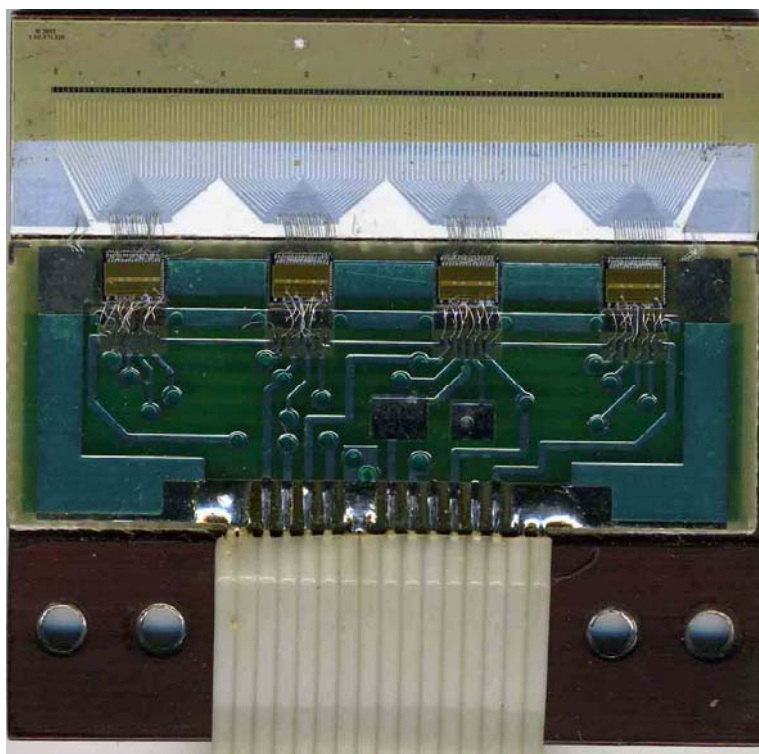


Пятно от нагрева пламенем зажигалки и линии, проведенные ребро монеты.

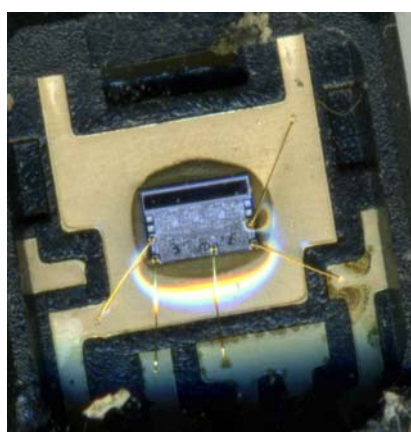
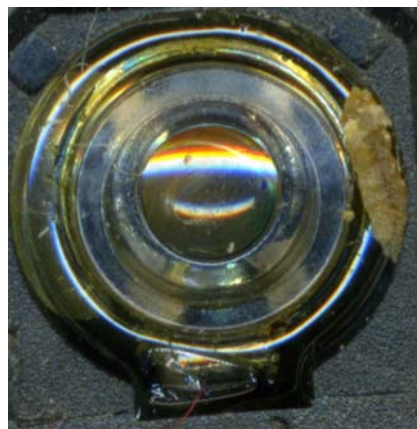
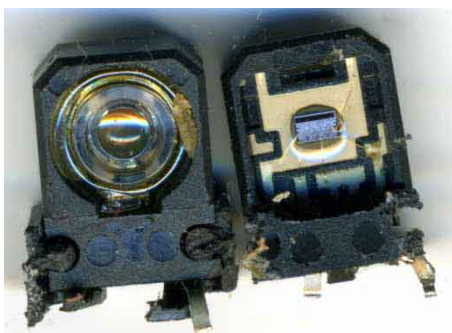
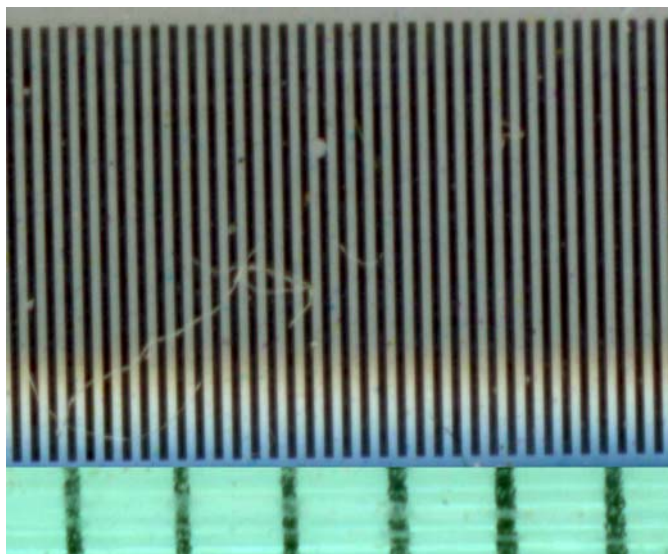
Блок термозадающих элементов факса



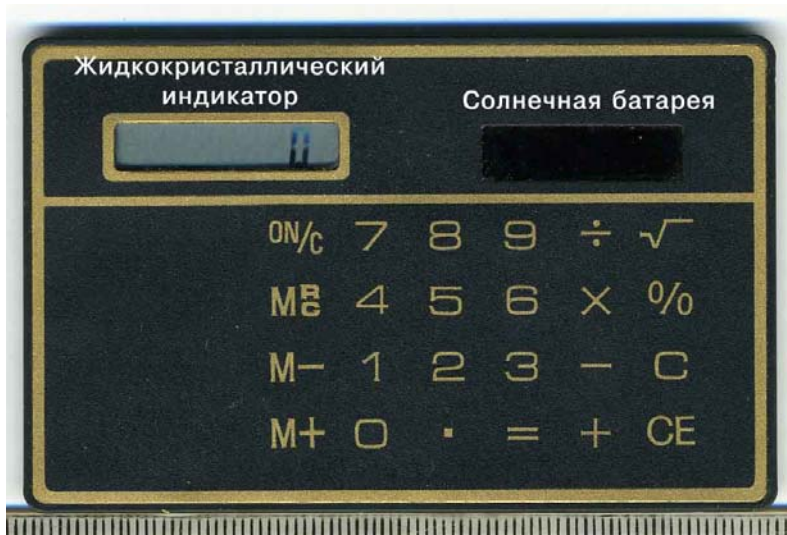
Блок термоэлементов кассового аппарата



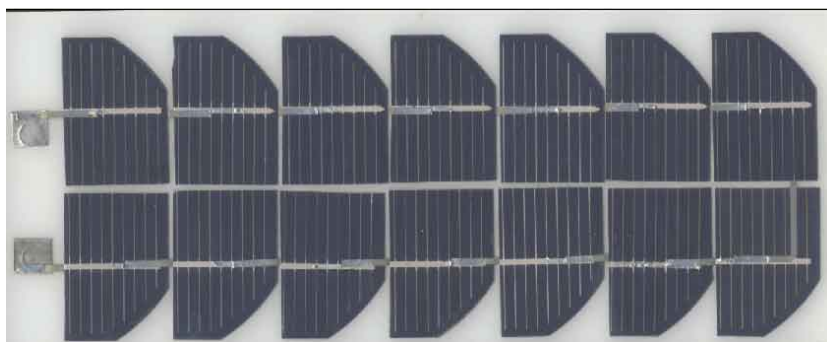
Линейка позиционирования (фрагмент) и считывающее устройство струйного принтера



Солнечная батарея



Батарея солнечная бытовая



БС-6

БАТАРЕЯ СОЛНЕЧНАЯ БЫТОВАЯ

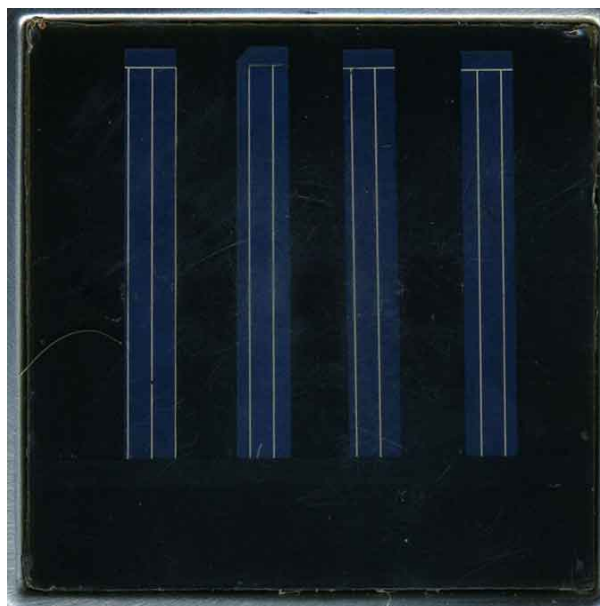
Батарея солнечная бытовая предназначена для Питания бытовых приборов малой мощности при Воздействии прямого солнечного излучения.
 БС-9.....для питания радиоприемника
 БС-6.....для питания радиоприемника
 БС-3.....для питания плеера

Технические данные:

А) Габариты, мм.....240*100*2
 Б) Масса, г.....150
 В) Выходное напряжение, В.....2,0
 Г) Выходной ток, ма.....

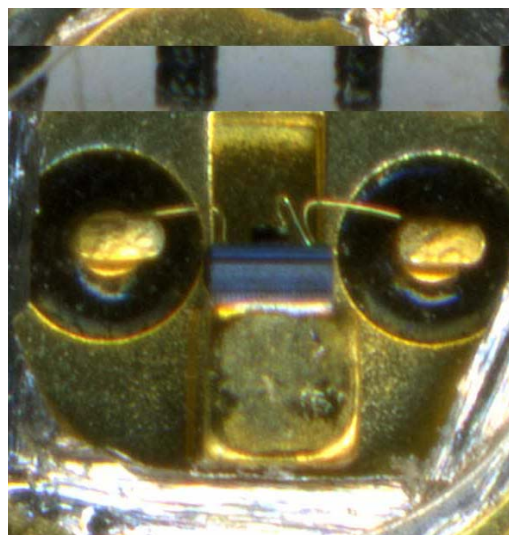
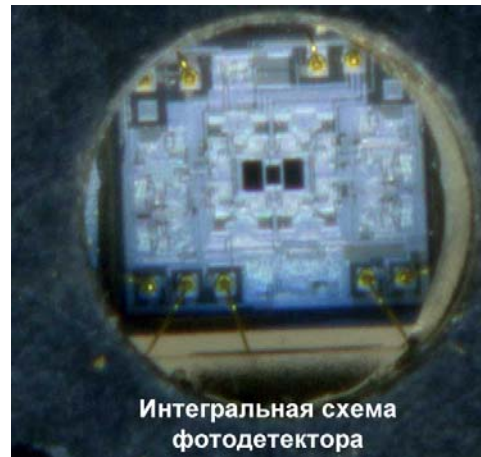
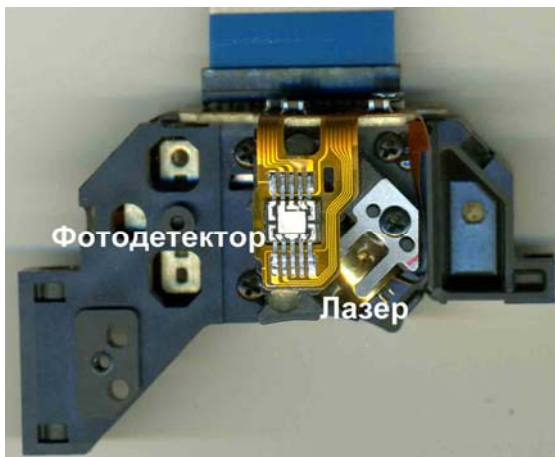
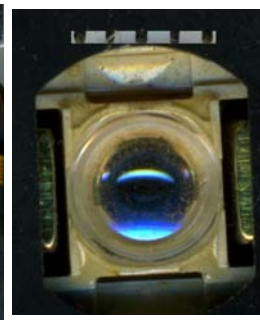
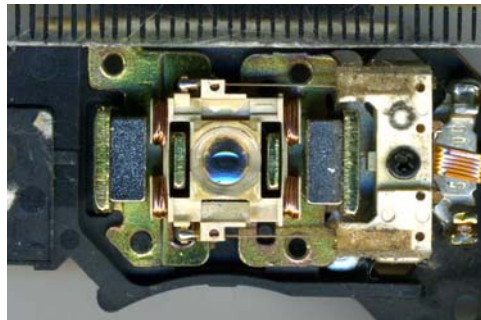
При эксплуатации избегать воздействия механических нагрузок, влаги и агрессивных сред.

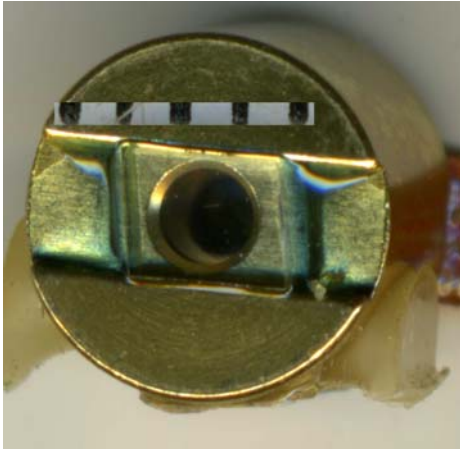
Солнечная батарея садового светильника



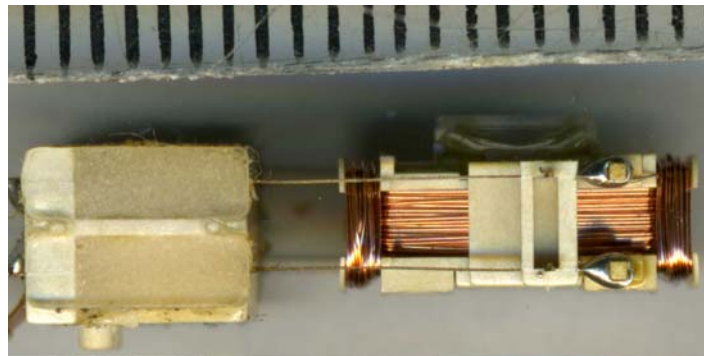
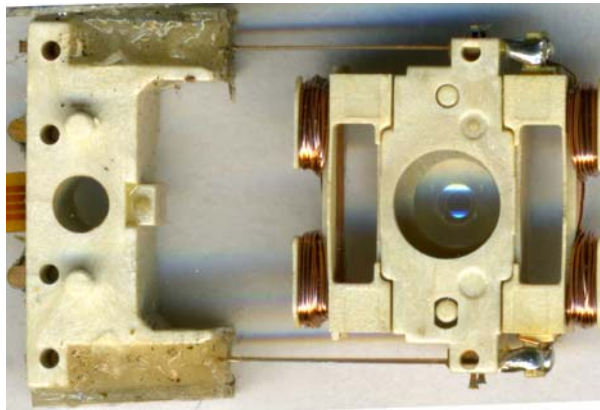
Дисководы лазерных дисков

Изображения считывающего блока дисковода лазерных дисков CD





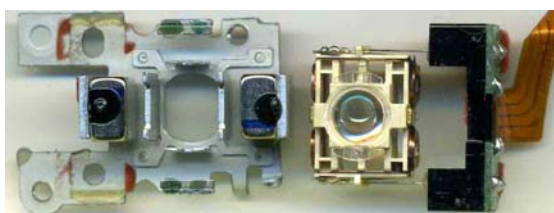
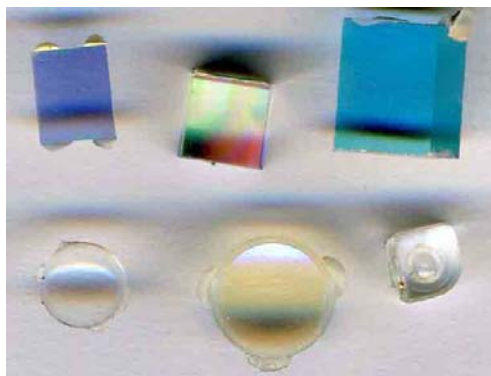
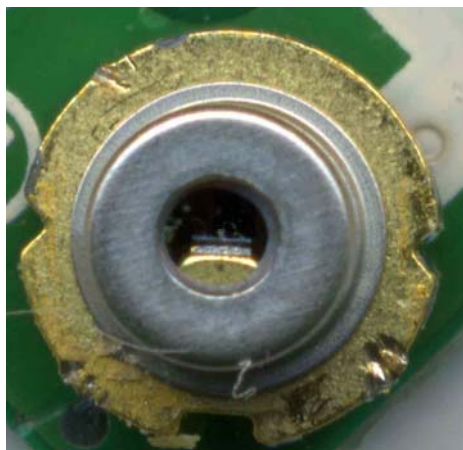
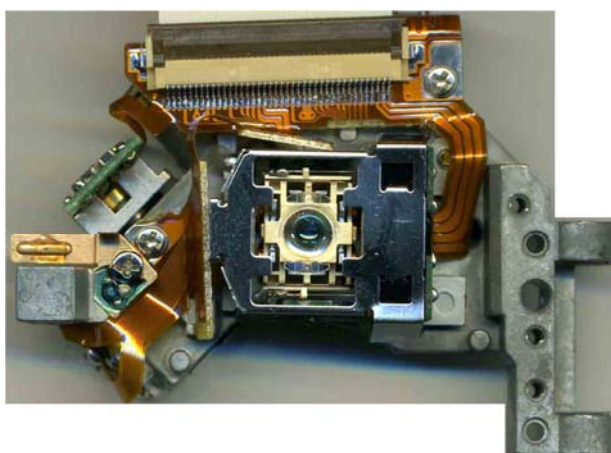
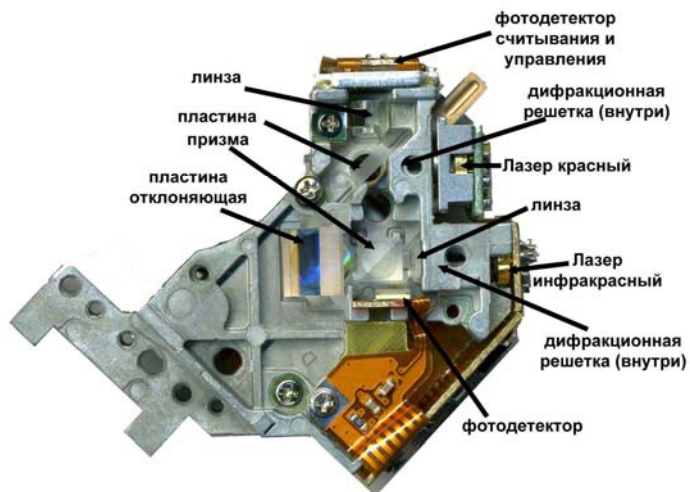
$m=0$
 $m=-1$ $m=+1$

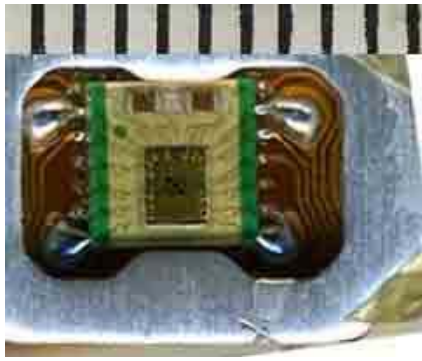


Дифракционная решетка CD-дисковода

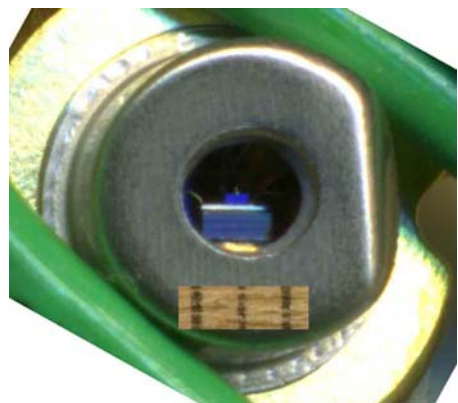
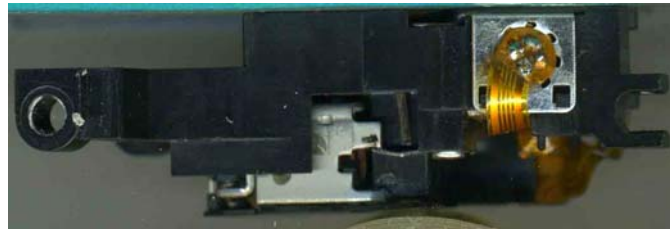
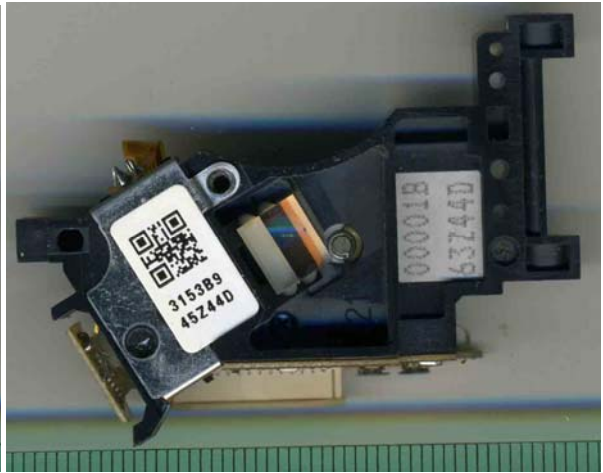
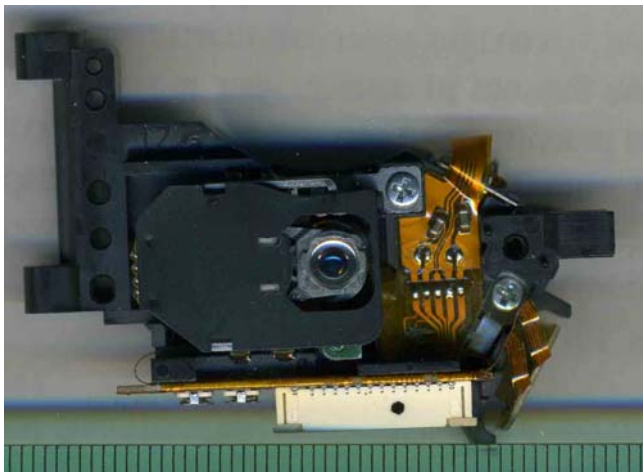


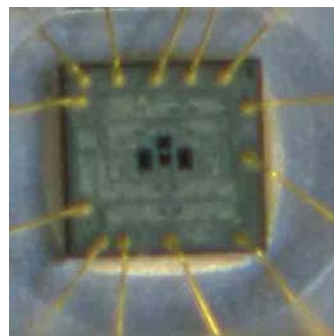
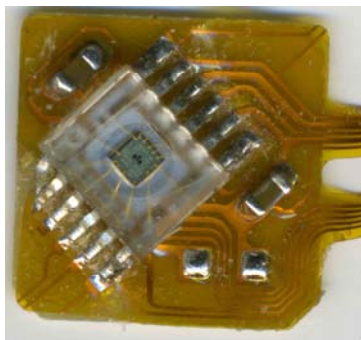
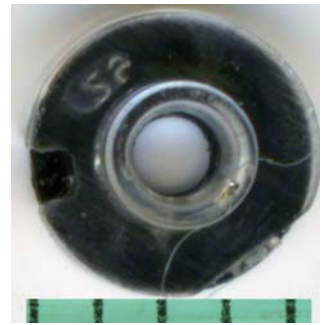
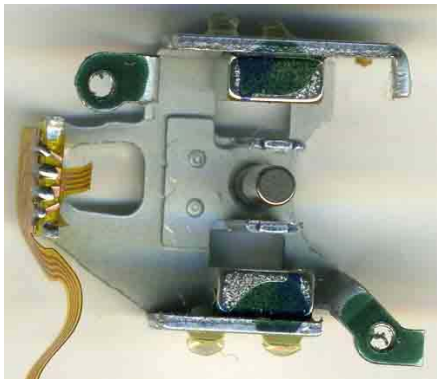
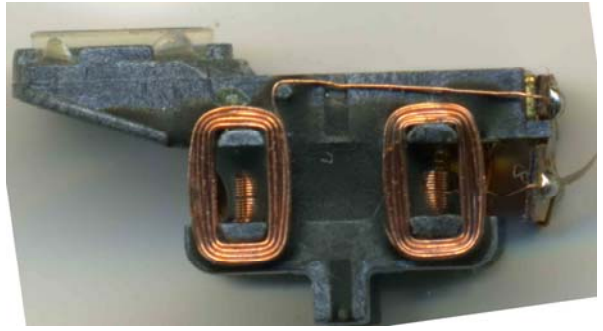
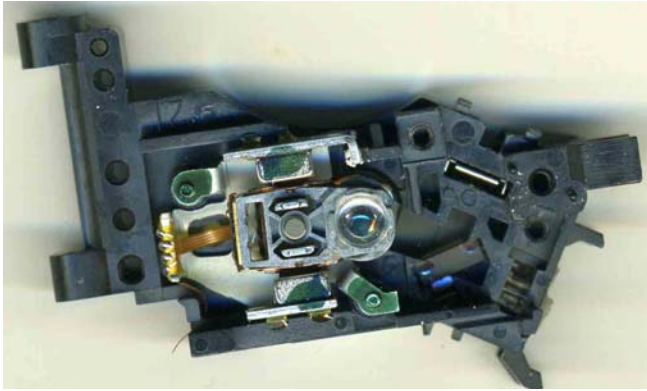
Изображения считывающего блока дисков лазерных дисков CD и DVD





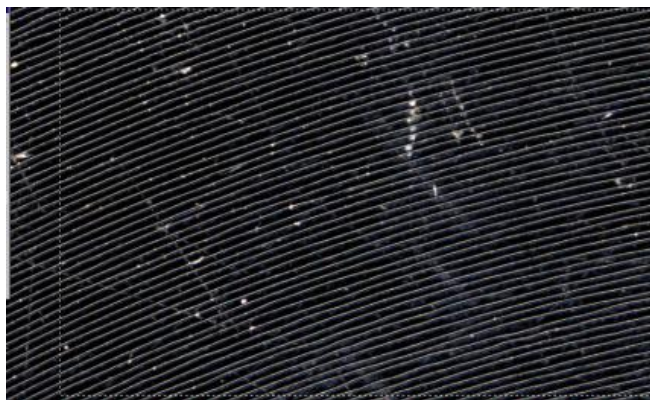
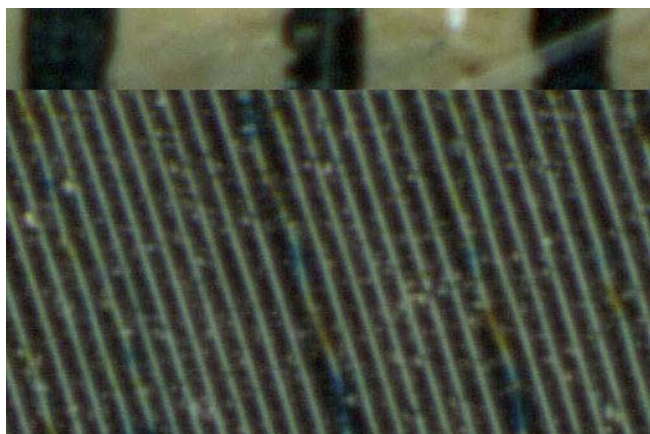
Изображения считывающего блока дисководов лазерных дисков DVD



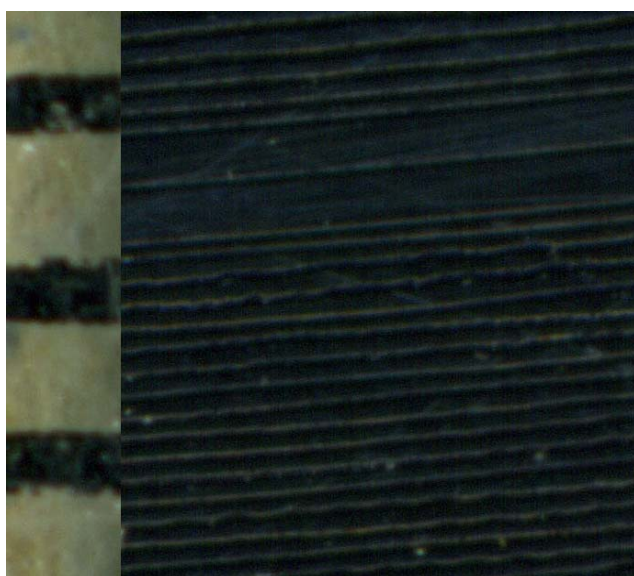


Запись информации

Грампластинка



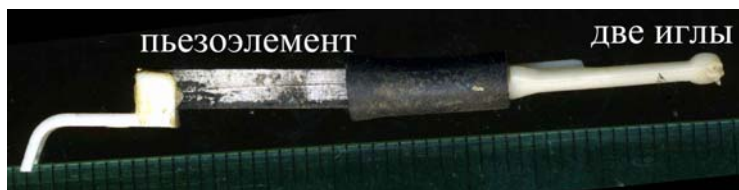
78 оборотов в минуту



33 оборота в минуту

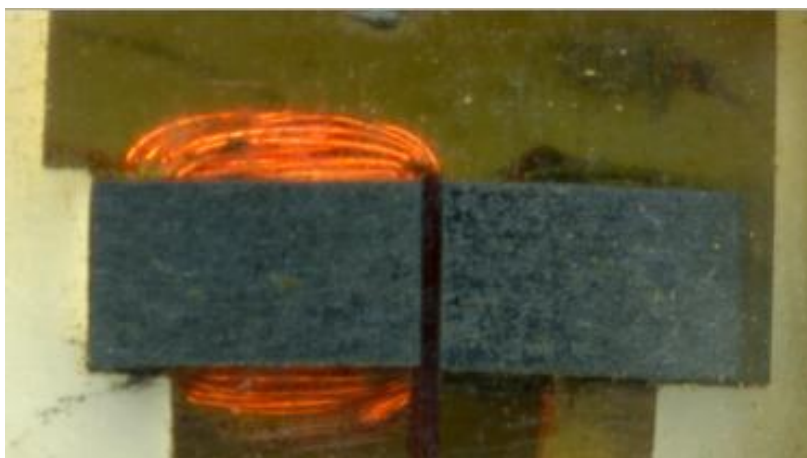


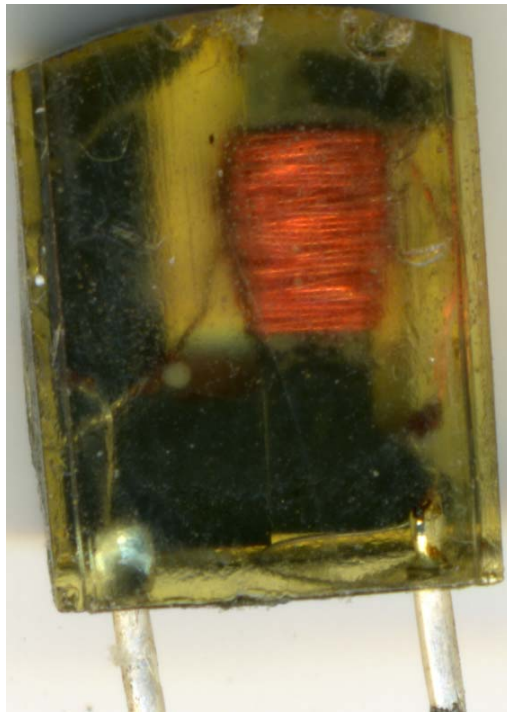
Головка пьезоснимателя



Магнитная запись

Магнитная головка магнитофона

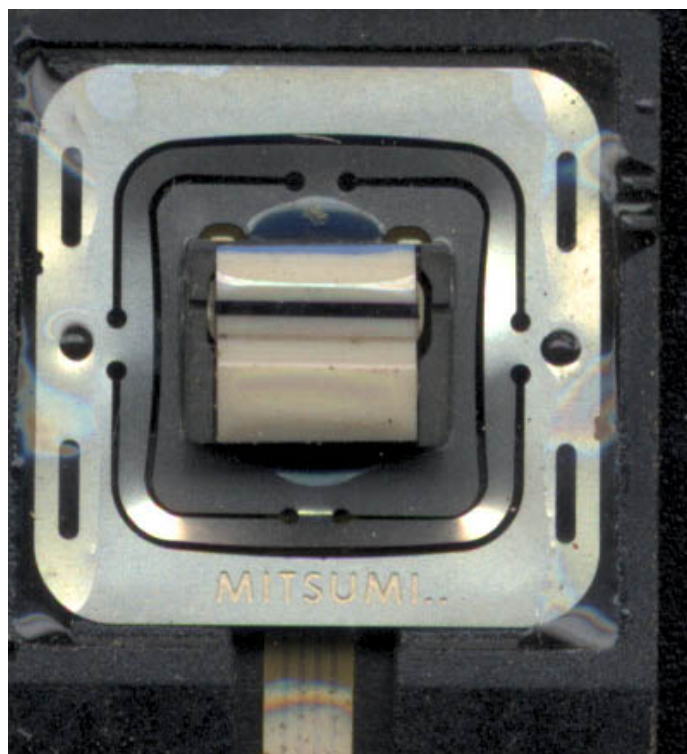




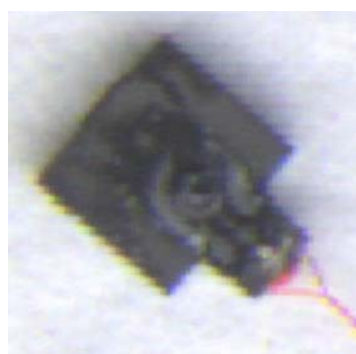
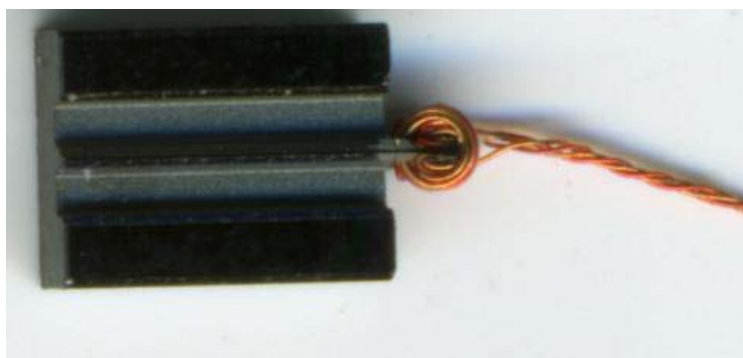
Магнитная головка видеомagnитофона



Магнитная головка дисководов гибких дисков



Магнитная головка жесткого диска (винчестера)



Рамка с током



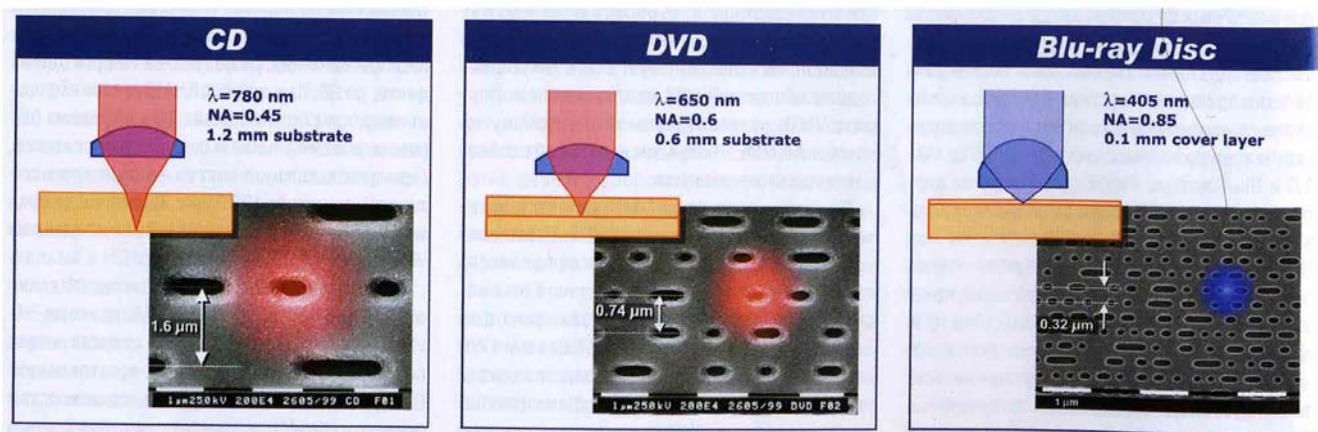
Магнитная система жесткого диска: магнит редкоземельный



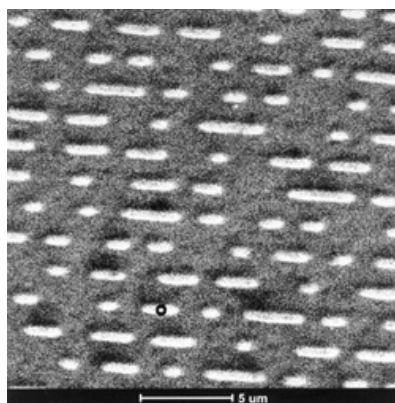
Оптическая запись – лазерные диски (Интернет-фото)

Информация записывается на непрерывную спиральную дорожку, которая содержит микро-ямки (питы) на пластмассовом материале с металлическим покрытием.

При чтении информации лазерный луч отражается от углубления, разность фаз между этим отраженным лучом и лучом, отраженным от верхней поверхности равен 180° . Если свет отражается от границы между питом и поверхностью CD, волны складываются в противофазе (деструктивная интерференция) - амплитуда результирующей волны равна нулю и считывание дает состояние логического нуля ("0"). Некоторые данные о структуре CD: общая длина дорожки составляет около 5 км; общее число питов - около $2 \cdot 10^9$ (больше 2 миллиардов); ширина каждого пита - 0.6 мкм; длина каждого пита равна 0.83-3.05 мкм: 9 дискретных значений; глубина пита - 0.11 мкм; расстояние между соседними дорожками - 1.6 мкм (для диска DVD – 0,74 мкм); плотность дорожек - около 16 000 дорожек/дюйм). (Для сравнения: на сечении волоса человека может разместиться около 60 дорожек.); Размер лазерного луча на отражающей поверхности CD - около 1 мкм.

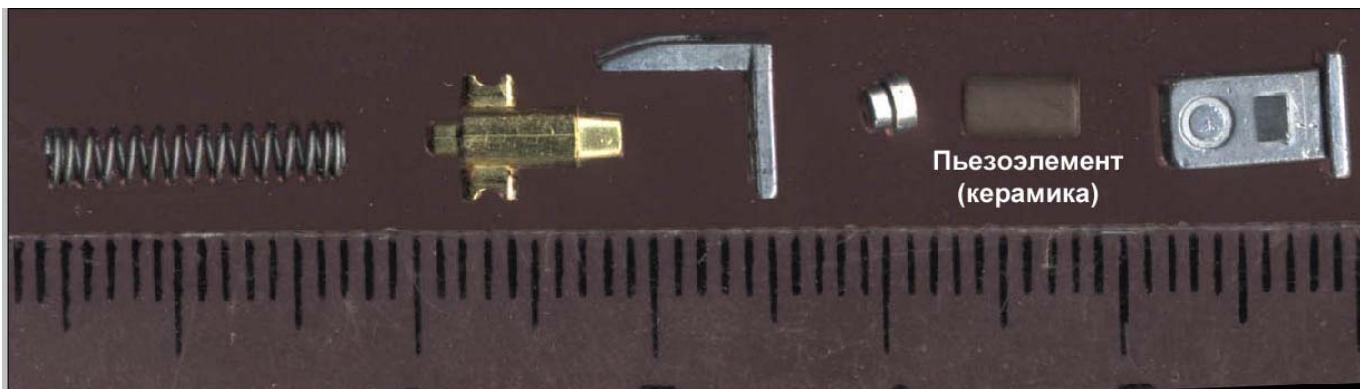


Сравнение основных параметров считывающих систем оптических приводов разных форматов

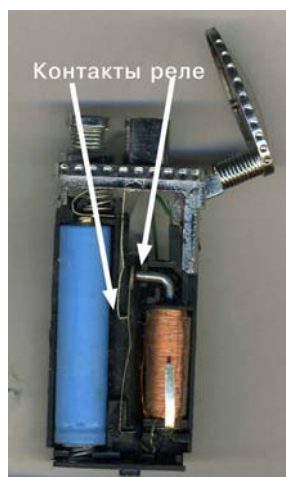


Пьезоэлемент зажигалки

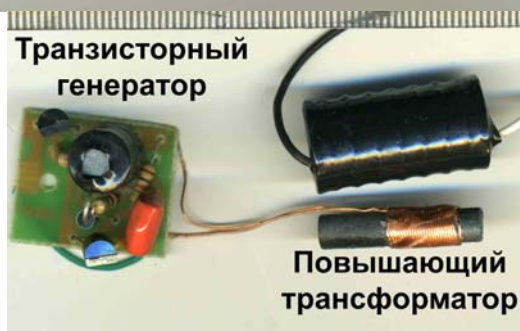




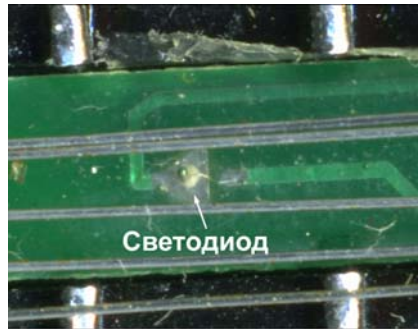
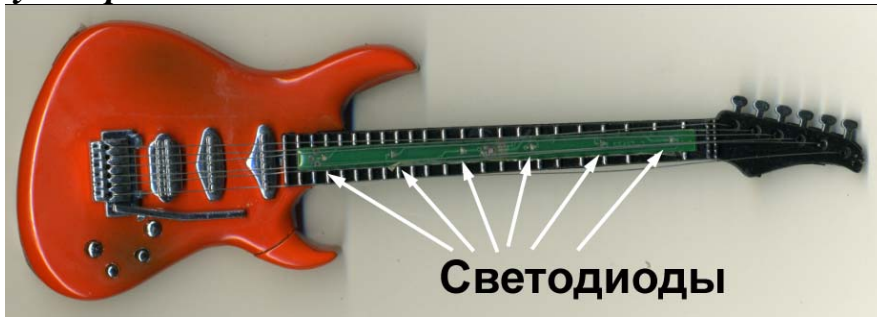
«Прикольная» зажигалка – катушка Румкорфа



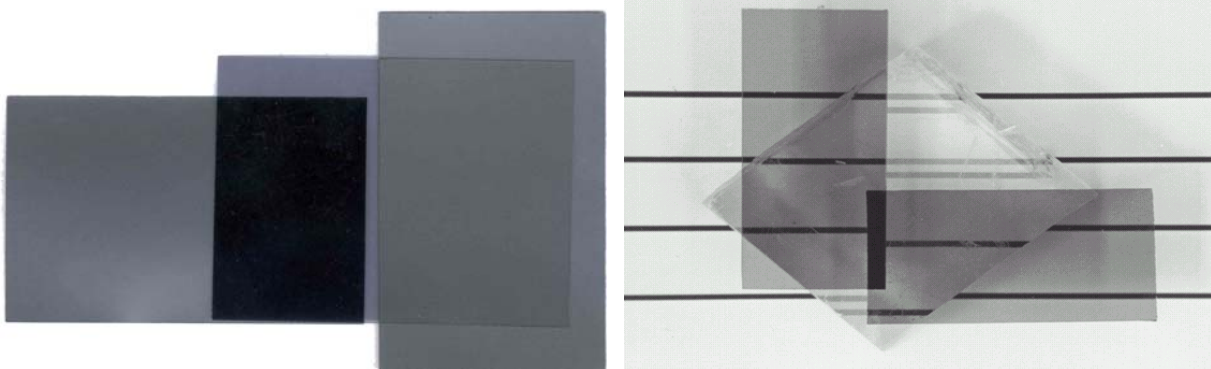
Зажигалка бытовая с повышающим трансформатором



Зажигалка-сувенир: светодиоды



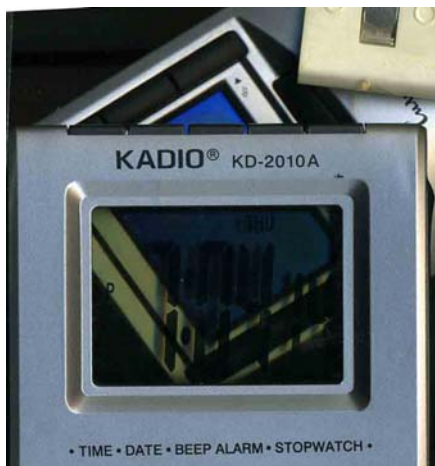
Поляроидные пленки



Жидкокристаллический дисплей поляризация часы



Поляризация: часы с прозрачным жидкокристаллическим дисплеем



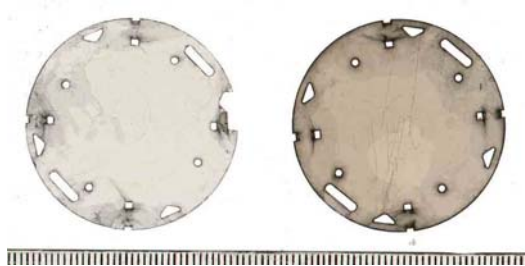
На отражение



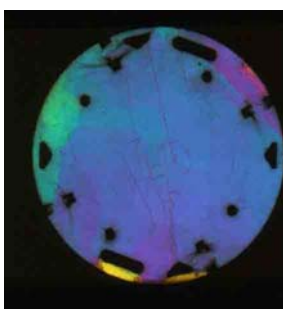
На просвет

Двойное лучепреломление

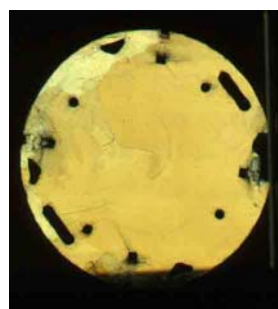
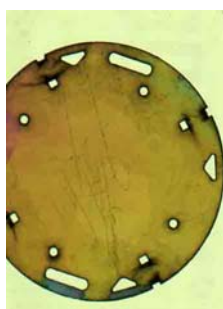
Пластинки слюды различной толщины из лампы 6Н5С



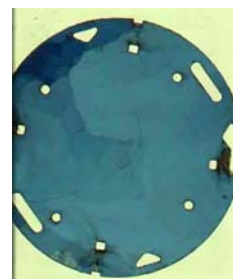
Пластинки слюды между скрещенными поляроидами:



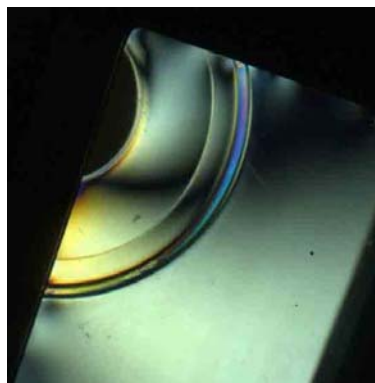
больше



меньше

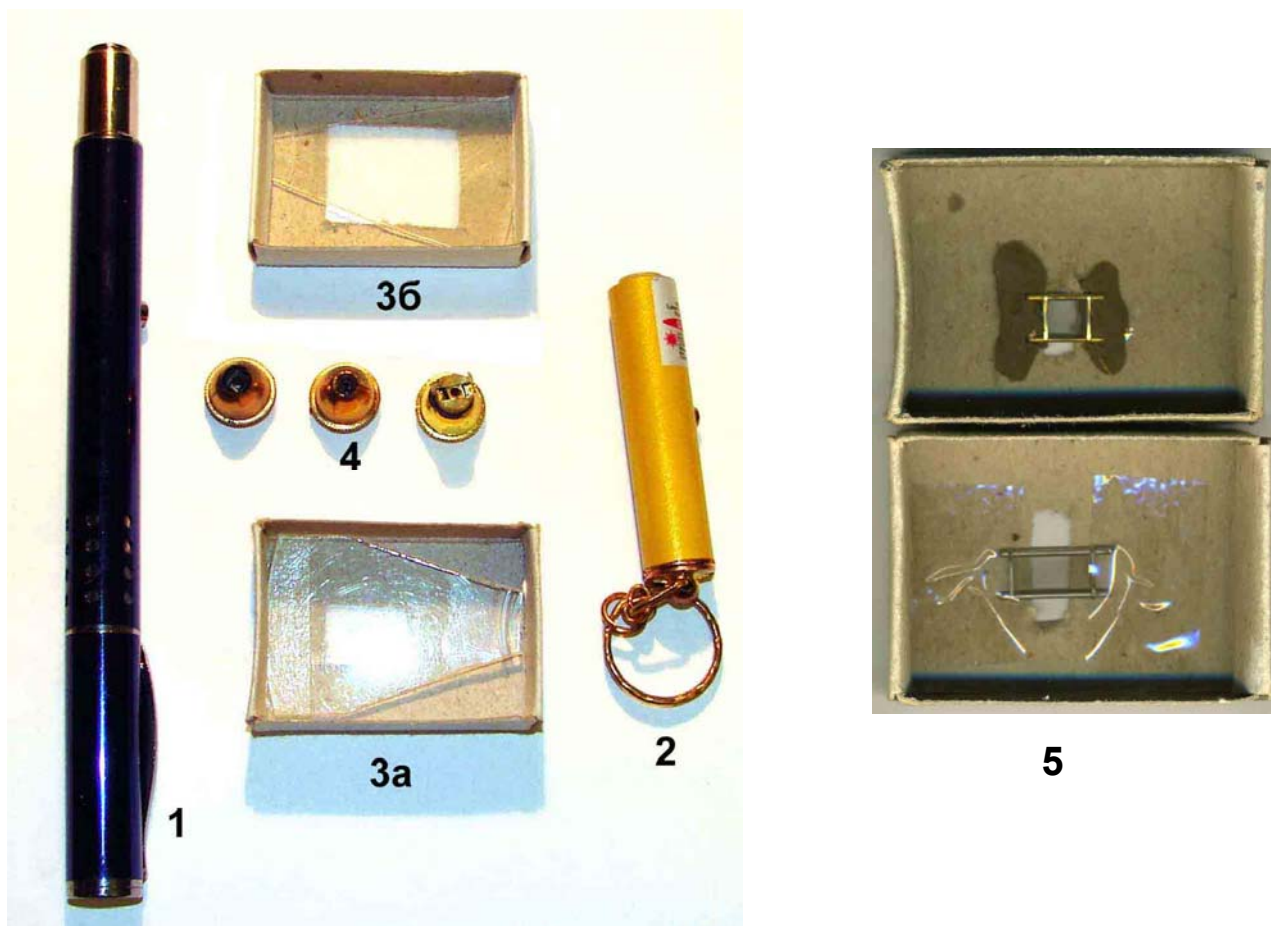


Двойное лучепреломление в органическом стекле (технологический лазерный диск)



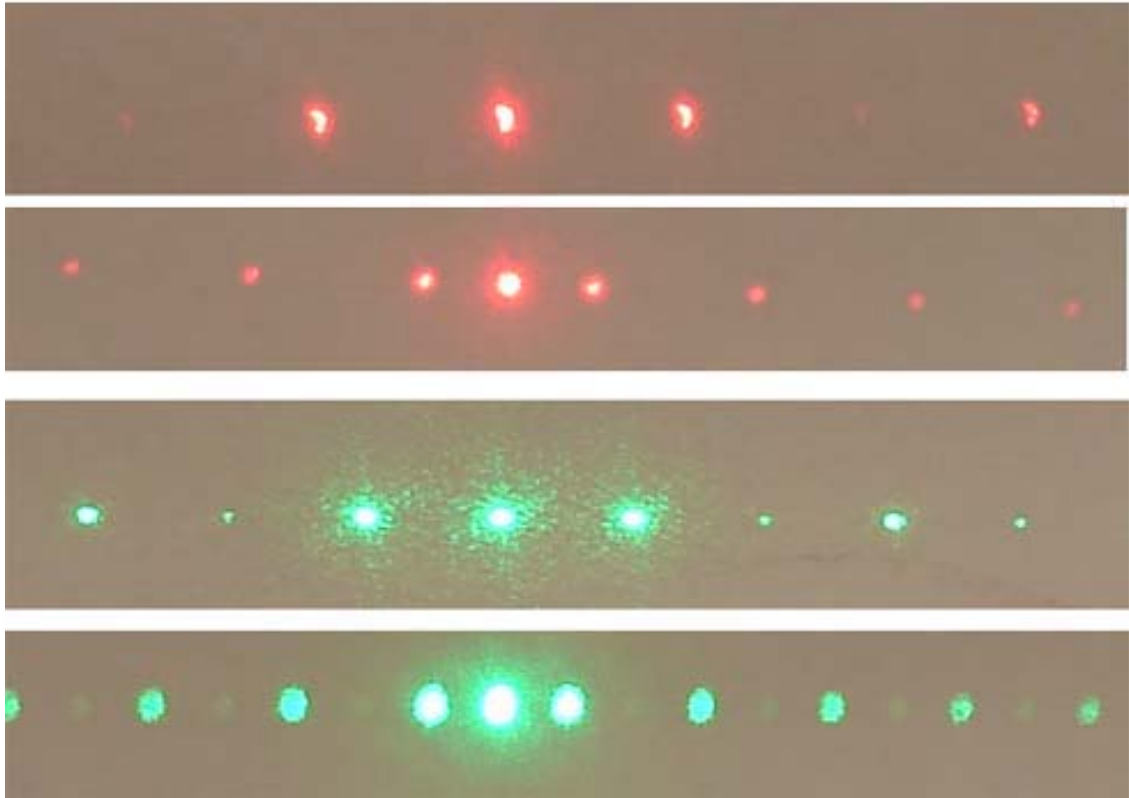
Дифракция

«Набор» для демонстрации дифракции лазерного излучения



1 – зеленая лазерная указка, 2 – «обычная» красная лазерная указка; 3а, 3б – фрагменты технологических CD и DVD-дисков; 4 – дифракционные решетки дисководов CD и DVD, вмонтированные в насадки лазерной указки; 5 – сетки электронных ламп как дифракционная решетка.

Дифракция на решетках дисководов



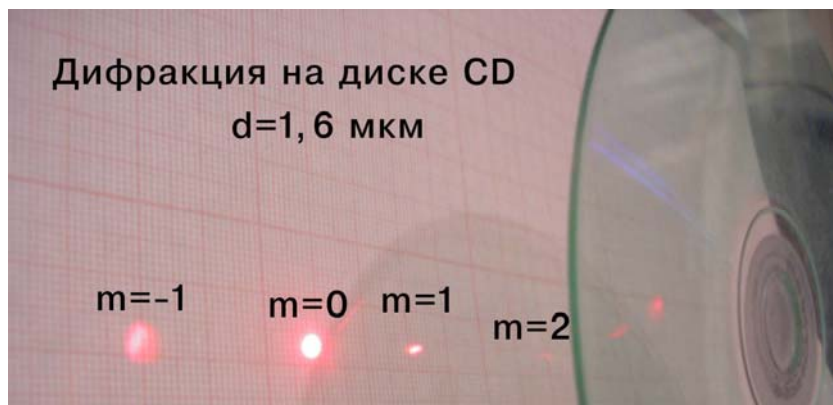
Дифракция на сетке лампы 6Ж9П



Дифракционная решетка CD- дисковода.



Дифракция на технологическом диске CD



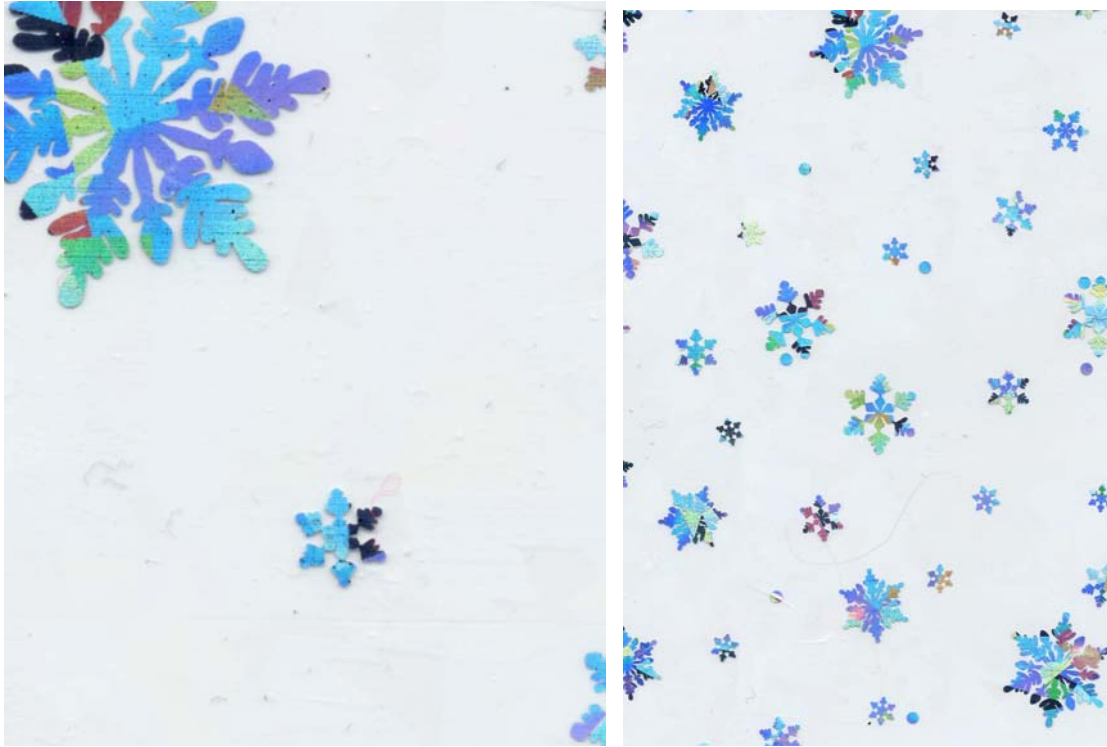
Дифракция на технологическом диске DVD



Дифракция на матрице ПЗУ

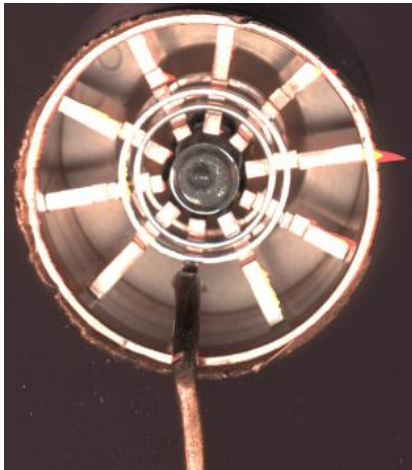


Дифракционные явления – упаковочная пленка



Разное

Магнетрон



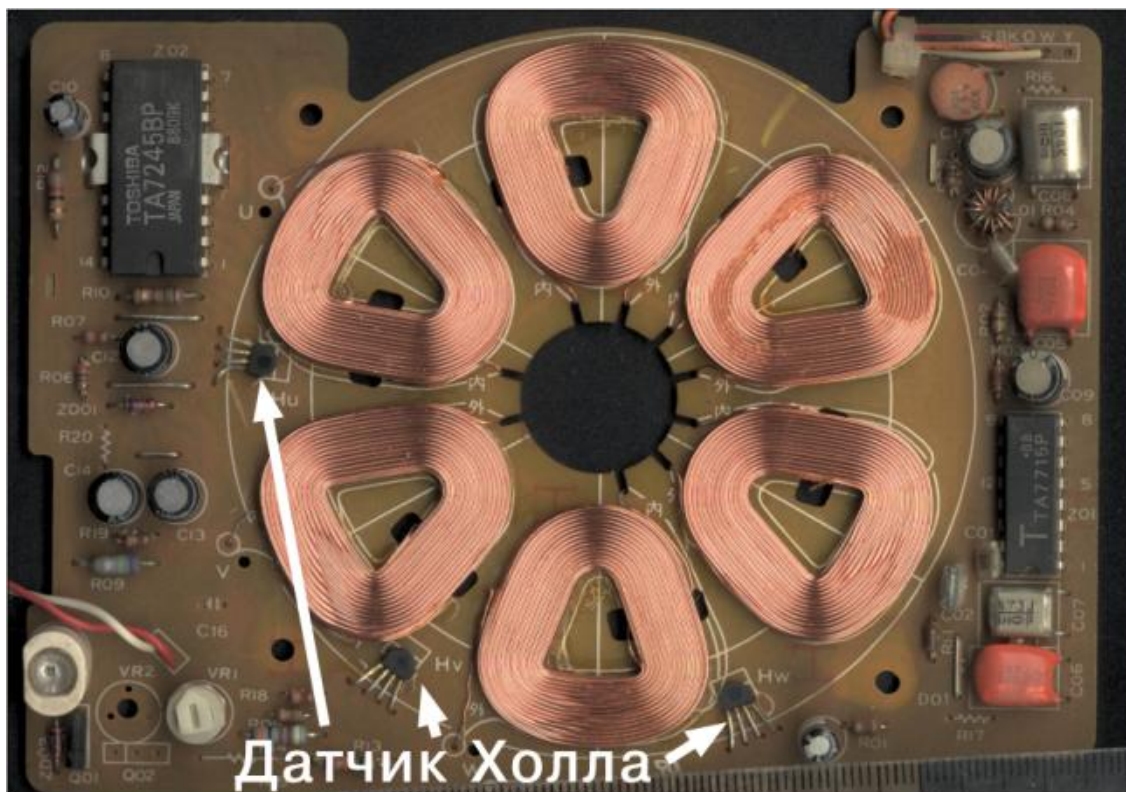
Металл с памятью формы (термодатчик кипятильника)



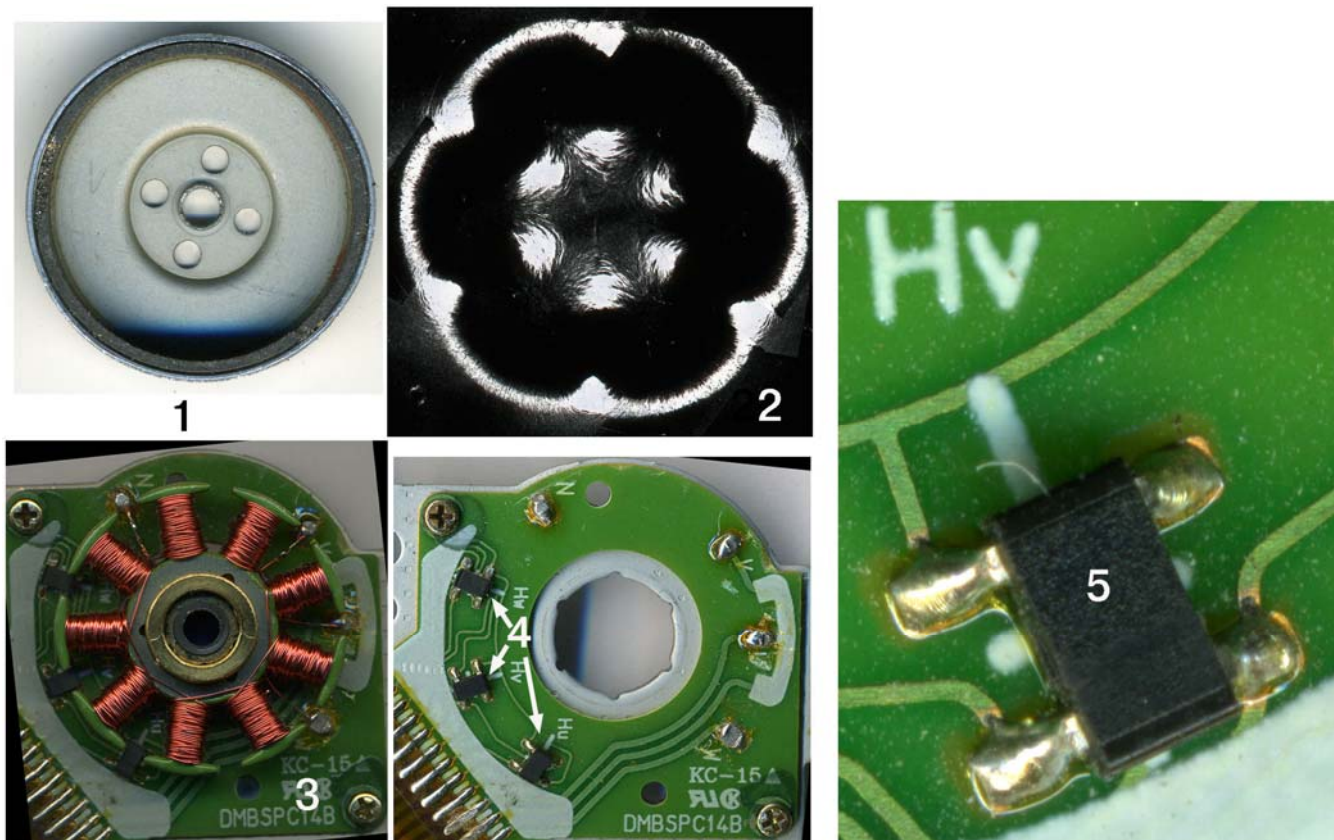
Датчик Холла



Статор двигателя дисководов 5,25"

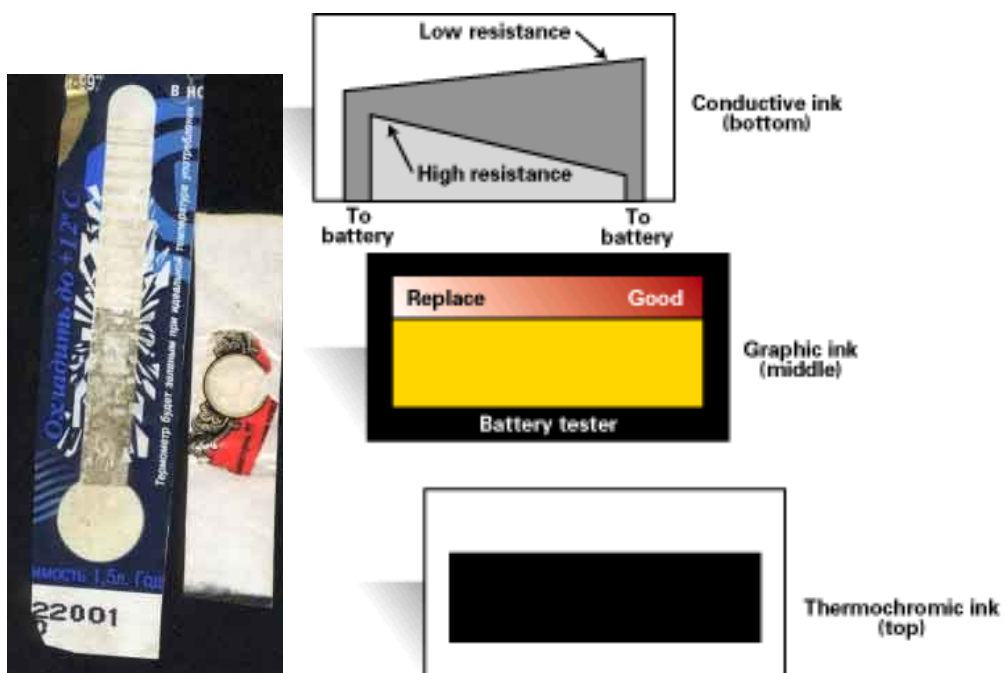


Шаговый двигатель дисководов лазерных дисков

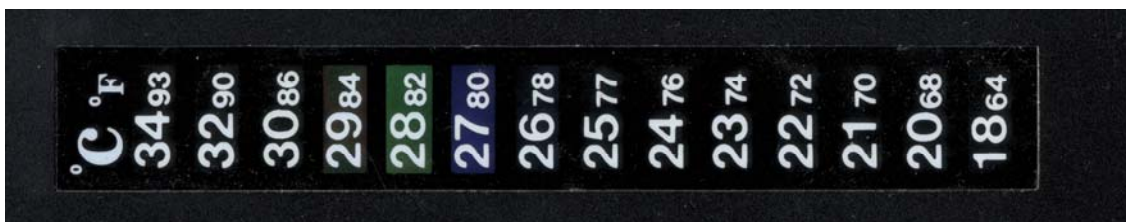


1 – ротор шагового двигателя – кольцо редкоземельного магнита, 2 магнитное поле ротора, 3 – статор шагового двигателя, 4, 5 – датчики Холла.

Термокраска этикетки индикаторы



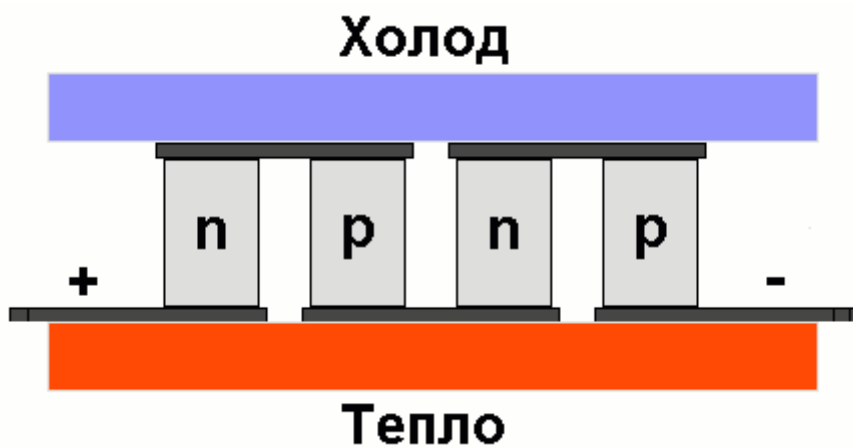
Термометр жидкокристаллический



Конденсатор 0,47Ф



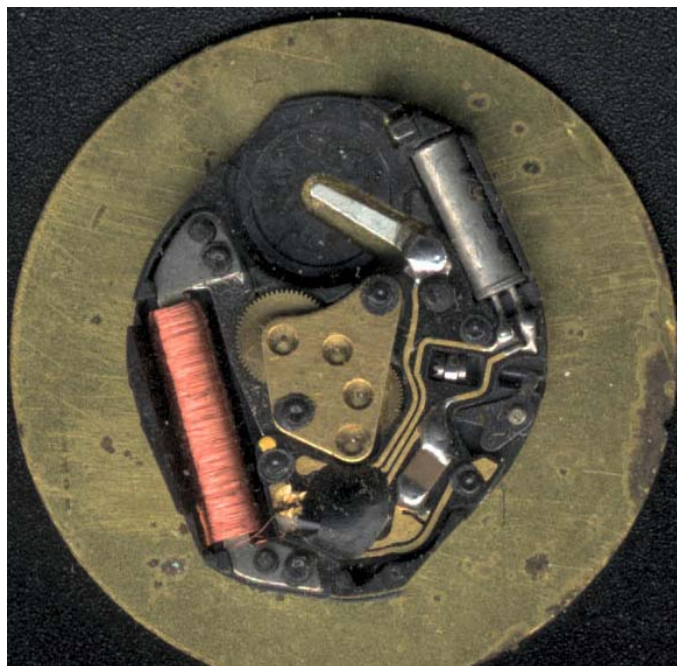
Эффект Пельтье (холодильник для микропроцессора)



Магический шар – шар Н. Тесла



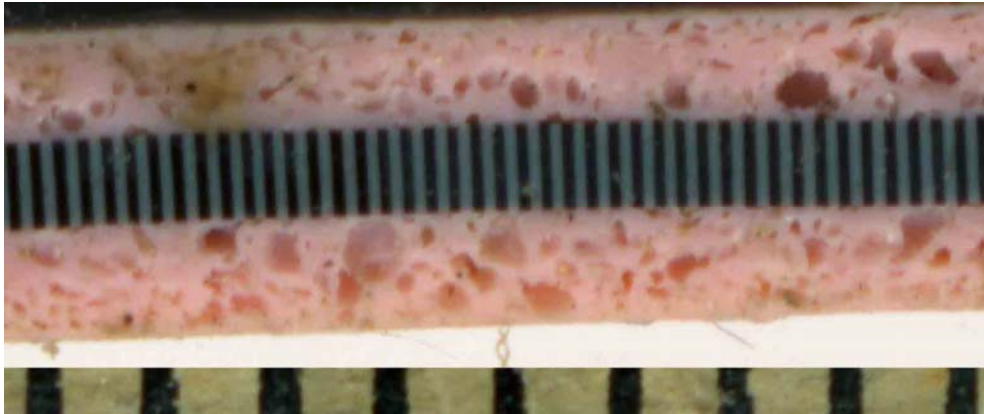
Часы электромеханические



Кварцевый резонатор электромеханических часов



Контакты эластичные



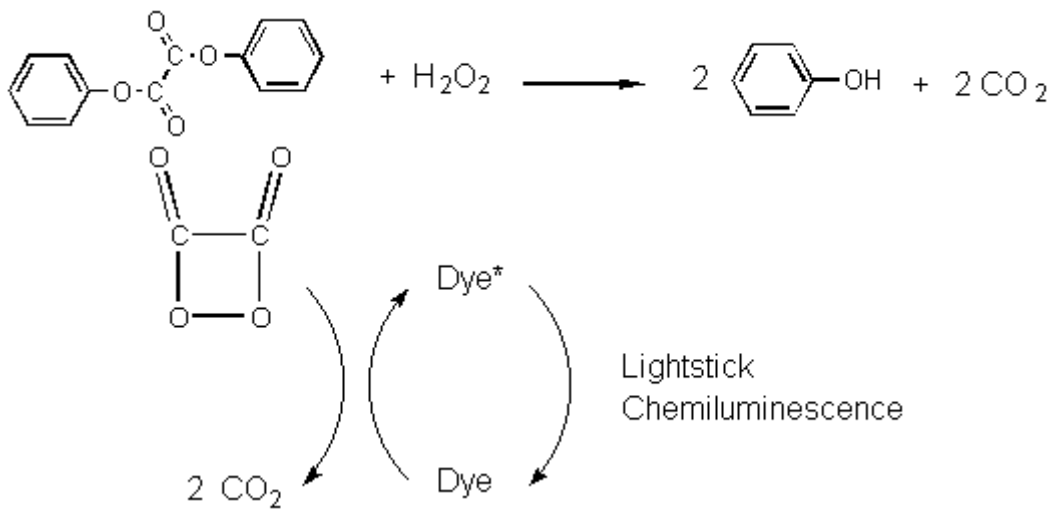
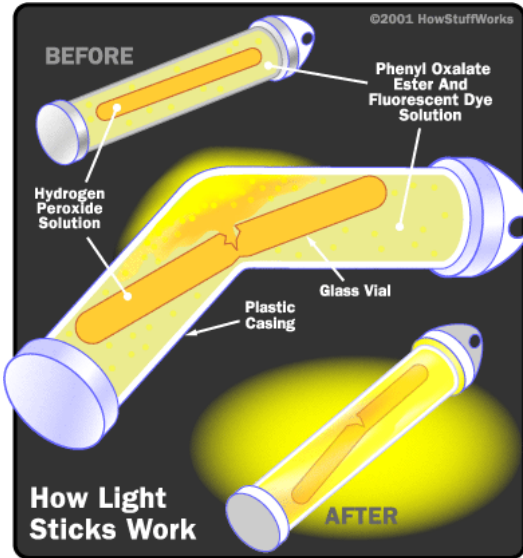
Термогрелка



Тензодатчик электронных весов



Светящиеся палочки

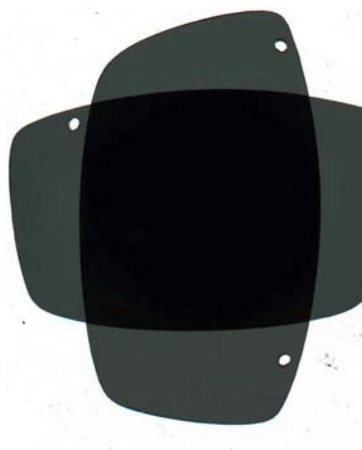


Фотохромные материалы – солнцезащитные очки

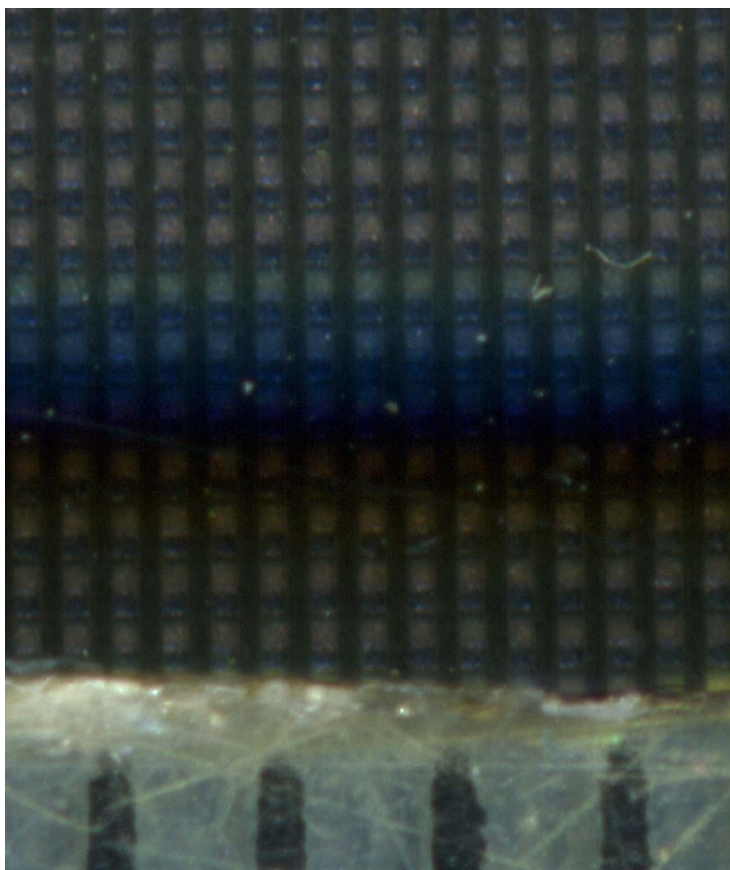


Для освещения используется УФ – светодиод, ручки для «написания шпор»

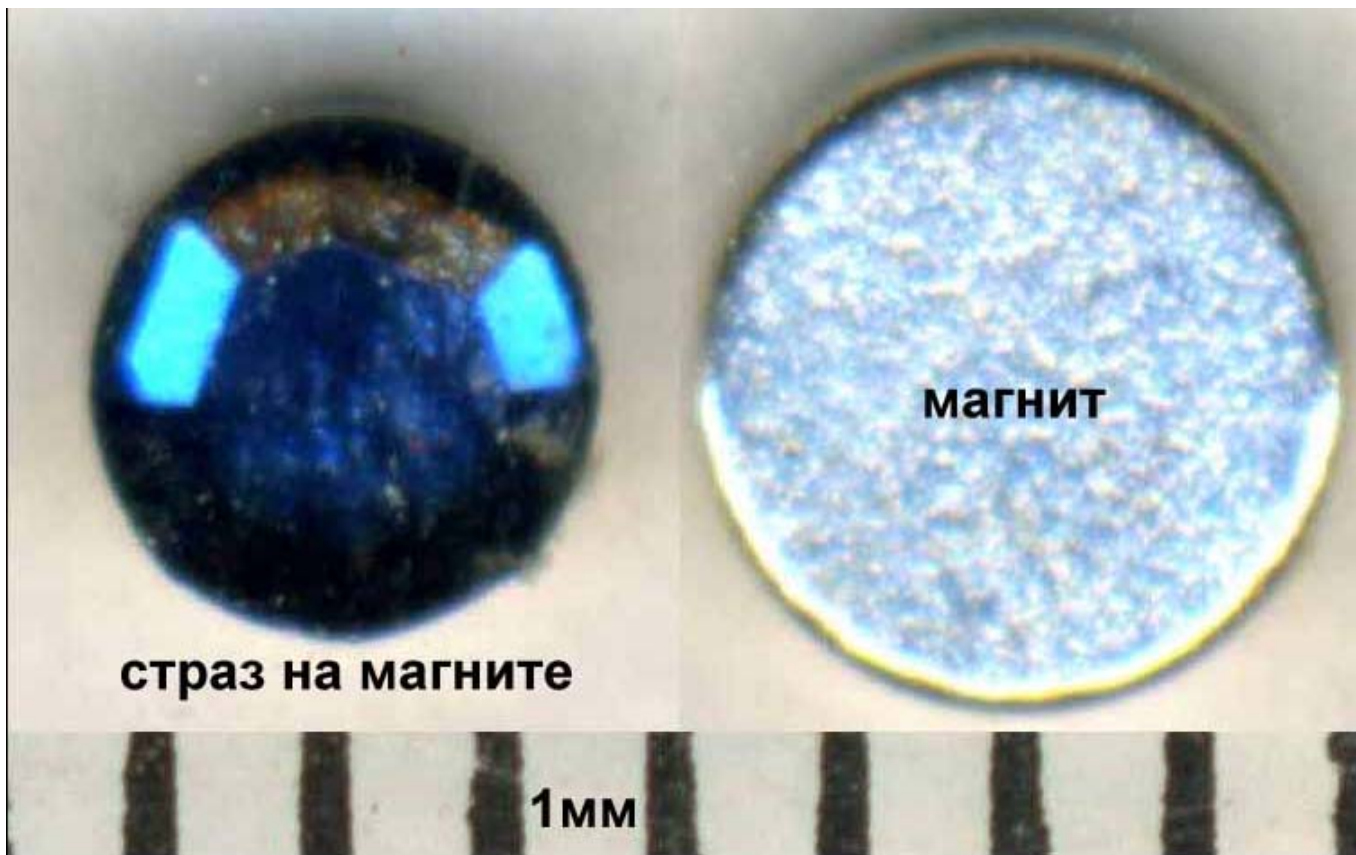
Солнцезащитные очки –Polaroid



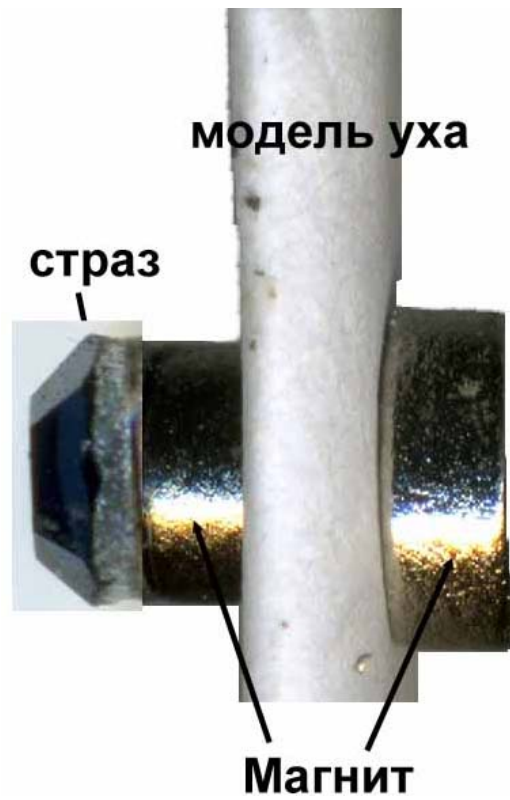
Дисплей плазменный (фрагмент)



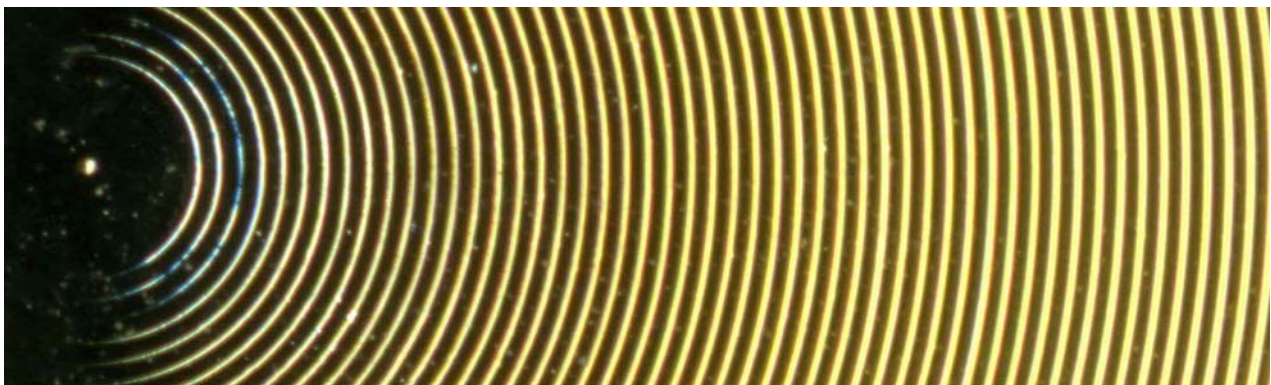
Редкоземельный магнит – пирсинг



**Магнитный пирсинг (разобранный)
(страз - ограненное стекло)**



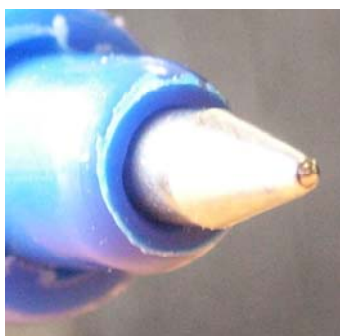
Линза Френеля – декоративная пленка



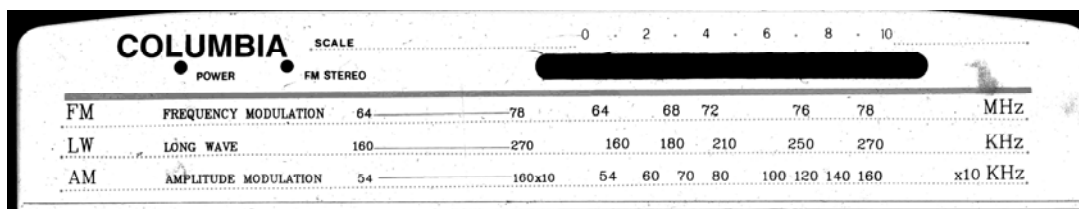
Сотовый телефон: вибровознок, антенна



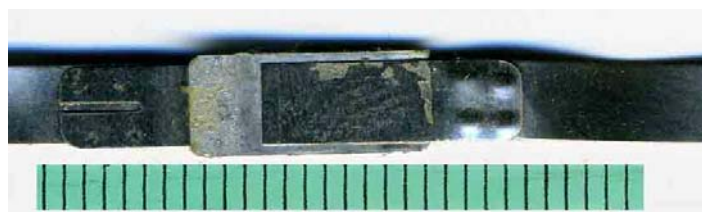
Шариковая ручка (шарик – фото)



Шкала радиоприемника – спектр электромагнитных волн



Предохранитель многократный: аккумулятор сотового телефона



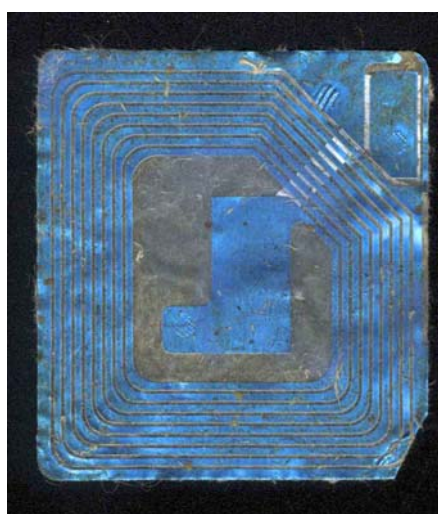
Терморезистор блока питания компьютера



Насос



Колебательный контур – защитное устройство



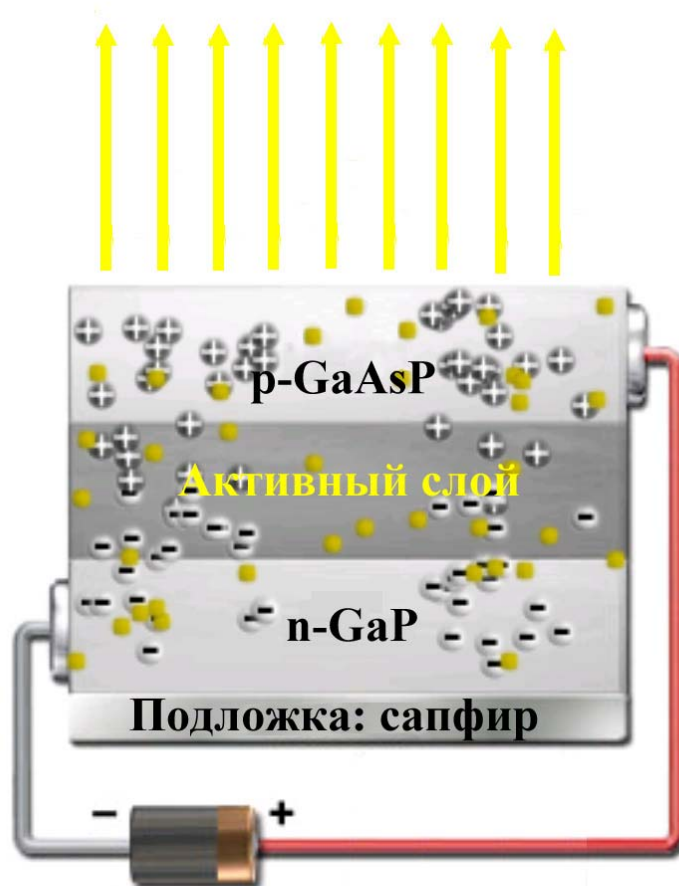
Сувениры – люминесценция и лазерное разрушение



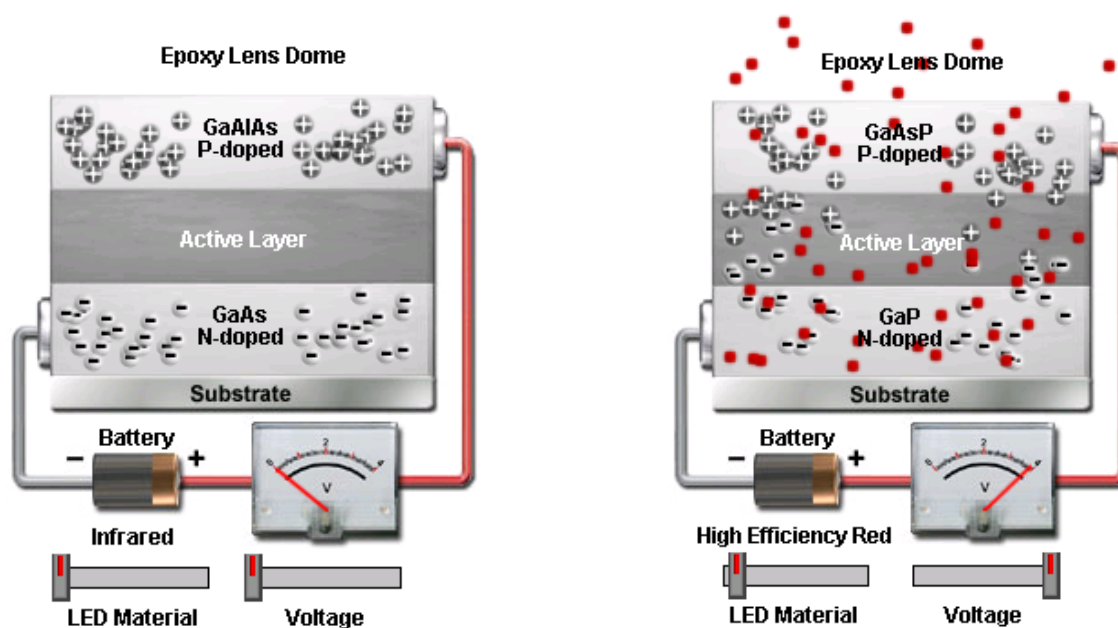
Дополнительные иллюстрации

Полупроводниковая структура желтого светодиода

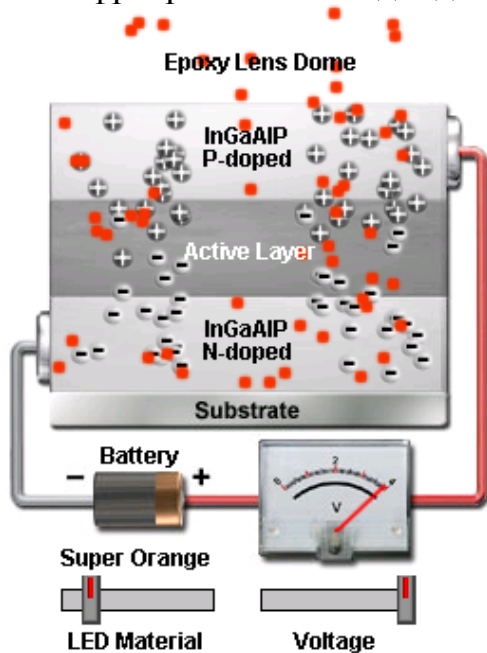
http://micromagnet.fsu/primer/jawa/leds_ghtlcnfdktyf_vjltkbhe.ofz



Полупроводниковая структура
желтого светодиода

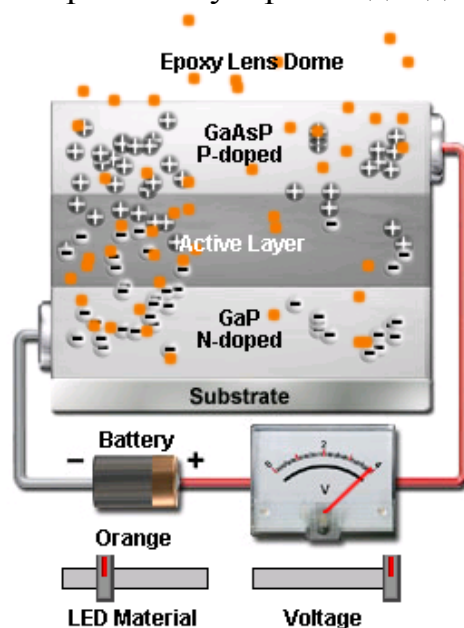


Инфракрасный светодиод

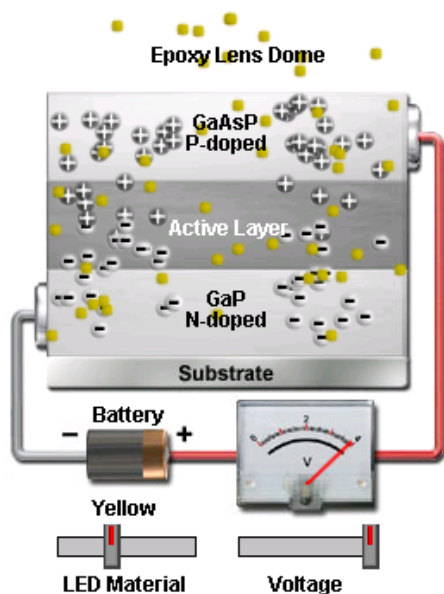


Оранжевый супердиод

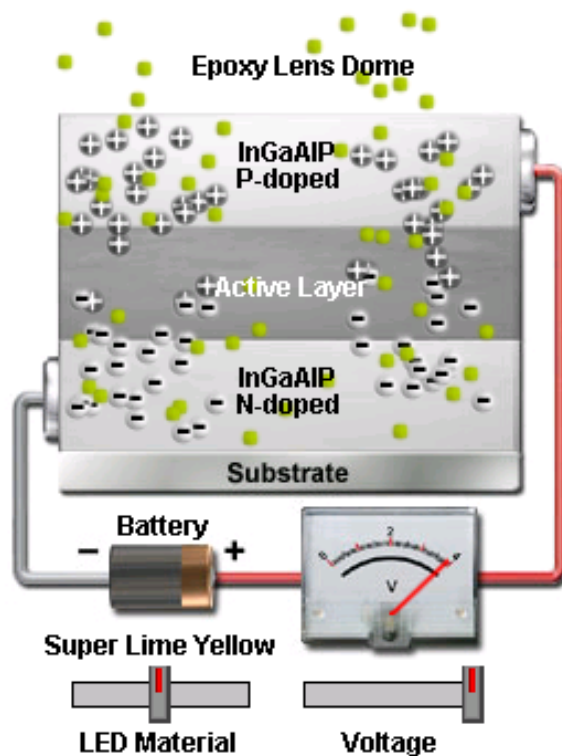
Красный суперсветодиод



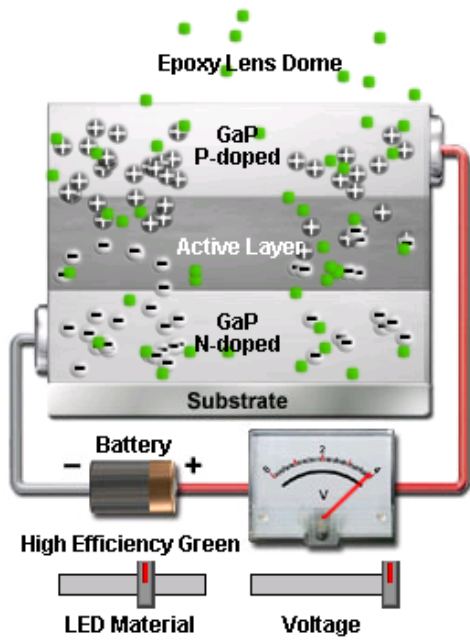
Оранжевый светодиод



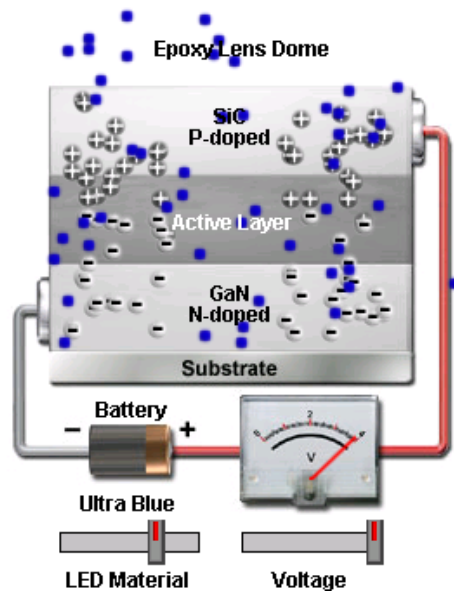
Желтый светодиод



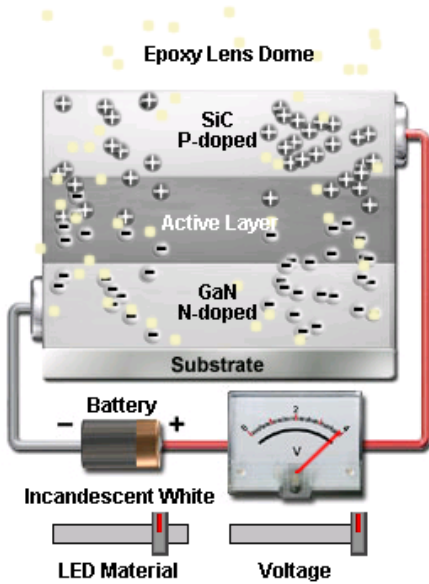
Желтый супердиод



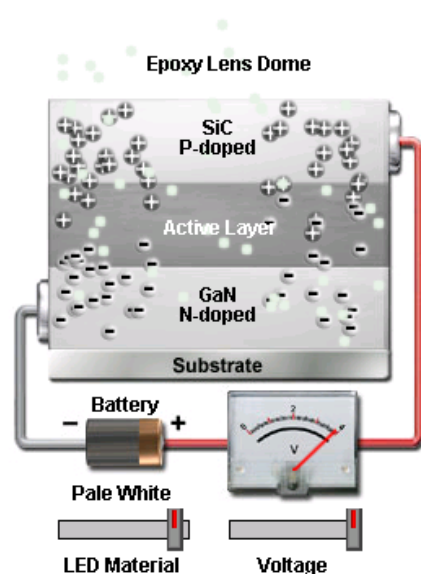
Зеленый светодиод



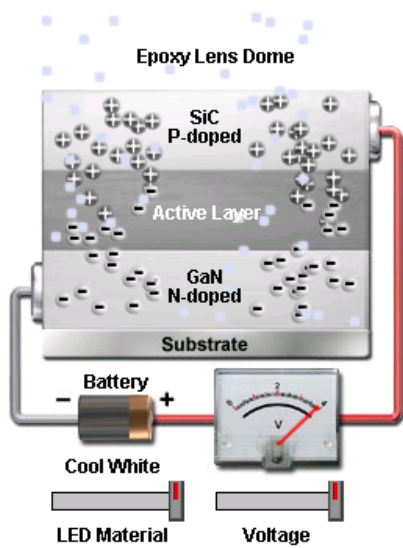
Ультрафиолетовый светодиод



Белый светодиод



Белый светодиод

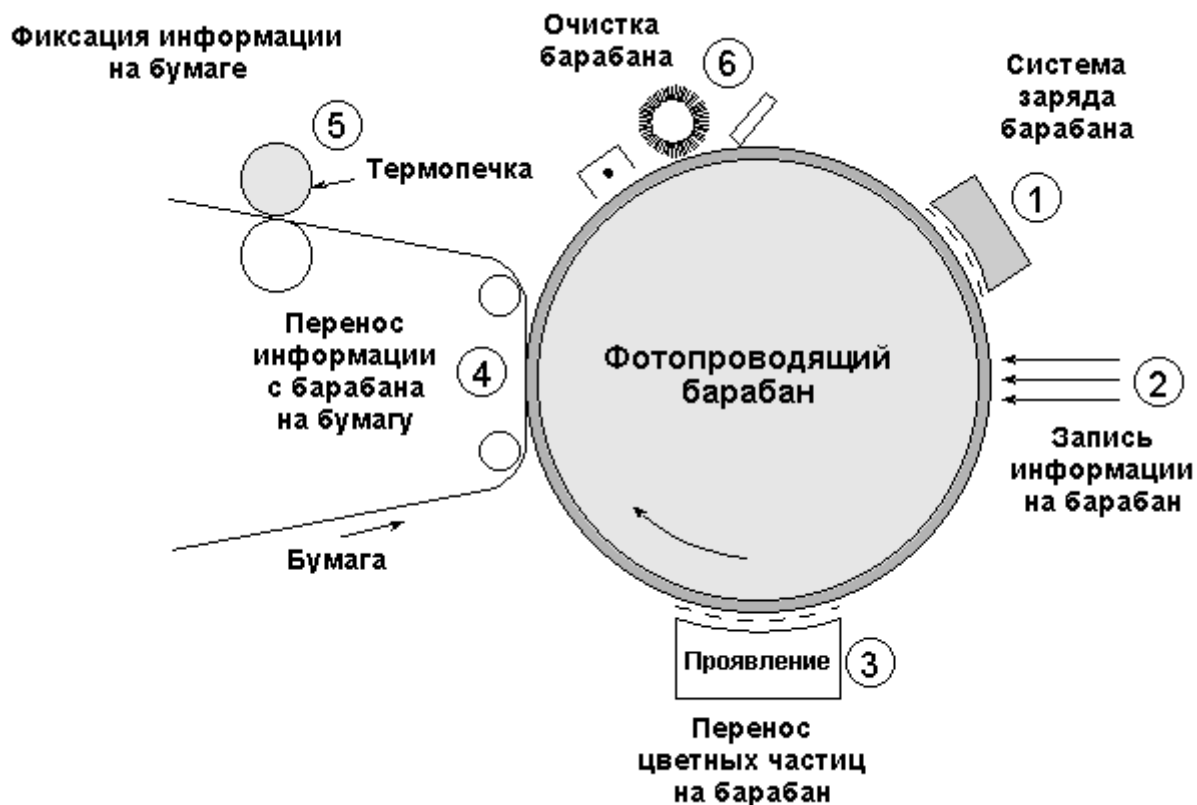


Белый светодиод

УФ лампа

Работа лампы ультрафиолетового излучения полностью аналогична работе лампы дневного света. Отличие состоит в том, что поверхность лампы имеет покрытие полностью задерживающим видимое и инфракрасное излучение. Материал о работе такой лампы можно найти на сайте <http://science.howstuffworks.com/black-light.htm/printable>.

Процесс ксерографии (ксерокс, лазерный принтер)



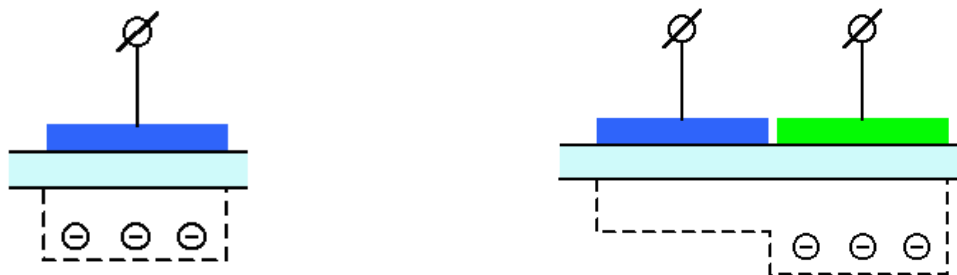
Приборы с зарядовой связью

В 1970 г. сотрудники фирмы Bell Laboratories У. Бойл и Дж. Смит в поисках электрического аналога схем на цилиндрических магнитных доменах предложили - и продемонстрировали экспериментально - принцип зарядовой связи. Революционное воздействие оказали ПЗС на астрономию, где их появление по степени влияния сравнимо разве что с тем, которое оказало применение в качестве средства регистрации фотопластинок вместо человеческого глаза. Микроскопия в медицине и биологии, компьютерное зрение и видеоконференции, системы ориентации космических аппаратов и считыватели штрих-кода, телефакс и сканер, наконец, цифровые фотоаппараты и видеокамеры... - всё это тоже стало возможным и доступным благодаря ПЗС.

Работа ПЗС основана на использовании так называемых МОП-конденсаторов (Металл – Окисел - Полупроводник). Обычно используется р-

полупроводник, в котором концентрация дырок в равновесных условиях на несколько порядков больше, чем электронов.

Если на такой конденсатор подать положительный потенциал, то электрическое поле, создаваемое затвором, проникает в р - кремний и отталкивает подвижные дырки: возникает обеднённая область, свободная от основных носителей. Глубина этой области составляет около 5 мкм. Если в этой области, например в результате внутреннего фотоэффекта, возникнет пара электрон-дырка, то электроны будут накапливаться на границе раздела окисел-кремний непосредственно под затвором, т. е. находиться в потенциальной яме.



Образование потенциальной ямы при приложении напряжения к затвор

Перекрывание потенциальных ям двух близко расположенных затворов. Заряд перетекает в яму, в которой потенциальная яма глубже.

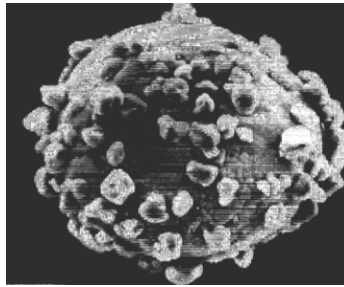
Пусть рядом с МОП - конденсатором находится ещё один конденсатор и на него подан положительный потенциал, причём больший, чем на первый. Если затворы расположены достаточно близко, их потенциальные ямы объединяются, и электроны, находящиеся в одной потенциальной яме, перемещаются в соседнюю, если её потенциал выше (т. е. если она глубже). Если мы имеем цепочку затворов, то можно, подавая на них соответствующие управляющие напряжения, передавать локализованный зарядовый пакет вдоль такой структуры.

Упрощенно прибор с зарядовой связью можно рассматривать как матрицу близко расположенных МОП-конденсаторов. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МОП-структуры) научились получать в конце 50-х годов. Были найдены и развиты технологии, которые обеспечивали низкую плотность дефектов и примесей в поверхностном слое полупроводника.

С физической точки зрения ПЗС интересны тем, что электрический сигнал в них представлен не током или напряжением, как в большинстве других твердотельных приборах, а зарядом. При соответствующей последовательности тактовых импульсов напряжения на электродах МОП-конденсаторов зарядовые пакеты можно переносить между соседними элементами прибора. Поэтому такие приборы и названы приборами с переносом заряда или с зарядовой связью.

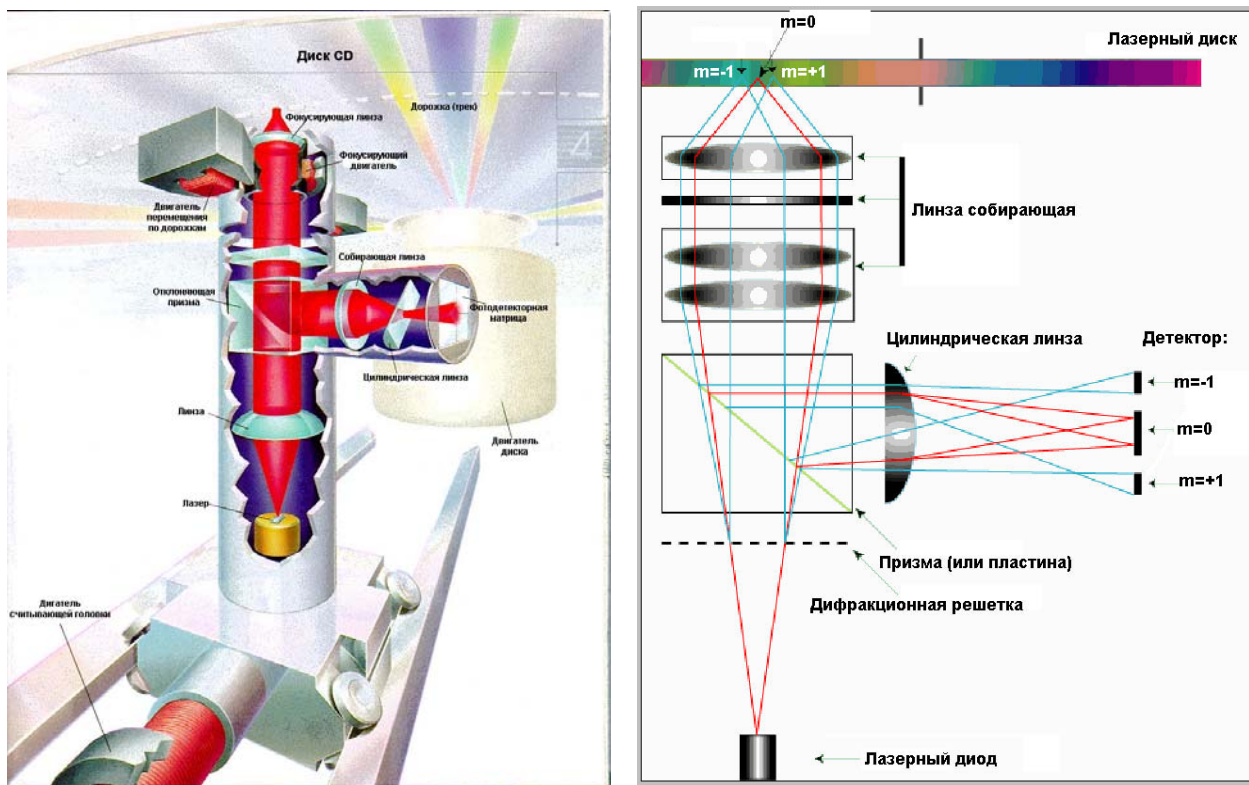
Тонер

Тонер - цветной порошок состоит из очень мелких частиц, средний диаметр которых равен 10 мкм. Эти частицы порошка смешиваются с магнитным материалом, который покрыт полимером.



Частица тонера

Оптическая схема дисководов лазерных дисков

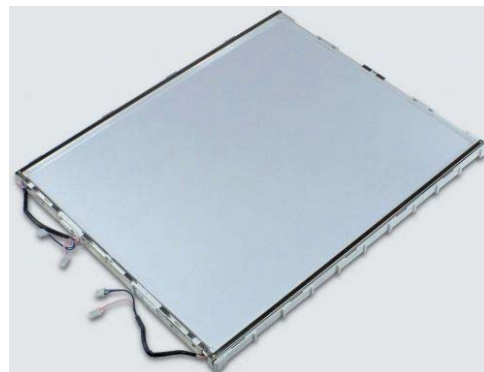


Оптика системы подсветки жидкокристаллического дисплея

Источник света (светодиоды или лампа с холодным катодом) находится в торце тонкого световода и необходимо обеспечить равномерную подсветку достаточно большой площади дисплея.



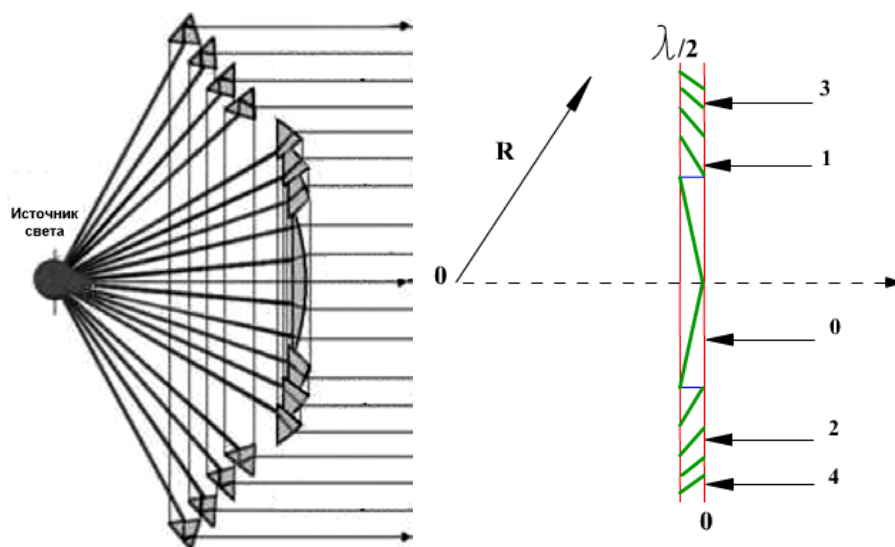
ЖК-дисплей ноутбука



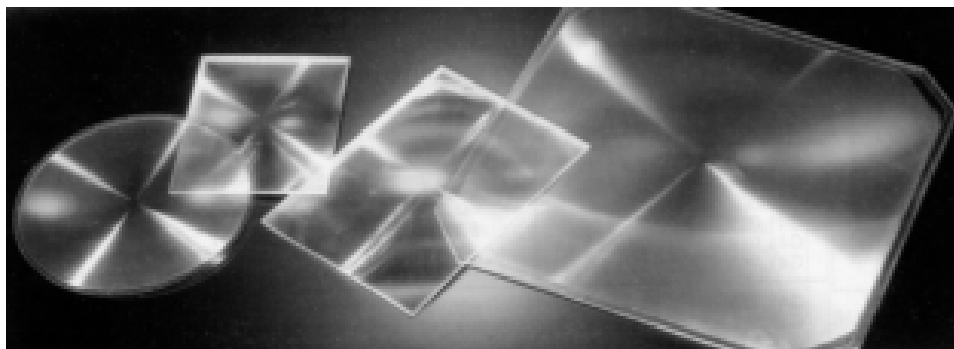
Блок подсветки ЖК-дисплея

Истоки реализации такой технической задачи восходят к 1822 г., когда французский физик Френель, изобрел линзу, которая сразу нашла самое широкое распространение в маяках. Линза Френеля была намного более эффективна по сравнению с отражающим зеркалом.

Идеи Френеля были реализованы не только для линз, которые широко используются в проекционной аппаратуре, в оптике. На основе идеи Френеля реализованы призмы, которые в настоящее время реализуются на микроструктурированных подложках в системе подсветки жидкокристаллических дисплеев.

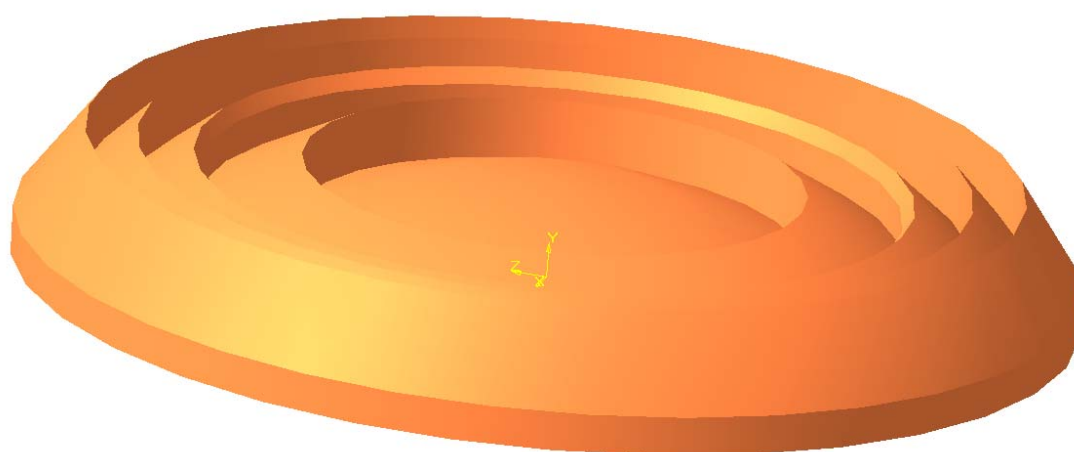
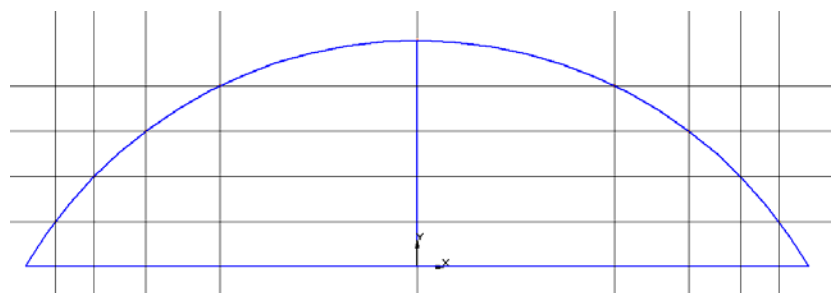


Линза Френеля и схема ее конструкции



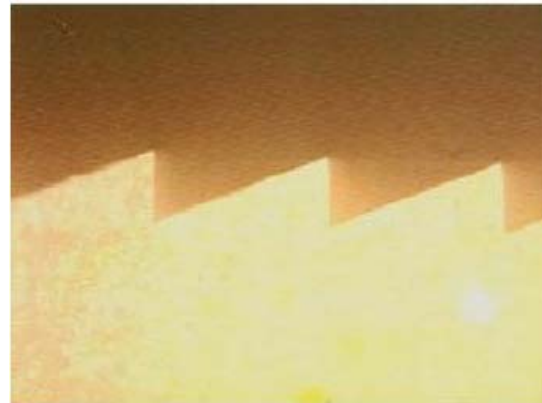
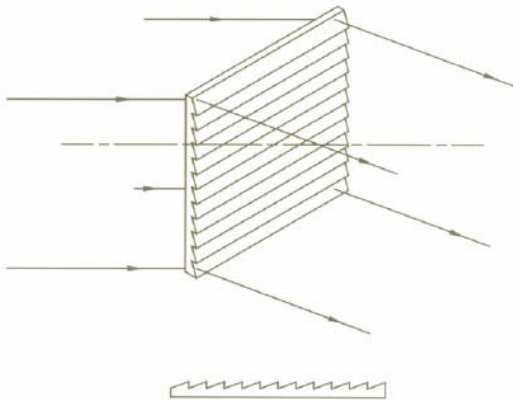
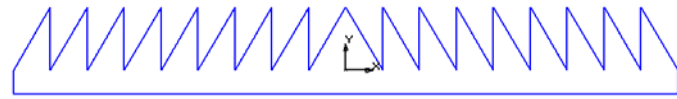
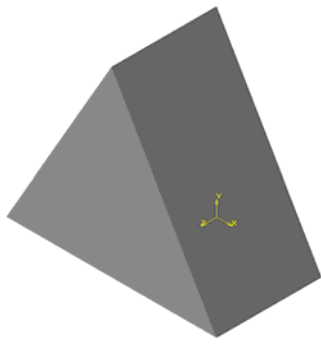
Современные линзы Френеля

Для получения линзы Френеля толстая линза мысленно делится параллельными горизонтальными плоскостями. Из материала линзы удаляются прямоугольные параллелепипеды, которые не оказывают влияния на ход лучей в линзе. Оставшиеся элементы линзы смещаются на подложку.



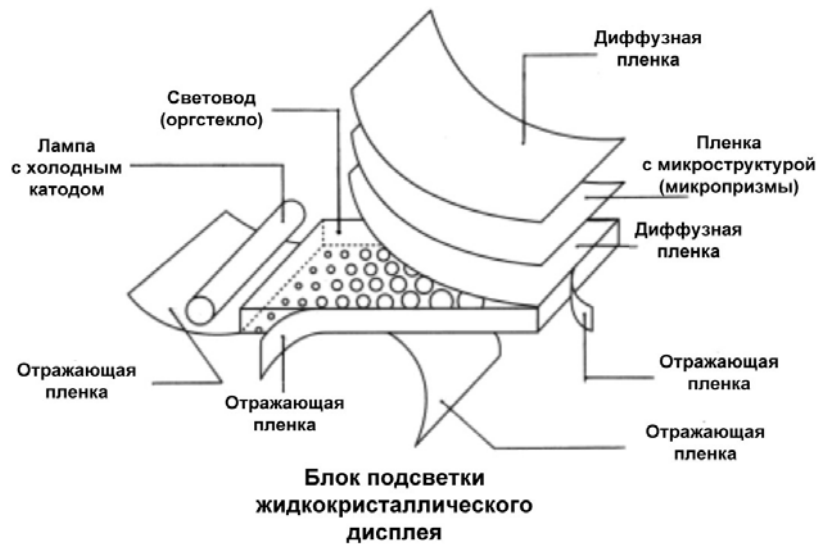
Призма Френеля

Моделирование микропризм Френеля проводилось аналогично моделированию линзы Френеля. На следующих рисунках показаны этапы моделирования.



Принцип работы призмы Френеля и профиль микроструктуры

В системе подсветки жидкокристаллического дисплея обычно реализуется следующая структура



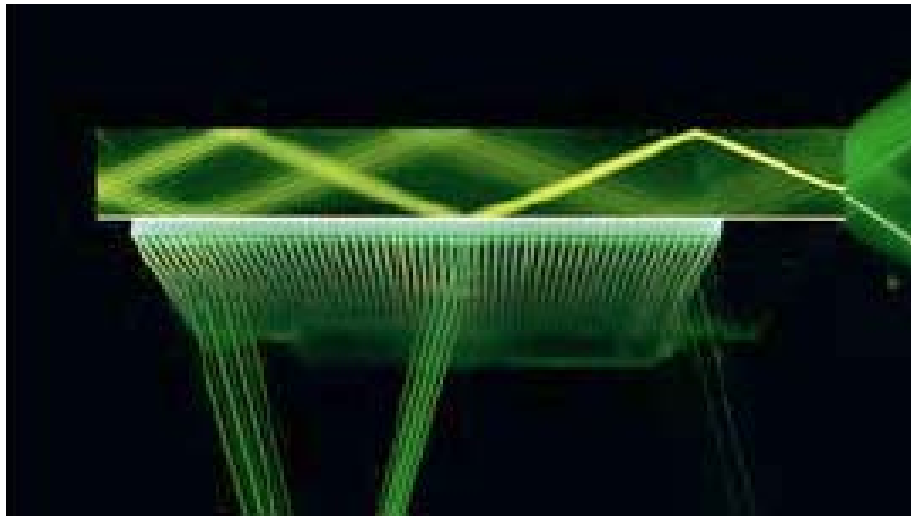
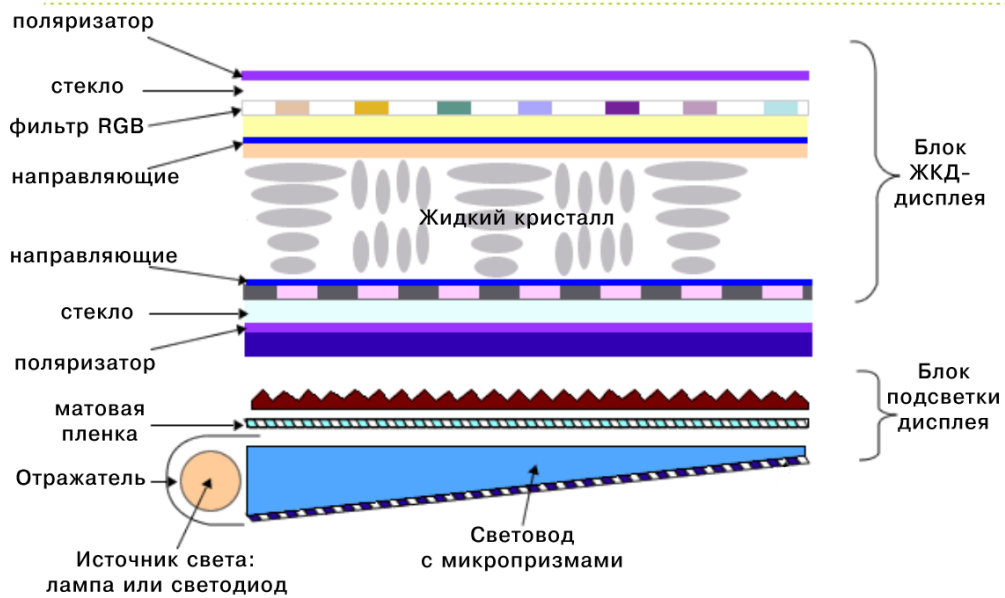
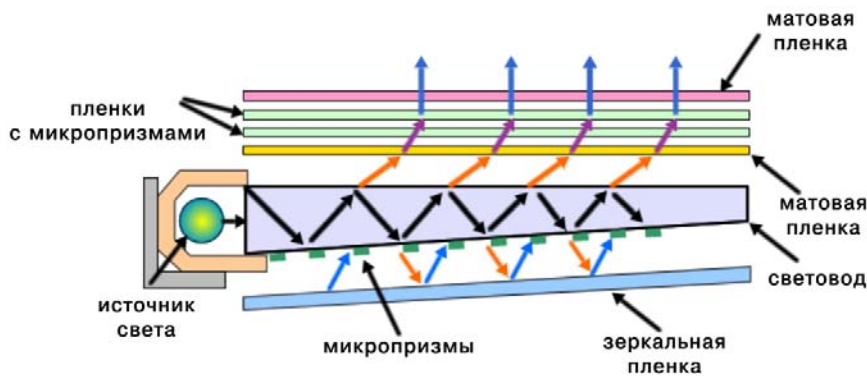


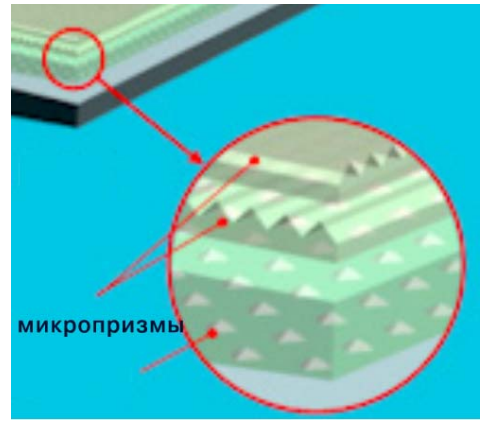
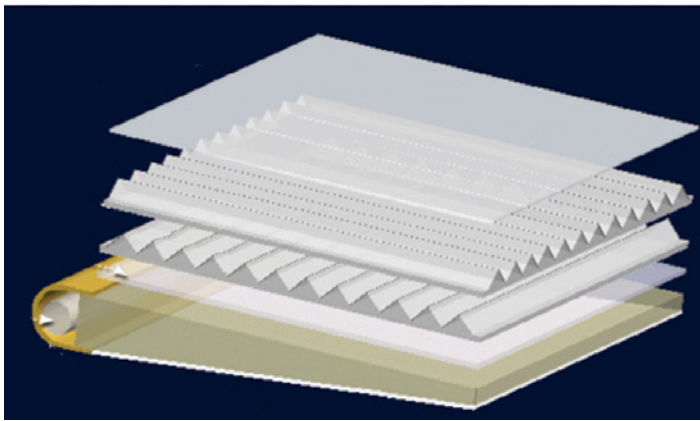
Иллюстрация принципа работы микропризмы Френеля

❖ **Схема жидкокристаллического дисплея**

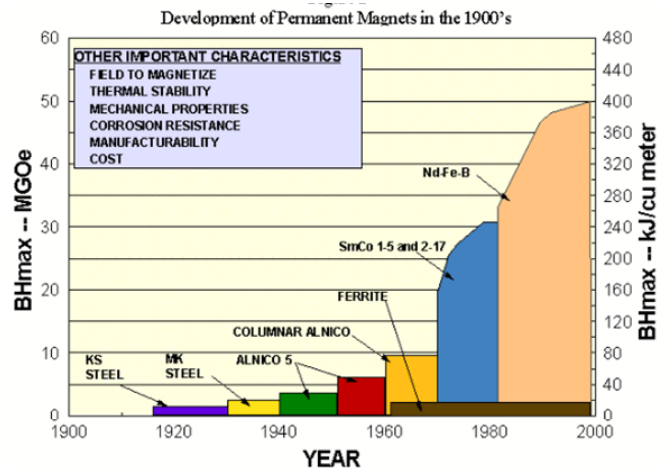
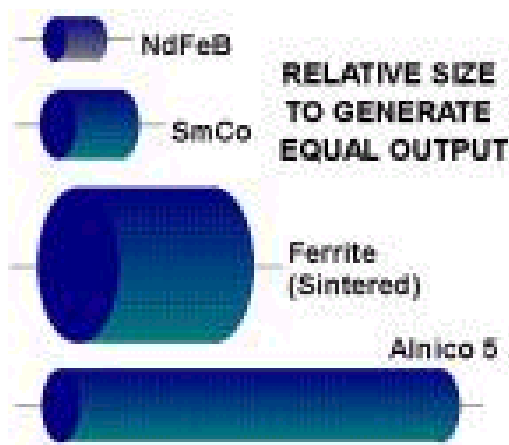


❖ **Схема модуля подсветки ЖК-дисплея**





Сравнение магнитов различных типов



Характеристики неодимового магнита

Radio Shack® Cat. No. 64-1895 Pkg. of 2

Rare Earth Magnets

Provide greater magnetic strength than ordinary iron magnets

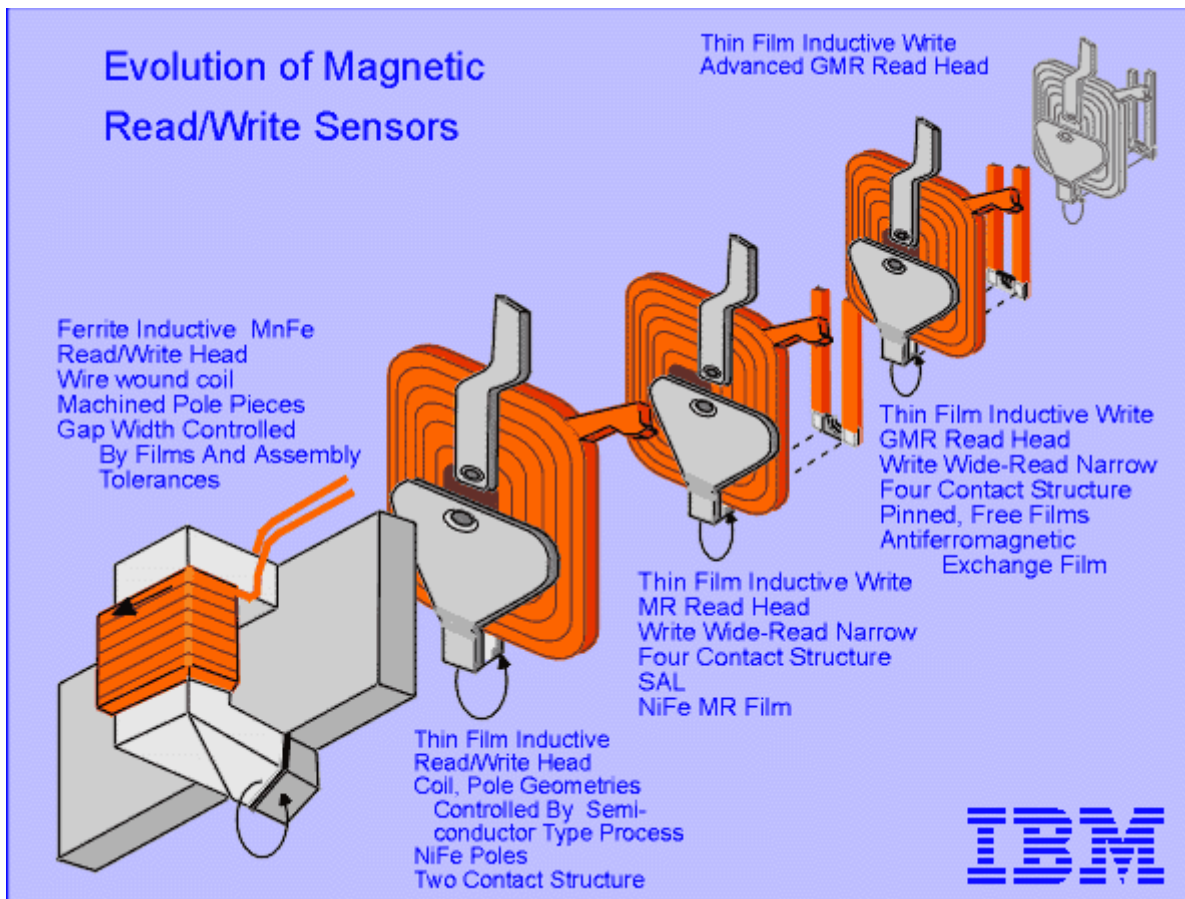
Rare earth provides greater magnetic strength than ordinary iron magnets. There's nothing better for use in isolators, generators, magnetic latching devices, motors, and many other applications.

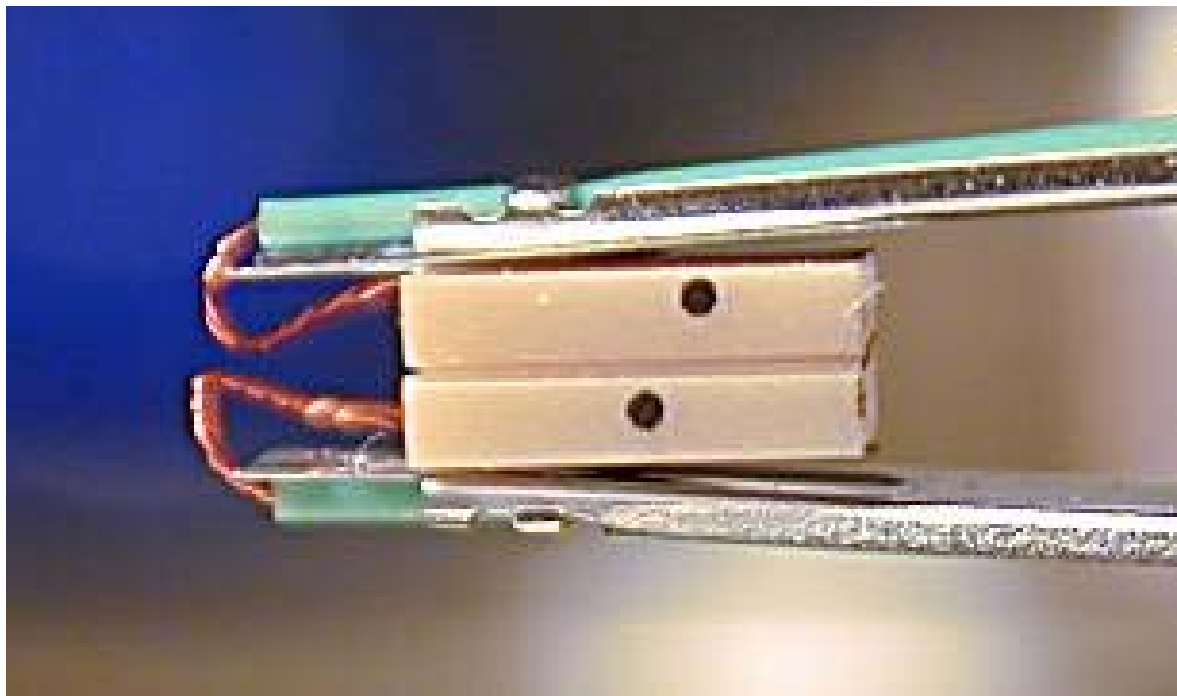
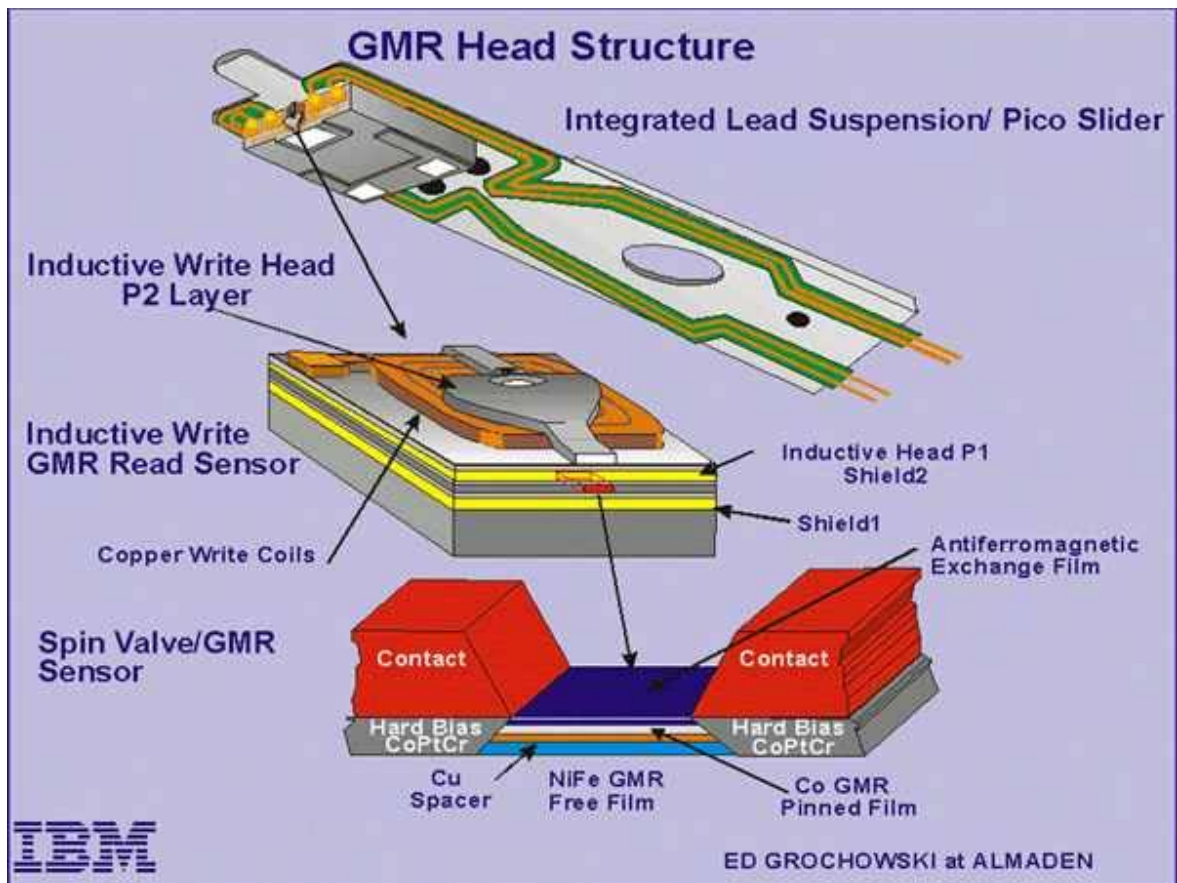
Magnetic Characteristics	Neodymium-Iron-Boron
Peak Energy Density-(B _r H _c) MGO	27
Residual Induction B _r -Gauss	10800
Coercive Force H _c -Oersted	9,600
Intrinsic Coercive Force H _{ci} -Oersted	10,500
Magnetizing Force H _m -Oersted	35,000
Recoil Permeability	1.1
Material Characteristics	
Density-g/cm ³	7.4
Curie Temperature °C	310
Operating Temperature °C (Dependent upon operating slope, duty cycle)	up to 150
Temperature Effects of Induction for Magnets: Reversible-%* at B _r H _c	-125
Irreversible-% to 125° at B _r H _c =5	<3

64-1895

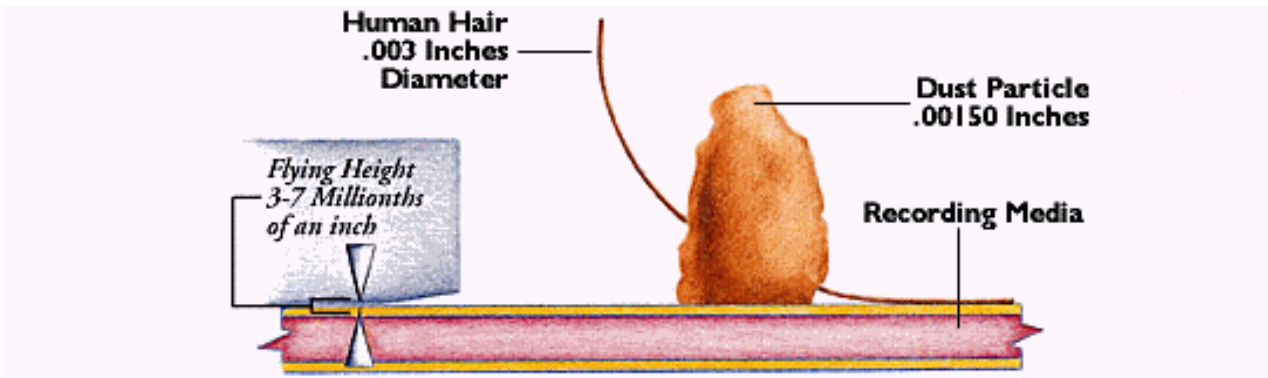
Custom Manufactured in China for Radio Shack
A Division of Tandy Corp., Fort Worth, TX 76102

Ключевые моменты в развитии винчестеров Интернет (IBM)

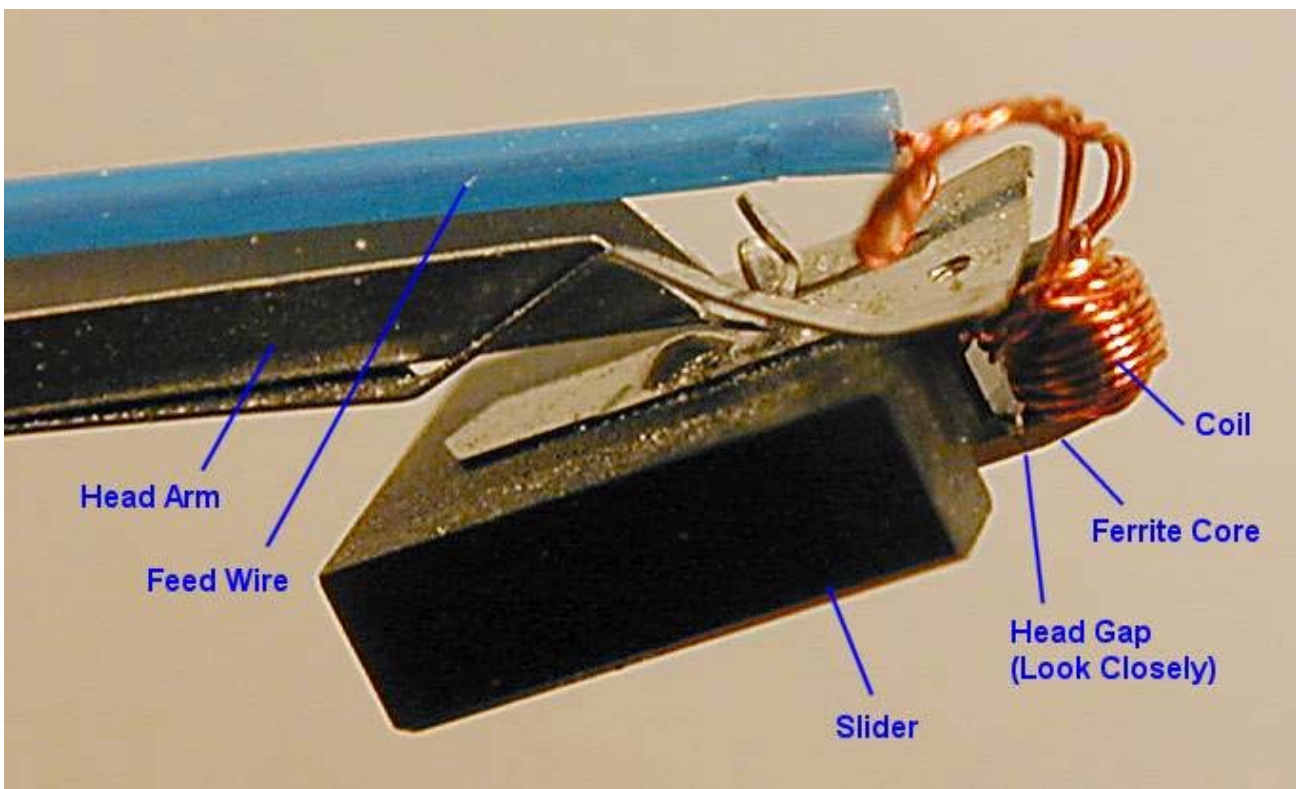




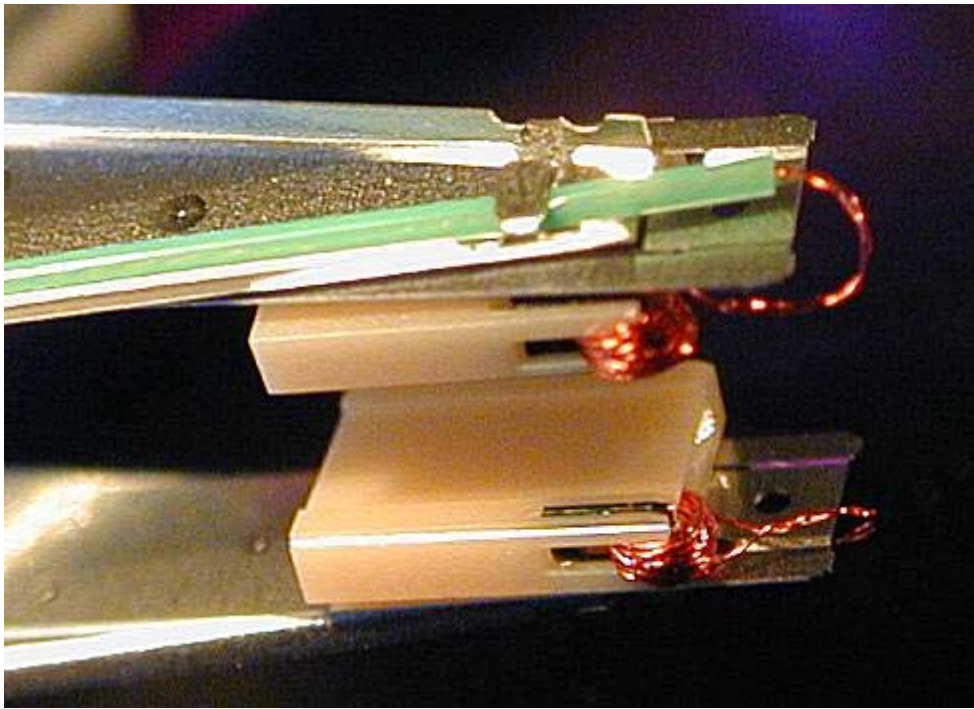
A pair of mated head sliders with their platter removed. You can see that the tension of the head arms has caused them to press against each other.



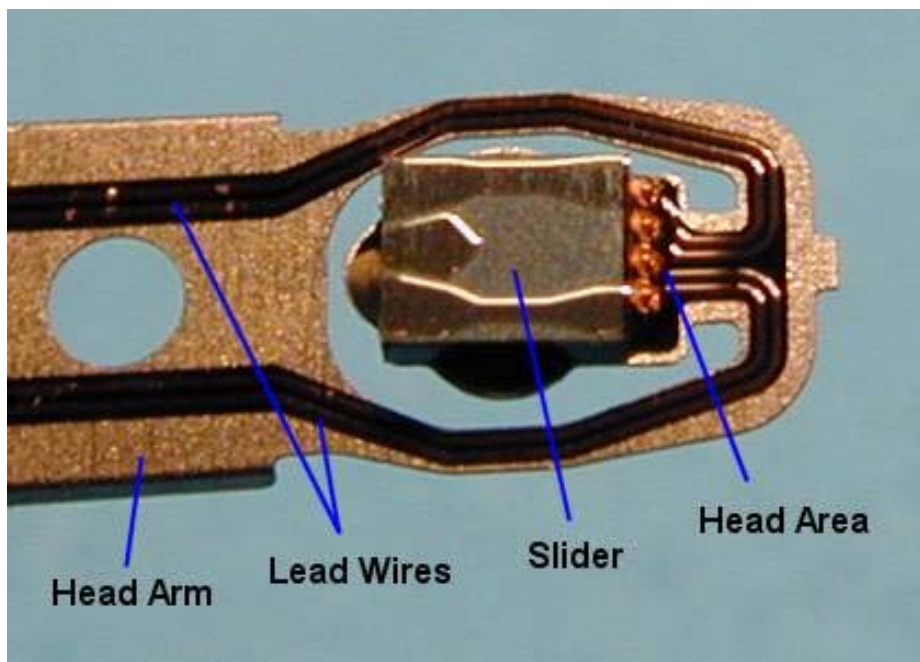
This illustration gives you some idea of just how small the flying height of a modern hard disk is (and today's hard disks have flying heights significantly lower than 3-7 millionths of an inch!)



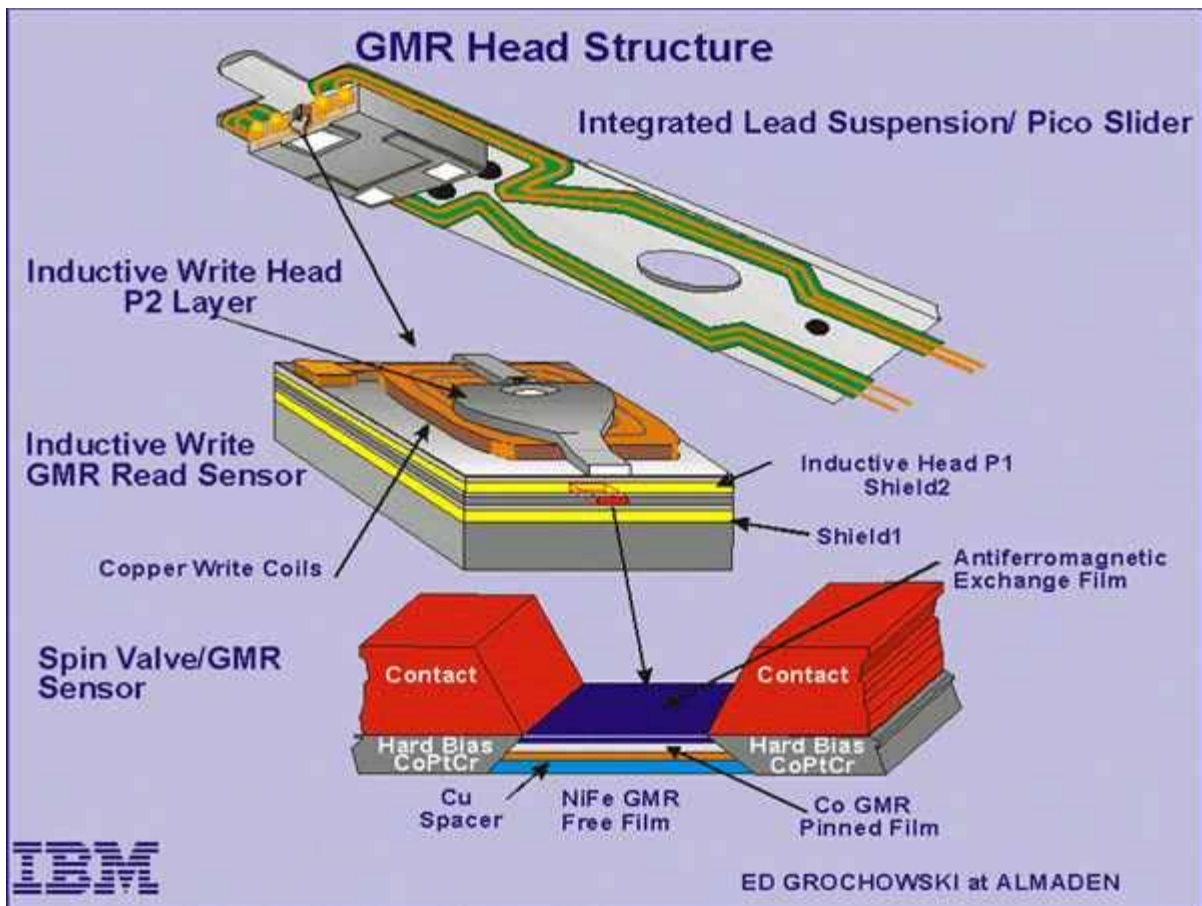
Extreme closeup view of a ferrite read/write head from a mid-1980s Seagate ST-251, one of the most popular drives of its era. The big black object is not actually the head, but the slider. The head is at the end of the slider, wrapped with the coil that magnetizes it for writing, or is magnetized during a read. If you look closely you can actually see the gap in the core, though it is very small. The blue feed wire runs back to the circuits that control the head.



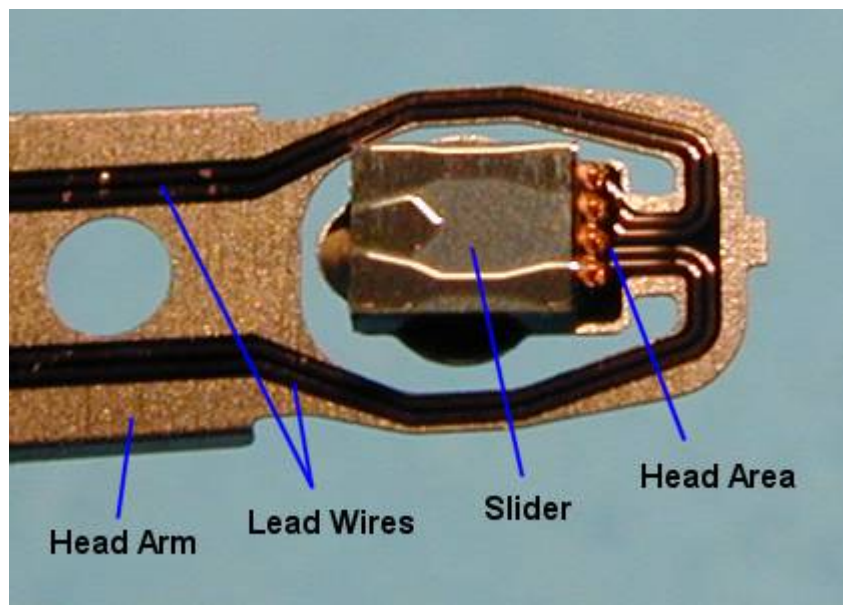
A pair of mated thin film head assemblies, greatly magnified. The heads are gray slivers with coils wrapped around them, embedded at the end of each slider (large beige objects). One feed line (with green insulation) is visible.



Closeup view of an MR head assembly. Note that the separate copper lead wire of older head designs is gone, replaced by thin circuit-board-like traces. The slider is smaller and has a distinctive shape. The actual head is too small to be seen without a microscope. If you look at [the page discussing GMR heads](#) you will see a diagram showing in detail where on the assembly the head is found.

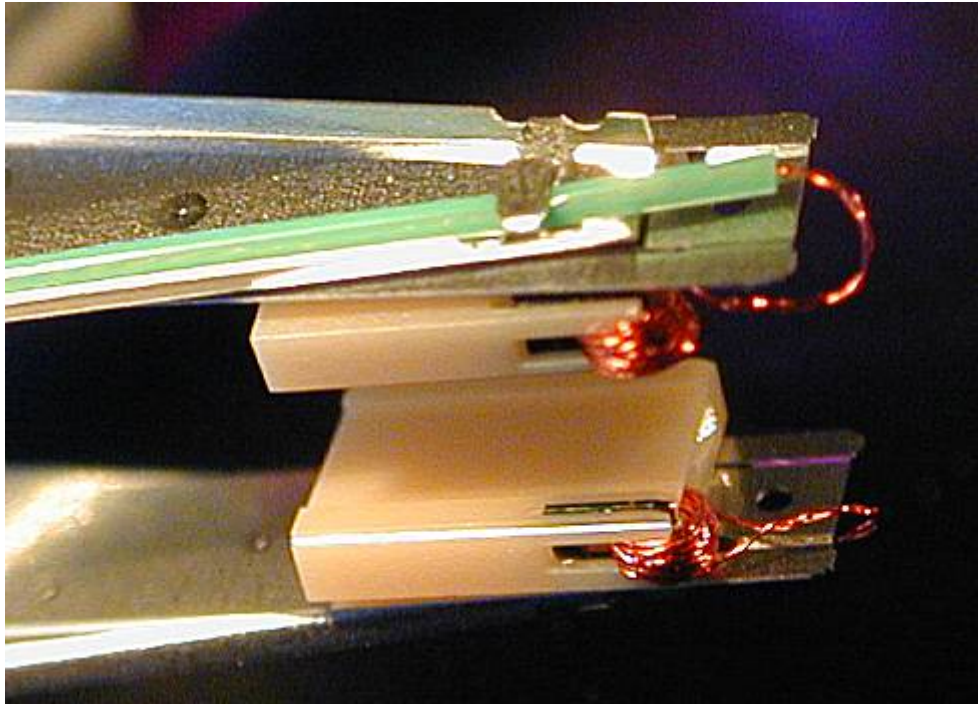


Detailed structure diagram of a GMR head assembly. Notice how small these devices are: the scale is magnified twice to get to the detail level of the GMR sensor itself, and the arm/slider/head structure at top is itself only about a quarter of an inch long (see the illustration on [the page covering MR heads](#) to see what one of those assemblies looks like in real life.)



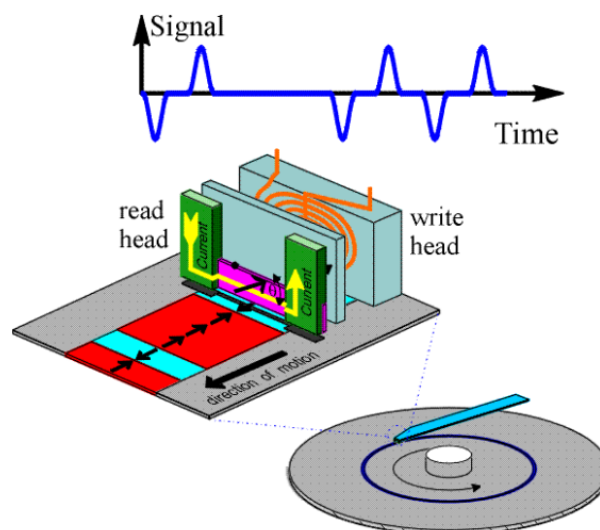
Closeup view of an MR head assembly. Note that the separate copper lead wire of older head designs is gone, replaced by thin circuit-board-like traces. The slider is smaller and has a distinctive shape. The actual head is too small

to be seen without a microscope. If you look at [the page discussing GMR heads](#) you will see a diagram showing in detail where on the assembly the head is found.



A pair of mated thin film head assemblies, greatly magnified. The heads are gray slivers with coils wrapped around them, embedded at the end of each slider (large beige objects). One feed line (with green insulation) is visible.

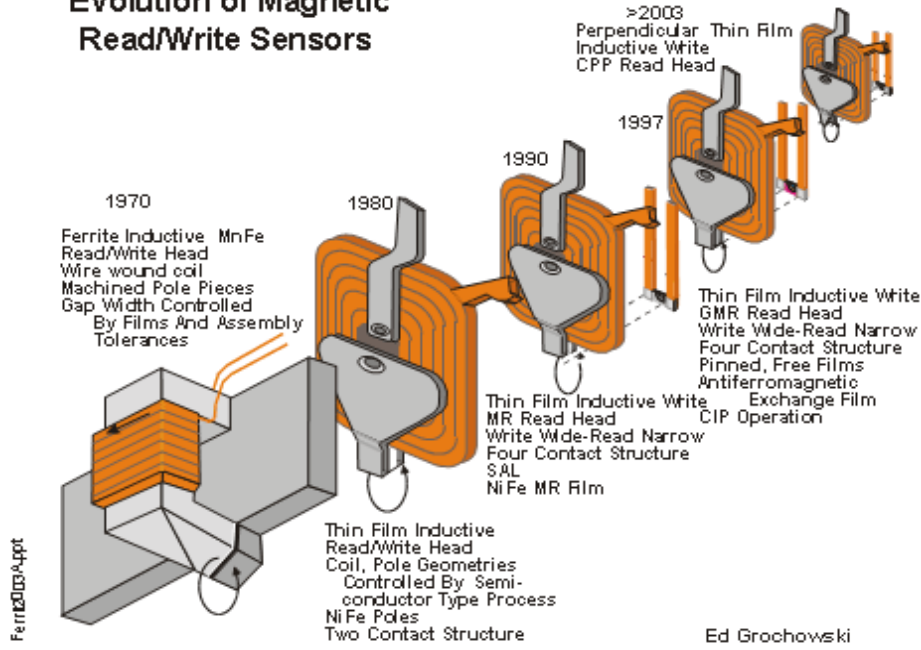
Use GMR in hard drive read head



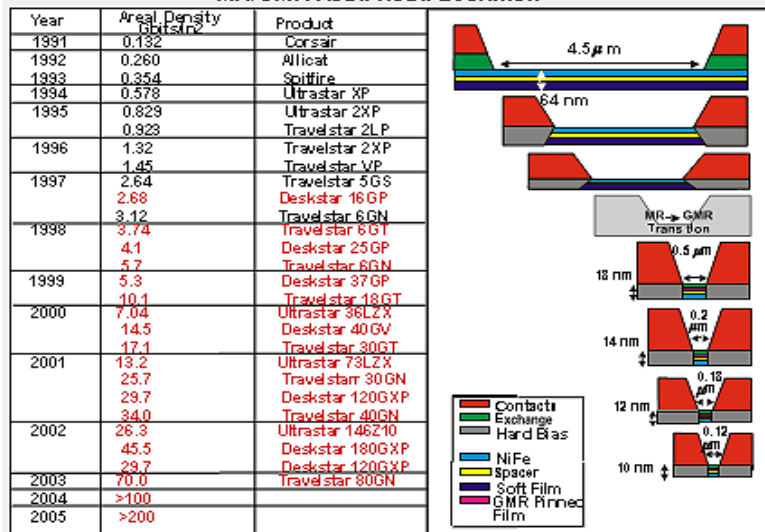
EE698A Advanced Electron Devices

Giant magnetoresistive (GMR) sensor

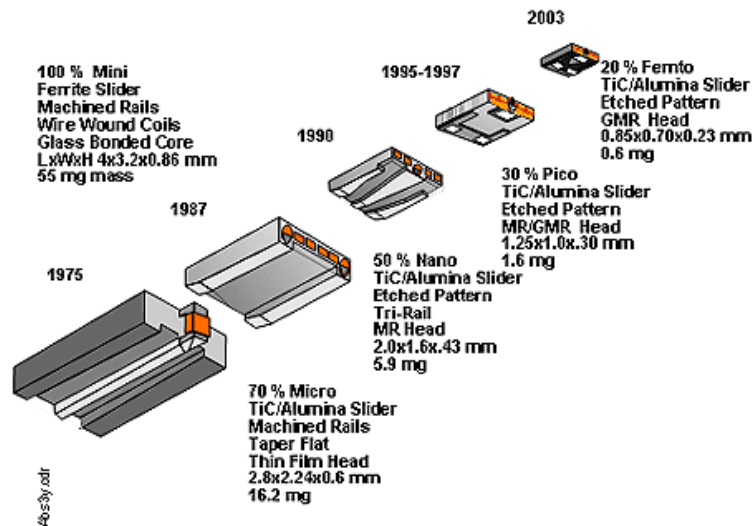
Evolution of Magnetic Read/Write Sensors



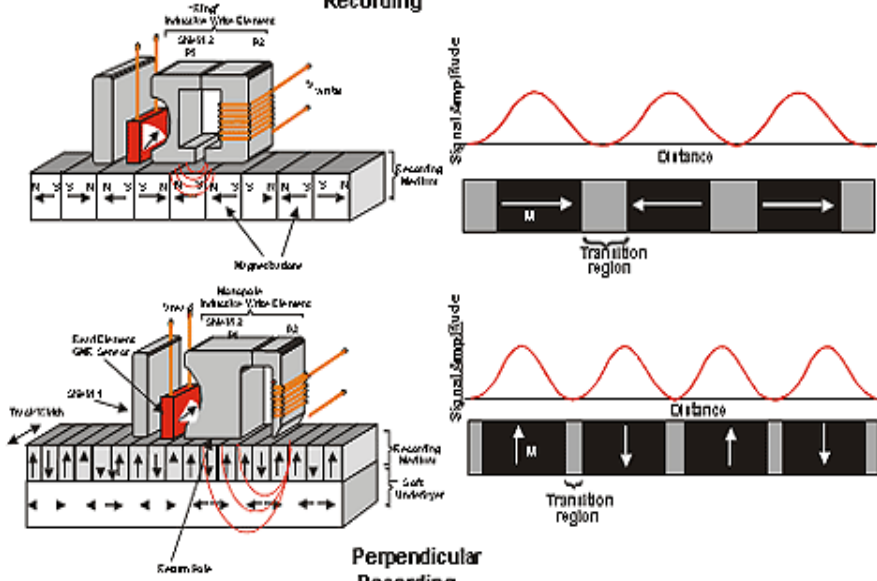
MR/GMR Read Head Evolution



Evolution of Slider/Air Bearing Surface



Longitudinal Recording



Recording Technologies

Ed Grochowski

Научно-популярное издание

автор-составитель

Богуславский Александр Абрамович

профессор кафедры теоретической физики КГПИ

Одомашненная современная физика

Часть 2

Компьютерная верстка Богуславского А. А.
Редактор Капырина Т. А.

Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная

Сдано в набор

Подписано в печать

Усл. печ. л. 9. Тираж 100 экз.

Заказ №

Отпечатано с готового оригинал-макета в копировально-множительном
центре

ГОУ ВПО МО "КГПИ"

140410, г. Коломна, ул. Зеленая, д. 30. Коломенский госпединститут