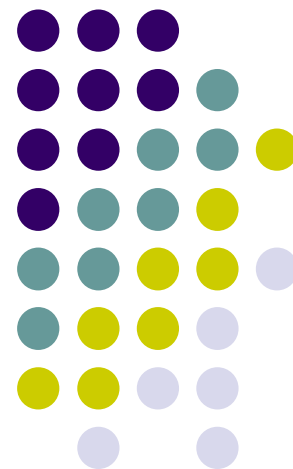
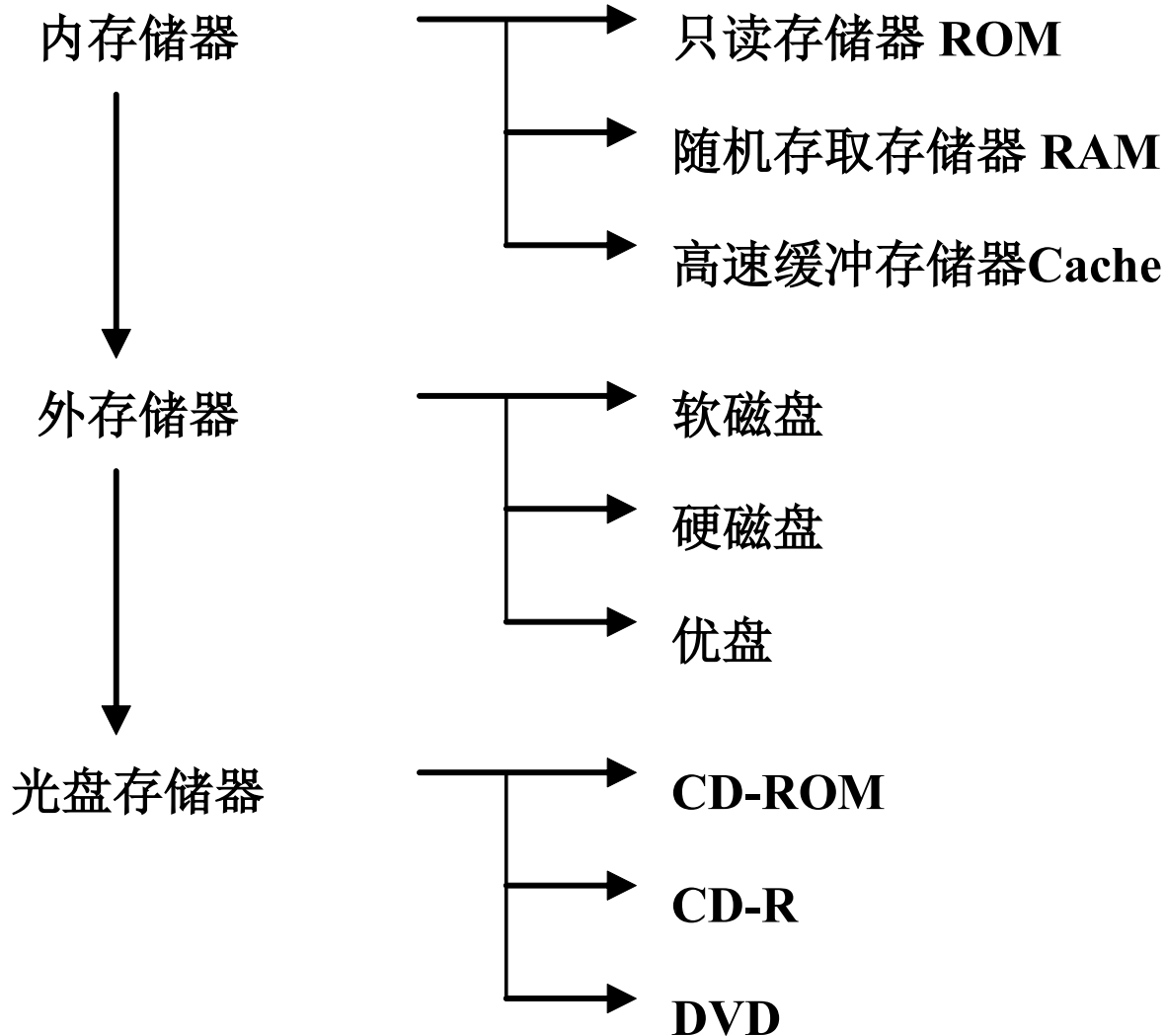


# 数字媒体的存储





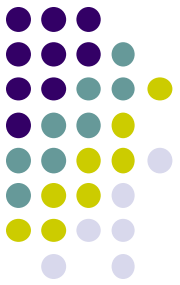
# 内容提纲



# 前言

- 如何记录“0”和“1”，是计算机工业中一个非常重要的技术研究和开发课题
- 在过去半个世纪中，科学家和工程技术人员开发了许多记录技术
  - 从电子管到半导体存储器
  - 从磁记录到光记录





# 内存存储器

- 内存存储器泛指计算机系统中存放数据和指令的半导体存储单元。包括：
  - RAM（Random Access Memory，随机存取存储器）
  - ROM（Read Only Memory，只读存储器）
  - Cache（高速缓存）等
- 内存的分类可以按其用途、外观以及工作原理等进行分类。



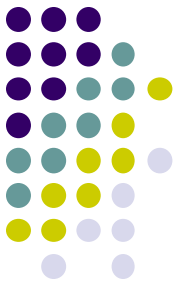
# 按内存的用途分类

- (1)主存储器
  - 用来存放**CPU**正使用或者随时使用的程序或数据。
- (2)高速缓冲存储器
  - 是位于**CPU**和主存储器之间的一种规模较小，但速度很高的存储器。
- (3)显示存储器
  - 是用来存放屏幕上显示的图形、图像等数据。



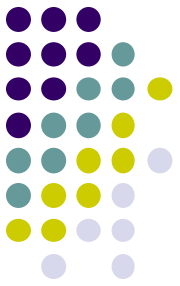
# 按内存的外观分类

- (1)双列直插内存芯片
  - 双列直插内存芯片**DIP**（**Double Inline Package**）是一种含有若干个引脚的半导体芯片。
- (2)内存条
  - 内存条是把多片存储器芯片、电容、电阻等元器件焊在一小条印刷电路板上，组装起来合成一个内存模组而形成的一种条形存储器。



# 按内存的工作原理分类

- 随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）
- 只读存储器（Read Only Memory, ROM）



# 随机存取存储器

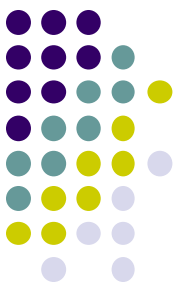
- 随机存取存储器**RAM**是一种读、写存储器，其内容可以随时根据需要读出，也可以随时重新写入新的信息。
- 根据其制造原理不同，**RAM**又分为：
  - 静态随机存贮器**SRAM**（Static RAM）
  - 动态随机存贮器**DRAM**（Dynamic RAM）





# 静态随机存储器SRAM

- SRAM存储单元的基本结构是一个双稳态电路，由于读、写的转换由写电路控制，所以只要写电路不工作，且电路有电，其开关元件的状态就保持不变，不需要电流刷新，因此称为静态RAM。
- SRAM的特点：读写速度较快。



# 动态随机存储器DRAM

- 一个DRAM单元由一个晶体管和一个电容组成，DRAM的晶体管通过电容的电压来保持断开、接通的状态，当电容有电时，晶体管接通表示1；当电容没电时，晶体管断开表示0。
- 特点： **DRAM比SRAM速度慢，但比SRAM便宜，在容量上也可以做得更大，适合作大容量存储器，所以主内存通常采用DRAM。**



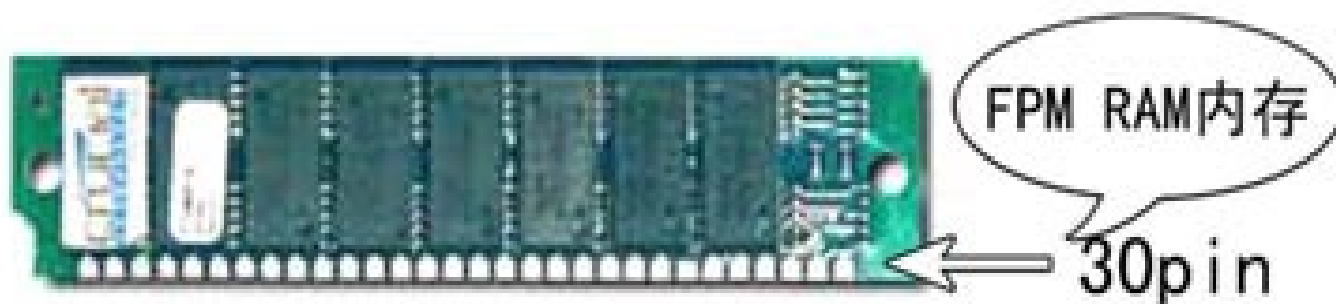
# 动态随机存储器DRAM

- 各种规格类型的DRAM:
  - ①快速页面模式随机存储器FPM (Fast Page Mode RAM)
  - ②扩展数据输出随机存储器EDO DRAM (Extended Date Out DRAM)
  - ③突发扩充数据输出随机存储器BEDO RAM
  - ④同步动态随机存储器SDRAM(Synchronous DRAM)
  - ⑤DDR是双倍数据速率 (Double Data Rate)
  - ⑥存储器总线式动态随机存储器RDRAM (Rambus DRAM)
  - ⑦DDRII内存

# 动态随机存储器DRAM



- ①快速页面模式随机存储器**FPM**（**Fast Page Mode RAM**）
- 快速页面模式随机存储器**FPM**简称快页内存，在386时代很流行。



**FPM RAM** 内存



# 动态随机存储器DRAM

- ②扩展数据输出随机存储器**EDO DRAM**（**Extended Data Out DRAM**）
- EDO RAM同FP DRAM相似，速度要比普通DRAM快15-30%。主要流行在486以及早期的奔腾电脑上。



EDO RAM 内存



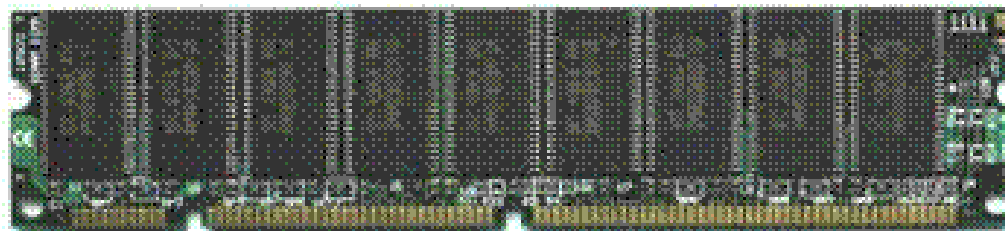
# 动态随机存储器DRAM

- ③突发扩充数据输出随机存储器BEDO RAM
- BEDO是在一个突发动作中读取数据，即在提供了内存地址后，CPU假定其后是数据地址，并自动把他们预取出来，这样在读下三个数据中的每一个数据时，只用仅仅一个时钟周期，指令的传送速度就大大提高了，它的缺点是无法与频率高于66MHz的总线相匹配。

# 动态随机存储器DRAM



- ④同步动态随机存储器**SDRAM** (**Synchronous DRAM**)
- SDRAM是一种改善了结构的增强型DRAM，采用并列数据传输方式。顾名思义，工作速度与系统总线速度同步。SDRAM按标准运行工作频率分为PC66、PC100和PC133等。SDRAM是Pentium III/III使用的一种内存类型。

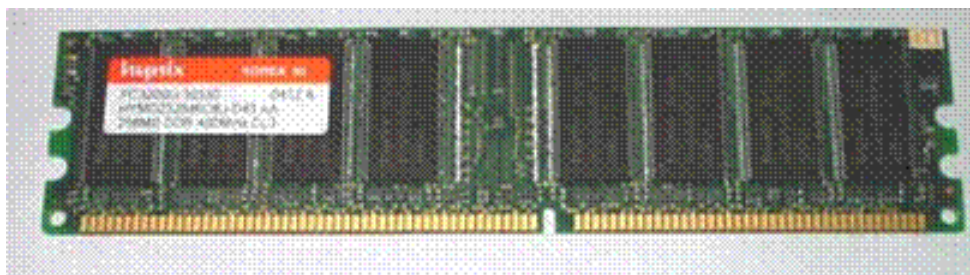


**SDRAM**内存

# 动态随机存储器DRAM



- ⑤双倍数据速率内存**DDR RAM(Double Data Rate SDRAM)**
- DDR内存技术是从主流的PC100、PC133 SDRAM技术发展而来。DDR内存按照频率又分为DDR200、DDR266、DDR333、DDR400等。



DDR内存



# 动态随机存储器DRAM



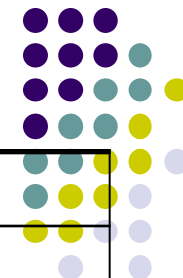
- ⑥存储器总线式动态随机存储器**RDRAM**（**Rambus DRAM**）
- RDRAM原为Rambus公司为电视游戏机提出的一种内存规格，因为能达到更高的时钟频率而被Intel相中，并在1996年由Intel联合Micron等10余家半导体厂商发布，并正式命名为Direct Rambus DRAM，简称DRDRAM或RDRAM。



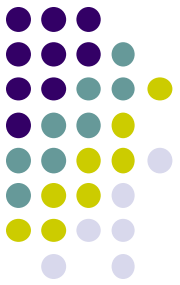
Rambus DRAM



# 表9-1 各种内存带宽



内存类型	时钟频率	数据总线位宽	最大带宽
PC100 SDRAM	100MHz	64bit	$(100\text{MHz} \times 64\text{b}) / 8 = 0.8\text{GB/s}$
PC133 SDRAM	133 MHz	64bit	$(133\text{MHz} \times 64\text{b}) / 8 = 1.06\text{GB/s}$
DDR200 /PC1600	100 MHz×2DDR	64bit	$(100\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 1.60\text{GB/s}$
DDR266 /PC2100	133 MHz×2DDR	64bit	$(133\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 2.10\text{GB/s}$
DDR300/ PC2400	150MHz×2DDR	64bit	$(150\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 2.40\text{GB/s}$
DDR333/ PC2700	166 MHz×2DDR	64bit	$(166\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 2.70\text{GB/s}$
DDR400 /PC3200	200 MHz×2DDR	64bit	$(200\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 3.20\text{GB/s}$
DDR II 400 /PC2 3200	200 MHz×2DDR II	64bit	$(200\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 3.20\text{GB/s}$
DDR II 533 /PC2 4200	266 MHz×2DDR II	64bit	$(266\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 4.30\text{GB/s}$
DDR II 667 /PC2 5400	333MHz×2DDR II	64bit	$(333\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 5.30\text{GB/s}$
RDRAM/ PC800	400 MHz	2×32bit	$(400\text{MHz} \times 2 \times 32\text{b}) / 8 = 3.20\text{GB/s}$
RDRAM /PC1066	533 MHz	2×32bit	$(533\text{MHz} \times 2 \times 32\text{b}) / 8 = 4.20\text{GB/s}$
RDRAM/ PC1066	533 MHz	2×64bit	$(533\text{MHz} \times 2 \times 64\text{b}) / 8 = 8.40\text{GB/s}$
RDRAM/ PC1200	600 MHz	2×32bit	$(600\text{MHz} \times 2 \times 32\text{b}) / 8 = 4.80\text{GB/s}$
RDRAM /PC1200	600 MHz	2×32bit	$(600\text{MHz} \times 2 \times 32\text{b}) / 8 = 9.60\text{GB/s}$



# 只读存储器ROM

- 只读存储器ROM是一种内容只能读出而不能写入和修改的存储器，其存储的信息是在制作该存储器时就被写入的。
- 根据ROM中的信息存储方法，可分为：
  - 1)普通ROM或称掩膜ROM
  - 2)一次可编程只读存储器PROM
  - 3)多次改写可擦除可编程只读存储器EPROM



# 内存存储器的单位

- (1)位

- “位” 又称比特（即**bit**，常用**b**表示），是二进制数的最基本单位，也是存储器存储信息的最小单位。

- (2)字节

- 8个连续的二进制位称为一个字节（**Byte**，常用**B**表示），内存容量指的就是具有多少字节。



# 内存存储器的单位

- (3)内存单位的换算
- 目前一般微机的内存大小都以“**MB**”作为基本的单位，如**256MB**、**512MB**等。常用的内存单位及其换算如下：
  - 千字节（KB）： $1\text{KB}=1024\text{B}$
  - 兆字节（MB）： $1\text{MB}=1024\text{KB}$
  - 吉字节（GB）： $1\text{GB}=1024\text{MB}$
  - 太字节（TB）： $1\text{TB}=1024\text{GB}$



# 内存存储器的技术指标

- 反映内存性能的技术指标主要有：
  - (1)存取周期
  - (2)数据宽度和带宽
  - (3)内存的“线”数
  - (4)容量
  - (5)内存的电压



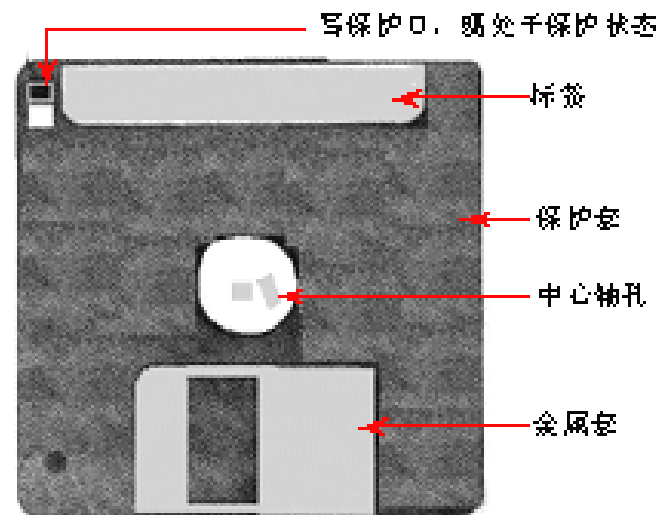
# 外存储器

- 外存储器通常是磁性介质（软盘、硬盘、磁带）或光盘
- 能长期保存信息，并且不依赖于电来维持信息的保存状态
- 用于存放暂时不用的程序和数据
- **特点：**容量大、价格低、存取速度慢



# 软盘存储器

- 软盘的外观

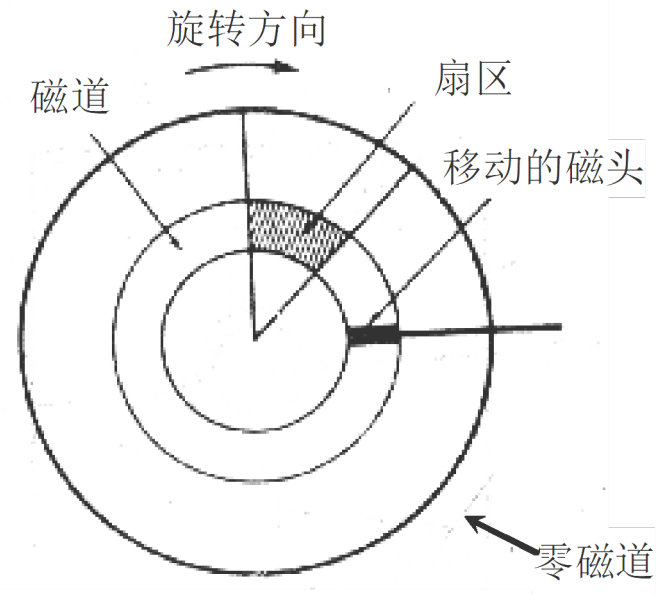




# 软盘存储器

## ● 软盘的主要参数

- (1)面数
- (2)磁道数
- (3)扇区数
- (4)容量



## ● 3.5英寸软磁盘的容量

- $2(\text{面}) * 80(\text{磁道}) * 18(\text{扇区}) * 512(\text{字节}) \approx 1.44\text{MB}$

# 硬盘存储器

- 硬盘的外部结构



# 硬盘存储器

- 硬盘的内部结构

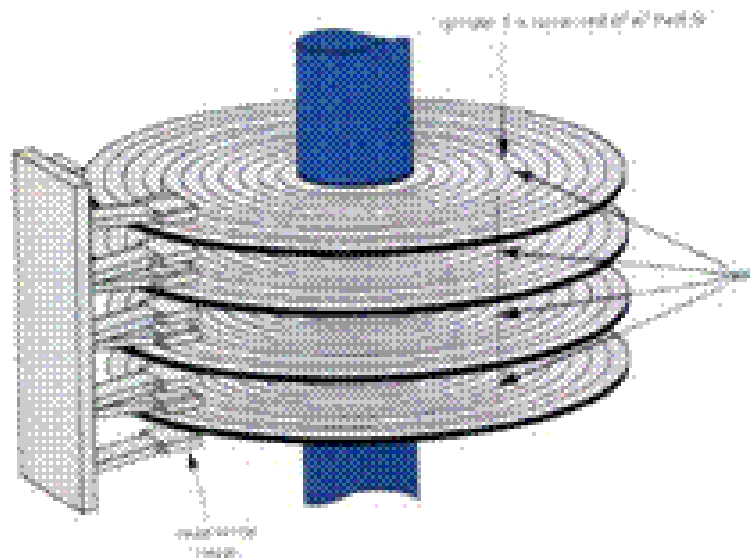


# 硬盘存储器



- 硬盘的相关术语有：

- (1)磁头数
- (2)柱面数
- (3)每磁道扇区数
- (4)交错因子
- (5)硬盘单碟容量
- (6)容量



硬盘通常由重叠的一组盘片构成，每个盘面都被划分为数目相等的磁道，并从外缘的“0”开始编号，具有相同编号的磁道形成一个圆柱，称之为磁盘的柱面。

硬盘的CHS：Cylinder(柱面)、Head(磁头)、Sector(扇区)

**硬盘的容量 = 柱面数 × 磁头数 × 扇区数 × 512B**



# 硬盘存储器

- 反映硬盘的主要性能指标有：
  - (1)转速
  - (2)平均访问时间
  - (3)数据传输率
  - (4)缓存
  - (5)硬盘的表面温度
  - (6)连续无故障时间

# 移动硬盘



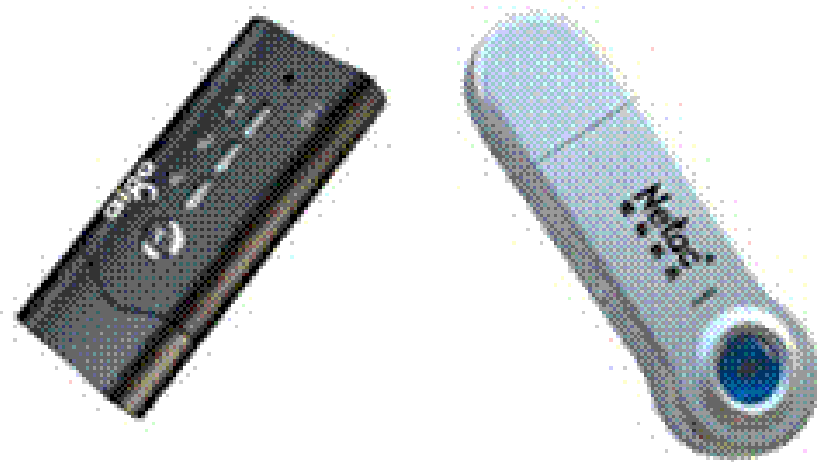
- 移动硬盘也称外置硬盘、活动硬盘。就是用小巧的笔记本硬盘加上特制的配套硬盘盒构成的一个便携的大容量存储系统。





# U盘

- USB闪存盘就是采用闪存（Flash memory）作为存储器的移动存储设备，即通常所说的“优盘”。



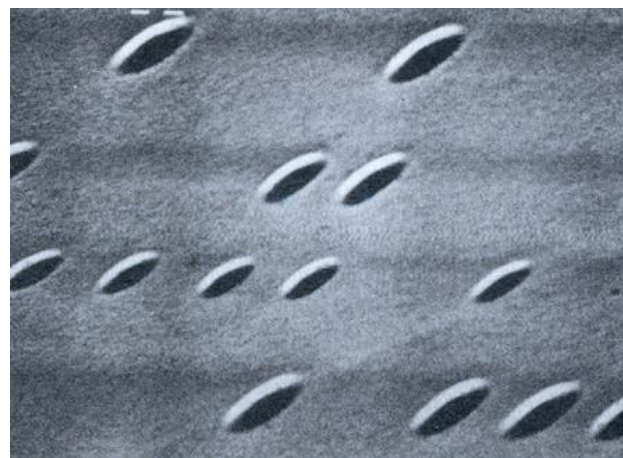




# 光盘存储器

## ● 要点：

- CD的发展历史
- CD的工作原理
- DVD简介
- CD的格式
- VCD标准



# 前言



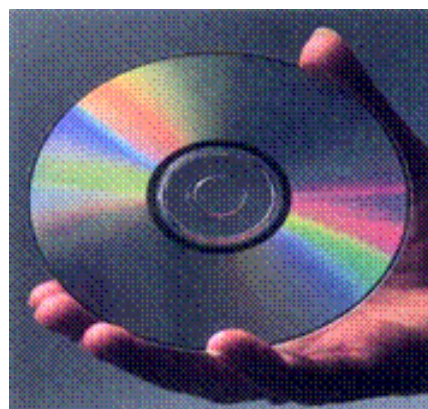
- 光记录是20世纪70年代的重大发明
  - 90年代得到广泛的应用

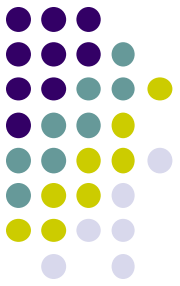




# 光盘存储器的特点

- 光盘又称为CD（Compact Disc，压缩盘），是通过冲压设备压制或激光烧刻，从而在其上产生一系列凹槽来记录信息的一种存储媒体。





# 光盘存储器的特点

- (1)记录密度高
- (2)存储容量大
- (3)采用非接触方式读/写信息
- (4)信息保存时间长
- (5)价格低廉



# 光盘存储器的分类

- 按光盘的读/写性能，可将光盘分为3种类型：
  - (1)只读型光盘存储器：数据是用压模方法压制而成的，用户只能读取上面的数据。
  - (2)多次可写光盘存储器：这种光盘允许用户一次或多次写入数据，并可随时往盘上追加数据，直到盘满为止。
  - (3)可擦写光盘存储器：这种光盘具有磁盘一样的可擦写性，可多次写入或修改光盘上的数据，更适合作为计算机的新型标准外存设备。



# 光盘存储器的分类

- 按光盘的数据存放格式分类：
  - (1)数字激光唱盘CD-DA
  - (2)只读光盘CD-ROM
  - (3)可刻录光盘CD-R
  - (4)可重复刻录光盘CD-RW
  - (5)视频压缩光盘VCD
  - (6)数字视频光盘DVD



# CD简历

- CD工业史上的几件大事
  - 1972年9月，**Philips**公司向全世界展示了长时间播放电视节目的光盘系统（**1978**年正式投放市场的光盘播放机**LV**），在光盘上记录的是模拟电视信号。从此，利用激光来记录信息的革命拉开了序幕
  - 1982年，**Philips**公司和**Sony**公司推出数字激光唱盘（**CD-DA**），同时为这种盘制定了著名的“红皮书标准”，在光盘上记录的数字声音信号

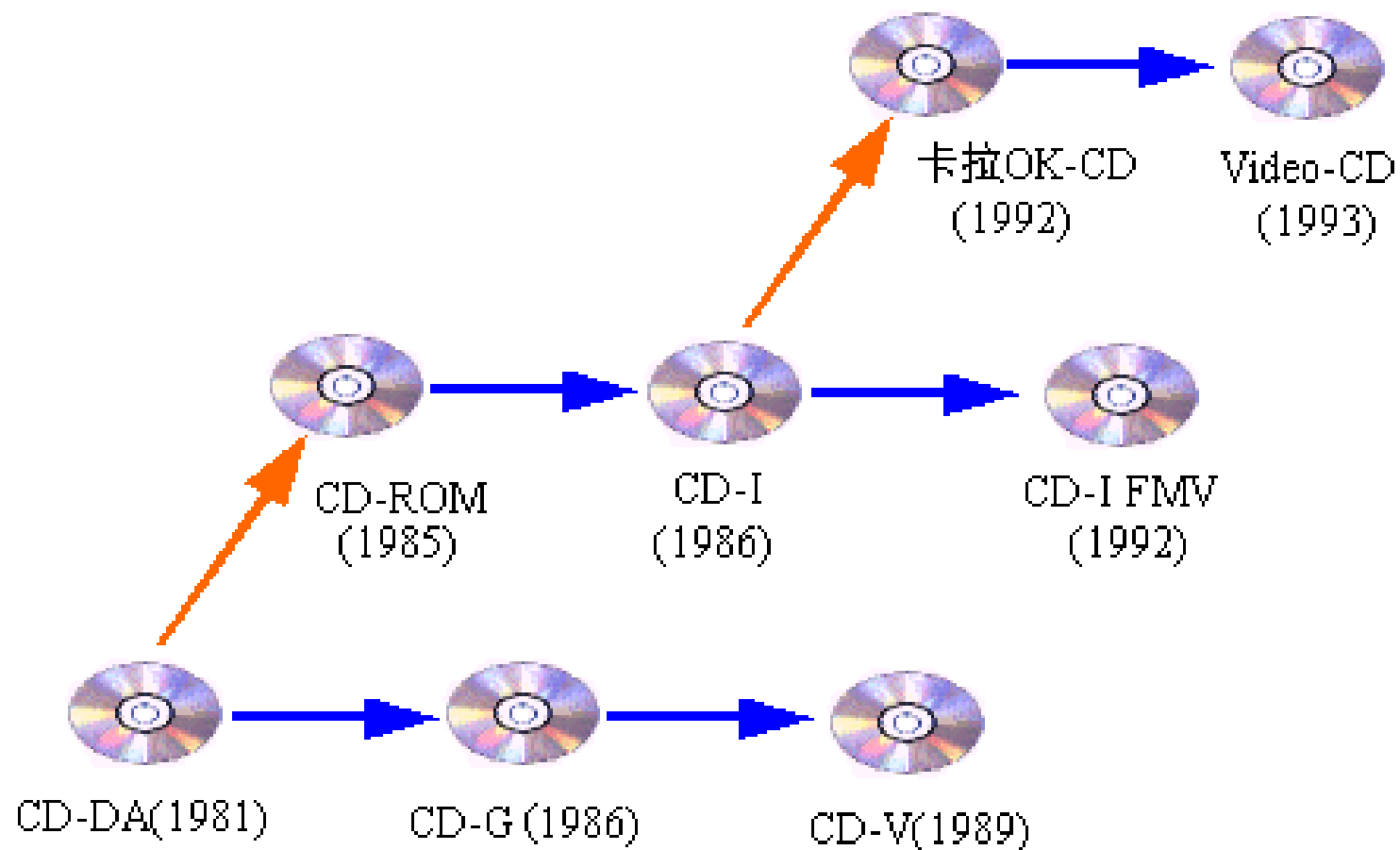


# CD简历

- 由于CD-DA能记录数字信息，如何把它用作计算机的存储设备，有两个问题需要解决：
  - 计算机如何寻找盘上的数据，也就是如何划分盘上的地址问题
  - 把CD盘作为计算机的存储器使用，要求它的错误率（ $10^{-12}$ ）远远小于声音数据的错误率（ $10^{-9}$ ）
  - 1985年左右，作为计算机存储设备的CD-ROM被推向市场（黄皮书标准、ISO9660标准）



# CD系列产品





# CD系列产品

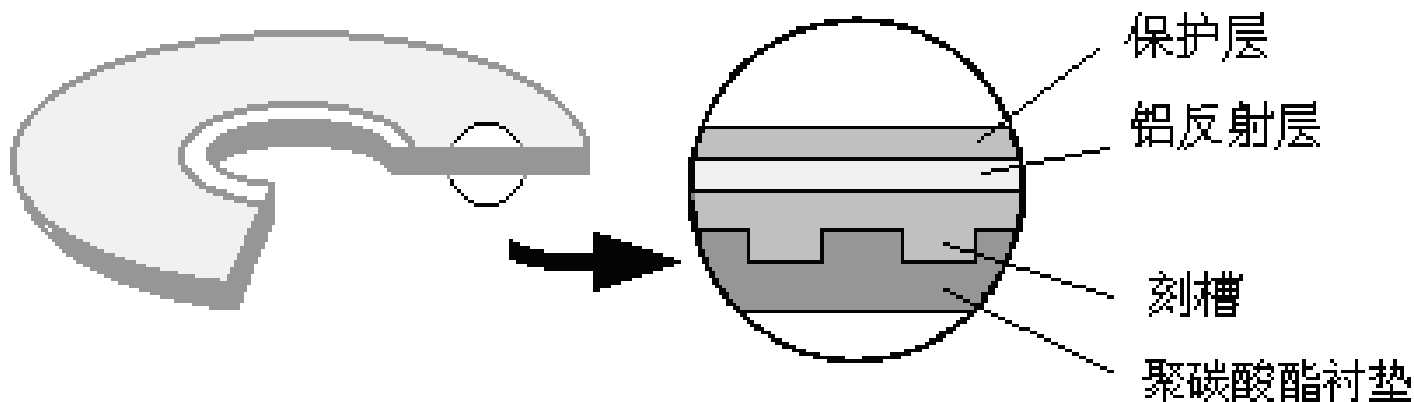
- CD-DA 存放数字化的音乐节目
- CD-G 存放静止图像和音乐节目
- CD-V 存放模拟的电视图像和数字化的声音
- CD-ROM 存放数字化的文、图、声、像等
- CD-I 存放数字化的文、图、声、像（静止的）、动画等
- CD-I FMV 存放数字化的电影、电视等节目
- 卡拉OK-CD 存放数字化的卡拉OK节目
- Video-CD 存放数字化的电影、电视等节目
- Photo-CD 存放的主要是照片、艺术品



# CD的工作原理

## ● 一、CD盘片结构

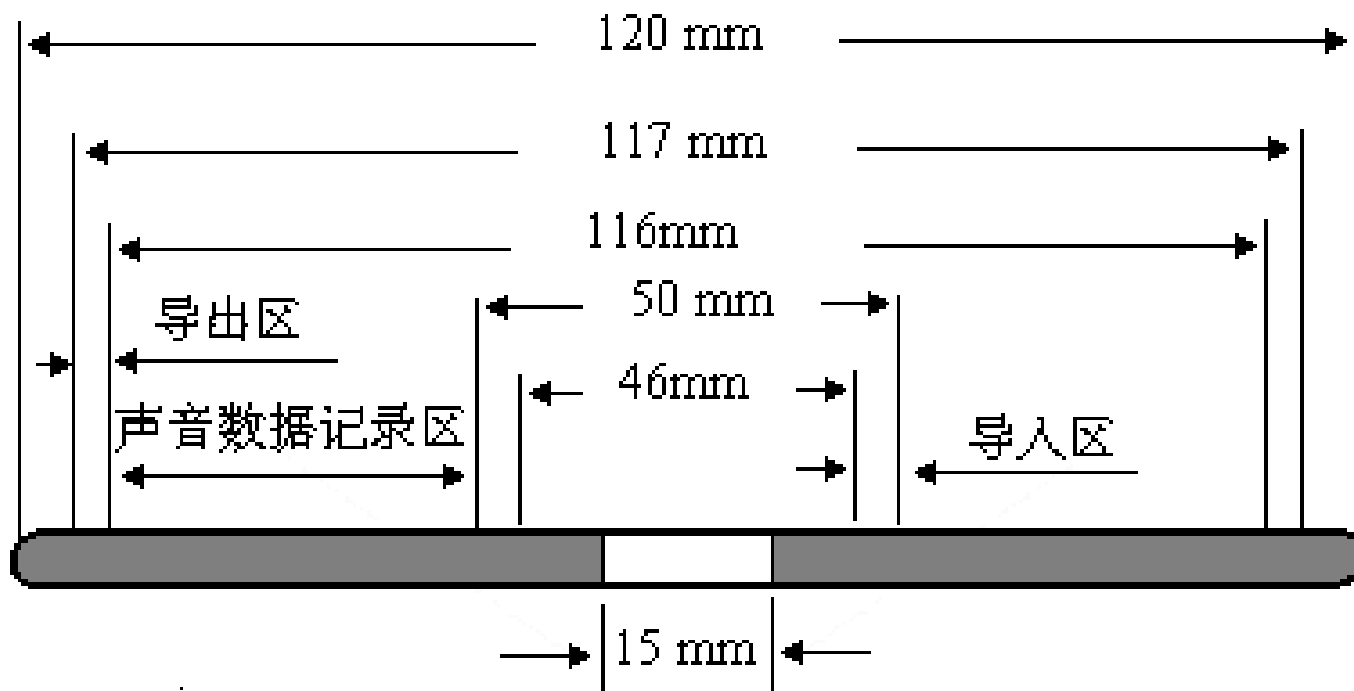
- 激光唱盘、CD-ROM、数字激光视盘等统称为CD盘
- CD盘主要由保护层、反射激光的铝反射层、刻槽和聚碳酸酯衬垫组成





# CD的工作原理

- CD盘的外径为120mm，重量为14-18g。分三个区：导入区、导出区和声音数据记录区





# CD的工作原理

## ● 二、CD盘的光道结构

- 软磁盘：磁道是同心环，恒定角速度（CAV）。便于随机存储，但存储空间没有得到充分利用
- CD盘：螺旋型光道，恒定线速度（CLV）。盘片得到充分利用，但随机存储特性较差
- 从CAV到CLV整整化了30多年的时间才得以实现



(a) CD 盘的光道

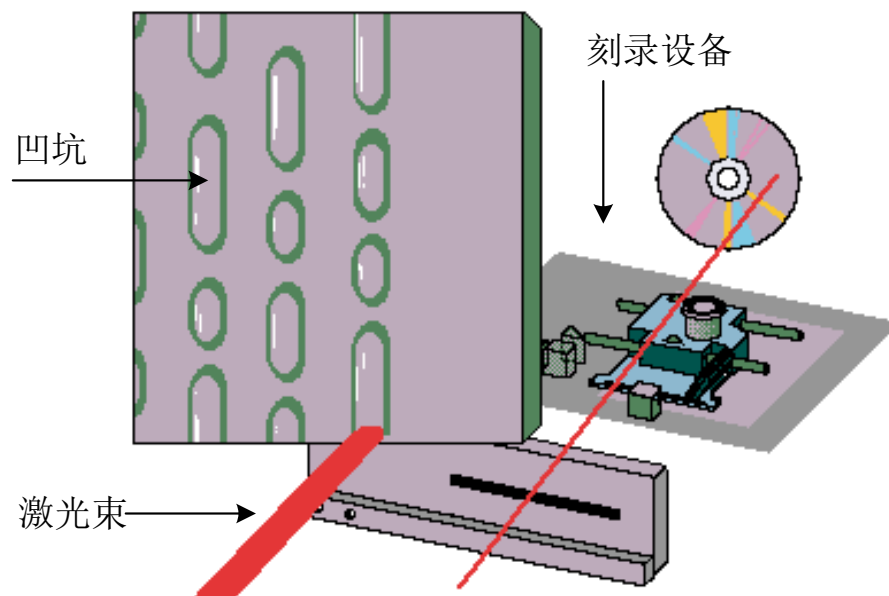


(b) 磁盘的磁道

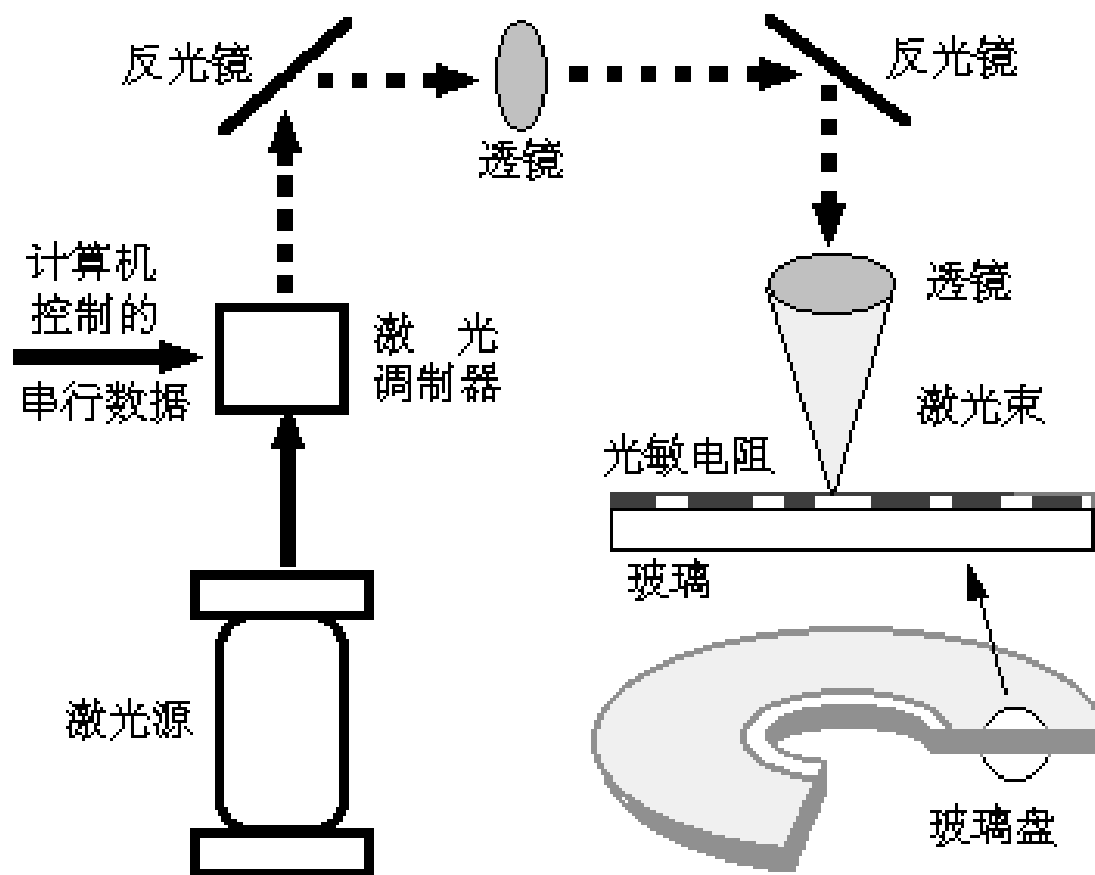
# CD的工作原理



- 三、数据的写入
- CD盘通过在盘上压制凹坑的机械办法来记录“0”和“1”
  - CD盘上的数据是用压模冲压而成的，而压模是用原版盘制成的
  - 压模制作过程：用编码后的二进制数据去调制激光束，曝光地方形成凹坑
  - 对于CD只读光盘，用户只能读CD盘上的数据，而不能把数据写到CD上



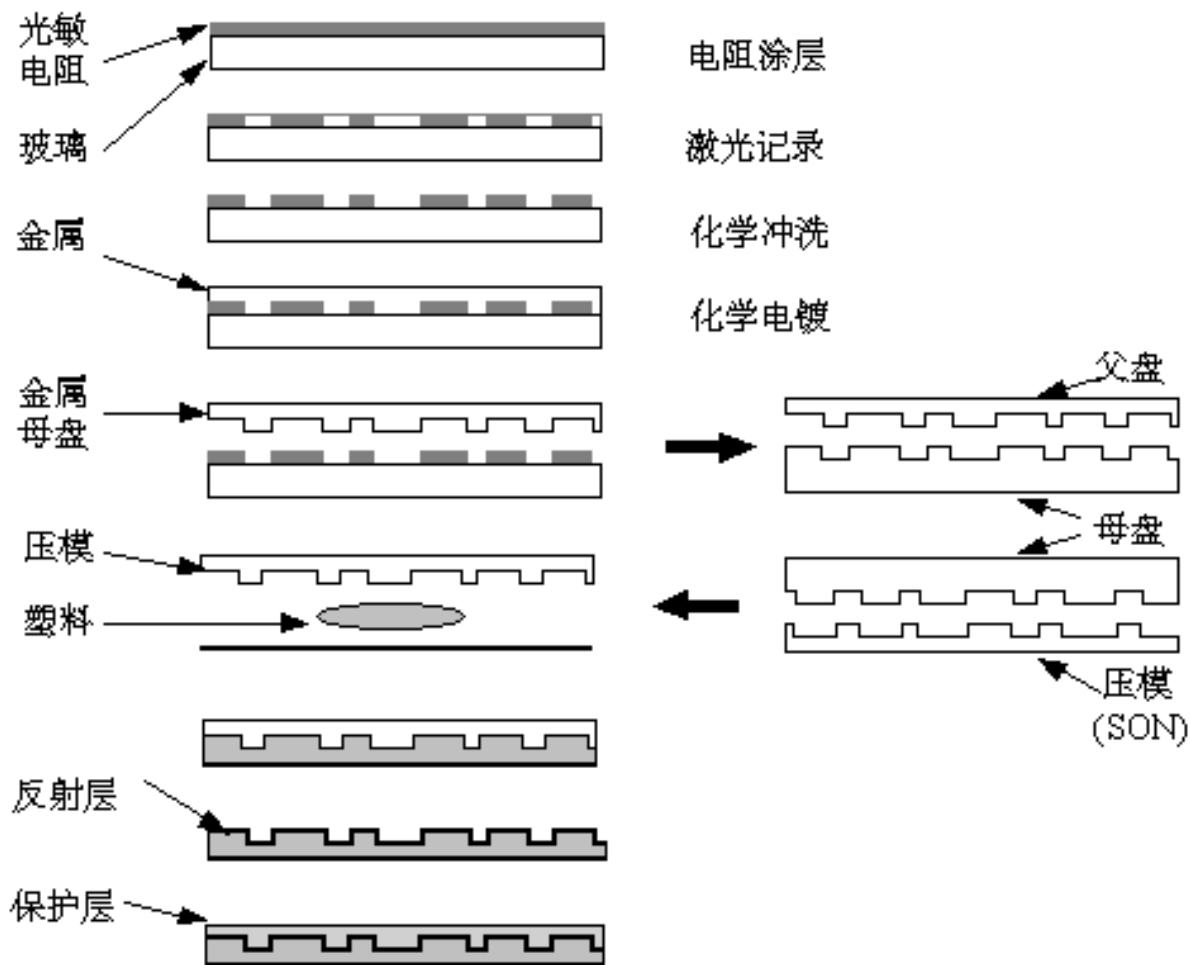
# CD的工作原理



光刻系统示意图



# CD的工作原理



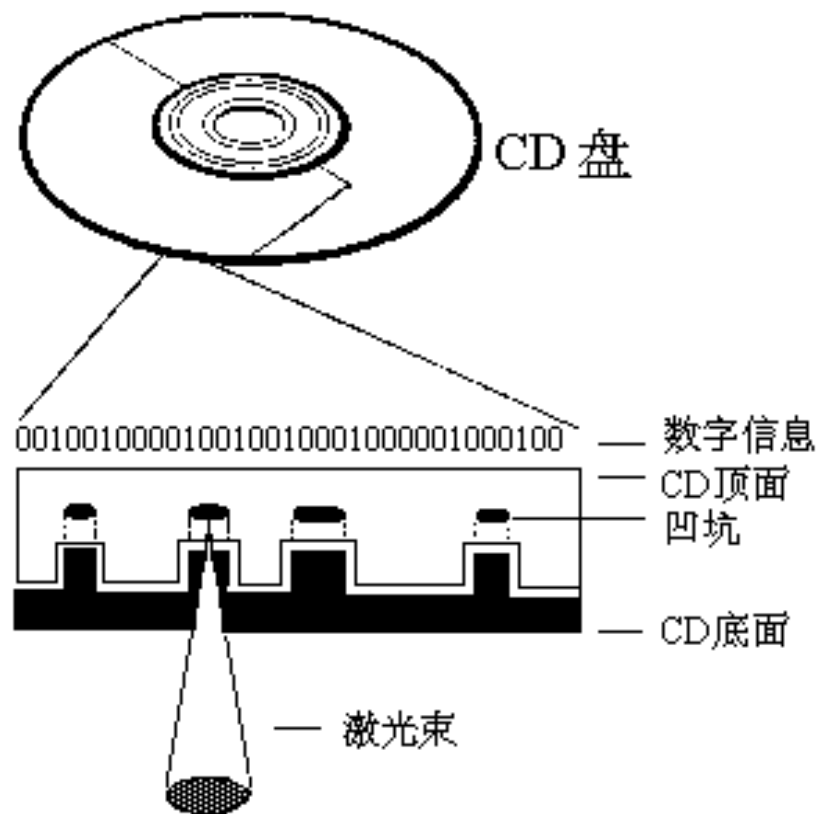
原版盘制作的整个过程



# CD的工作原理

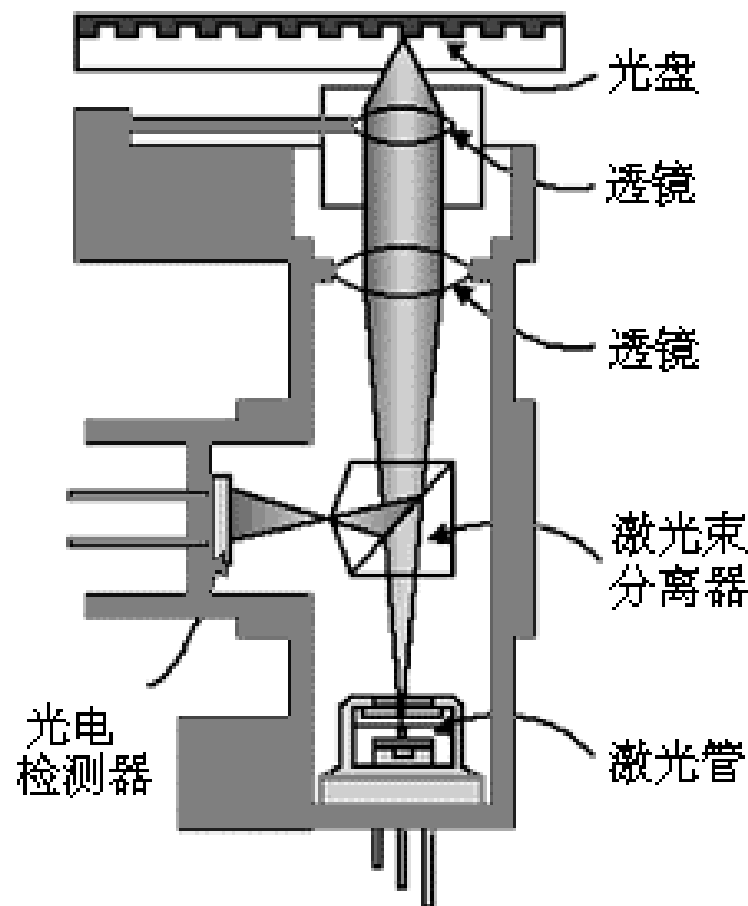


- 四、数据的读出
- CD盘上的数据要用CD驱动器来阅读
- 激光在凹坑部分反射的光的强度，要比从非凹坑部分反射的光的强度来得弱，光盘就是利用这个极其简单的原理来区分“0”和“1”
- 用凹坑的边缘来记录“1”，凹坑和非凹坑的平坦部分记录“0”



# CD的工作原理

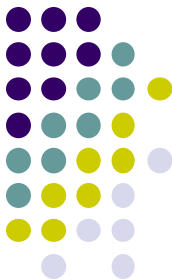
- **光学读出头**是CD驱动器的核心部件之一
  - 光电检测器
  - 透镜
  - 激光束分离器
  - 激光器



激光唱盘的标准定义在**1982**年发布的红皮书中

这是所有其他**CD**产品标准的基础

名称	技术指标
播放时间	74分钟
旋转方向	顺时针(从读出表面看)
旋转速度	1.2m/s~1.4m/s (恒定线速度)
光道间距	1.6 μm
盘片直径	120 mm
盘片厚度	1.2 mm
中心孔直径	15 mm
记录区	46 mm~117 mm
数据信号区	50 mm~116 mm
材料	折射率为1.55的任何材料
最小凹坑长度	0.833 μm (1.2m/s)~0.972 μm (1.4m/s)
最大凹坑长度	3.05 μm (1.2 m/s)~3.56 μm (1.4 m/s)
凹坑深度	~0.11 μm
凹坑宽度	~0.5 μm



光学系统	
激光波长	780 nm (7 800 Å)
聚焦深度	± 2 μm
信号格式	
通道数	2个
量化	16位线性量化
采样频率	44.1 kHz
通道位速率	4.3218 Mb/s
数据位速率	1.9409 Mb/s
数据：通道位	8:17
错误校正码	CIRC
调制方式	EFM



# EFM编码

- 物理盘上记录的数据和真正的声音数据之间需要做变换处理，称为**通道编码**
  - 改善读出信号的质量
  - 在记录信号中提取同步信号
- 通道编码实际上就是在连续的“0”之间插入若干个“1”，而在连续的“1”之间插入若干个“0”，以满足游程长度的要求

# EFM编码

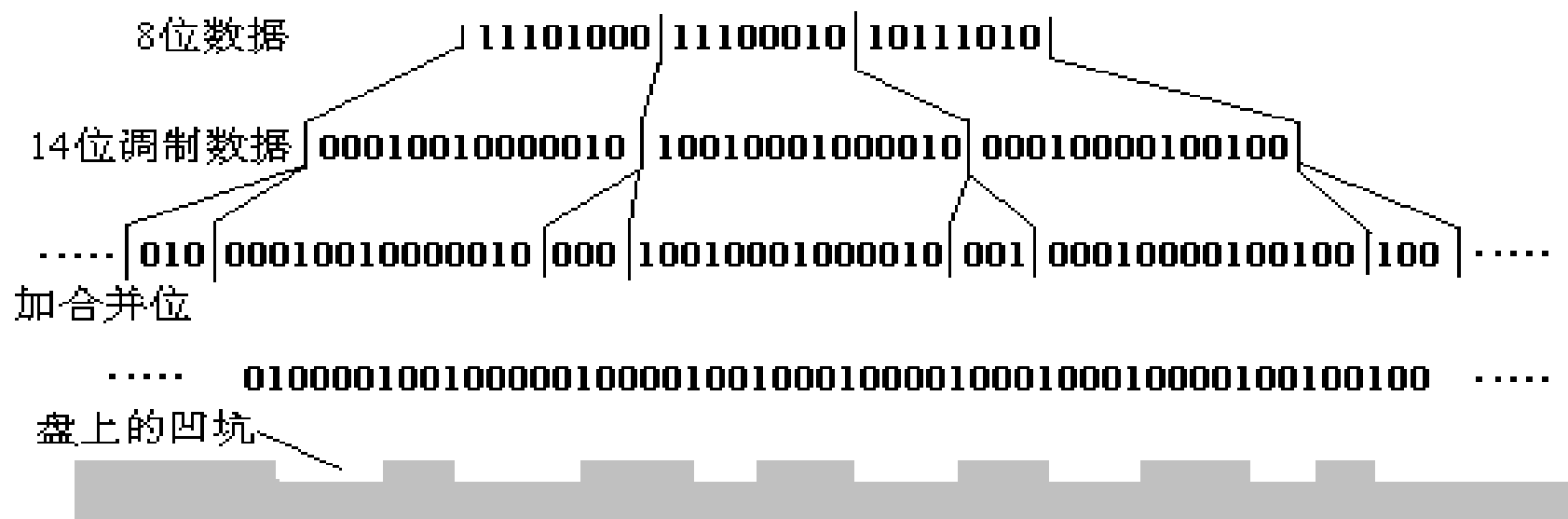


- 激光唱盘使用的通道编码叫做 **8 到 14 位调制编码 (eight to fourteen modulation, EFM)**。含义是把一个 8 位（即一个字节）的数据用 14 位来表示
  - 由理论分析和实验证明，把“0”的游程长度最短限制在2个，而最长限制在10，光盘上的信号就能够可靠读出。这条规则是：**2个“1”之间至少要有2个“0”，最多不超过10个“0”**
  - 14位的通道位有16384种代码，从中选择256种满足游程要求的代码作为8位数据的通道编码。此外，当通道码合并时，为了满足游程长度要求，在通道码之间再增加3位来确保读出信号的可靠性



# EFM编码

- 因此，经过EFM编码，激光唱盘中的8位数据被转换成17（=14+3）位的通道代码



激光唱盘上声音数据编码的过程



# DVD简介

- DVD盘片尺寸与CD相同，但存储容量和带宽都明显高于CD
  - 单面单层DVD盘能够存储4.7GB的数据，存储133分钟的MPEG-2视频
  - 单面双层盘片的容量为8.5G
  - 容量最高的双层双面盘可达17GB(25片CD-ROM)





# DVD的规格

表11-04 DVD的存储容量

DVD盘的类型	存储容量 (GB)	MPEG-2 Video的播放时间(分钟)
单面单层 (只读)	4.7	133
单面双层 (只读)	8.5	240
单层双面 (只读)	9.4	266
双层, 双面 (只读)	17	
单层双面 (DVD-R)	6.6	215
单层双面 (DVD-RAM)	5.2	147



# DVD的规格

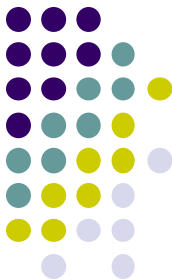
表11-05 电视图像规格

技术内容	技术规格
数据传输率	可变速率, 平均速率为4.69 Mb/s (最大速率为10.7 Mb/s)
图像压缩标准	MPEG-2标准
声音标准	NTSC: Dolby AC-3或LPCM, 可选用MPEG-2 Audio PAL: MPEG MUSICAM* 5.1或LPCM, 可选用Dolby AC-3
通道数	多达8个声音通道和32个字幕通道



# DVD的规格

- 根据DVD的用途可将DVD盘片分为五大类：
  - (1) DVD-ROM（只读DVD）
  - (2) DVD Video（视频DVD）
  - (3) DVD Audio（音频DVD）
  - (4) DVD Recordable（可写DVD）
  - (5) DVD-RAM(DVD随机存储器，也被称为DVD-RW，即DVD-Rewritable)



# DVD的规格

表11-03 DVD和CD系列

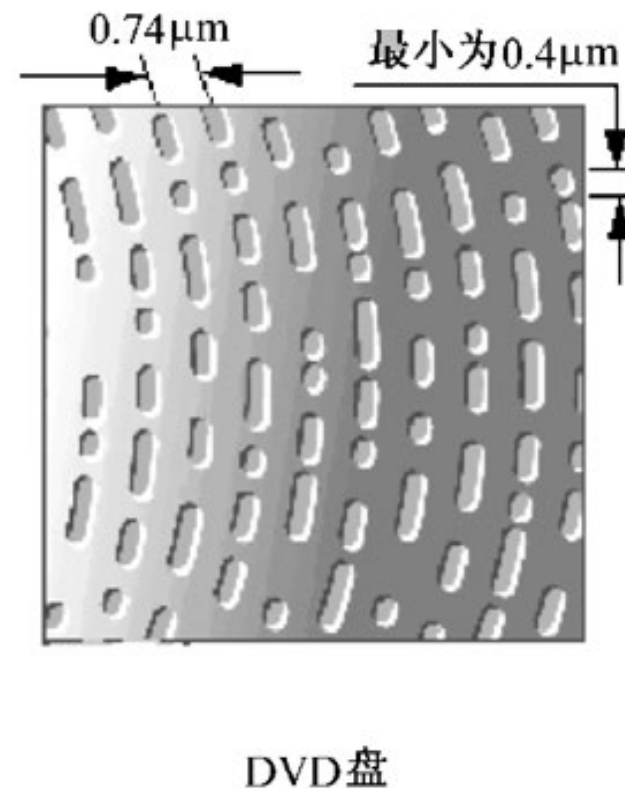
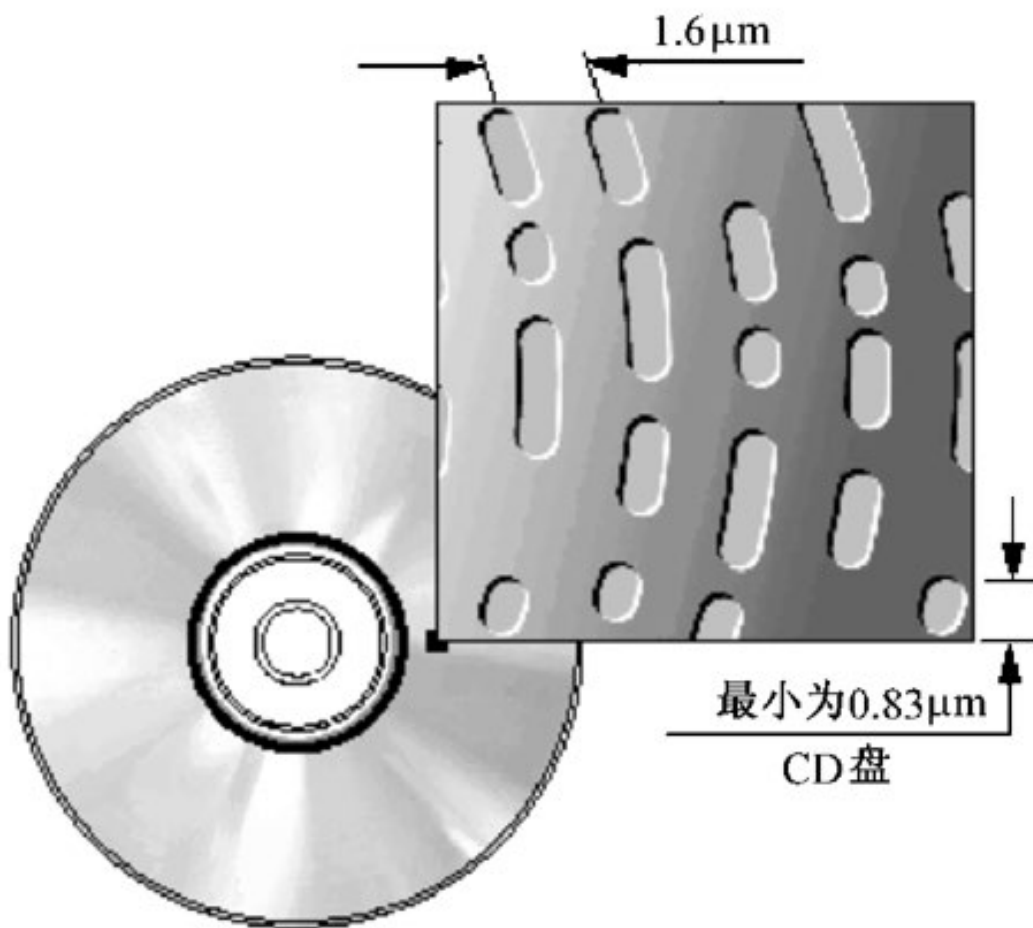
DVD(Digital Versatile Disc)	CD(Compact Disc)
Book A: DVD-ROM	CD-ROM
Book B: DVD-Video	Video CD
Book C: DVD-Audio	CD-Audio
Book D: DVD-Recordable	CD-R
Book E: DVD-RAM	CD-MO



# DVD的容量是怎样提高的

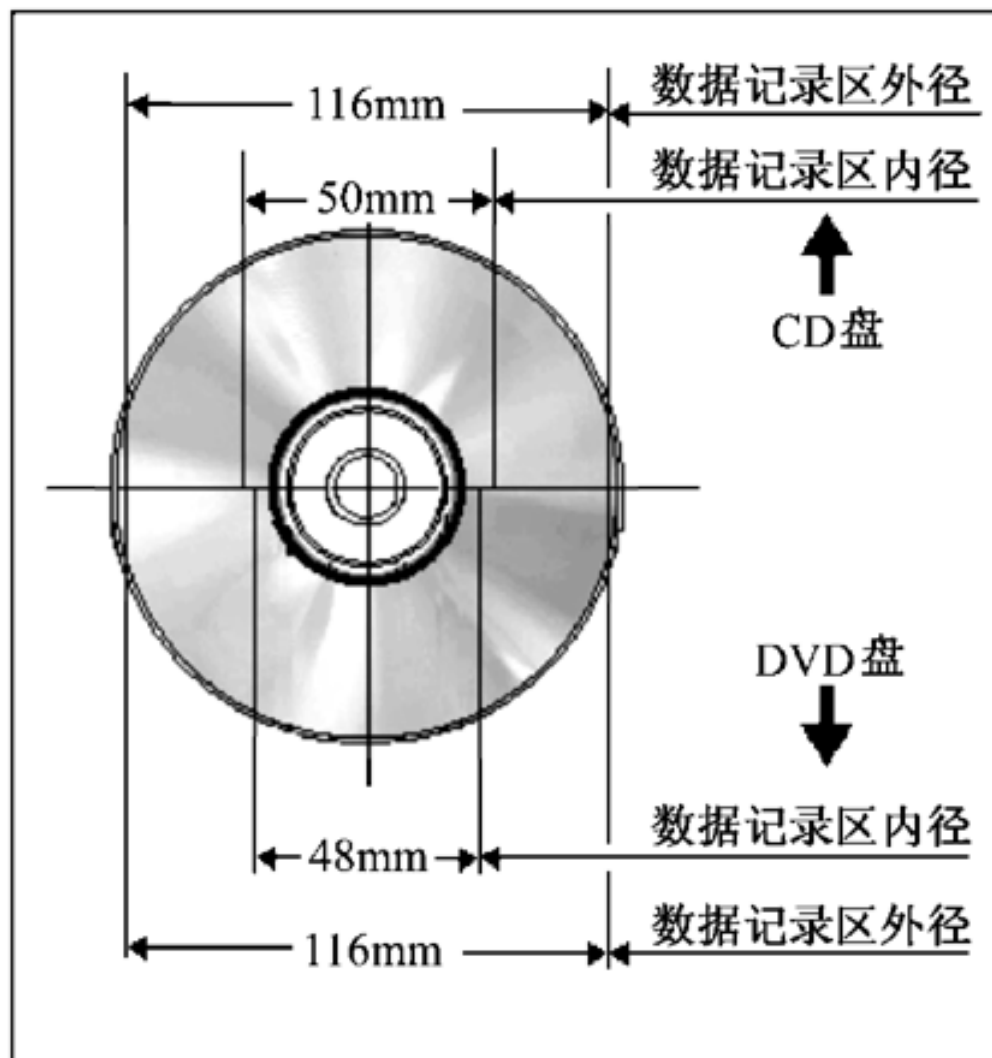
- **DVD盘存储容量提高到4.7GB的主要原因**
  - **光道间距**: 由原来的1.6 $\mu\text{m}$ 缩小到0.74 $\mu\text{m}$
  - **最小凹凸坑的长度**: 由原来的0.83 $\mu\text{m}$ 缩小到0.4 $\mu\text{m}$
  - 为此, DVD播放机采用波长更短的激光源来提高聚焦激光束的精度(由780nm减小至635/650nm)

# DVD的容量是怎样提高的





# DVD的容量是怎样提高的



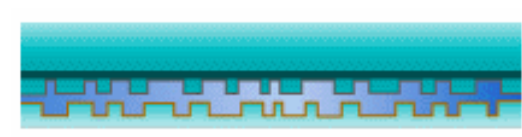


# DVD的容量是怎样提高的

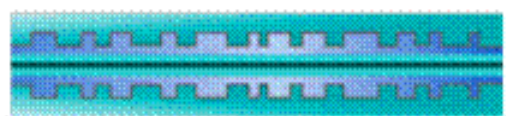
- 另外，常规的CD盘只使用一个面并且只用一个记录层来记录信息。为了提高存储容量，DVD盘可分为单面单层、单面双层、双面单层以及双面双层4种结构。



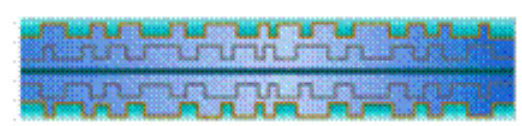
单面单层



单面双层



双面单层

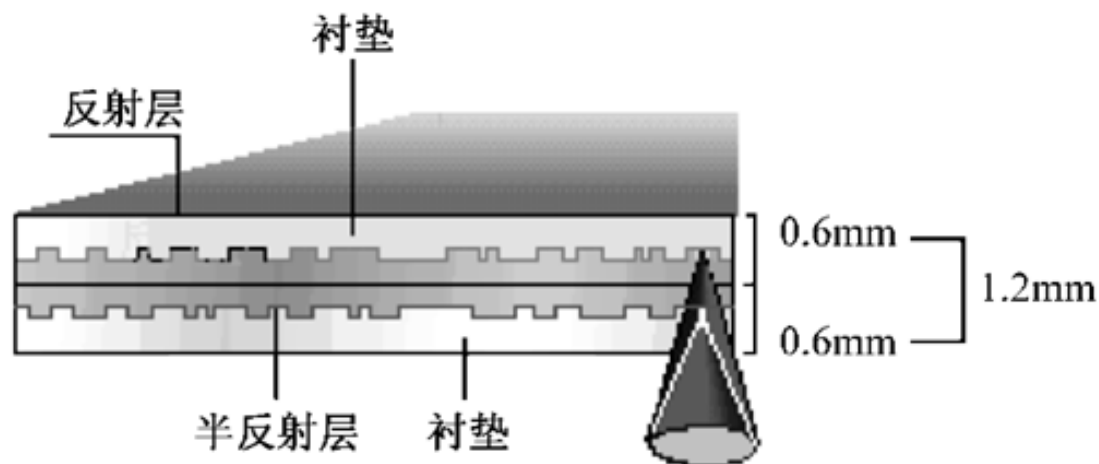
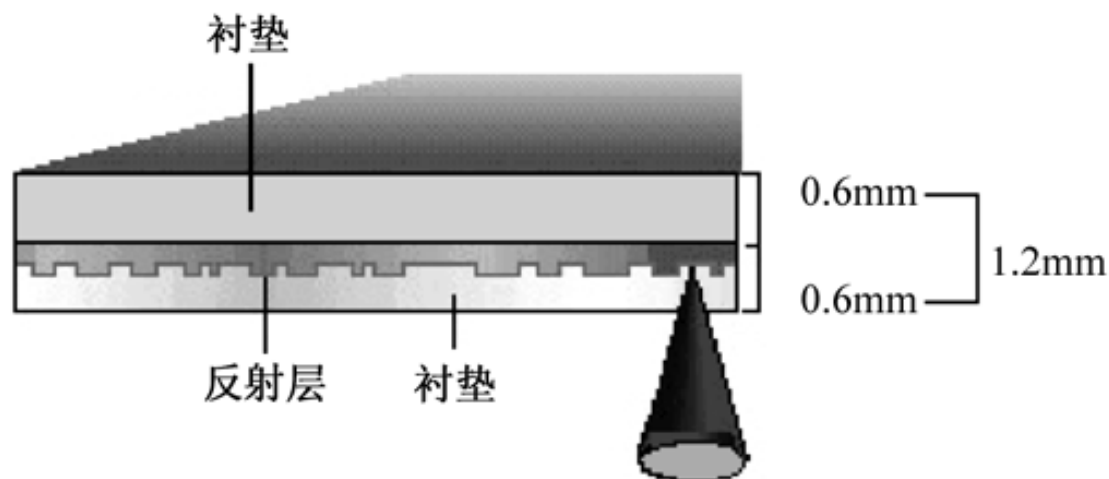


双面双层





# DVD的容量是怎样提高的





# DVD的容量是怎样提高的

- DVD信号的调制方式和错误校正方法也做了相应的修正以适合高密度的需要
  - DVD信号的通道编码采用效率较高的8-16+（EFM PLUS）调制方式
  - DVD校验系统采用了比交叉交插里德-所罗门码（cross-interleaved Reed-Solomon code, CIRC）更可靠的里德-所罗门乘积码 (Reed-Solomon Product-Code, RS-PC)



# DVD的容量是怎样提高的

表11-06 HDCD技术摘要

	DVD	CD	容量增益
盘片直径	120 mm	120 mm	
盘片厚度	0.6 mm /面	1.2 mm /面	
减小激光波长	635/650 nm	780 nm	4.486 =
加大N. A. (数值孔径)	0.6	0.45	$(1.6 \times 0.83) /$
减小光道间距	0.74 $\mu\text{m}$	1.6 $\mu\text{m}$	$(0.74 \times 0.40)$
减小最小凹凸坑长度	0.4 $\mu\text{m}$	0.83 $\mu\text{m}$	
减小纠错码的长度	RSPC	CIRC	
修改信号调制方式	8-16	8-14 加 3	1.0625 = 17/16
加大盘片表面的利用率	86.6平方厘米	86 平方厘米	1.019 = 86.6/86
减小每个扇区字节数	2048/2060字节/扇区	2048/2352字节/扇区	1.142 = 2352/2060



# VCD与DVD播放机的结构

- 激光视盘和激光唱盘的成功，很自然地促使人们产生把数字电视放到光盘上的想法
  - 光盘技术始于70年代，进入80年代，CD技术促进录音带向数字激光唱盘过渡；
  - 进入90年代，MPEG标准的制定和CD技术的发展，促使录像带向VCD过渡



# VCD播放机的结构

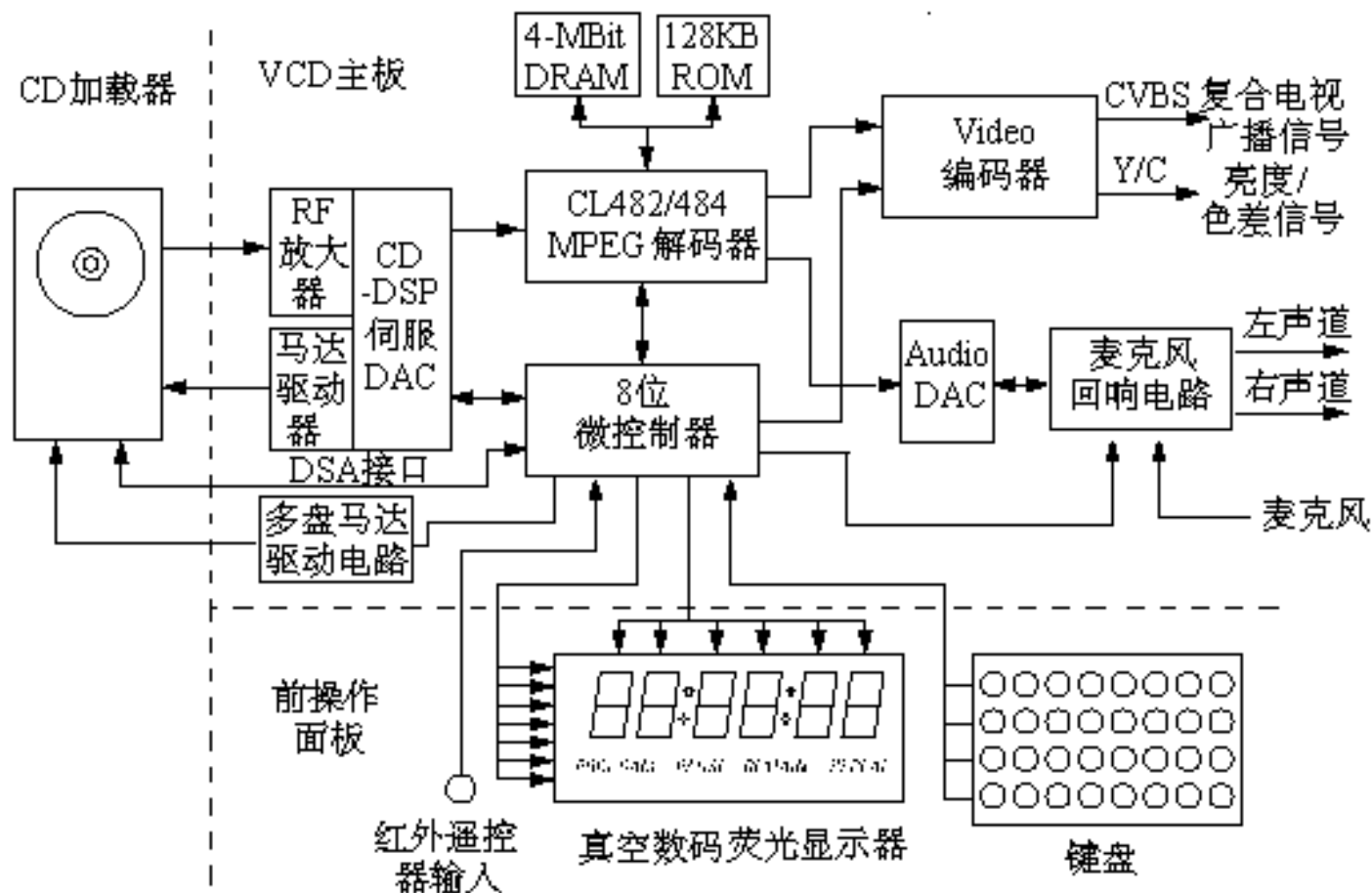
- 使用最普遍的VCD播放系统
  - 1、使用PC机构成的播放系统
    - 可以使用MPEG播放卡
    - 或者使用软件MPEG播放器
  - 2、VCD播放机+电视机



# VCD播放机的结构

- VCD播放机主要由3个核心部件组成：
  - CD驱动器（CD加载器）
  - MPEG解码器
  - 微控制器（用来控制VCD播放机的运行）

# VCD播放机的结构



VCD播放机的典型结构



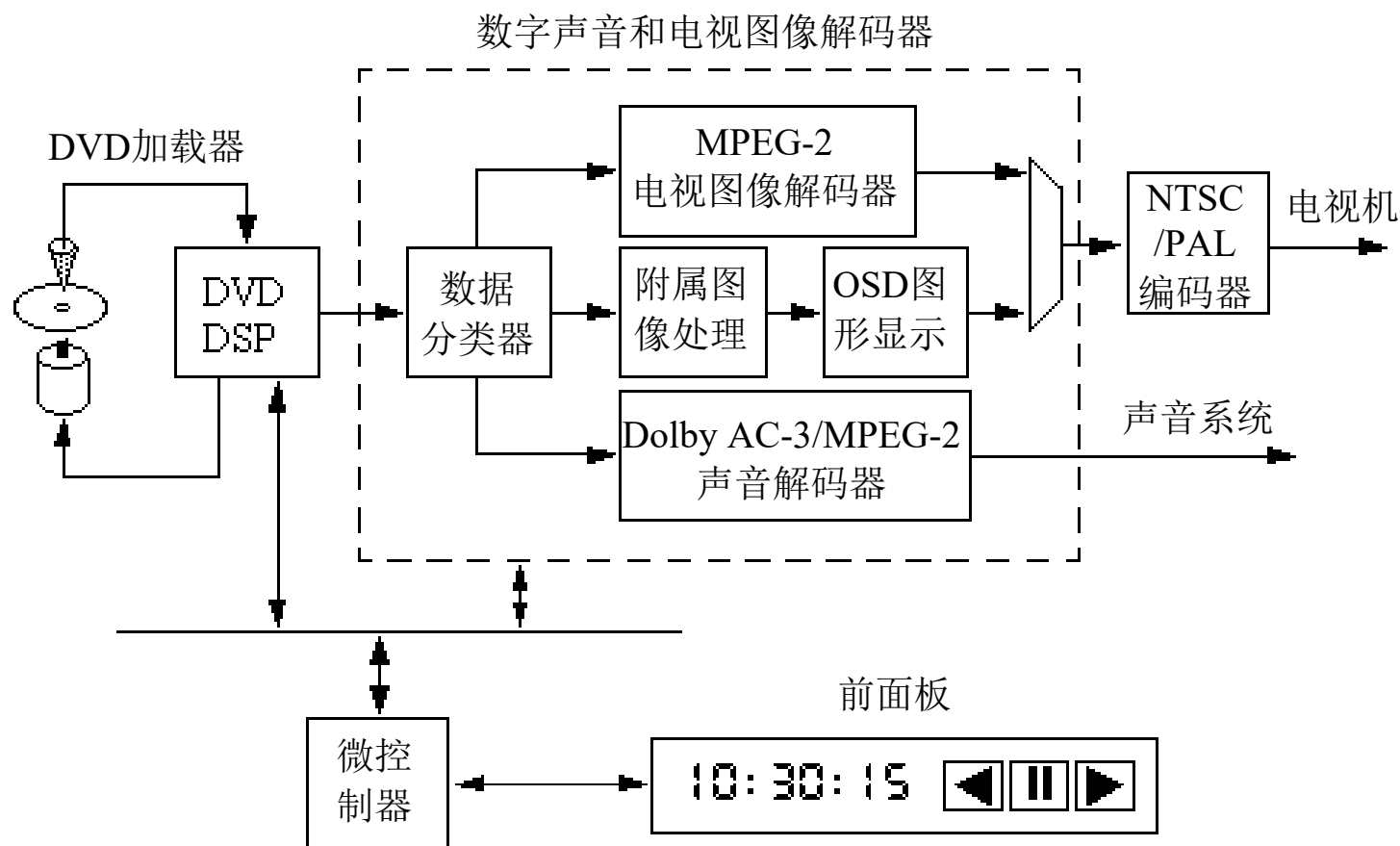
# DVD播放机的结构

- DVD和VCD播放系统的结构差别不大。DVD播放机主要由下列几个部件组成：
  - DVD盘读出机构，主要由马达、激光读出头和相关驱动电路组成
  - DVD-DSP，这块集成电路用来把光盘上读出的脉冲信号转换成解码器能够使用的数据
  - 数字声音/电视图像解码器
  - 微控制器





# DVD播放机的结构



DVD播放系统的基本结构