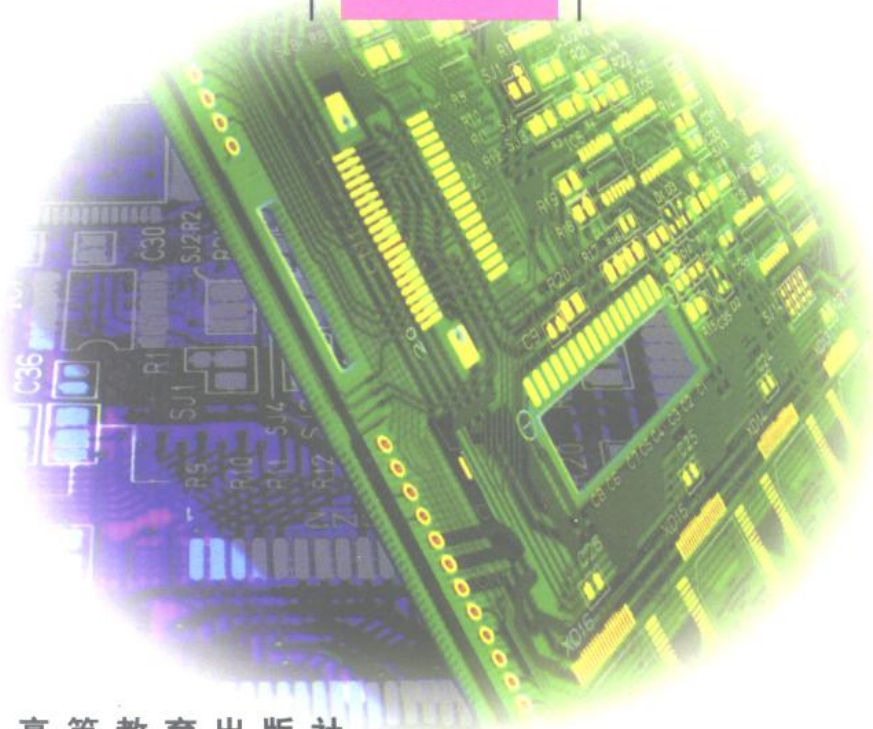


激光音响原理与维修

庾晓岚 李耀荣 编



高等教育出版社

(京)112 号

内 容 简 介

本书比较全面地介绍了激光音响系统。全书共分五章:第一章完整地介绍了激光唱机的发展和组成,对激光唱机的各个组成单元从理论上进行详细论述,包括最新的 CD-G 技术;第二章详细介绍了索尼激光唱机,从实用的角度对其电路各个组成单元进行了详细分析,同时还介绍了电路调试及 THZ 修方法;第三章详细介绍了三洋激光唱机,包括电路分析和调试方法;第四章详细介绍了三菱激光唱机的关键集成电路,分析了集成电路的外围电路以及相互间的组合;第五章介绍了激光唱机的测试方法。

本书内容丰富,图文结合,既有理论分析又有调试、修理,通俗易懂,实用性较强。可作为各类学校教学参考书,也可作为工作的参考手册,可供广大音响爱好者、维修人员、工程技术人员及大中专学生、教师阅读。

图书在版编目(CIP)数据

激光音响原理与维修/庾晓岚,李耀荣编.—北京:高等教育出版社,1997

ISBN 7-04-005922-3

I. 激… II. ①庾… ②李… III. 音频设备,激光音响
IV. TN912.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 16208 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

北京地质印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 22.75 插页 2 字数 560 000

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月第 1 次印刷

印数:0001—25 114

定价:33.30 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等

质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

前 言

随着音响技术的发展,激光音响应用已很普遍,同时以CD唱机为基础具有视像音响混合放映功能的小影碟机(VCD视盘机)也开始飞速发展。目前国内市场上不仅有许多进口的CD唱机,国产的CD唱机种类也越来越多,这就迫切需要有一本系统、全面地阐述CD唱机的原理、制造、修理等方面的书籍。为了满足广大从事CD、VCD方面的维修人员、生产人员、技术人员以及无线电爱好者的需要,我们编写了这本《激光音响原理与维修》。

本书比较全面地介绍了激光音响系统。全书共分五章:第一章完整地介绍了激光唱机的发展和组成,对激光唱机的各个组成单元从理论上进行详细论述,包括CD-G技术;第二章详细介绍了索尼激光唱机,从实用的角度对其电路各个组成单元进行了详细分析,同时还介绍了电路调试及维修方法;第三章详细介绍了三洋激光唱机,包括电路分析和调试方法;第四章详细介绍了三菱激光唱机的关键集成电路,分析了集成电路的外围电路以及相互间的组合;第五章介绍了激光唱机的测试方法。

本书内容丰富,图文结合,既有理论分析又有实用的调试、修理,通俗易懂,实用性较强。可作为各类学校教学参考书,又可作为工作的参考手册,可供广大音响爱好者、维修人员、工程技术人员及大中专学生、教师阅读。

参加本书编写工作的主要人员有:李耀荣(统编),庾晓岚(第一章、第四章、第五章、第二章的大部分),张正贵(第三章),陈瑞林(第二章第二节的二、三、四)。参加本书编写工作的还有:戴菲、陈健、李劲、杨庆兰、吴蕾、庄卫、费名庭、胡超英。

本书编写中得到江苏省电子学会、熊猫电子集团音响事业部部长杨立筠以及开发部CD室林立、蔡瑞书、张玲等同志的大力支持,在此表示感谢。

目 录

第一章 激光唱机原理 1	二、循迹伺服系统与滑板伺服系统 118
第一节 激光唱机概述 1	三、CLV 伺服系统(旋转伺服) 120
一、前言 1	第八节 激光唱机的控制系统 122
二、激光唱机的构成 3	第九节 卡拉 OK 图像激光唱机(CD-G)
三、激光唱机的发展 5	原理 125
四、LD 激光视盘机 10	一、CD-G 的信号构成 125
五、MD 微型磁光唱片系统 16	二、CD-G 信号的解调步骤 126
六、DCC 数字式密集盒式磁带录音机 19	三、每组数据的构成 127
第二节 激光唱片 22	四、卡拉 OK 图像激光唱机(CD-G)
一、激光唱片的结构与参数 22	解码电路 130
二、激光唱片的制作过程 23	第二章 索尼激光音响系统 136
三、激光唱片家族的分类 26	第一节 典型机种——熊猫 2803、2806、2808
四、激光唱片的选购与保养 30	激光唱机简介 136
第三节 激光唱机的光学读取系统 32	第二节 机芯结构 140
一、聚焦和循迹伺服信号的提取方式 32	一、激光唱头 141
二、光学系统参数及性能 36	二、驱动机构 147
三、光学读取系统的分类 40	三、装载机构 150
第四节 数字信号处理系统 43	四、减振机构 153
一、取样与量化 45	第三节 激光唱机的电源电路 154
二、激光唱机的调制技术 49	第四节 射频放大电路 156
三、激光唱机的纠错原理 61	一、CXA1081M 的引脚说明 158
第五节 超取样数字滤波原理 75	二、CXA1081M 的电路说明 161
一、数字滤波器的基本原理与作用 75	三、CXA1081M 的电气特性 169
二、CD 超取样滤波器的原理 78	四、CXA1081M 的电气特性测试电路 176
三、超取样高比特数字滤波器的作用 83	第五节 伺服控制电路 176
四、CD 数字滤波器及其外围电路 86	一、CXA1082BQ 的引脚说明 178
五、CD 数字滤波器的结构 89	二、CXA1082BQ 的电路说明 183
第六节 多比特与 1bit 数模转换原理 91	三、CXA1082BQ 的指令系统 186
一、多比特 DAC 与 1bitDAC 比较 92	四、CXA1082BQ 的应用说明 191
二、1bit 的分类 94	五、自动定序器的时序图 192
三、噪声整形技术 95	六、并行直接接口 193
四、MASH 方式 1bitDAC 101	七、CPU 串行接口时序图 195
五、比特流方式 1bitDAC 102	八、系统控制 196
六、1bitDAC 实例 106	九、串行数据真值表 197
第七节 激光唱机伺服控制系统 116	十、内部相位补偿标准电路设计数据 198
一、聚焦伺服系统 116	十一、伺服系统的频率特性图 199

十二、CXA1082BQ 的电气特性	199	一、射频信号处理电路	279
十三、CXA1082BQ 的电气特性		二、聚焦伺服信号处理电路	279
测试电路	204	三、循迹伺服信号处理电路	280
第六节 数字信号处理电路	204	四、VCO-CTRL 电路	281
一、CXDI135Q 的引脚说明	206	五、SLC 电路(限幅电平控制电路)	281
二、功能说明	209	六、LDSW 激光器开关	281
1. CPU 接口	209	七、JP 放大器(跳越脉冲放大器)	281
2. EFM 解调	213	第二节 数字信号处理电路	282
3. 辅助码解调	215	一、LC7860K 的电气特性	282
4. RAM 接口	217	二、LC7860K 的工作条件及时序	284
5. 误码校正	218	三、LC7860K 的引脚说明	285
6. CLV 伺服控制	220	四、LC7860K 的等效电路图	288
7. 插补、静噪和衰减	223	五、晶体振荡电路	291
8. 方式设置	225	六、复位电路	291
9. 数字滤波器	227	七、音频输出功能调整(DEMO 状态)	291
10. 数字音频接口	228	八、去加重通/断(EMPH 状态)	291
11. 缺陷对策	232	九、HF 信号输入电路	291
三、CXDI135Q 的电气特性	232	十、PLL 时钟发生电路	291
第七节 数模转换(DAC)电路	236	十一、同步检测监视(ⓈFSEQ/PCK	
第八节 系统控制电路	242	状态)	291
一、系统控制	245	十二、CLV 伺服电路	292
二、LCD 显示驱动	246	十三、辅助码 Q 输出电路	292
三、键盘控制	248	十四、伺服指令功能	293
四、遥控说明	248	十五、LC7860K 数字滤波器输出	294
五、去加重	250	十六、LC7860K 与 RAM(HM6116)	
第九节 红外遥控发射电路	251	的连接	294
一、引脚说明	251	第三节 HE-1410FR 的其它电路	297
二、编码信号的发射	252	一、显示及其开关控制电路	297
三、CD 唱机的遥控发射电路	255	二、耳机电路	298
第十节 索尼激光唱机的改进	256	第四节 HR-1410CD 唱机的调试	299
第十一节 激光唱机的调试和维修	257	一、CD 唱机调试所需仪器	299
一、激光唱机的调试	257	二、音量初始位置设置	299
二、激光唱机的维护和修理	259	三、频率调整	299
1. 注意事项	259	四、E-F 平衡调整	299
2. 维修方法	261	五、抖动	300
3. 维修举例	264	第四章 三菱激光唱机系统	301
第十二节 数字卡拉 OK 消歌声电路	268	第一节 激光唱头射频放大电路	301
一、卡拉 OK 电路的构成	268	一、M51598FP 内部电路方框图	301
二、具有消歌声功能的数字卡拉		二、绝对最大额定值($T_a=25^{\circ}\text{C}$)	301
OK 电路的构成	270	三、测试方法($V_{CC}=5\text{V}$, $T_a=25^{\circ}\text{C}$)	302
第三章 三洋激光唱机系统	275	四、测试电路	304
第一节 模拟信号处理电路	275	五、特性曲线	304

第二节 伺服控制电路	306
一、M51594FP 内部电路方框图	306
二、M51594FP 集成电路的绝对 最大额定值	306
三、测试电路	309
四、测试方法及开关条件	309
五、功能说明	312
六、直接指令功能	317
七、特性曲线	319
第三节 数字信号处理电路	321

一、M50423FP 的内部电路方框图	322
二、M50423FP 引脚说明	322
三、测试电路	326
四、功能说明	327

第五章 激光唱机的测试方法 340

附图 1 索尼激光唱机电路原理图

附图 2 三洋激光唱机电路原理图

附图 3 三菱激光唱机电路原理图

附图 4 飞利浦 6001 电路原理图

第一章 激光唱机原理

第一节 激光唱机概述

一、前言

激光唱机又称 CD 唱机,也俗称镭射唱机。CD 是 Compact Disc 的英文缩写,通常是指采用光学(激光)方式的小型数字音频唱片系统。

自从 1877 年爱迪生发明留声机以来,人的声音在历史上第一次被重放了,后来经过多年的发展,人们在录、放音技术上的不断努力钻研,使得其成果不断涌现。现行的双声道立体声录放系统便是在经济上、技术性能上均达到最佳表现的实用技术之一。然而,要想一丝不差地记录和再现声音,几乎是不可能的。因此,人们始终致力于开发全新的录放技术,以求达到尽善尽美。

CD 唱机 60 年代发源于荷兰飞利浦公司,到了 70 年代末又有几家公司研制出了样机。此时展示的样机,按信号提取方式大致分成以下三种制式:飞利浦/索尼的 CD 光学式、日本 JVC(胜利)公司的 AHD 静电电容式和日本松下电器的 Visc-o-pac 机械压电式。

1979 年 3 月,荷兰飞利浦公司首次展出激光型 CD 数字唱机。1980 年,日本索尼公司和荷兰飞利浦公司达成了合作研制 CD 唱机的协议,同年 6 月,飞利浦公司和日本索尼公司将 CD 唱机提交日本数字音频唱片委员会,同时提交的还有日本 JVC 公司的 AHD 静电电容式和西德律风根的机械压电式数字唱片系统。最后,委员会同意将 CD 唱机作为世界标准。松下电器公司在放弃其机械压电式之后,又否定了其子公司 JVC 的 AHD 静电电容式,而倒向 CD 数字唱机系统,从而从三足鼎立的形势变成了 CD 独占鳌头。1982 年 9 月 25 日至 30 日在东京召开的第 11 届 IEC(国际电工委员会)第 60 次技术委员会期间,CD 系统作为数字音频唱片国际标准的正式文件,在第 60 次委员会(录音)的会议上作了文字修改。该文件按 IEC 惯例进行文件传阅。现已正式被推荐为国际标准。

直到 1982 年 10 月 1 日,CD 唱机正式投放日本市场,这才标志着对以往模拟录放系统的彻底变革。CD 唱机不同于我们较熟悉的模拟系统,其最显著的特征是数字系统工作采用全数码方式,避免了设备升温、电源波动、元件老化等对整机性能的影响。CD 唱机系统的优越性表现如下:

- ① 最完美的声音再现
- ② 不怕污点和划伤
- ③ 无机械接触和由此产生的噪声
- ④ 操作简单、功能广泛且使用方便
- ⑤ 可与现有音响设备兼容
- ⑥ 唱片尺寸小

- ⑦ 72min(分)立体声连续播放
- ⑧ 全音频信息
- ⑨ 失真极小
- ⑩ 完全的声道分离

无振动、串音和抖动
抗振动噪声、冲击和抖动
音质永不衰变

CD 唱机系统与原来的 LP 模拟唱机系统的性能比较如表 1-1 所示。

表 1-1 CD 唱机系统与原来的 LP 唱机的性能比较

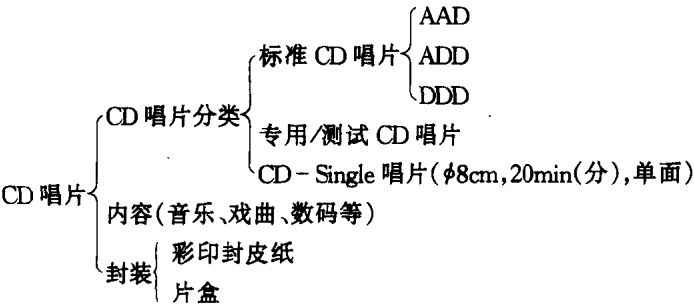
	CD 系统	原来的 LP 唱机
频率特性	20~20000Hz 平直	(30~20000)Hz±(2~3)dB 内周在高频比外周低 (1~2)dB
串 音	全频带在 90dB 以上	在(50~5000)Hz30dB 左右,在低频、高频 15dB
动态范围	全频带在 90dB 以上	(73~78)dB 低音、高音还要差约 10dB
谐波失真率	全频带在 0.03% 以下	0.3% 左右切顶失真时更大
杂 音	几乎听不到,由 D/A 以下的模拟部分的杂音来决定	低音:隆隆声、喀啦声 高音:从唱片来的喷噓声
抖 晃 率	测不出(可以小到所用晶体振荡器的精度)	最小 0.02% wrms

现在,CD 唱机已成为日、欧、美市场的主要消费类电子产品。

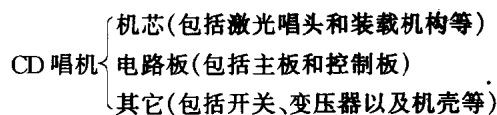
我们常说的 CD 系统,它是由硬件(激光唱机,简称 CD 唱机)和软件(激光唱片,简称 CD 唱片)组成。

CD 系统 { CD 唱机(CD Player)
CD 唱片(Compact Disc)

CD 唱片是将模拟音频信号进行一系列数字处理,用激光刻录在直径为 12cm 的塑料唱片上。



CD 唱机则是用激光束来提取 CD 唱片上的数字信号,经过伺服控制、解码、纠错、D/A 转换等处理,还原再现成模拟音频信号。



CD 系统由于采用了激光技术、数字信号处理技术、高密度记录技术、精密伺服技术以及超大规模集成电路技术等,因此,可以说 CD 系统是集光、机、电于一体的高科技音响产品。目前,CD 唱机正以其优美的音质,高信噪比,操作方便,使用寿命长而深得用户的喜爱,正以惊人的速度进入千家万户。

在美国,所有录制的音频节目源(12cm、8cmCD 唱片、磁带、模拟唱片)中,CD 唱片约占 30%,拥有 CD 唱机的家庭也占 28%。在欧洲,普及率为 24%。在日本,CD 唱机的渗透率更高,达到 54%。

CD 唱机首先是由荷兰飞利浦公司和日本索尼公司研制成功并投放市场的,随着技术的提高和成本的下降,CD 唱机发展的潜力愈来愈大,市场前景十分广阔。目前除日本和荷兰外,台湾、韩国、新加坡和一些欧美国家也在从事 CD 唱机的生产。

日本是 CD 唱机产量最大的国家,其产品除在本国销售外,还大量出口到美国、欧洲、中国等地。日本主要的 CD 唱机生产厂家有索尼、三洋、松下、先锋、东芝、山水、三菱、爱华、夏普等,几乎所有的 Hi-Fi(高保真)电子生产厂家都生产 CD 唱机。

继日本之后,韩国也是较早生产 CD 唱机的国家之一,开始时关键元件如集成电路和激光唱头等是从日本进口的,或者采用 OEM 方式。现在,已经能够自己独立生产 CD 唱机了。如韩国的三星公司,已能够自己开发集成电路(IC)和激光唱头,并且其产品价格低,有一定的市场占有率。

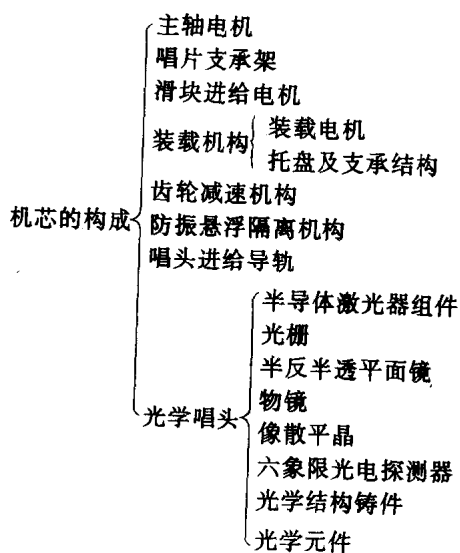
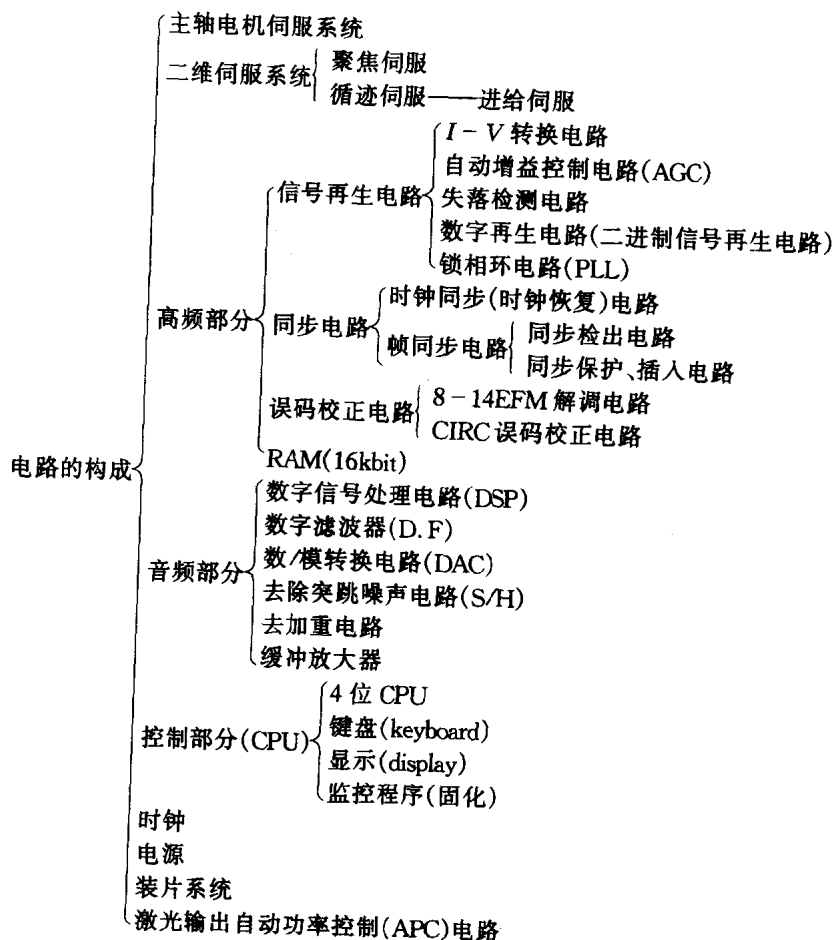
台湾有许多厂家获得了生产和出口 CD 唱机的许可证,生产厂家有比特(Bit)公司、汉平(Han Ping)电子有限公司、台湾三洋、台湾东芝等,类似韩国,一开始时也采用 OEM 方式或进口关键元件进行生产。目前,有的台湾厂家还深入到国内办合资企业。

由于 CD 唱机生产工艺简单、成本低、利润高,因此,也强烈地吸引了国内众多的无线电厂家。目前,几乎所有的音响生产厂家都或多或少地采用各种方式生产 CD 唱机,以便提高产品的档次,获取更高的经济效益。

二、激光唱机的构成

CD 唱机是数字化的音响产品,它将记录在 CD 唱片上的数字化信号检测出来,还原成原来的模拟信号。这些数字信号在唱片上表示为一个个离散的、排列成螺旋形式的小凸起。CD 唱机采用聚焦成微米级的激光束提取唱片上的这些信号。提取原理是对应唱片上一个个小凸起,反射光发生强弱变化。这一强弱变化的反射光,经光电探测器接收,转换成强弱变化的电信号,再采用各种电路,对电信号进行放大、解码、纠错、数/模转换等处理,恢复成原来的音频信号。CD 唱机的方框图如图 1-1 所示。

CD 唱机主要由机芯和电路构成,其构成分别如下:



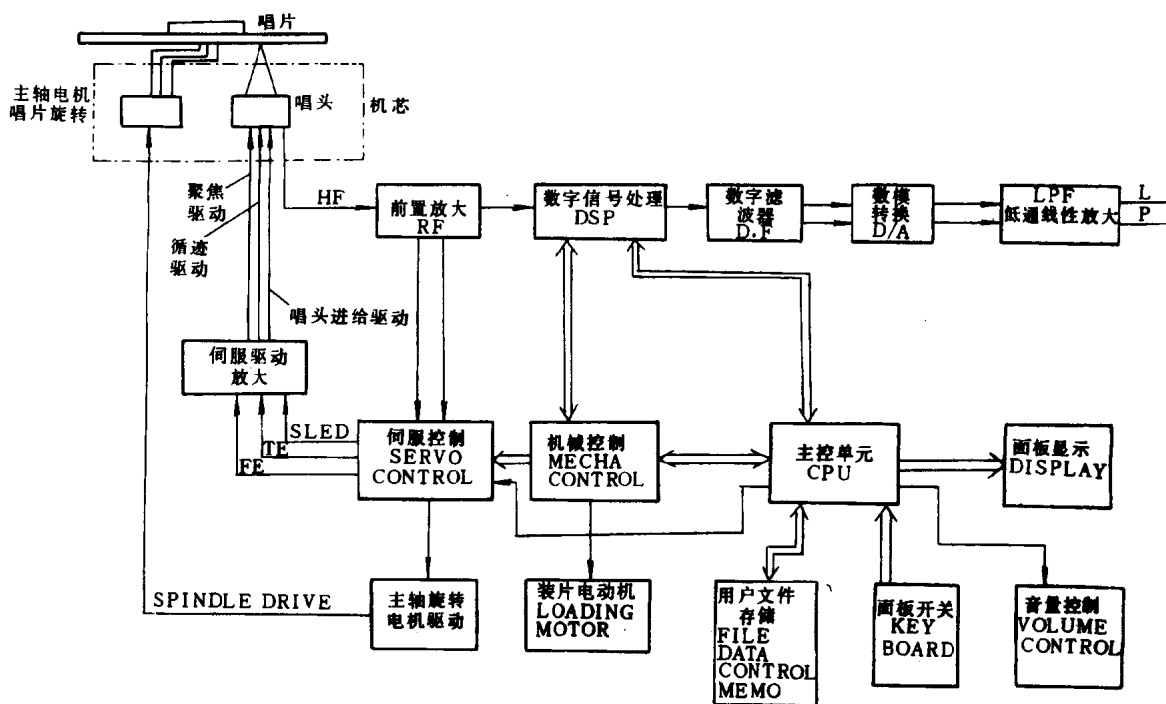


图 1-1 CD 唱机方框图

三、激光唱机的发展

CD 唱机自 1982 年投放市场以来,在技术和生产工艺上都有了很大的进步,主要表现在小型化、多功能化、多品种化和高性能化。

1. 小型化

早期的 CD 唱机多为台式,随着集成电路集成度的不断提高、激光唱头和主轴电机体积的减小以及加工工艺的不断改进,越来越小的机型不断问世。例如,松下公司 1989 年研制出来的 SL-XP700 型便携式 CD 唱机,机身厚度为 17.9mm,重 305g。最近,索尼公司又推出世界上最薄的 Discman D-J50,机身厚度仅为 14.8mm,长宽仅 13cm,大小与 CD 唱片盒差不多,并备有 5 种放音模式、自动选曲以及数字时钟计时器等多种功能,采用了 1 比特(bit,位)D/A 转换技术和数字恒线速伺服技术,机内装有充电电池,充电 30min(分)就可放音 2h(小时);此外,还配有带遥控器的立体声耳机,可对放音、停止、间歇自动寻曲、搜索、音量及暂停等功能进行遥控。耳机还可发出一种人耳可听到的声音,以告知用户机器目前所处的工作状态。

2. 多功能化

(1) 多种放音模式

可连续放音,可随机放音,也可根据用户要求编制程序放音。

(2) 多种重复功能

可以实现整张唱片音乐的重复放音,某一个节目的重复放音,某一章节的重复放音以及某一个节目中任意指定内容的重复放音。

(3) 多种显示功能

可以显示整张唱片总的放音时间和剩余时间,显示某一个节目的放音时间以及此节目的剩余时间,显示 CD 唱片总的节目数以及剩余节目数,显示编程放音的总节目序号和正在放音的节目序号,显示 CD 唱机正在工作的状态等。

(4) 存储记忆功能

可以存储唱片的编号(用户使用)以及用户对此唱片选定的节目放音顺序等。

(5) 快速选曲功能

用数字键可以任意选取某一个节目放音,或者从某一个节目的任意点开始放音,也可以用跳越键向前或向后快速选曲放音。

(6) 多种暂停放音

可以与录音机一样,用暂停键随时暂停,也可以加上暂停指令使其在每一个节目结束后都暂停,还可以采用编程暂停即在需要暂停的节目之间编入暂停。

(7) 序曲扫描功能

每一个节目放音 10s(秒),以使用户根据自己的喜爱选曲放音。

(8) 自动空间功能

在每一个节目间自动建立 4s 的无声间隙,以使用户复制磁带或某些特殊要求。

(9) 自动换片功能

这种功能是一次可装入多张唱片(3 张~10 张),用户可以对这些唱片中的节目重新编程放音。换片方式有转盘式和片匣式两种。前者一般最多可以放置 5 张,当一张唱片放完时,会自动旋转转盘转入下一张唱片的放音,也可以编程放音。这种方式可靠性高,结构简单,但占用面积较大,往往是采用顶开方式,当主机体积小小时可以采用 2~3 张唱片旋转结构方式。后者的片盒可装 5~10 张唱片,当一张唱片放完时,会自动将放完的唱片退回片盒,同时自动提取所需放音的唱片。这种方式结构复杂,易出故障,适用于前开式 CD 唱机,其唱片的放音顺序可以编程控制。

(10) 各种剪辑功能

最近又开发出来了剪辑指南(Edit Guide)、唱片链(Disc Link)等。前者在用户将唱片放入唱机并用剪辑键选定磁带长度后,将唱片上的节目转录到磁带的 A/B 面,后者则用于转录若干 CD 唱片上的节目。日本索尼、先锋已推出具有自动节目剪辑功能的 CD 唱机,当各项起始选择及磁带长度设定后,机内微机自动判断某一指定时间内所能录制的歌曲数。包括先锋公司在内的一些厂家生产的 CD 唱机中,有的还具有节奏弱变功能,若磁带长度已设定,为避免在转录过程中出现乐曲突然中断,在磁带的尾端,音乐自然地渐渐减弱。

除上述功能外,具有自动峰值电平搜索功能的 CD 唱机可对每一种 CD 的录制电平进行检测,并根据 CD 唱机进行调整。该种功能索尼公司称之为 CCLA;健伍(Kenwood)公司称之为 CCRS;胜利(JVC)公司称之为 DDRS;爱华(Aiwa)公司称之为 CSRS。

近几年来问世的某些 CD 唱机还具有级间光耦合、分离电源、专用机架以及光/数字输出等功能。前三种都是防止 CD 唱机各部分线路之间的影响和干扰。光耦合(将电信号转换成光信号,然后再转换成电信号,实现各级线路之间的信号传输)可以消除级间干扰并且传输数字波形,比通常的级联技术更为精确。分离电源的设计思想也是这样,保证 CD 唱机各级线路的工作电源更加干净,也就是在 CD 唱机某一部分线路的电源中,因该部分线路引起的电源波动不会影响其它线路的性能。CD 唱机的机架注重的是抵抗和吸收振动的能力。这样,CD 唱机就能更加简便地对唱片进

行跟踪。最后一种,光/数字输出功能将仍然是数字形式的 CD 唱机输出信号传输到配有数字输入的放大器。因此,从理论上讲,给放大器提供了一个更加纯净的信号供其处理和放大。用光的形式而不用电的形式传输信号还可以防止交流或其它电气噪音形式出现的信号污染。

3. 多品种化

现在 CD 唱机的种类日臻完备,主要有以下几种:

(1) 便携式 CD 唱机

又称手提、袖珍式(Discman)CD 唱机。它的特点是小型、轻巧、电池供电便于携带。近年来,出现了很多新款式,多功能高质量的 Discman,已引起了人们的极大关注。有的除采用 1bit D/A,超取样数字滤波等新技术外,还采用高性能环绕声处理电路,临场感极佳。

(2) CD 收录机

由 CD 唱机与模拟盒式磁带收录机组合而成,可放高质量的 CD 立体声音乐,也可将 CD 音乐转录到模拟磁带上,有的还具有编辑功能。

(3) CD 立体声组合机

又称 CD 音乐中心。它可以与调谐器、均衡器、盒式录音机等组合成各式各样的系统,实现“家庭音乐中心”。近年来问世的高档 CD 组合机,其数字调谐和 CD 显示采用同一显示屏,录音机芯为全逻辑机芯,带自翻转,具有频谱显示等,所有的功能都由 CPU 控制,音质极佳。

(4) 汽车 CD 唱机

随着 CD 唱机的问世,引起了人们对车用 CD 唱机的强烈需求,现在汽车 CD 唱机已挤身于主要车用音响产品行列。汽车 CD 唱机除了具有一般 CD 唱机的性能外,还具有抗振动冲击、环境温度适应性强以及操作简便等特点。

(5) CD/LD 唱机

LD 是 Laser Vision Disc 的英文缩写(又称 LV),称为激光电视唱机,俗称镭射影碟机。CD/LD 唱机是既可放送 CD 唱片,也可放送两种 LD 唱片(CLV 和 CAV),放送 LD 唱片时需要另加监视器以显示电视图像,因此可以认为是一种 AV 系统。

(6) 专业 CD 唱机

主要用于广播业务及 CD 唱片的检查。它在电路结构上与普通 CD 唱机没有多大差别,主要是各项技术指标更高。专业 CD 唱机的突出要求是以帧为单位寻曲,CD 记录格式为 15 帧/秒,即要求能在 13.3m/s 的速度下快速取出指定帧的节目。此外,专业 CD 唱机的控制单元一般同唱机单元分开,且操作功能更多,一个控制单元可操作数台 CD 唱机工作。

4. 高性能化

近年来,世界各大 CD 唱机公司围绕 CD 唱机的性能,开发了许多新技术,使 CD 的音质有了很大的改善。影响 CD 唱机音质的关键是 D/A 转换器,所以近几年的重点是放在数模转换器的改进。

CD 唱机的高性能主要表现在采用了以下几种新技术:

(1) 超取样数字滤波器

在 CD 唱机中采用数字滤波器对忠实地再现 CD 优美音质是必不可少的。超取样数字滤波是指采用比原取样频率 f_s (44.1kHz) 更高的频率(通常为 f_s 的整数倍)对原信号进行再取样,目前一般有 2 倍超取样($2f_s$)、4 倍超取样($4f_s$)、8 倍超取样($8f_s$)和 16 倍超取样($16f_s$)等。图 1-2 为 2 倍超取样数字滤波器的原理图。

在原取样数据之间,经过插补等运算,插入插补脉冲,形成 $2f_s = 88.2\text{kHz}$ 的 2 倍超取样信号。这样处理的结果可以将取样量化噪声移向高频端($2f_s, 4f_s, 8f_s \dots$),使得原信号频带与量化噪声频带的间隔增大了一倍,因此可以采用衰减特性平缓、相位失真小的低通滤波器,从而提高了信噪比,使音质获得很大改善。目前,CD 唱机在采用超取样数字滤波器(如 $8f_s$)时,往往同时也采用高比特化(如 18bit 等),只有这样才能消除运算误差,做到真正提高信噪比。

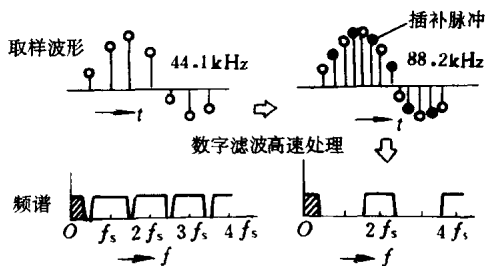


图 1-2 2 倍超取样数字滤波原理

(2) 1bitD/A 转换器(1bitDAC)

决定 CD 唱机音质的关键是 D/A 转换器,随着 CD 唱机技术的发展,在其关键的 D/A 转换电路中,最近又出现了一种崭新的技术,即 1bitDAC 技术。它一反以往为追求高性能而不断增加量化比特的倾向,以噪音整形技术为支柱并引入模拟电路中的负反馈及前馈技术,可靠地把高比特数字信号转换成低通带量化噪音的低比特或 1bit 信号,在此基础上进行无过零失真的 1bitD/A 转换,从而获得较高的整机性能。由于这种电路已集成化,简单可靠且成本也低,加上外围元件少,无需调整。因此新问世的数字音响设备中除采用一般的多比特 DAC 之外,还采用了 1bitDAC,并呈新潮流趋势。

如图 1-3 所示,CD 唱机中的 16bit 输入信号转换成 1bit 信号,高速电子开关通过 1bit 信号接通或断开,转换成脉宽调制(PWM)或脉密调制(PDM)的等幅信号,将最后得到的脉冲信号通过低通滤波器,获得模拟信号。1bitD/A 不会产生多比特 D/A 所具有的过零失真和非线性失真,即使很轻的音乐也很清晰,余音相当优美。

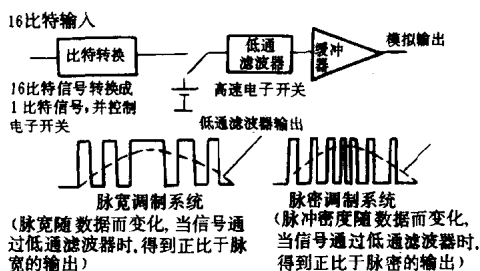


图 1-3 1bitDAC 原理

(3) 光传输失真的补偿技术

在 CD 与功放、调谐器等之间一般通过数字音频接口来传输数字音频信号。过去是通过同轴电缆来馈送的,会产生不需要的噪声辐射,对邻近系统形成干扰,从而损害音质。近年来,一些最新的 CD 唱机已完全不用同轴电缆,全部改用光缆实现数字传输,这样使系统各个部分实现电气分离,不会产生不需要的辐射干扰但却带来诸如抖动,脉宽失真等负作用。

为此,日本一些公司如先锋公司采用了光失真补偿电路;健伍公司采用了双石英晶体锁相环(该锁相环中的时钟脉冲信噪比通过采用锁相环的一个石英振荡器而得以改善);胜利公司则采用了 K2 接口及高速光链路等措施减小抖动,取得了一定的效果。

数字音频接口格式:

- 峰峰值为 0.5V

- 7.5Ω 输入/输出阻抗

- 6.7mA

CD: 2.8224MHz; DAT: 3.072MHz

(4) 超最佳伺服技术(数字伺服技术)

随着 CD 技术的发展,CD 唱机采用的 LSI 集成度越来越高,外围器件也越来越少。但外围器件用得最多的还是伺服系统,为此开发了以数字伺服技术和 CMOS 工艺为基础的伺服 LSI。

模拟伺服系统存在以下几个问题:

- 约需要 30 个外部元件
- 外部元件精密度要求高
- 伺服特性会随着时间的推移或温度变化而恶化

因此,将数字信号处理技术应用于伺服环路,所有的伺服系统都实现了数字化,而且减少了外围元件。

随机存储器(RAM)存储两个决定滤波环路特性的系数,而且可任意选择其中之一。

当激光唱头扫掠到唱片上的划痕或激光唱机移动、摇晃、受到冲击时,滤波环路的特性就可以实现改变,此功能很适用于汽车音响。数字处理采用的滤波环路特性不会随温度变化和时间的推移而恶化。

下面以日本电气公司(NEC)开发的数字伺服 LSI upD6353G 为例进行说明。其方框图如图 1-4 所示。

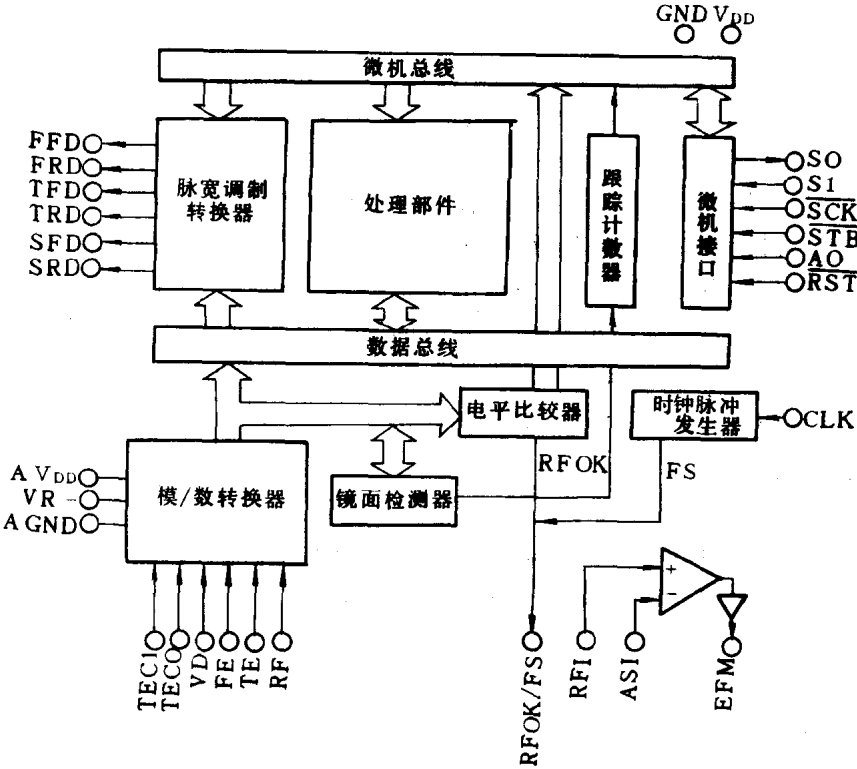


图 1-4 数字伺服 LSI upD6353G 方框图

① 模/数转换器

模/数转换器采用了 5bit 时分系统,射频信号(RF)、聚焦(FE)和循迹(TE)误差信号以及其它信号按时间分割法进行转换,经转换的数字信号送至信号处理单元。

② 数字滤波环路

主要有聚焦、循迹和滑块三种数字滤波环路。三种数字滤波环路都采用了 8bit 乘法器、13bit 运算器、16 字节的工作 RAM、64 字节的系数 RAM,以每条指令 180ns 的速度,通过时间分割法对信号进行滤波处理,全部操作的处理周期为 $1/44.1\text{kHz}$ 。

③ 脉宽调制输出电路

此 IC 的输出电路采用具有很高驱动效率的脉宽调制驱动电路,特别适合于要求功耗小的便携式 CD 唱机。该电路是将信号处理单元的运算结果以脉宽调制信号形式输出。

在该电路中,有三个用于聚焦、循迹、滑块伺服系统的脉宽调制转换单元,每个调制单元产生独立的信号。经调制后的双相位脉宽调制输出信号,当转换速率为 44.1kHz 时,具有 8bit 的分辨率。

④ 微机接口

系统控制器接口采用了一个串行接口系统,并规定指令和有关信息的传输形式,可以与数据处理(DSP)LSI upD6354G 实现有线连接减少连接端子数,同时,快速寻曲所需的“一条轨迹”跳越功能以硬件形式装入此 LSI,简化了系统控制软件。只需要通过一个简单的控制指令就可以实现特技放音。

(5) 数字相位轴控制技术

通常,D/A 转换器是按 44.1kHz 取样频率对 16bit 的 CD 数字音频信号进行数模转换,因此,D/A 必须在同一时间周期内完成工作,以便得到原始音频信号。这样,DAC 的精度就取决于晶体的主时钟。然而,在数字信号处理过程中,由于种种原因会引起处理时差。这些原因包括:振荡电路工作点变化、唱片转速变化等。处理时差将产生频率失真,亦称为抖动。当带有抖动分量的时钟脉冲进行数模转换时,数模转换时间就会产生异相,结果使模拟波形失真。为了纠正时间轴不稳定所产生的失真,发明了数字脉冲轴控制(DPAC)电路。

图 1-5 对带有数字脉冲轴控制电路的系统与不带数字脉冲轴控制电路的系统进行了比较。

数字脉冲轴控制电路是将主时钟发生电路直接置于 DAC 之前,并采用时钟脉冲作为参考,对时间轴上的输入数字信号进行调整,这样做可以使 D/A 转换器与理想的没有抖动的时钟一起工作,以消除抖动。

四、LD 激光视盘机

LD 激光视盘机俗称镭射影碟机,是 CD 的一大家族。它采用数字方式记录视频和音频编码信息,具有图像清晰、声音优美,可特技放映等特点。

LD 激光视盘机采用了以下四项技术:

- ① 激光与光学技术;
- ② 视频与音频信号的编码、解码技术;
- ③ 微电机与微米级伺服技术;
- ④ 原版刻录、制模、复制唱片技术。

图 1-6 为 LD 激光视盘机的方框图。下面分信息编码、信号处理、伺服电路、特技放像等四个方面阐述。

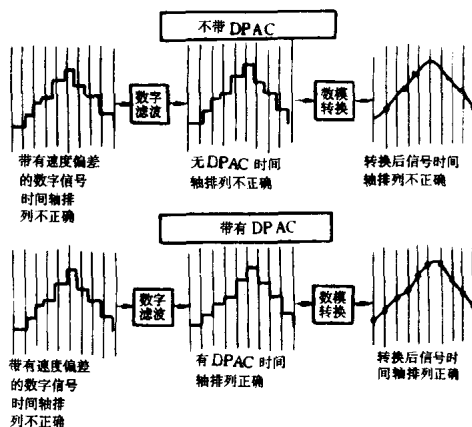


图 1-5 数字脉冲轴控制系统与非数字脉冲轴控制系统的比较

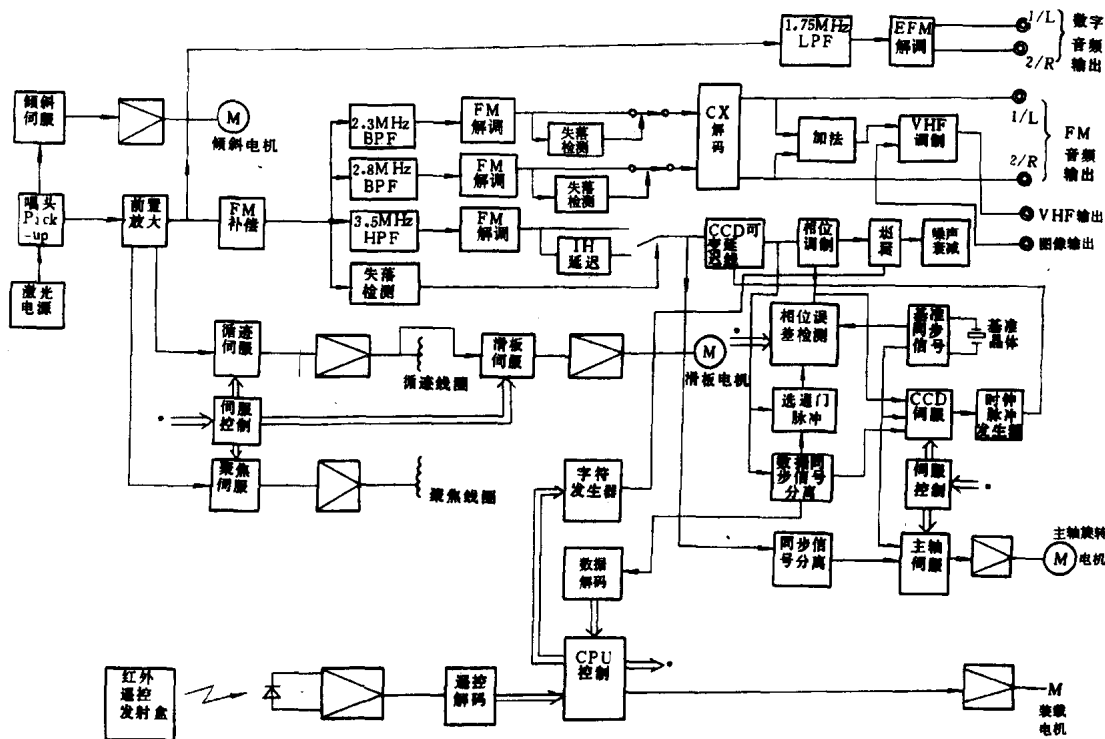


图 1-6 LD 激光视盘机的方框图

1. 信息的编码

LD 的图像信号采用“改善了的频率调制方式”编码。编码过程中,亮度信号与色度信号不分离,彩色副载波(NTSC 制式: $f_s = 3.58\text{MHz}$, PAL 制式: $f_s = 4.43\text{MHz}$)不降频。伴音信号的编码则采用降低载频调频方式。

从录像机传输来的彩色全电视信号先经过低通滤波器限定视频的上限(NTSC 制式为 4.2MHz ; PAL 制式为 5MHz),并经过预加重,然后进行低载频、大频偏、低调制指数的正极性调频,构成图像调频信号。NTSC 制式中,同步顶对应调频信号的 7.6MHz ,消隐电平对应 8.1MHz ,白色峰值对应 9.3MHz ,频谱的范围是 $4.5\text{MHz} \sim 13.2\text{MHz}$ 。PAL 制式中,同步顶对应 6.76MHz ,消隐电平对应 7.1MHz ,白色峰值对应 7.9MHz ,频谱的范围是 $2.5\text{MHz} \sim 12.7\text{MHz}$ 。

伴音信号在 NTSC 制式中,两个伴音载频对应 2.3MHz 和 2.8MHz ;在 PAL 制式中,两个伴音载频对应 684kHz 和 1066kHz 。

然后,将调频视频信号和调频伴音信号线性叠加,再经过上下对称限幅就形成了占空因数调制(脉冲宽度调制)的信号。这种信号包含了彩色全电视信号、两个通道伴音信号和在场消隐期间插入的数字逻辑编码信号(包括各种提示码;图像帧顺序码、章节顺序码、时间码、图像静止码)等全部信息。将这一信号送至刻录设备中的电子光学调制器(ADP),实现双电平控制激光刻录的目的。图 1-7 所示为 LD 脉冲宽度调制信号的构成及频谱分布的情况。