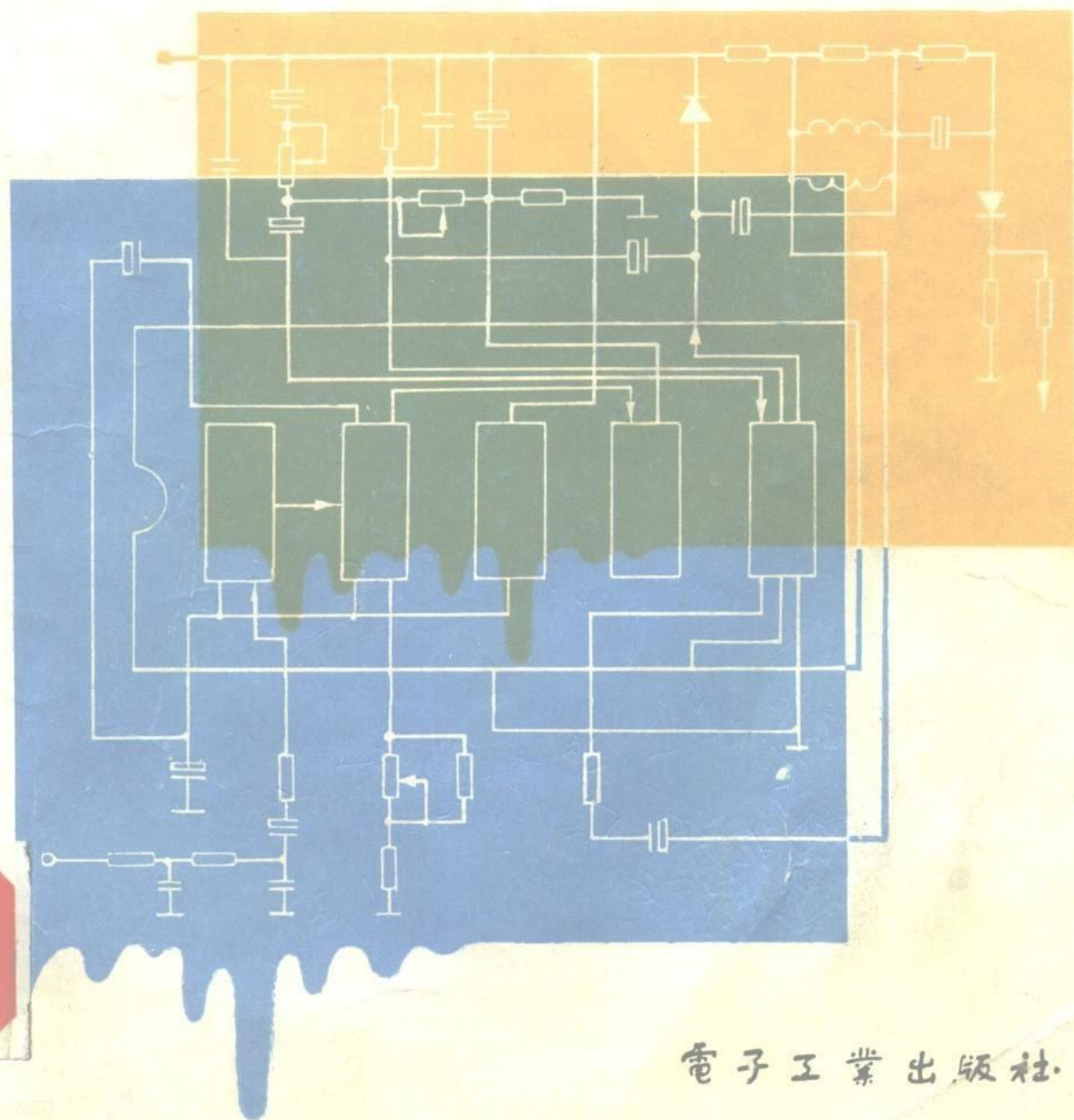


集成电路 黑白电视机电路 分析与检修

张艳红 编著



电子工业出版社

128

集成电路黑白电视机 电路分析与检修

张艳红 编著

电子工业出版社

内 容 提 要

本书分析了国内常用的四种系列(D型系列;P-24型系列; μ PC型系列及“单片机”)集成电路黑白电视机的整机电路和检修方法。

书中较详细地分析了D型系列集成块的内部电路,并以D型系列集成电路黑白电视机为例,阐述了黑白电视机的基本检修方法和集成电路黑白电视机的逻辑检修步骤、调测方法及部分常见故障的检修程序。并附有有关集成块引脚功能,电压、电阻数据等资料,四种集成电路黑白电视机原理图。

本书可作为声像专业黑白电视设备课教材,也可作为短期培训班(不讲授集成块内部电路)黑白电视机检修课讲义和作为电视维修人员参考读物。

集成电路黑白电视机电路分析与检修

张 艳 红 编 著

责任编辑 陈晓明

*

电子工业出版社出版(北京市海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子工业出版社计算机排版室排版

人民卫生出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.125 插页: 5 字数: 365千字

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

印数: 1—20,100册 定价: 5.40元

ISBN7-5053-0680-4/TN·250

前 言

随着科学技术的发展,集成电路黑白电视机已基本取代了分立元件组成的黑白电视机,并且集成度将越来越高,有“六块”集成机,“三块”集成机,近年来已有不少厂家生产了集成度更高的“两块”集成机(习惯称“单片机”)。虽然集成机是从分立电视机发展来的,其信号处理过程类似于分立机。功能同分立电路一样,但电路的形式和工作原则可能与分立电路完全不同,从而使集成电视机的电路分析、检修方法与分立电视机有较大差异。为使人们了解并学会集成电视机电路原理及检修方法,便于把维修技术从晶体管提高到集成电路领域,现将编著者原为重庆通信学院电子声像专业编写的“集成电路黑白电视机电路分析与检修”教材,经过近两年来的教学实践,并广泛听取了有关专家及学生们的意见,还收集、编译了近几年集成黑白电视机新品种的部分资料,对此教材进行了增删及修改整理后正式出版,献给读者。

本书分别以飞跃牌 12D4(HA、KC 六块集成块)、牡丹牌 31H8C(μ PC 三块集成块)、金鹤牌 35DH1B1(D 或 TA 三块集成块)、金鹤 35DH2B5(单片机)等集成电路黑白电视机为例,分析了国内常见的四种类型集成电路黑白电视机的工作原理并介绍了常见故障的检修,较详细地分析了 D 型集成机 D7611AP、D7176AP、D7609P 集成块内部电路,并通过该机阐述了集成机的检修特点、逻辑检修步骤、集成机各部分的基本检修方法和集成黑白机的调测方法等。对于另三种类型集成机的集成块,侧重于内部框图、信号流程、外围元件作用和引脚功能的分析。

此外,本书还介绍了集成电路基础以及黑白电视机检修的一般规律。

本书由重庆通信学院李棠之副教授审稿,并在编写过程中得到了通信学院新技术(电视技术)教研室同志们的大力协助以及重庆无线电厂设计所扬才华工程师的帮助,在此特向他们表示感谢。

由于编者水平和实际经验有限,时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者
于重庆通信学院
1989 年 4 月

目 录

第一章 绪论.....	1
§ 1-1 概述.....	1
§ 1-2 黑白电视接收机的方框组成.....	1
第二章 集成电路黑白电视机电路分析.....	4
§ 2-1 集成电路基础.....	4
一、集成电路分类	4
二、半导体集成电路元件及线路特点	5
三、集成电路电视机的特点	6
四、电视机集成电路中的基础单元电路	8
§ 2-2 D 型三块集成机电路分析	26
一、D 型机集成电路分析	26
二、D 型集成机框图组成	57
三、D 型集成机整机电路分析	59
§ 2-3 P-24 型六块集成机电路分析	77
一、P-24 型机集成电路分析	77
二、P-24 型集成机整机电路分析	90
§ 2-4 μ PC 型三块集成机电路分析	94
一、 μ PC 型机集成电路分析	94
二、 μ PC 型集成机整机电路分析	101
§ 2-5 “单片”集成机电路分析.....	105
一、“单片机”集成电路分析	106
二、TDA3190 集成电路	111
三、“单片机”整机电路分析	112
第三章 集成电路黑白电视机的调测.....	117
§ 3-1 用电视测试卡调测.....	117
一、黑白矩形护边框	118
二、灰底白线方格背景	118
三、圆和圆内信号	119
四、边角分辨力信号	120
§ 3-2 用仪表调测.....	120
一、电源 12V 输出的调测	120
二、高频头的调测(VHF 频段)	120
三、图像通道的调测	123
四、视放曲线的调测	125
五、伴音电路的调测	126
六、场、行扫描电路的调测	127
第四章 集成电路黑白电视机的检修.....	129

§ 4-1 黑白电视接收机检修的一般规律	129
§ 4-2 集成电路黑白电视机的检修特点	139
§ 4-3 集成电路电视机的逻辑检修步骤	140
§ 4-4 集成电路黑白电视机各部分电路的检修	140
一、高频头的检修	140
二、图像中放电路的检修	141
三、视频放大器的检修	142
四、伴音通道的检修	143
五、扫描电路的检修	144
六、同步电路的检修	147
七、显像管及附属电路的检修	148
八、电源电路的检修	150
§ 4-5 集成块、晶体管的识别与检测	152
一、集成块的识别与检测	152
二、晶体管的识别与检测	157
§ 4-6 集成块黑白电视机部分常见故障的检修程序	165
一、无光栅、无伴音的检修	165
二、无光栅、有伴音的检修	167
三、有光栅、无图像、无伴音的检修	168
四、有图像、无伴音的检修	169
五、有伴音、无图像的检修	170
六、行、场不同步的检修	170
七、场不同步的检修	171
八、行不同步的检修	172
九、水平一条亮线的检修	174
十、黑白电视机整机检修的简要程序	175
§ 4-7 P-24 型集成机常见故障的检修	175
§ 4-8 μ PC 型集成机常见故障的检修	182
§ 4-9 “单片”集成机常见故障的检修	190
附录一 半导体集成电路的制造工艺	195
附录二 TDA4500 和 TDA2611 集成电路介绍	198
附录三 黑白电视广播接收机分类与基本参数	204
附录四 电视维修资料及电路图中常见英文词汇和缩写(英-汉对照)	206
附图一 HA1144 集成块内部电路和外接元件	
附图二 HA1167 集成块内部电路和外接元件	
附图三 KC583 集成块内部电路和外接元件	
附图四 HA1166 集成块内部电路和外接元件	
附图五 KC581 集成块内部电路和外接元件	
附图六 KC582 集成块内部电路和外接元件	
附图七 μ PC1366 集成块内部电路	
附图八 AN355 集成块内部电路和外接元件	
附图九 μ PC1353 集成块内部电路	
附图十 μ PC1031H2 集成块内部电路及外接元件	

附图十一 金鹤 35DH1B1 黑白电视机原理图及印制板图

附图十二 飞跃 12D4 黑白电视机原理图及印制板图

附图十三 牡丹 31H8C 黑白电视机原理图及印制板图

附图十四 金鹤 35DH2B5 黑白电视机原理图及印制板图

第一章 绪 论

§ 1-1 概 述

电视接收机是电视系统的终端设备之一。它的任务是把接收到的高频电视信号还原为视频图像信号与音频伴音信号,并在显像管上重现光、像,通过扬声器重放伴音。

黑白电视机是在接收黑白电视信号或彩色电视信号时,只重现黑白图像的电视机。

按所用器件不同,黑白电视接收机主要有两大类:分立元件组成的电视机和集成电路组成的电视机。二者相比,集成电路电视机具有结构简单、集成度高、调整方便、耗电少、重量轻、可靠性高、性能好等优点。它已逐步取代了分立元件组成的电视机。

因此,在本书中我们主要研究超外差式、单通道的集成电路黑白电视机。

集成电路黑白电视接收机,根据集成度及集成块型号不同分为若干系列。目前,国内生产的黑白电视机主要有四种系列:由 HA1144、HA1167、HA1166、KC581、KC582、KC583 六块集成块组装的 P-24 型系列,如飞跃 12D4、凯歌 4D14、金星 B31-2 等;由 μ PC1366C、 μ PC1031H2、 μ PC1353(AN355)三块集成块组装的 μ PC 型系列,如牡丹 31H8C、昆仑 3110、美乐 B1411C 等;由 D7611AP(TA7611AP)、D7176AP(TA7176AP)、D7609P(TA7609P)三块集成块组装的 D 型系列(TA 型系列),如上海 J135-5U、昆仑 354、金鹊 35DH1B1 等。还有以 MC13007、TDA3190 两块集成块组装的“单片机”,如金鹊 35DH2B5、昆仑 B442;以及由 TDA4500、TDA2611 集成块组装的“单片机”,如 CORONARTR23 型、红梅 WJD-28 型等。

其中 D 型系列集成电路已全部国产化,生产量也较大,并且其集成块还能与东芝公司 TA 型集成块通用,我们以 D 型系列三块集成块组装的金鹊 35DH1B1 为例,分析集成电路黑白电视机电路并介绍其基本检修方法。

§ 1-2 黑白电视接收机的方框组成

从已学的电视原理得知,一部典型的超外差式、单通道黑白电视接收机由下列各部分组成,如图 1-2-1 所示。

- (1)高频调谐器(俗称高频头):包括 VHF 和 UHF 二个高频头。
- (2)公共通道:图像中频放大、视频检波、预视放。
- (3)视频放大。
- (4)伴音通道:伴音中放、鉴频器和低频放大。
- (5)同步和图像稳定电路:自动增益控制(AGC)、消噪电路(ANC)、同步分离、场积分、行 AFC 电路。

(6)场扫描电路:场振荡、场激励、场输出电路。

(7)行扫描电路:行振荡、行激励、行输出电路。

(8)显像管及其附属电路。

(9)电源。

下面结合图 1-2-1 的框图,简述信号的处理和传输过程。

从天线接收到的高频电视信号,首先进入高频调谐器进行选频、放大、变频后,输出中频电视信号,其中图像中频为 38MHz(37MHz),第一伴音中频为 31.5MHz(30.5MHz),送往图像中频放大器。信号经中频放大后送到视频检波电路,该电路有两个作用:第一,对中频图像信号进行解调,即解调出 0~6MHz 的视频信号;第二,对第一伴音中频信号进行变频,即利用图像中频信号与第一伴音中频信号差拍,将 31.5MHz(30.5MHz)的伴音信号变换成 6.5MHz 的第二伴音中频信号。这也是内载波式的由来。

视频信号与第二伴音中频信号在预视放中分离,视频信号经视频放大器放大后去激励显像管。而第二伴音中频信号,在伴音通道中进行放大、限幅、鉴频后取得音频信号,再经低频放大,激励扬声器。预视放输出的视频全电视信号经消噪电路(ANC)后,一路送入 AGC 电路,取出 AGC 控制电压,分别对中放和高放实现自动增益控制。另一路经同步分离电路进行幅度分离,取出复合同步信号,分别去控制行、场扫描电路的同步工作。

复合同步信号经积分电路分离出场同步信号,去控制场振荡的频率,以获得与场同步信号同步的锯齿波电压,再经场激励级、场输出级放大及波形校正后,输出场频锯齿波电流,在场偏转线圈中产生水平偏转磁场,使显像管电子束作垂直方向的扫描。

在行扫描电路中,由行振荡器产生的行频脉冲,经行激励放大后,推动行输出级输出幅度足够频率为 15625Hz 的锯齿波电流,促使行偏转线圈产生垂直偏转磁场,使显像管电子束作水平方向扫描。

为了保证行振荡器产生的行频脉冲与行同步信号同步,还设置了自动频率相位控制电路(AFC)。由行输出级反馈回来的行频脉冲与行同步信号在鉴相器里进行相位比较,输出相应误差电压,控制行振荡器的频率,实现行频的自动调整,进行行同步。

显像管阳极高压及聚焦极、加速极的中压均由行输出级输出的行频逆程脉冲经行输出变压器升压、整流后提供。对于黑白电视机,阳极高压为 9kV~16kV,中压有 100V、300~400V 等。整机使用的低压直流电源,一般是由 220V 市电经变压、整流、稳压后供给的。

整机框图中由晶体管即分立元件组成的各部分电路已在黑白电视原理中作了分析。集成电路电视机是从晶体管电视机发展而来的,其信号流程基本相同,只是通过一定生产工艺,把框图中具有若干不同功能的电路相应地集合在几块集成块内。例如,D 系列集成电路电视机,将伴音通道除低放外用一块 D7176AP 集成块代替;将图像中放、视频检波、预视放及 AGC、ANC 电路用一块 D7611AP 集成块取代;将同步分离、场积分、场振荡、场激励和行 AFC 电路、行振荡、行激励等集合在一块 D7609P 集成电路内。当然,集成化过程并非将分立元器件电路原封不动地组合、集中在一起,它是根据集成块制作工艺特点进行电路设计的。故集成电路电视机往往与分立元件电视机在电路上有很大的差异。显然,检修方法也有其特点。

因此,我们在掌握了分立元件电视机电路原理的基础上,还必须学会对集成电路电视机的电路分析,在介绍晶体管电视机的一般检修原则、方法后,还必须掌握集成电路电视机的检修特点及常见故障的检修。这对于学习检修其他的集成电路声像设备也有一定的帮助。

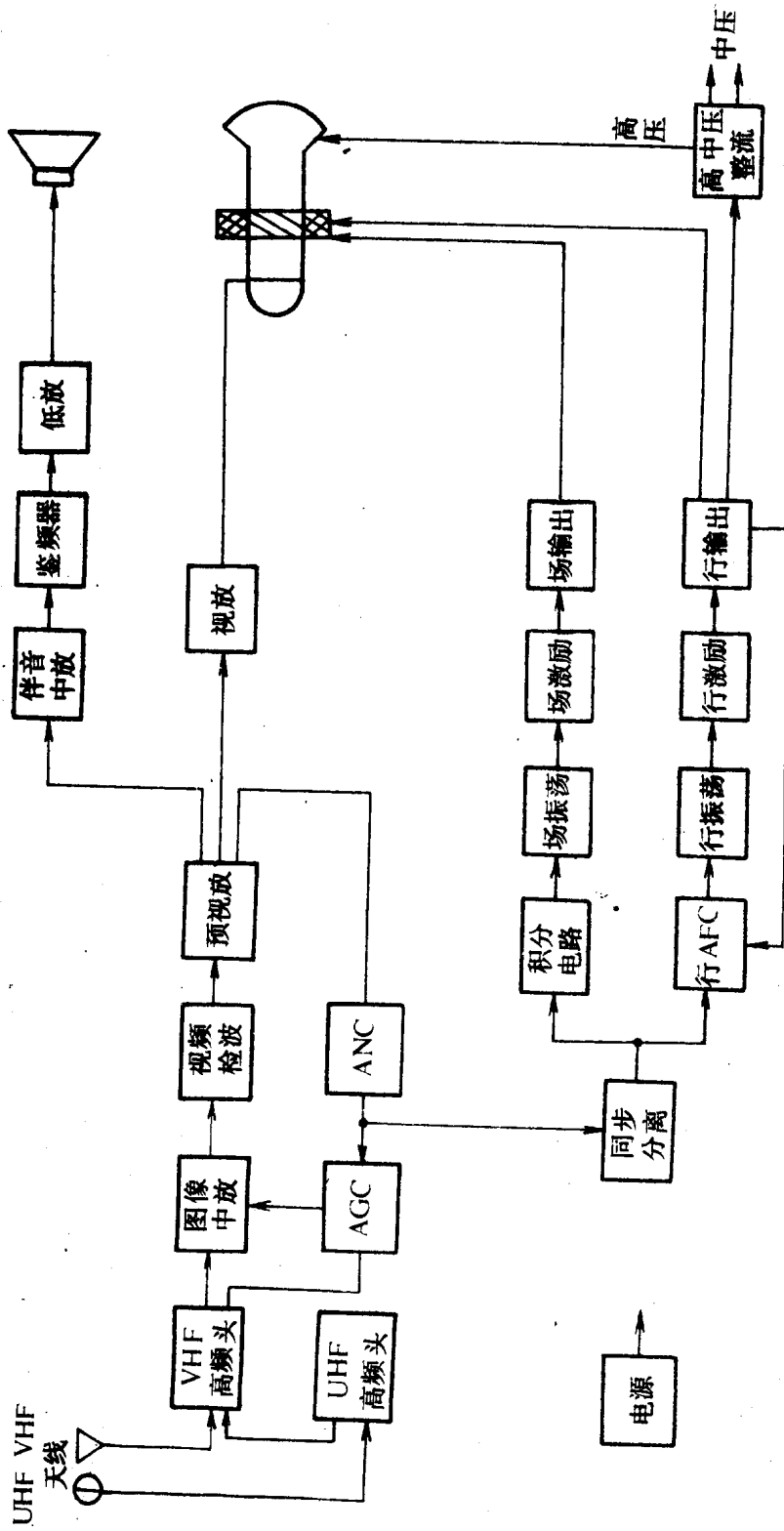


图 1-2-1 全频道超外差黑白电视机方框图

第二章 集成电路黑白电视机电路分析

§ 2-1 集成电路基础

一、集成电路分类

科学技术与生产的发展,使电子设备的电路越来越复杂,应用的元器件数量也越来越多,从而对设备的可靠性、小型化提出了更高的要求。这就促进了电子器件由电子管—晶体管—集成电路的飞速发展。

集成电路也叫固体电路,常用 IC(英文缩写)表示。它主要是采用半导体工艺及薄膜工艺,在一块基片上形成晶体二、三极管、电阻、电容等,并以不可分状态结合成超小型的电路结构。它与分立元器件相比,具有低耗、高速、体积小、重量轻、可靠性高、技术指标先进、成本低、便于大量生产等优点。

集成电路种类较多,按制造工艺分为膜集成电路,半导体集成电路和混合集成电路。膜集成电路又分为厚膜集成电路和薄膜集成电路,厚膜集成电路是在绝缘基片上(陶瓷或玻璃),利用印刷技术将各种材料制成浆料作为印剂制成的电路,膜厚约几个微米。薄膜集成电路是以微晶玻片或陶瓷片为基片,主要采用真空镀膜或溅射的工艺方法,将相应物质的膜蒸发在绝缘板上,制成各种元件所构成的电路,其膜厚一般不超过一微米。

半导体集成电路是在一块硅单晶片上,经过氧化、光刻、扩散、外延、蒸发等一系列工艺制成的晶体管、电阻、电容和连线构成的电路。

混合集成电路是在一个完整的电路中,利用半导体集成电路、膜集成电路、分立器件这三种生产工艺方法中任意二种或三种混合制成的微型结构电路。

按电路工作性质,可分为数字集成电路和模拟集成电路。进行“开”、“关”逻辑运算的称为数字集成电路,除数字集成电路以外,其他功能的集成电路,统称为模拟集成电路。模拟集成电路又可分为线性和非线性两种。

按集成电路中晶体管类型,可分为双极型和单极型集成电路。双极型集成电路中的晶体管是两种载流子参与导电的硅平面管。单极型集成电路中的晶体管采用只有一种载流子参与导电的场效应管,这种电路也称为 MOS 集成电路。

另外,按集成度还可分为小规模、中规模和大规模集成电路。一般小规模集成电路只含 200 个以下的元器件,只有一个单元电路。中规模集成电路含 200~1000 个元器件,通常有较多的单元电路。大规模集成电路含 1000 个以上元器件,一个集成块就是一个系统。

黑白电视机所用的集成电路多属于半导体集成电路,模拟集成电路,双极型集成电路和中、小规模集成电路。近年来还发展有大规模集成电路。

二、半导体集成电路元件及线路特点

半导体集成电路是在一块硅单晶片上,以硅平面晶体管生产工艺为基础,先将所需的电路设计成相应的掩模图案,然后对处理好的硅单晶片,按不同的掩模图案,有选择地进行光刻隐埋、扩散、隔离、蒸发等,同时制成晶体管、电阻、电容和连线。(具体生产工艺见附录一)

1. 晶体管

半导体集成电路中的晶体三极管,根据工艺不同有 NPN 型和 PNP 型,按载流子沿剖面的移动方向 PNP 管,又可分为纵向 PNP 管和横向 PNP 管。

集成电路中晶体管的结构类似于分立元件的平面型晶体管,所不同的是集电极、发射极和基极的引线都在一个平面上,便于各元件互相连线。图 2-1-1 是半导体集成电路中 NPN 管的剖面图。隔离引线接在 P 衬底上,便于管子隔离、屏蔽。集电极引线与 N^+ 扩散层、N 型外延及 N^+ 隐埋层相连,其目的是为了减小集电极本身的串联电阻。因电路结构造成集电极电流的路径比普通平面型晶体管狭而长,引起集电极串联电阻增大,现接上电阻率较低的高掺杂的 N^+ 隐埋层后,使集电极串联电阻下降至 10 欧姆数量级。

由于一个晶体管在集成电路中所占面积很小(约 $150\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$),一块硅片上可同时制作很多晶体管,而且制作方便。因此晶体管在集成电路中被广泛使用。

晶体二极管,是将晶体三极管的三个极按不同方法连接成 PN 结制成的。

2. 电阻

集成电路中的电阻,一般包括金属膜电阻和半导体扩散电阻两大类。金属膜电阻是用金属蒸发工艺,在二氧化硅绝缘膜上,按要求制一层极薄的独立金属膜构成的。

半导体扩散电阻是在制造晶体管的同时扩散制成的。如 P 型扩散电阻是在 N 型外延层上扩散一定长度和宽度的 P 型扩散层,实际上是片状或层状电阻,它的剖面图如图 2-1-2 所示。

在扩散材料及厚度一定的情况下,该扩散电阻值与扩散层长度成正比,与宽度成反比。

在集成电路生产过程中,由于扩散材料的电阻值,受到光刻的精度及硅片面积的限制,能制的电阻阻值一般为 $100\Omega \sim 200\text{k}\Omega$,所以集成电路应避免使用大阻值和小阻值电阻,通常用晶体管电路来代替某些电阻。例如,用晶体管恒流源来代替集电极负载电阻、差动放大器射极电阻等。

3. 电容器

半导体集成电路中的电容器,通常有两种形式。一种是 PN 结电容,一种是氧化硅介质电容即 MOS 电容。PN 结电容是利用反向偏置的发射结或集电结电容来实现的。这些电容可在制作晶体管工艺过程中同时完成,通过控制结面积获得不同容量的电容器。

二氧化硅电容如图 2-1-3 所示,它是用二氧化硅层(SiO_2)作为介质的平板电容,以 N 型发射区和覆盖在二氧化硅膜上的金属为两个电极构成的。

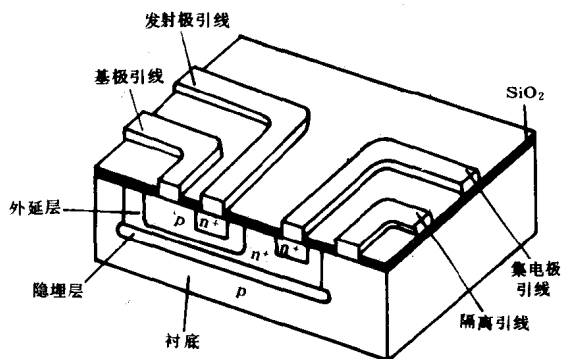


图 2-1-1 半导体集成电路 NPN 管剖面图

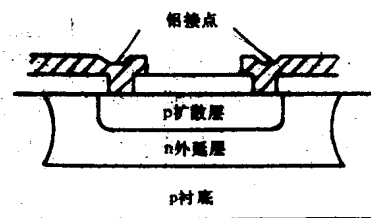


图 2-1-2 集成电路 p 扩散电阻剖面图

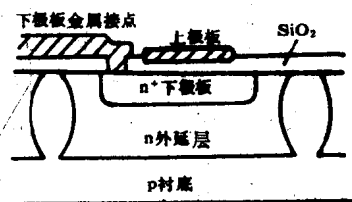


图 2-1-3 SiO_2 介质电容剖面图

由于电容量近似和电容器所占硅片面积成正比，为了降低成本，提高集成度，集成电路中的电容器均做得较小，目前，一般只限于 200pF 以下。

集成电路一般不能制作电感（最近研制出一种模拟电感）。

由于半导体集成电路元件特点和制造工艺决定了半导体集成电路的线路特点，主要表现在以下几个方面：

a. 用晶体管多，用电阻、电容少。在集成电路中，因电阻、电容所占硅片面积比晶体管大。集成电路的成本主要决定硅片面积的大小。硅片面积越小，成本越低，同时产品合格率也越高，因制造工艺缺陷多数是由于硅片材料缺陷造成的，并且在集成电路中制造晶体管比制造电阻、电容方便，所以尽量用晶体管电路来代替电阻以及少用电阻、电容。如以恒流源代替电阻分压偏置，电路采用直接耦合方式等。而电路中必须用的大电阻、大电容只有通过外接元件来解决。

b. 采用较多元器件以保证电路性能。在分立元件电路中，如果增加元器件，就会增加焊接工作量，增加成本。而在集成电路中，增加元器件只是在光刻掩模版图上多一些块块和引线条，并不增加任何工序，也不会明显增加成本。因此，为保证整个电路性能，集成电路不惜采用较多的元器件。

c. 利用元器件的对称性，降低对元器件精度的要求。由于集成电路制造工艺的限制，使集成电路元器件参数不能任意选择。要制造具有精确参数的晶体管和电阻是很困难的，一般误差较大，即元器件的精度不高。但在同一硅片上，相邻元件的参数一致性却很好。因它们经过同一个工艺流程，各元件误差相同，性能也相同，很容易满足电路的对称性。利用这一特点，集成电路中大量采用了差分电路。差分电路的两管参数一致性好，能有效地抑制共模信号，这样可以克服由于温度、电压等外界因素对于差分对管工作点的影响，即工作点漂移，也就是零点漂移，使电路的放大倍数等参数都很稳定。这也使集成块中多采用直接耦合电路成为可能。

这样就把对单个元器件参数高精度的要求转化为对元器件对称性的要求，从而保证了电路的性能。

由于上述特点，半导体集成电路形式与分立元件电路形式有很大差别。它的基础电路除上面提到的差分（或双差分）电路以外，还有恒流源、恒压源、电平偏移电路等。

三、集成电路电视机的特点

1. 性能优于分立元器件组成的电视机

(1) 耦合形式：分立器件电视机通道部分多采用 RC 耦合式放大器或 LC 调谐放大器。为了防止信号失真，应保证放大器有一定的频带宽度，但加宽了频带又会带来一定的相位失真，这

一矛盾难以处理,从而妨碍了电视机接收质量的提高。集成电路电视机中,由于通道部分多采用直接耦合的差分放大器,信号失真小,加上电路中元器件分布电容小,因而相位失真小,图像质量自然比分立器件电视机要好。另外,集成电路电视机为防止因采用直接耦合而带来工作点的漂移,多采用恒流源电路和稳压电路,而分立器件电路中则多用负反馈方式来稳定工作点。

(2)增益控制方式:分立器件电视机多采用改变晶体管偏流的方法来控制中放和高放的增益,方法虽简单,但晶体管参数将随工作点的改变而变化,影响放大器的频率特性和相位特性,而且随增益控制范围的增大,晶体管参数随工作点变化也很大,很容易造成交叉调制失真。而在集成电路电视机中,因为可用较多晶体管来控制增益的变化,受控级增益不但变化范围宽,而且线性好,对放大器相频特性影响都较小,所以交叉调制小,图像接收质量得到提高。

(3)检波方式:分立器件电视机中,图像检波多采用简单的二极管检波方式。这种检波方式对于小信号检波来说不是线性的,为了避免检波时的包络失真,要求中放末级输出幅度足够大。另外,由于我国电视广播采用残留边带传输方式,信号中的高、中频成分靠单边带传送,低频成分靠双边带传送,采用简单的二极管检波方式不能解决单边带的问题,检出的信号中高频分量受到较大衰减,产生频率失真,故对检波负载电阻和滤波电容的选择都带来困难,而且还要另外进行频率补偿。还有二极管检波的谐波分量多,容易引起寄生反馈,影响中放幅频特性,还会产生自激,所以屏蔽问题也显得十分突出。而在集成电路电视机中,多采用模拟乘法器(或射随检波器)进行检波,检波效率高,对于大小信号均能获得良好的直线性检波,并且降低了对中放末级输出幅度的要求。另外,它的谐波幅射能量小(比二极管检波器约小 20dB),不包含中频载波分量,这就根除了寄生反馈,中放电路工作十分稳定,这种检波器 3dB 处的带宽可达 6MHz。

(4)滤波时间常数的控制:在分立器件电视机中,要使行 AFC 环路特性好,就必须压低电路噪声,要求滤波时间常数大一些;为了使环路捕捉性能好,又要求滤波时间常数小一些,二者之间矛盾很难解决好。在集成电路电视机中,采用施密特触发器控制滤波时间常数,如行不同步,则施密特触发器可减小滤波时间常数,保证捕捉范围;如行已同步,则施密特触发器可增大滤波时间常数,使环路有较好的保持特性,同步捕捉范围可以达到 1kHz,大大优于分立器件电视机。

(5)稳定性:分立器件电视机中,使用元器件的数量受到限制,无法象集成电路电视机那样去设置完善的稳压、温度补偿等辅助电路,故集成电视机的稳定性比分立器件电视机高。

2. 简化整机结构

由于电路的集成化,使分立元器件大大减少,机芯相应减小,整机结构清晰明白。

3. 调整元件少

电路的集成化,使集成电路电视机的可调元件数减少了三分之一左右,加之集成电路电视机设计中又常采用与集成电路相配合的一些固体组件来代替 LC 调谐回路,所以可实现整机无调整或少调整。

4. 可靠性高

由于外接元器件减少,整机焊点数和连接导线减少,相对提高了整机性能的可靠性。

5. 便于功能扩展

因集成电路电视机机芯小,结构紧凑,有进行功能扩展的余地。此外集成电路内部功能也在不断完善和扩展,如增加自动亮度调节、频率微调指示、频道自动转换以及彩色电视机的自

动肤色校正等功能。

四、电视机集成电路中的基础单元电路

(一) 恒流源电路

在模拟集成电路中,常采用恒流源做偏置电路、有源负载,由于该电流很少受温度变化及晶体管参数变化的影响,故能稳定放大器的工作电流。下面介绍在电视机集成电路中常用的几种恒流源电路。

1. 基本镜像恒流源

基本镜像恒流源电路如图 2-1-4 所示。由于晶体管 BG_1 、 BG_2 是在同一个工艺流程中制造的,它们在硅片上位置又相距很近,可认为两管具有完全相同的特性和参数。

则

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta$$

并且

$$V_{BE1} = V_{BE2} = V_{BE}$$

故

$$I_{B1} = I_{B2} = I_b$$

$$I_{C1} = I_{C2} = I_c$$

根据克希霍夫定律,在节点 A 处的电流方程式为:

$$I = I_{C1} + 2 I_b = I_{C1} + 2 I_{C1} / \beta \quad (2-1-1)$$

由此式可求得:

$$I_{C2} = I_{C1} = I / (1 + 2/\beta) \quad (2-1-2)$$

当

$$\beta \gg 2 \text{ 时, } I_{C2} \approx I, \text{ 而 } I = (E_c - V_{BE}) / R \quad (2-1-3)$$

当

$$E_c \gg V_{BE} \text{ 时, } I \approx E_c / R, \text{ 故 } I_{C2} \approx I \approx E_c / R \quad (2-1-4)$$

由此可说明:

(1) 当镜像恒流源 E_c 及 R 一定时, $I \approx I_{C1} = I_{C2}$ 也一定, 电流 I 称为基准电流。当 E_c 或 R 变化时, 基准电流 I 与 I_{C1} 、 I_{C2} 同时变化, 如照镜子一般, I_{C2} 是 I 的镜像, 镜像恒流源的名称也由此得来。

(2) 当 β 值足够大时, 恒流源的输出电流与 β 无关, 因此, 尽管在制作集成电路时 β 值可能发生偏差, 但输出电流大小可保持恒定。当电源电压较高时, I_{C2} 与 V_{BE} 也无关, 这样恒流源输出电流与对温度敏感的 β 和 V_{BE} 都近似无关, 所以, 输出电流的温度性能比较好。

(3) I_{C2} 仅决定于基准电流 I , 与 BG_2 集电极电压无关, 或者说 BG_2 集电极电压的变化 ΔV_{CE} 引起的集电极电流变化 ΔI_{C2} 极微, 因此, BG_2 集电极有很高的交流输出阻抗。

(4) 若三极管的 β 值不够高, I_{C2} 不再是 I 的镜像, I_{C2} 与 β 有关, 因而恒流源的精度和温度稳定性也就降低了。对于一般电路来说, 基本型镜像恒流源的稳

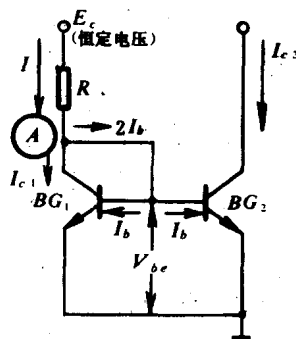


图 2-1-4 镜像恒流源

定性还能满足要求,如要求稳定度更高,则需采用改进型镜像恒流源。

2. 改进型镜像恒流源

如图 2-1-5 所示,其中图(a)为补偿型,图(b)为反馈型,它们在基本镜像恒流源的基础上增加了一个 BG_3 。先分析图(a),制作时可使三个晶体管特性一致,并都工作在线性区。

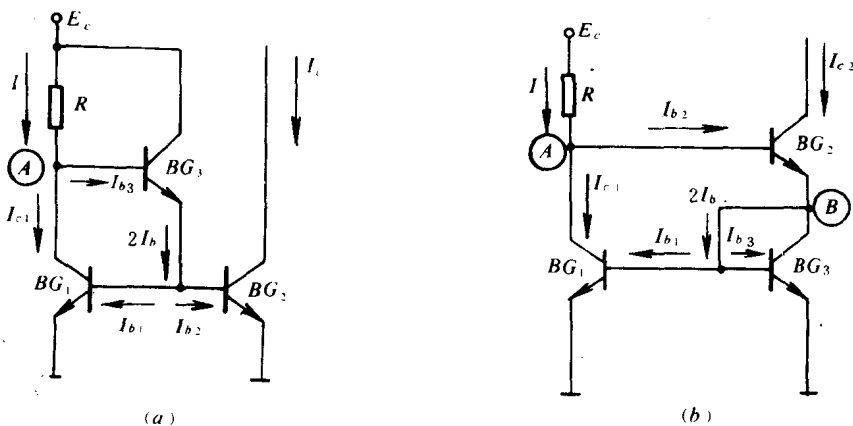


图 2-1-5 改进型镜像恒流源

因而

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta$$

又

$$V_{be1} = V_{be2} = V_{be}$$

所以

$$I_{b1} = I_{b2} = I_b$$

$$I_{c1} = \beta I_{b1} = \beta I_b = \beta I_{b2} = I_{c2} = I_c$$

BG_3 发射极电流

$$I_{e3} = 2I_b$$

其基极电流

$$I_{b3} = \frac{I_{e3}}{\beta + 1} = \frac{2I_b}{\beta + 1}$$

对节点 A 列出电流方程

$$I = I_{c1} + I_{b3} = \beta I_b + \frac{2I_b}{\beta + 1} = \frac{\beta(\beta + 1) + 2}{\beta + 1} I_b$$

所以

$$I_b = \frac{\beta + 1}{\beta(\beta + 1) + 2} I$$

而恒流源的输出电流

$$I_{e2} = \beta I_b = \frac{\beta(\beta+1)}{\beta(\beta+1)+2} I = \frac{1}{1+\frac{2}{\beta(\beta+1)}} I \quad (2-1-5)$$

当 $\beta(\beta+1) \gg 2$ 时

$$I_{e2} = I$$

从此可以看出, $\beta(\beta+1) \gg 2$ 的条件比 $\beta \gg 2$ 的条件容易满足, 这种电路对 β 的要求大为放宽, 即 β 值的变化对输出电流 I_{e2} 的影响比基本型镜像恒流源小得多, 所以该电路具有较好的稳流特性。

在基本型镜像恒流源电路中, 恒流源输出电流 $I_{e2} = I_{e1} = I - 2I_b$, 把 I_{e2} 近似看成等于 I , 就有 $2I_b$ 的误差, 图(a)改进型镜像恒流源的输出电流 $I_{e2} = I_{e1} = I - I_{e3} = I - \frac{2I_b}{\beta+1}$, 误差为 $\frac{2I_b}{\beta+1}$, 从此可以看出, 该电路减小误差的实质是利用 BC_3 的电流放大作用, 把误差项 $2I_b$ 缩小了 $(\beta+1)$ 倍。

也可认为是用 BC_3 的电流放大系数来补偿误差, 故称为补偿型。

图(b)为负反馈型镜像恒流源。三个晶体管 BC_1 、 BC_2 、 BC_3 的参数与特性也完全相同, 而且也都工作在线性区, 故 $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta$

又

$$V_{be1} = V_{be3}$$

所以

$$I_{b1} = I_{b3} = I_b$$

$$I_{e1} = \beta I_{b1} = \beta I_b = \beta I_{b3} = I_{e3}$$

对节点 A 列出电流方程:

$$I = I_{e1} + I_{e2} = I_{e1} + \frac{I_{e2}}{\beta} \quad (2-1-6)$$

$$I_{e1} = I - \frac{I_{e2}}{\beta}$$

对节点 B 列出电流方程:

$$I_{e2} = I_{e3} + 2I_b = I_{e1} + 2\frac{I_{e1}}{\beta} = (1 + \frac{2}{\beta})I_{e1} \quad (2-1-7)$$

又

$$I_{e2} = \beta I_{b2} = \frac{\beta}{\beta+1} I_{e2} \quad (2-1-8)$$

把(2-1-7)式代入(2-1-8)式得到:

$$I_{e2} = \frac{\beta}{\beta+1} (1 + \frac{2}{\beta}) I_{e1} = \frac{\beta}{\beta+1} \cdot \frac{\beta+2}{\beta} I_{e1} = \frac{\beta+2}{\beta+1} I_{e1} \quad (2-1-9)$$

将(2-1-6)式代入(2-1-9)式得

$$I_{e2} = \frac{\beta+2}{\beta+1} (I - \frac{I_{e2}}{\beta}) = \frac{\beta+2}{\beta+1} I - \frac{\beta+2}{\beta(\beta+1)} I_{e2}$$

即

$$[1 + \frac{\beta+2}{\beta(\beta+1)}] I_{e2} = \frac{\beta+2}{\beta+1} I$$

所以