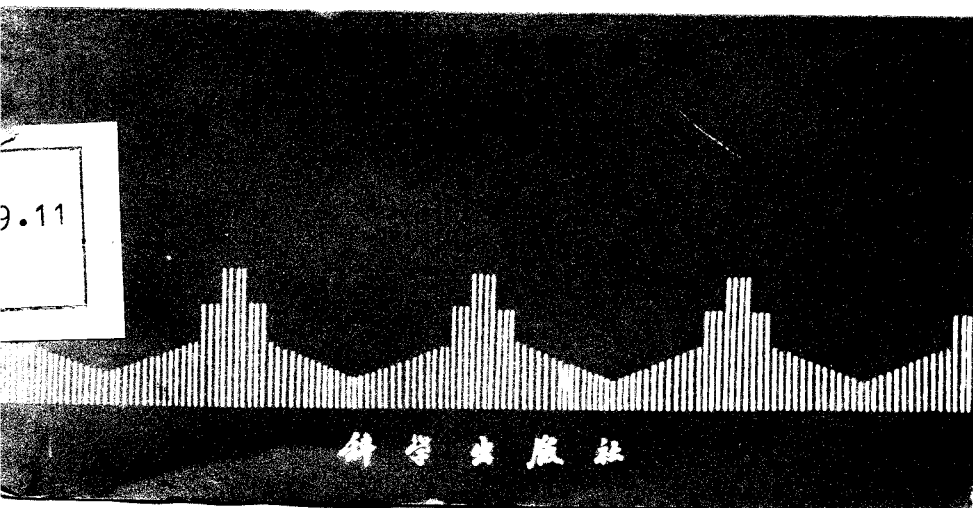


集成电路黑白电视机

原理与维修



内 容 简 介

本书叙述以集成电路装配的黑白电视机的原理与维修。全书共八章,内容包括集成电路基础知识;电视机集成电路的单元电路;D系列集成电路的内部电路及一些常用集成电路的典型应用;三种常见的整机电路;集成电路电视机的修理特点和方法以及常见故障的逻辑检修方法。书末附有四种集成电路电视机电原理图。

本书适于电视机维修人员和广大业余爱好者阅读,也可作有关学校、训练班教材。

集成电路黑白电视机原理与维修

谢玄玄 章庆芳 编著

责任编辑 陈 忠

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1986年10月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1986年10月第一次印刷 印张:8 3/8 插页:3

印数:0001—30,600 字数:189,000

统一书号:15031·746

本社书号:5058·15—7

定 价: 1.80 元

前 言

本书讲述了集成电路的基础知识,介绍了电视机集成电路中的基础单元电路,详细分析了D系列集成电路的内部电路,介绍了国内黑白电视机常用集成电路的典型应用,分析了三种常见的国产集成电路黑白电视机的整机电路,介绍了集成电路电视机的修理特点和检修方法,并以D系列集成电路黑白电视机为例阐述了常见故障的逻辑检修方法。

在我国,已大批量生产D系列集成电路,且由它组装的黑白电视机也比较多;因此,在编写本书时,我们以讲述D系列集成电路为主,不仅介绍了它的典型应用,还分析了其内部电路的工作原理。事实上,学会分析D系列集成电路的内部电路,再去分析其它的电视机专用集成电路的内部电路也就不困难了。对于不需要了解集成电路内部电路的读者可不必阅读这部分内容,也可不必阅读本书的第二章,而这对本书其它部分的学习是没有影响的。

本书可供电视机维修人员和广大业余爱好者阅读,也可供中等专业学校、技工学校的家用电器、电视机维修专业作为教材,还可供电子技术培训班使用。

由于编者的水平和实际经验有限,书中难免有错误或不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1985年春于安徽省安庆商业学校

目 录

前言

第一章 集成电路的基础知识	1
第一节 概述	1
第二节 半导体集成电路的制造工艺	7
第三节 集成电路元器件及其特点	13
第四节 半导体集成电路的线路特点	20
第二章 电视机集成电路中的基础单元电路	23
第一节 恒流源电路	23
第二节 稳压源电路	34
第三节 直流电平偏移电路	38
第四节 差分放大器	43
第五节 双差分电路及应用	63
第三章 图象通道集成电路	89
第一节 D7611(07)AP 集成电路	89
第二节 HA1144、HA1167 集成电路	112
第三节 μ PC1366C 集成电路	116
第四章 伴音通道集成电路	119
第一节 D7176AP 集成电路	119
第二节 KC583 集成电路.....	133
第三节 AN355 集成电路	135
第四节 μ PC1353C 集成电路	137
第五章 扫描集成电路	140
第一节 D7609P 集成电路	140
第二节 HA1166 集成电路.....	166
第三节 KC581 集成电路	169

第四节	μ PC1031H ₂ 集成电路	171
第六章	集成电路黑白电视机整机电路分析	174
第一节	由 D 系列集成电路组成的黑白电视机电路分析 ...	174
第二节	由 HA1144、HA1167、KC583、KC581、HA1166、 KC582 组成的黑白电视机电路分析	181
第三节	由 μ PC1366C、AN355、 μ PC1031H ₂ 组成的黑白电 视机电路分析	184
第七章	集成电路电视机检修的基本方法	189
第一节	集成电路电视机的修理特点	189
第二节	集成块的检测	191
第三节	集成电路电视机的逻辑检修步骤	200
第八章	集成电路黑白电视机常见故障的逻辑检修	201
第一节	光栅及扫描方面的故障检修	201
第二节	图象与伴音方面的故障检修	224
第三节	同步方面的故障检修	243
附录 I 集成电路内部原理电路图		
附录 II 上海牌 J135-5U 型集成电路黑白电视机电原 理图		
附录 III 凯歌牌 4D14 型集成电路黑白电视机电原理图		
附录 IV 昆仑牌 B3110 型集成电路黑白电视机电原理图		

• • •

第一章 集成电路的基础知识

第一节 概 述

麦克斯韦的电磁理论预见了电磁波的存在,并从理论上证明了电磁波与光波一样,可以在空间中传播,这为无线电的发明奠定了坚实的理论基础。接着,1887年,赫兹成功地进行了用人工方法产生电磁波的实验,从实践上证明了“无线电”的存在。在赫兹的实验中,收、发两处不过是一墙之隔,无线电的通信距离是微不足道的;但它的意义是重大的,证明了不用电线也能传播信号。后来,人们做了许许多多扩大通信距离的尝试,直到1894年,俄国人波波夫和意大利人马可尼分别成功地进行了距离为数百米和一千多米的通信试验,这就开始了无线电应用的新时代。1901年,横跨大西洋的无线电报通信试验成功,从此,进入了无线电通信的一个新阶段。

1906年,美国人德福雷斯特发明了电子三极管,它能把微弱的电信号加以放大,使无线电话成为可能。电子三极管的广泛运用,使无线电技术得以迅速发展,从而进入了无线电技术的另一个新阶段。以后,人们又进一步改进、制作了多极管(四极管、五极管、束射管等等)和复合管,统称为电子管,成为电子设备的第一代器件。

1948年,美国贝尔电话实验室的巴丁、布拉顿、肖克莱等人发明了晶体管。随着晶体管的逐步改进,实现了电子管所能完成的功能。与电子管相比,它具有体积小、重量轻、寿命长、耗电省等许多优点,这就引起了电子设备的一次飞跃发

展。晶体管作为第二代电子器件在许多方面取代了电子管。

随着科学技术和生产的发展,电子设备的电路越来越复杂,应用的元器件数量越来越多,这就对设备的可靠性、小型化提出了更高的要求,而晶体管所能达到的技术条件无法满足上述要求。为了解决这个矛盾,人们最先是从小元件的体积和提高装置密度入手,把晶体管制成体积很小的“芝麻管”,将一个个元件制作在一定规格的基片上,然后立体重叠布线,构成微模型组件。这种方法并没有脱离原有电路组装的范围。1952年,英国科学家达默提出了“固体电路”的设想,他设想“这种固体块由一些绝缘的、导电的、整流的以及放大的材料层构成,而把每层分割出来的某些区域直接相连,可以实现某种电路的功能。”这就是“集成电路”的概念。根据这个设想,美国年青工程师杰克·基尔比于1958年制成了世界上第一批集成电路。后来,美国仙童半导体公司的鲍勃·诺伊斯和戈登·穆尔在氧化膜上制成连线,并研制成功硅平面工艺,这就最终完成了集成电路的全部工艺,从而奠定了半导体集成电路发展的坚实基础。目前,集成电路已经飞速地发展起来了,成为电子设备的第三代器件。

集成电路比分立元器件有许多优点,它主要表现在:

1. 便于大量生产,成本低

一块集成电路中包含了许多元器件,但这许多元器件并不是一个个单独制成的,而是“整体”制作的。从制造工艺上看,制造一块集成电路的工艺与制造单个晶体管的工艺基本上相同,而且在生产中还往往是数百个集成电路同时制作在一块硅片上,这就大大提高了生产效率。在集成电路的生产中,根据电路的需要设计并制成掩模图案是较费事的,但这种掩模一经制成,就可大批地、方便地进行生产,而且可以实现

高度的自动化生产,因而就大大降低了成本.至于用集成电路组装的电子设备,由于装配和调整简易,从而节约了劳动力,使成本更进一步降低.

2. 体积小,重量轻

在集成电路中,元器件是直接制在硅单晶片上的.这使它们的几何尺寸成百倍地缩小,又省去原来作为单个元器件的封装外壳,省去了分立元件组装成电路时的印刷电路板、插件等,这就使得同样功能的电子电路的体积、重量,缩小了许多倍.随着集成电路技术的不断提高,电子设备将进一步向小型化发展.

3. 提高了电子设备的可靠性

焊接点的故障在电子设备的所有故障中占有很大的比重.电子设备采用集成电路后,外围元件数目较少,使设备的焊接点数目大大减少,从而提高了电子设备的可靠性.对于大型电子设备来说,只有采用了集成电路才使设备的正常工作成为可能;因为在大型电子设备中,元器件数量极多,焊点及连接线也极多,出现故障的可能性大,只要其中一处发生故障,就会使整个设备无法工作.

4. 技术指标先进

在制作集成电路时,可根据集成电路的工艺特点,设计出无法用分立元件组成的性能高的电路.例如:在集成电路中广泛采用乘法检波器,这种检波器在小信号下就有良好的检波线性,因而降低了对中放级增益的要求,使中放级工作稳定,不易产生交叉调制,且具有一定的检波增益.由于在制作集成电路中多做一些元件并不费事,又不会提高多少成本,因

而集成电路可使用较多的元器件以保证电路的性能。这一点在讲到具体电路时我们将进一步说明。

目前,集成电路也还存在一些不足之处,例如它的功率不够大,损坏时需要整块加以替换等。但是,由于集成电路所具有的巨大优越性,使得集成电路的出现与发展带来了电子工业的奇迹般的变化。

集成电路产品品种繁多,可用不同方法作如下分类:

一、按其制造工艺分

1. 膜集成电路

根据工艺方法及膜厚的不同,又可分为厚膜集成电路和薄膜集成电路。

厚膜集成电路是利用丝网漏印的方法(与利用油墨和蜡纸进行印刷的方法相似),在绝缘基片(陶瓷或玻璃)上,放上预先制好的漏印板,把电阻材料的印浆通过漏印板印刷在基片上烘干后就成了厚膜电阻;通过改变电阻印浆的材料成分以及改变漏印板上的图形的方法,可以制出不同阻值的电阻。利用多层印刷不同材料,可以制作电容器。电路中所需的晶体管是硅平面管的管芯硅片,把它和相应元件焊接起来。其电路连线是通过漏印金属印浆而制成的,膜的厚度一般有几十个微米。

薄膜集成电路是以微晶玻璃片或陶瓷片为基片,主要采用真空镀膜或溅射的工艺方法,在基片表面依次蒸发多层薄膜相互重叠而构成电路。如制造电阻薄膜的蒸发材料是镍铬合金或钽;制造薄膜电容的电介质材料是二氧化硅、五氧化二钽或二氧化钛等,其极板是蒸发的铝膜;电路中所需的晶体管仍然是硅平面管的管芯硅片;电路连线是蒸发的铝膜。由于蒸发的薄膜较薄,所以厚度一般都不超过1微米。

膜集成电路中的电阻、电容数值范围可以做得较宽,且精度较高,元器件之间的绝缘也较好;但是,膜集成电路的制造工艺比较麻烦,不便于大规模工业化生产,在可靠性和成本方面,也不及下述的半导体集成电路。

2. 半导体集成电路

半导体集成电路是在同一块硅单晶片上,经过氧化、光刻、扩散、外延、蒸发等一系列工艺同时制成晶体管、电阻、电容和连线。它的基本工艺是硅平面晶体管的平面工艺。电路中的电阻是掺入一定量杂质的半导体电阻,电路中的电容是半导体 pn 结电容或二氧化硅介质电容,在硅片表面蒸发一层金属铝薄膜,完成元件之间的联接,做好的硅芯片,封入一定的外壳之中。

半导体集成电路一旦设计定型就可以大量生产,因此生产效率高,成本低,得到了广泛的应用。

3. 混合集成电路

凡是一个完整电路,是利用半导体集成电路、膜集成电路、分立元器件这三种工艺方法中的任意两种或三种混合制作而成的微型结构电路,都称为混合集成电路。这种混合集成电路可以充分发挥每种工艺方法的优点,但是,其制作工艺比较复杂,生产效率低。

二、按电路工作性质分

数学上把数量分为模拟量与数字量两种。连续变化的量称为模拟量;有规律性的且不连续变化的量称为数字量。把电路分为数字电路与模拟电路也是基于上述的基本概念。

数字集成电路能够完成数字运算,它以“开”和“关”两种

状态表示二进制中的“1”和“0”，通过各种逻辑关系进行运算；所以又称它为逻辑集成电路。这种电路广泛用于计算技术和自动控制电路中。数字集成电路的电路形式比较简单，通用性较强，适宜大批生产，所以发展也较快。

模拟集成电路是相对于数字集成电路而言的，我们把数字集成电路以外的其他功能集成电路统称为模拟集成电路。它包括线性模拟集成电路和非线性模拟集成电路。线性模拟集成电路的输出信号与输入信号成线性比例关系，如各种线性放大器。非线性模拟集成电路的输出信号与输入信号不成线性比例关系，如完成检波、混频、稳压功能的集成电路等。但我们习惯上把模拟集成电路笼统地称为线性集成电路（当然，这是不严格的）。

三、按照集成电路的集成度分

一个集成电路中所包含的元器件数目称为集成度。小规模集成电路一般只包括十几到几十个元器件，一个集成块只是一个单元电路。中规模集成电路包括有 100 到几百个元器件，一个集成块包含有较多的单元电路。大规模集成电路一般包括 1000 个元器件以上，一个集成块就是一个系统，形成较完整的功能。

四、按集成电路中晶体管的类型分

按集成电路中晶体管的类型可分为双极型和单极型集成电路。双极型集成电路中晶体管是 NPN 或 PNP 硅平面管，两种载流子——电子和空穴都参与导电。单极型集成电路中的晶体管为场效应管，它只有一种载流子（电子或空穴）参与导电，这种电路也简称为 MOS 集成电路。

电视机用的集成电路属半导体集成电路，模拟集成电路，

双极型集成电路。电视机的集成电路主要是中、小规模集成电路，但近些年来也发展到了大规模集成电路的范围之内，且具有多种功能，形成系列。

我国在七十年代初已开始研制电视机用的各种半导体集成电路。早期产品有 5G300 系列和 7CD 系列，用它们都可组装黑白及彩色集成电路电视机。最近，我国生产彩色和黑白电视机通用的 D 系列，由它组装的 35cm (14 英寸) 黑白电视机已大批投入市场，由于这条生产线产量大，成本低，今后几年内，国内生产的黑白及彩色集成电路电视机将大部分由它来组装。

第二节 半导体集成电路的制造工艺

了解半导体集成电路的制造工艺情况，对很好地理解和应用集成电路是必要的。因此，下面将作一简单介绍。

一、一些工艺名称介绍

1. 氧化

氧化过程是将硅片放在高温 ($800^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$) 的氧中，使半导体表面形成二氧化硅 (SiO_2) 的薄层，以防止外界杂质的沾污。[见图 1-2-1(a)]

2. 光刻

光刻就是利用照相制版的技术，将集成电路制造过程中所需要的有关图形刻在硅片上。制造过程是：先在二氧化硅薄膜上涂上一层具有光抗蚀性的感光胶 [见图 1-2-1(b)] 然后将紫外光线通过带有图形的掩膜版照在感光胶上 [见图 1-2-1(c)]，在显影时，被光照射的部分，显影剂对它不起作用，

于是被保留下来;未被光照射部分则被溶解掉,露出开口[见图 1-2-1(d)]. 由于氟氢酸能溶解二氧化硅但不能溶解感光胶,因此经过这个腐蚀步骤之后[见图 1-2-1(e)],需要经过扩散部分的硅片便暴露出来. 在扩散杂质之后,再用硫酸溶液洗去具有抗蚀性的感光胶[见图 1-2-1(f)],为下一次光刻做好准备.

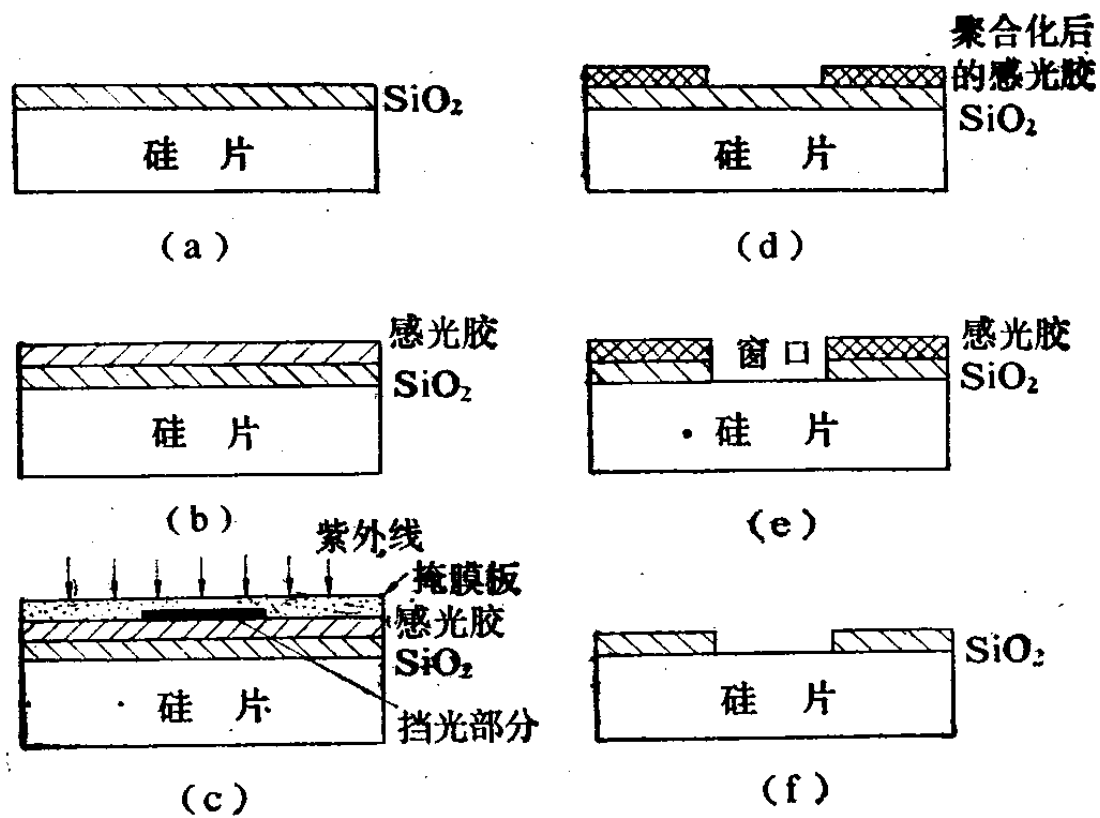


图 1-2-1 光刻的步骤

3. 扩散

扩散工艺就是将磷、砷、硼等元素的气体按照制成 P 型或 n 型半导体的要求引入扩散炉中. 炉温控制在 1000°C 左右, 经过规定的时间(例如 2 小时)后即形成 pn 结. 每次扩散完毕后,就再一次氧化,将表面用二氧化硅保护起来.

4. 外延

外延生长技术主要是在半导体基片(称为衬底)上获得与

基片结晶轴同晶向的半导体薄层，这个薄层称为外延层。它的作用是保证半导体表面性能均匀。

5. 蒸铝

即在真空中将铝蒸发，沉积在硅片表面上，为以后引出接线作准备。

二、简要工艺流程

我们以下图所示电路来简要说明工艺流程

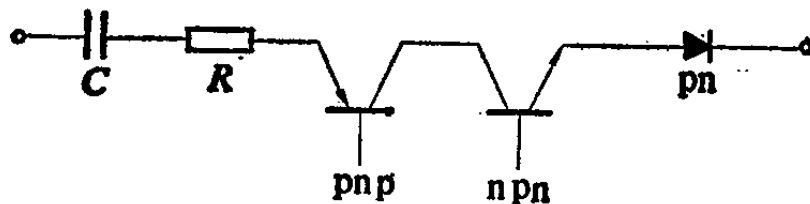


图 1-2-2

1. 制片

将拉好的 P 型单晶硅切成厚度不到 1mm 的薄片，并将表面抛光作为衬底。

2. 制作 n^+ 隐埋层

为了降低集电极串联电阻，在制作 npn 管区域预先制作一层 n^+ 隐埋层。

(1) 隐埋氧化：在硅表面生长二氧化硅薄层。

(2) 隐埋光刻：在需要隐埋 n^+ 的区域将二氧化硅腐蚀掉，形成窗口。

(3) 隐埋扩散：在高温下，将杂质锑通过隐埋窗口扩散到 P 型衬底中去形成 n^+ 隐埋层。

3. 外延

在 P 型衬底上生长一层 n 型硅外延层, 作为三极管的集电极。

(1) 去掉表面的 SiO_2 。

(2) 将硅片放在石英舟内加温至 1200°C , 利用氢将四氯化硅还原的原理, 在衬底上生长一薄层的单晶硅。

4. 制作隔离岛

其目的是使集成电路各元件互相隔离(绝缘)。

(1) 隔离氧化: 在外延层表面形成 SiO_2 薄层。

(2) 隔离光刻: 在需要形成隔离槽的区域将二氧化硅腐蚀掉, 形成窗口。

(3) 隔离扩散: 将高浓度的硼从隔离槽窗口扩散进去, 穿透外延层直到衬底, 形成 P 型隔离槽。这样 P 型衬底和 P 型隔离槽将 n 型外延层分为 5 个隔离岛, 使用时 P 型材料接低电位, n 型外延层接高电位, 这就利用了 pn 结反偏时的隔离作用。

5. 制作基区

对于 npn 管而言是形成基区, 对于横向 pnp 管而言是形成发射区和集电区, 与此同时, 可形成 P 型扩散电阻。

(1) 基区光刻: 在需要形成 npn 管的基区, 横向 pnp 管的发射区和集电区, 以及 P 型电阻的区域刻出相应窗口。(在隔离扩散时上面已覆盖一层 SiO_2 , 故无需基区氧化。)

(2) 基区扩散: 通过窗口将硼扩散进去, 形成各 P 型区域。

6. 制作发射区

对 npn 型管而言是形成发射区, 与此同时, 还可形成集电

极引线处、 SiO_2 介质电容的下极板 (n^+ 扩散层) 和 n 型扩散电阻。

(1) 发射区光刻: 在需要形成 npn 管的发射区, npn 管集电极的引线处, SiO_2 介质电容下极板位置和 n 型电阻区域刻出相应的窗口。

(2) 发射区扩散: 将磷从各窗口扩散进去形成发射区,

