

(13)

收音机 集成电路

集成电路

芯片

新领元器件



无线电与电视

单片收音机集成电路及其典型芯片应用

43-47

陈颖

TN856
TN430

单片收音机集成电路随着集成电路技术的发展,工艺难题的解决而产生,并且在不断发展。本文通过对四种有代表性的较为普及的单片收音机集成电路芯片及应用电路的介绍,可以了解单片收音机集成电路的特点及优越性,对单片收音机集成电路的使用有所帮助。

单片收音机集成电路的发展

在晶体管问世不久,英国科学家 Dummer(达默)提出了集成电路的设想。而后,美国一位年轻的工程师 Jack Kiley(杰克·基尔)于1958年9月在 Texas Instruments Incorporated(得克萨斯仪器公司)制成了世界上第一块集成电路——三个移相振荡器。1959年8月,美国 Fairchild Incorporated(仙童公司)的 Robert Noyce(罗伯特·诺伊斯)等人发明了硅平面工艺,奠定了半导体集成电路发展的基础。此后,半导体集成电路迅速发展。Jack Kiley 和 Robert Noyce 也成了当今世界上公认的集成电路发明人。

集成电路按其功能分数字集成电路和模拟集成电路两大类。数字集成电路的内电路种类较为单一、功能简单,电气参数指标相对要求不高、制造容易。而模拟集成电路的种类繁多,对质量要求也很高,如音响集成电路的失真系数、频率特性、噪声特性等,都比数字电路要求严格。因而,模拟集成电路的发展速度远远低于数字集成电路,音响集成电路的发展更晚。

进入70年代以后,电子技术的发展对模拟集成电路需求大大增加,以及集成电路生产工艺的突破性进展,使模拟集成电路得到迅速发展。

单片收音机集成电路是一种具有复合功能的音响集成电路,收音机的整机基本功能由一块芯片完成,它是70年代末集成电路工艺突破性发展的产物。一块集成电路中要完成收音机的功能又要保证较高的性能是比较困难的。因为在一个单片收音机集成芯片中,含有变频、中频、检波、AGC、低放、功放和稳压等单元电路,从高频到低频,从非线性到线性样样俱全,功能多就导致电路复杂,集成度相应增大,而提高模拟电路的集成度比数字电路困难。集成电路集成度的增大,使电路的密度增大,导致高频电路中寄生调幅增多而易产生寄生振荡;功放电路中的热量会导致芯片温

度的上升,从而影响其他各级的正常工作,严重的将损坏电路;密度增大也限制了耐压的提高,使电路动态范围减小。增大芯片的尺寸可以增加高低频单元之间的距离,减少寄生电容、也有助于功放散热,提高耐压等,但是大面积材料内的缺陷必然多,模拟集成电路对芯片缺陷非常敏感,会使材料的利用率下降而导致成本上升。

此外,收音机集成电路的线性、信噪比、频率特性等性能指标不能低于分立元件电路,而这些要求对半导体集成电路的硅平面工艺是比较困难的。在普通六、七管的晶体管超外差收音机的几十个分立元件中,电感、大电容的元件所占比例很大,这些元件都不适于集成,适于集成的二极管、三极管、电阻、小电容所占比例很小。早期的收音机集成电路就是把晶体管及少数电阻组合成一体,仅是对分立元件电路的简单模拟,集成度不高,外围元件仍和原来一样多,集成电路的优越性没有得到体现。

以后,收音机集成电路一直朝着提高功能、简化外围电路、提高性能的目标进行。随着集成电路工艺的发展,单片调幅、调频收音机芯片相继问世,它不是一般分立元件收音机电路简单组合,而是充分发挥集成工艺的优越,使其具有分立元件收音机电路不可比拟的独特性能。现在,单片集成电路收音机外围元件已减至四连电容、磁棒天线、电位器等几个元件,收音机成本降低,调试简化,电源电压范围得以展宽。功放中所需的输入输出变压器已被集成的 OTL 电路所代替。为了减少功放的产生热量对小信号前级的影响,大部分单片收音机集成电路中不含功放电路,可外接功放集成电路得到不同的功率输出,便于收音机集成电路与其他音响电路配合使用。

早期的单片收音机集成电路多数为 AM 收音机集成电路,随着现代生活的发展,空间电磁波增加,AM 广播的受到的干扰日益严重,听众的兴趣开始向音质优美的 FM 广播转移,FM 接收机中的高频头、中频电路、立体声解码器等复杂电路集成在芯片上已不困难,而且采用集成技术使复杂电路成本大大下降,FM 广播发展潜力很大。当前,流行的单片收音机集成电路是一个芯片内具有 FM/AM 通道。AM 可以和 FM 通道的一部分电路共用,也可以设置独立通道。尽管多功能、高性能、低功耗的发展使单片收音机集成电路的电

路比较简单,但是与各种专用的接收机集成电路相比,单片收音机集成电路由于其功能多而性能上还不够高,因此,大多数单片收音机集成电路都是为普及型袖珍便携机而设计生产的,用单片收音机集成电路装配的收音机一般都能达到三级机水平。

目前,单片收音机集成电路型号较多,有的仅有 AM 电路,有的仅有 FM 电路,有的 FM/AM 共用,有的还带立体声解码。较为普及的有:

1. 荷兰飞利浦公司:

FM 电路:TDA7000、TDA7010、TDA7020

FM/AM 电路:TBA570

2. 美国史普拉格公司:ULN2204、ULN3839

3. 东芝公司:

AM 电路:TA7641

FM/AM 电路:TA7613、TA7747

4. NEC 公司:uPC1013

5. 德律风根公司:TDA1083

6. 日立公司:HA12402

7. 索尼公司:

FM/AM 电路:CXA1019、CXA1111、CXA1191

立体声 FM/AM 电路:CX20029、CXA1238

(其中 TA7613、HA12402、TDA1083、ULN2204 的 4 种集成电路可以互相代换)

国内也有引进或仿制产品,如 D3839 可用 ULN3839 代换,FS2204、FY2204、BCD2204 可用 ULN2204 代换。

可通用的微型收音机(如手表收音机)集成电路有 CIC7642、YD414、BS414、IN414、MK484、T484 等。

4 种典型的单片收音机集成电路芯片

CXA1019、CXA1111、CX20029、CXA1238 是带高频头,具有较高集成度,目前世界上功能性能较为优越、应用较为普及的 FM/AM 的单片收音机集成电路芯片。其中 CXA1019 内部带有音频功放电路,CXA20029 和 CXA1238 带有立体声输出。它们是日本索尼公司连续推出的芯片,对了解单片收音机集成电路具有一定的代表性。

CXA1019 电源电压范围 2~7.5V,本身带有高频头,外部电路简单。内电路包括 AM 通道的变频、中放、检波和 FM 通道的高放、变频、中放、鉴频以及 AGC/AFC、调谐指示、音频功放等,如图 1 所示。引脚为双列 28 脚封装。

CXA1111 电源电压范围 2~9V,与 CXA1019 相比,高中频部分基本相同,而无音频功放部分,需外接音频功放电路。中频输出端可外接立体声解码电路用于调频立体声接

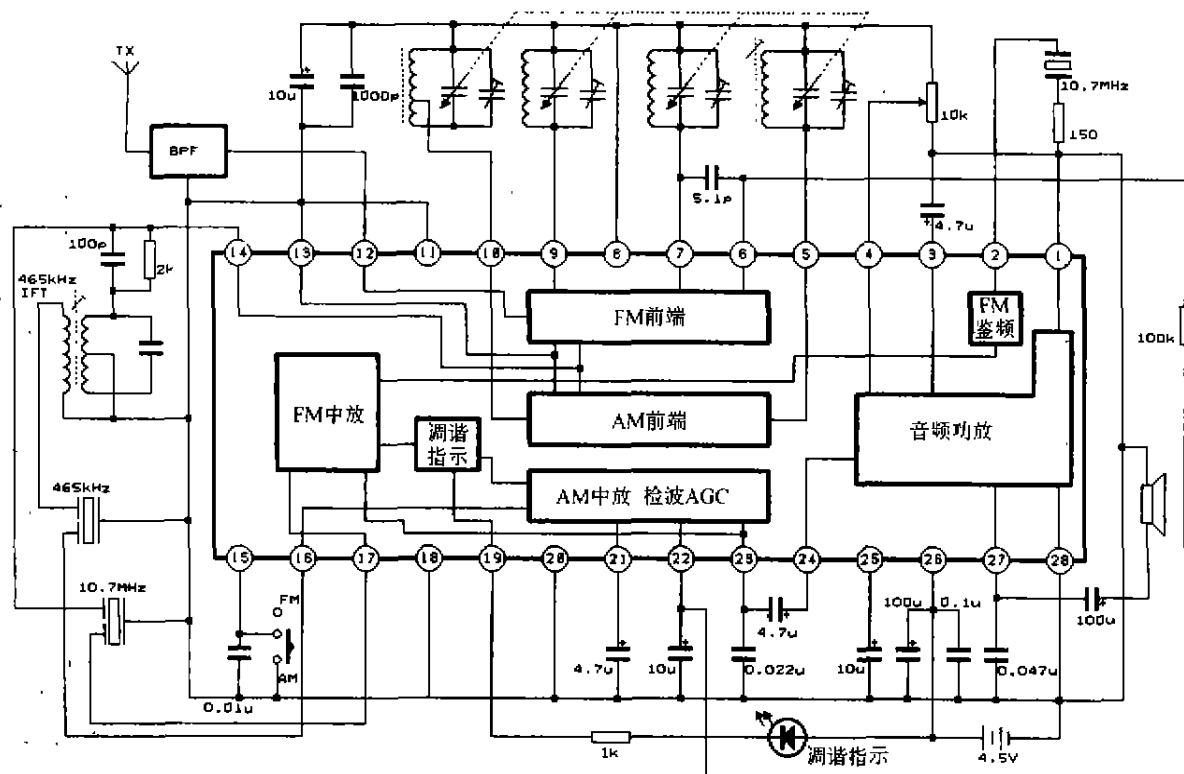


图 1 单片收音机集成电路 CXA1019 及其典型应用电路

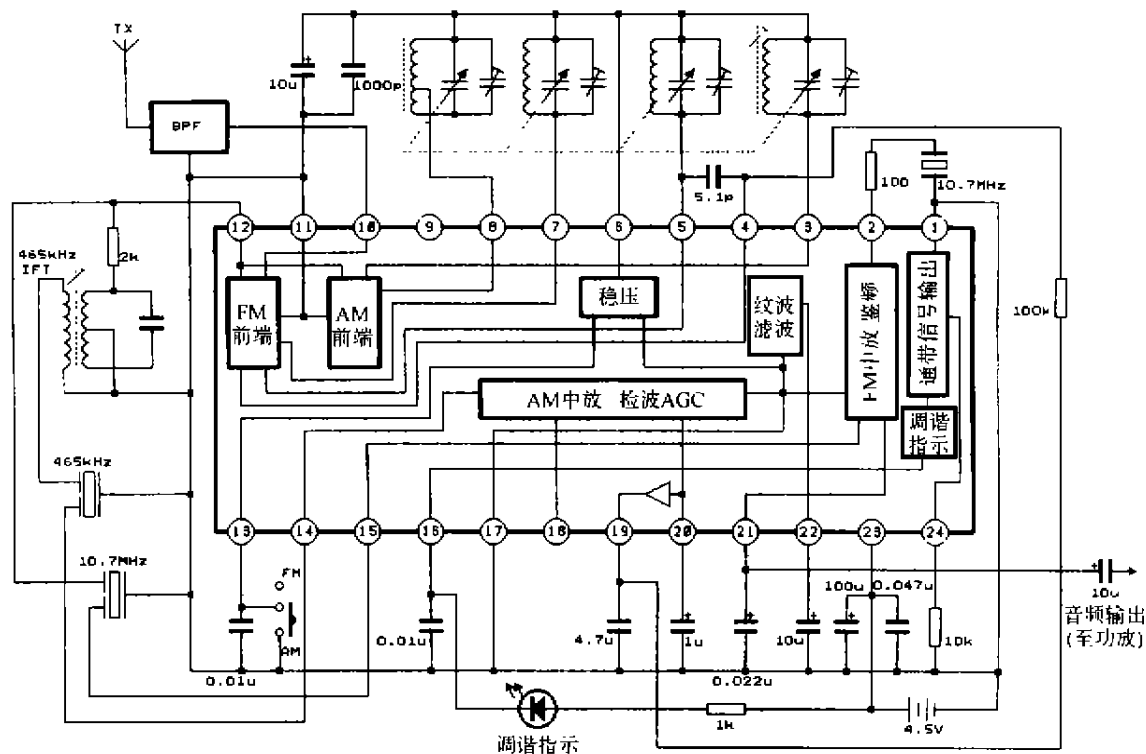


图 2 单片收音机集成电路 CXA1111 及其典型应用电路

收,如图 2 所示。引脚为双列 24 脚封装。

CX20029 电源电压范围 2~9V,片内元件 7300 多个,是音响电路中集成度很高的一种。内电路有 AM 通道的变频、中放、检波、FM 通道的高放、变频、中放、鉴频、以及 AGC/AFC、调谐指示、静噪、PLL 立体声解码、立体声输出、立体声指示。外电路简单,只要在两个输出端接上左、右声道低频放大电路,即可构成一台完整的 AM/FM 立体声接收机,如图 3 所示。引脚为四列 48 脚封装。

CXA1238 是在 CX20029 的基础上推出的,其特点是包含了 CX20029 的全部功能,并且由原来的 48 脚减为 30 脚,并在外电路中省去了价格较贵的 76kHz 晶体,如图 4 所示。CXA1238P/M 的电源电压范围 2~10V,引脚为双列 30 脚封装。

4 种单片收音机集成电路的典型应用电路

从图 1 至图 4 的这 4 种收音机的内部电路及外部应用电路的比较,可以看出这 4 种应用电路有如下特点:

1. 电路在检波输出之前的电路几乎一样

AM 信号经天线回路的调谐与选择,由“AM 调谐输入”端输入集成块,送至 AM 前端(即高频部分),AM 本振电路产生的 AM 本振信号由“本振”端送至 AM 前端。经过混频之后的信号由“FM/AM 中频输出”端输出 AM 中频信号,经 465kHz 中周及 465kHz 陶瓷滤波器后选出 465kHz 的外差

调幅信号,由“AM 中频输入”端输入。经内电路中放、检波、缓冲放大后由“检波输出”端输出解调后的音频信号(CXA1238 在内部直接将解调后信号经缓冲放大输入后级电路)。

FM 信号由天线接收后经带通滤波器 BPF 选择出 88MHz~108MHz 广播调频信号由“FM 高频输入”端输入集成电路内高频放大电路。它的负载接于“FM 调谐”端,FM 本振信号由“FM 本机振荡”端输入。高放后的 FM 信号和 FM 本振信号在内部混频后,由“FM/AM 中频输出”端送出 FM 中频信号,经 10.7MHz 陶瓷滤波器选出 10.7MHz 的 FM 中频信号,由“FM 中频输入”端送至内电路 FM 中放、鉴频、缓冲放大,由“检波输出”端输出解调后的音频信号(CXA1238 解调后信号直接由内部输入后级)。

FM 鉴频级外接 10.7MHz 鉴频回路,FM/AM 工作状态可由外接开关选择,当“FM/AM 选择”开路时为 FM 状态,接地时为 AM 状态。“AFC/AGC 输出”端的信号中含有反映所接收电台信号强弱的直流电压和反映 FM 本振频率变化的分量,AFC 控制电压经 100k Ω 电阻送至“AFC 输入”端,控制 FM 前端的本机振荡回路,达到自动频率微调目的。外接 1 μ F 和 4.7 μ F 电容是 AFC 电压形成电路的积分低通滤波电容。高频接地端与总地之间 10 μ F 和 1000pF 电容起隔离作用。

AM 检波后的音频信号和 FM 鉴频后的立体声复合信

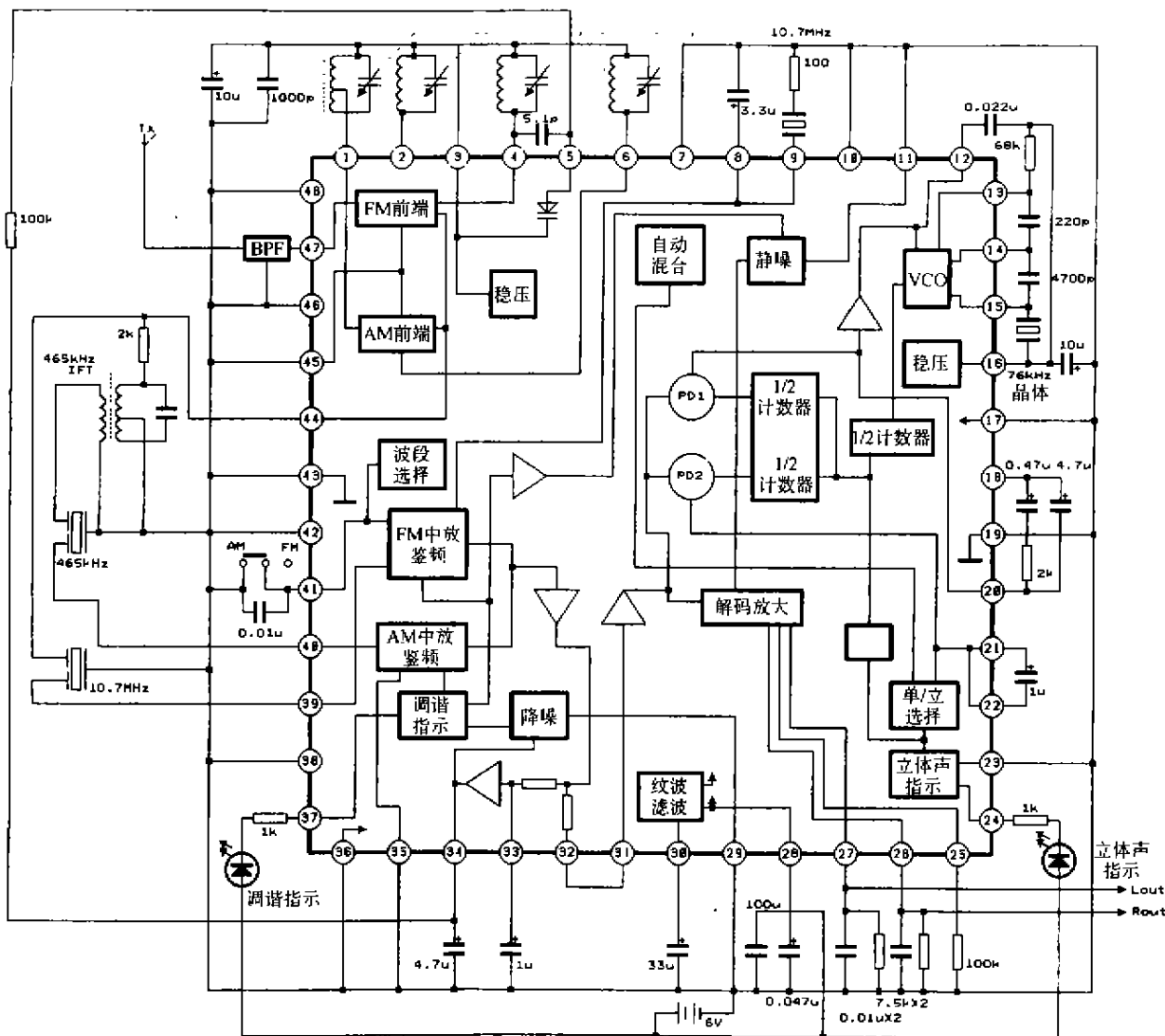


图 3 单片收音机集成电路 CX20029 及其典型应用电路

号中含有反映所接收电台信号强弱的直流分量,此信号送调谐指示电路处理从“调谐指示”端输出直流信号控制调谐指示 LED 亮度,LED 串接 $1k\Omega$ 的限流电阻。

2. 检波之后的电路不同体现了不同芯片的功能

在 CXA1019 电路中,检波输出信号经 $0.47\mu F$ 电容耦合由“音频输入”端输入内电路进行音频功放,由“音频输出”端输出驱动扬声器。“检波输出”端接地的小电容起高频旁路作用,滤除 $20kHz$ 以上的高频信号。输出音量由外接音量电位器调节,通过改变第④脚直流电位可以进行电子音量控制(如图 1 所示),当然也可以在“检波输出”端接一电位器将信号分压衰减后输入“音频输入”端达到控制音量目的。

CXA1111 的“检波输出”端需外接功放电路,以便有足够的功率驱动扬声器,对于微型收音机可用功放集成电路

TDA7050T、TDA2822、LM386 等。“检波输出”端也可以接解码电路用于调频立体声接收。

CX20029 和 CXA1238 都带有立体声解码功能, CX20029 需将“检波输出”的复合信号由“MPX 输入”端输入内电路,而 CXA1238 直接在内电路传输。复合信号输入后经放大,自动混合电路处理后,加至立体声解码电路,解出左、右两声道音频信号,由“L 声道输出”端和“R 声道输出”端送出。两输出端接有 RC 低通滤波器,用于信号去加重。 $7.5k\Omega$ 电阻也是立体声解码器负载,当电源电压 $<3V$ 时,该电阻应改为 $3.3k\Omega$ 。该解码电路是典型的 PLL 解码电路,其结构与 LA3361、ULN3809 基本相同。当输入信号是够大时,内电路的立体声/单声道开关自动打开,工作于立体声状态。FM 复合信号经处理后送“单声道/立体声”选择,再经立体声指示电路,由“立体声指示”输出控制立体声指示 LED,LED 串

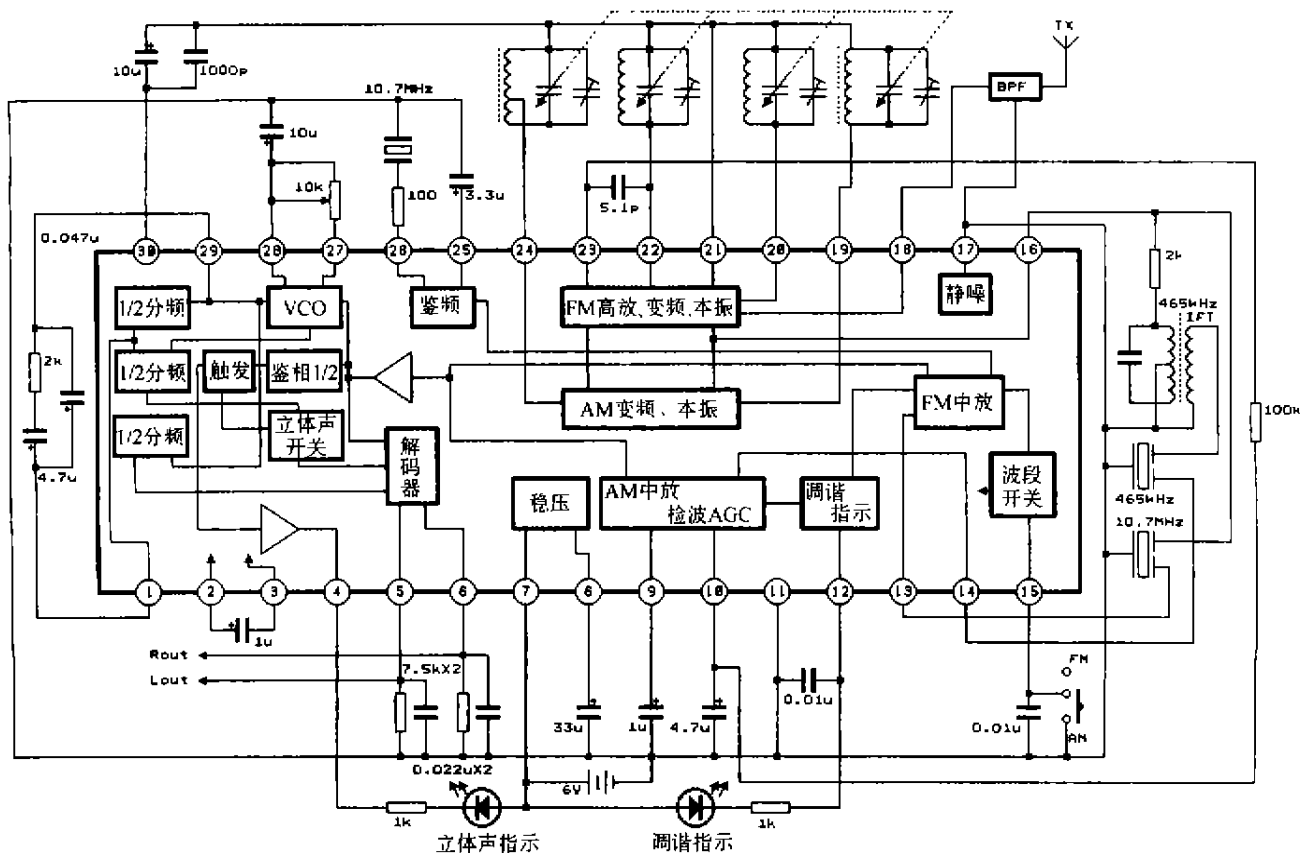


图 4 单片收音机集成电路 CXA1238 及其典型应用电路

接 $1\text{k}\Omega$ 的限流电阻。

CX20029 第②脚外接 $100\text{k}\Omega$ 电阻进行左右声道的分离度调整。第⑬、⑭、⑮脚外接 220pF 、 4700pF 和 76kHz 晶体组成三点式 VCO 振荡电路, 振荡器产生 76kHz 信号经计数器分频, 变成 38kHz 副载波信号。第⑬、⑮脚外接 PLL 环路滤波器, 第⑫脚外接低通滤波器。

CXA1238 第⑦、⑧脚外接导频检测低通滤波器。第⑨、⑪脚外接 PLL 环路滤波器, VCO 电路省去 76kHz 晶体, 频率由外接 RC 网络所决定。

这 4 种集成电路的电源电路均接 $100\mu\text{F}$ 和 $0.047\mu\text{F}$ 电容对地退耦, 为保证高、低频部分互不干扰, 各级均有接地引出端, 提高电路性能。

实际上, 其他厂家的其他型号单片收音机集成电路的结构和应用电路与以上这 4 种芯片相类似, 掌握了以上芯片的特点后对其他芯片就不难分析了。

单片收音机电路的印制电路布线及调试要求

1. 一般的单片收音机集成电路高、低频部分有各自接地端, 这些接地端在布线时要使高、低频电路的接地点要各自独立分开, 以免高、低频信号通过公共地线引起其阻抗干

扰。高频部分的接地点要集中在四连可变电容器周围, 走线要短而粗, 以利于高频部分工作稳定和提高信噪比。

2. FM 天线输入回路的元件, FM 高放输出谐振回路的元件, 以及 FM 本振回路元件应互相隔离, 各线圈最好互相垂直放置, 以防相互干扰。

3. 单片收音机集成电路从接收微弱信号到输出检波后音频信号, 有的甚至还输出解码后信号和功率放大后的信号, 整个芯片的增益很高。因此, 集成电路与天线之间要注意隔离, 以免它们靠得太近引起自激, 一般直接用四连可变电容器隔离即可。

4. 465kHz 中周及陶瓷滤波器, 应尽量靠近集成电路“AM 中频输入”端, 以避免本地强电台信号直接由中放级串入, 整个波段都有声音。

单片集成电路收音机由于其外围元件少, 并且大都采用无需调整的元件, 因而调试简单方便。例如: 索尼系列集成电路组装的 FM/AM 收音机中频部分使用了 3 个陶瓷滤波器 (2 个谐振于 10.7MHz 用于 FM 中放, 1 只谐振于 465kHz 与中周一起用于 AM 中放), 中频的调试只须调整 1 个中周, 十分简单。高频部分的 AM、FM 频率覆盖范围调整, AM、FM 统调, 与分立元件的超外差式收音机调试一样。