

最新集成电路设计手册

主编 贾建章 武 岳

银声音像出版社

最新集成电路设计手册

第二卷

主编 贾建章 武岳

银声音像出版社

内容提要

本书以实用功能为主线进行编写,收集了 40 类近千例以集成电路为核心的典型电子线路图,集中反映了近年来电子技术应用的最新进展。每一电路除给出线路图外,还详细地阐述了其工作原理,并给出重要元器件的特性、参数及代换型号等。同时,本书简明扼要地介绍了相关理论,对器件和电路的一些主要性能指标的计算给出了显见表达式,这样便于满足各种需要,使之系统性和实用性兼备。

ISBN 7-900123-41-5/Z.11

银声音像出版社出版发行

北京市朝阳区印刷厂 新华书店发行经销

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:174.5

字数:3320 千字 定价:998.00 元

(此手册为光盘配套使用资料)

编委会成员名单

主 编 贾建章 武岳

编 委 (以姓氏笔画为序排名)

丁新珊	王向华	占明秀	李怀泽
杜 鹏	陈达峰	陈春波	陈大新
严淑明	邱红洋	吴明嘉	武 岳
周邦雄	罗群辉	钟宏化	郝国红
高伟美	贾建章	龚光峰	

目 录

第一篇 集成电路与集成电路设计基础知识

第一章 电路与集成电路	(3)
第一节 电子电路基础.....	(3)
第二节 集成电路的发展历程	(41)
第三节 集成电路的分类	(43)
第二章 集成电路设计基础知识	(49)
第一节 集成电路设计要求	(49)
第二节 集成电路设计方法	(52)
第三节 电路元器件	(57)
第四节 电路图阅读方法	(73)
第五节 名词术语与标准	(75)
第三章 集成电路工艺基础及版图设计	(95)
第一节 引言	(95)
第二节 集成电路制造工艺简介	(97)
第三节 版图设计技术.....	(105)
第四节 电参数设计规则.....	(116)
第四章 硬件描述语言简介	(125)
第一节 VHDL 语言简介	(125)
第二节 Verilog HDL 语言简介	(156)
第五章 常用 EDA 软件介绍	(187)
第一节 EProduct Designer 软件介绍.....	(187)
第二节 Tanner 使用指南	(232)
第三节 Cadence EDA 软件的使用.....	(261)

第二篇 基本放大电路

第一章 集成运放的基本知识	(285)
第一节 集成运放的组成、引脚及符号	(285)
第二节 集成运放的主要技术指标.....	(287)

第三节	集成运放的一般使用方法和保护措施·····	(295)
第二章	基本单元放大电路·····	(312)
第一节	基本反相放大电路·····	(312)
第二节	基本同相放大电路·····	(313)
第三节	电压跟随器·····	(314)
第四节	单电源反相放大器·····	(315)
第五节	电流扩展电路·····	(316)
第六节	简单差动放大电路·····	(317)
第七节	高输入阻抗同相差动放大电路·····	(318)
第八节	三运放高输入阻抗差动放大电路·····	(319)
第九节	可变增益差动放大电路·····	(321)
第十节	增益正负值可线性调整的放大电路·····	(322)
第十一节	提高运放工作频率的电容补偿法·····	(325)
第十二节	外部噪声抑制电路·····	(328)
第十三节	带偏流补偿的宽带放大电路·····	(330)
第三章	信号放大电路·····	(332)
第一节	自动校零放大器·····	(332)
第二节	电荷放大器·····	(334)
第三节	压电传感器用高保真高阻抗放大器·····	(336)
第四节	宽带放大器·····	(338)
第五节	输入信号可达 $\pm 100\text{V}$ 电压跟随器·····	(341)
第六节	增益为 -10 和 $+11$ 的精密放大器·····	(343)
第七节	高压输出的放大电路·····	(344)
第八节	电阻电桥放大电路·····	(345)
第九节	普通低噪声宽带放大电路·····	(347)
第十节	多级并联改善信噪比放大电路·····	(348)
第十一节	24dB 两路传输缓冲放大器·····	(350)
第十二节	差动输入、差动输出放大电路·····	(353)
第十三节	宽带差动输入/差动输出放大器·····	(354)
第十四节	具有低通滤波的差动放大电路·····	(355)
第十五节	增益自动可控换挡放大器·····	(357)
第十六节	可变增益放大器·····	(359)
第十七节	增益可编程放大电路·····	(360)
第十八节	浮动信号源增益可编程放大器·····	(361)
第十九节	增益 $1\sim 8000$ 倍可编程放大器·····	(362)

第二十节 差动输入/输出增益可编程放大器	(363)
第二十一节 高速可编程增益放大器	(364)
第二十二节 数据增益高速串级放大器	(367)
第二十三节 用于浮点变换的增益可编程缓冲放大器	(368)
第二十四节 增益可编程低噪声差动放大器	(368)
第二十五节 400MHz 差动放大器	(371)
第二十六节 共模电压可达 $\pm 1000\text{V}$ 的差动放大器	(373)
第二十七节 驱动 50Ω 负载的线性放大器	(373)
第二十八节 具有 50Ω 输入/输出阻抗的宽带视频放大器	(376)
第二十九节 用频率控制增益的放大器	(377)
第三十节 人体生物电信号前置放大器	(379)
第三十一节 运算放大器精密调零电路	(380)
第三十二节 低失真 AGC 放大器	(381)
第三十三节 压控增益放大器	(384)
第四章 隔离放大器	(386)
第一节 光电隔离放大器	(386)
第二节 精密电桥隔离放大器	(388)
第三节 精密光电检测隔离放大器	(390)
第四节 光电接收放大器	(393)
第五节 $4 \sim 20\text{mA}$ 隔离变送电路	(394)
第六节 增益可编程隔离放大器	(395)
第七节 远距离隔离温度变送电路	(397)
第八节 动力线负载 V 、 I 和 P 的隔离检测电路	(400)
第九节 $1 \sim 5\text{V}/4 \sim 20\text{mA}$ 隔离转换器	(402)
第十节 任意输入电压转换为 $4 \sim 20\text{mA}$ 的 V/I 转换器	(405)
第十一节 双极性 V/I 隔离转换器	(407)
第十二节 低电平信号隔离放大器	(408)
第十三节 电桥传感隔离放大器	(409)
第十四节 高压隔离电流检测电路	(411)
第五章 仪用放大器	(413)
第一节 具有差动输入前置放大级仪用放大器	(413)
第二节 低噪声仪用放大器	(415)
第三节 高精度、高阻抗仪用放大器	(416)
第四节 能扩展共模范围的仪用放大器	(417)
第五节 单电源低功耗仪用放大器	(418)

第六节	信号源浮动的仪用放大器·····	(419)
第七节	消除交流声的仪用放大器·····	(420)
第八节	增益可编程仪用放大器·····	(420)
第九节	增益可编程高速仪用放大器·····	(421)
第十节	精密隔离仪用放大器·····	(422)
第十一节	共模电压可达 $\pm 100\text{V}$ 的差动输入放大器 ·····	(423)
第十二节	高输入阻抗仪用放大器·····	(424)
第十三节	高速仪用反相放大器·····	(425)
第十四节	高精度低偏置电流跟随器·····	(427)
第六章	音频放大器 ·····	(429)
第一节	简单的音频放大器·····	(429)
第二节	音频功率放大器·····	(430)
第三节	直接耦合音频功率放大器·····	(431)
第四节	均衡立体声前置放大电路·····	(432)
第五节	低噪声前置放大器·····	(433)
第六节	NAB 磁头前置放大器 ·····	(434)
第七节	低噪声高保真 RIA 前置放大器 ·····	(434)
第八节	高保真组合音响放大器·····	(435)
第九节	音调控制电路·····	(437)
第十节	具有音调控制的音频放大器·····	(437)
第十一节	厚膜集成块功率放大器·····	(439)
第十二节	配乐音量控制器·····	(440)
第十三节	高性能小功率音频功率放大器·····	(441)
第十四节	四通道电子开关音频混频器·····	(443)
第十五节	低噪声高精度磁头放大器·····	(444)
第十六节	通用型音频功率放大器·····	(446)
第十七节	2W 音频功率放大器 ·····	(447)
第十八节	2W $\times$ 2 功率放大器 ·····	(447)
第十九节	7W 音频功率放大器 ·····	(448)
第二十节	10W 音频功率放大器 ·····	(449)
第二十一节	对数压缩方式数字音频处理器·····	(450)
第七章	功率及缓冲驱动电路 ·····	(452)
第一节	$\pm 100\text{mA}$ 输出电流缓冲器 ·····	(452)
第二节	自举复合放大缓冲器·····	(453)
第三节	通用复合并联缓冲器·····	(455)

第四节	精密复合缓冲器	(456)
第五节	差动负载缓冲器	(457)
第六节	隔离容性负载的缓冲器	(458)
第七节	12MHz 宽带缓冲器	(459)
第八节	极宽带大电流缓冲器	(460)
第九节	10A 功率放大器	(461)
第十节	桥氏驱动电路	(462)
第十一节	桥氏电动机驱动电路	(463)
第十二节	直流电动机可调速驱动电路	(464)
第十三节	用于容性负载的宽带驱动器	(467)
第十四节	单端输入变为差动输入馈线驱动器	(469)
第十五节	高速电流驱动器	(470)
第十六节	并联高速电流驱动器	(471)
第十七节	直流电动机驱动电路	(472)
第十八节	输出电流扩展电路	(474)

第三篇 运算电路

第一章	加法器	(479)
第一节	输入输出反相加法电路	(479)
第二节	输入输出同相加法电路	(480)
第三节	增益可调加法电路	(480)
第四节	同相加法电路	(482)
第五节	精密加法电路	(483)
第六节	通用加法器	(484)
第二章	减法器	(485)
第一节	单运放基本减法电路	(485)
第二节	双运放基本减法电路	(486)
第三节	同相并联减法电路	(487)
第四节	改进型同相并联减法电路	(488)
第五节	增益可线性调节的减法电路	(489)
第六节	从同相端输入的两运放减法电路	(490)
第七节	其他器件组成的减法电路(1)	(491)

第八节	其他器件组成的减法电路(2)	(491)
第九节	通用减法器	(491)
第三章	乘法器	(493)
第一节	乘法电路(1)	(493)
第二节	乘法电路(2)	(494)
第三节	线性直流电压乘法器	(497)
第四节	交流电压乘法器	(497)
第五节	乘法电路(3)	(498)
第六节	由 MC1496 构成的乘法电路	(499)
第七节	由 CA3091 构成的乘法电路	(500)
第四章	除法器	(501)
第一节	除法电路(1)	(501)
第二节	除法电路(2)	(501)
第三节	除法电路(3)	(502)
第四节	除法电路(4)	(502)
第五节	除法电路(5)	(503)
第六节	用 NE555 构成的除法电路	(504)
第七节	由 MC1494 和 LM307 构成的除法电路	(504)
第五章	积分器	(506)
第一节	基本反相积分器	(506)
第二节	同相积分器	(506)
第三节	求和积分器	(507)
第四节	差动积分器	(507)
第五节	低漂移积分器	(508)
第六节	高速积分器	(509)
第七节	扩大了定时范围的积分器	(509)
第八节	可控积分器	(510)
第九节	低成本积分器	(511)
第六章	微分器	(512)
第一节	基本微分器	(512)
第二节	改进型微分电路	(512)
第三节	低噪声微分器	(513)
第四节	实用微分器	(513)

第七章 滤波器	(515)
第一节 单电源低电压带通滤波器	(515)
第二节 多功能有源滤波器	(516)
第三节 高 Q 带通滤波器	(516)
第四节 甚低频有源滤波器	(517)
第五节 有源窄带滤波器	(517)
第六节 带宽 0.1 ~ 10Hz 的滤波器	(518)
第七节 有源高通滤波器	(519)
第八节 有源低通滤波器	(519)
第九节 交流声滤波器	(519)
第十节 Q 值可调的带阻滤波器	(520)
第十一节 高 Q 值陷波滤波器	(521)
第十二节 频率可调的带通滤波器	(522)
第十三节 Q 值和频率可调的窄带滤波器	(522)
第十四节 低 Q 值高增益带通滤波器	(523)
第十五节 具有锐截止特性的有源高通滤波器	(524)
第十六节 每倍频程衰减 - 18dB 的有源低通滤波器	(524)
第十七节 电源频率噪声滤波器	(525)
第十八节 可同时获得 4 种特性的滤波器	(526)
第十九节 用单只运放组成的单峰特性滤波器	(526)
第二十节 8 次低通滤波器	(527)
第二十一节 用相同参数构成的每倍频程 24dB 低通滤波器	(528)
第二十二节 陷波器	(528)
第二十三节 三阶低通滤波器	(529)
第二十四节 10Hz 四阶巴特沃斯低通滤波器	(529)
第二十五节 10MHz 低通滤波器	(530)
第二十六节 1MHz 高通滤波器	(530)
第二十七节 10MHz 带通滤波器	(531)
第二十八节 60Hz 输入陷波滤	(532)

第四篇 信号发生及频率变换电路

第一章 正弦波发生电路	(535)
第一节 低成本文氏振荡器	(535)
第二节 文氏电桥正弦波发生器	(535)
第三节 简单的正弦波发生器	(536)
第四节 RC 正弦波振荡器	(536)
第五节 输出稳定的双 T 正弦波振荡器	(537)
第六节 稳定的正弦波振荡器	(538)
第七节 低功耗文氏电桥振荡器	(539)
第八节 频率可调的音频振荡器	(540)
第九节 文氏电桥正弦波振荡电路	(540)
第十节 低频文氏电桥正弦波振荡器	(541)
第十一节 用反相器构成的正弦波发生器	(542)
第十二节 压控正弦波振荡器	(542)
第十三节 宽频带正弦波压控振荡器	(543)
第十四节 幅度稳定失真率低的功率信号发生器	(544)
第十五节 性能优良的低频信号发生器	(545)
第十六节 频率可调、幅度不变的正弦波振荡电路	(545)
第十七节 一阶有源相移振荡器	(547)
第十八节 1kHz 正弦波振荡器	(548)
第二章 非正弦波发生电路	(549)
第一节 用 555 构成的锯齿波产生电路	(549)
第二节 超低频三角波产生电路	(550)
第三节 可调节对称性的三角波发生器	(551)
第四节 具有三角波和矩形波输出的振荡电路	(552)
第五节 具有三角波和方波输出的压控振荡器	(553)
第六节 稳定的方波和三角波发生器	(553)
第七节 正弦波、方波发生器	(554)
第八节 低频多种波形发生器	(555)
第九节 正弦波、方波和三角波发生器	(556)

第十节 具有正弦波、矩形波输出的振荡电路	(556)
第十一节 方波发生电路	(557)
第十二节 能精确调整振幅的三角波发生器	(558)
第十三节 5Hz~5MHz 函数发生器	(559)
第十四节 PLL 脉冲发生器	(560)
第十五节 简单的矩形波发生电路	(561)
第十六节 简单的三角波和方波产生电路	(562)
第十七节 单电源锯齿波发生器	(562)
第十八节 采用 D/A 转换器的锯齿波信号发生器	(563)
第十九节 采用 8038 的函数发生器	(564)
第二十节 采用 8038 构成的线性压控振荡器	(564)
第二十一节 性能较好的多种波形发生器	(565)
第二十二节 用 555 定时器组成的函数发生器	(566)
第二十三节 双频振荡器	(567)
第二十四节 方波振荡器	(568)
第二十五节 方波和锯齿波振荡器	(568)
第二十六节 方波和三角波振荡器	(569)
第二十七节 60Hz 时基发生器	(570)
第三章 倍频电路	(571)
第一节 任意倍频器	(571)
第二节 四倍频器	(572)
第三节 锁相型倍频器	(572)
第四节 可输入非对称方波的倍频器	(573)
第五节 具有方波输出的数字倍频器	(574)
第六节 数字倍频器	(575)
第七节 方波倍频器	(576)
第八节 由 CMOS 组件构成的倍频器	(577)
第九节 简单的脉冲倍频器	(578)
第十节 矩形脉冲倍频器	(578)
第十一节 150—300MHz 倍频器	(579)
第十二节 利用 XR—S200 构成的倍频器	(579)
第四章 分频电路	(581)
第一节 对称输出的三分频电路	(581)
第二节 用电位器调节的分频器	(582)
第三节 断续信号分频电路	(583)

第四节	正弦波二分频器·····	(583)
第五节	工作频率为 10 ~ 100MHz 的分频器 ·····	(584)
第六节	1GHz 前置分频器 ·····	(585)
第七节	数控分频器·····	(586)
第八节	分频系数可变的分频器·····	(588)
第九节	具有奇次和偶次分频的分频器·····	(588)
第十节	由 CMOS 门构成的可调分频器 ·····	(590)
第十一节	可由逻辑电平控制分频系数的分频器·····	(590)
第十二节	输出波形对称的奇次分频计数器·····	(591)
第十三节	四分频器·····	(592)
第十四节	将 50Hz 或 60Hz 频率变成 1/60 频率的分频器 ·····	(592)
第十五节	数字分频器·····	(593)
第十六节	由 TTL 十进制计数器构成的分频器 ·····	(594)
第十七节	简单的分频电路·····	(595)
第十八节	由 R—S 触发器构成的分频器 ·····	(595)

第五篇 波形变换电路

第一章	检波电路 ·····	(599)
第一节	调节简单的高输入阻抗双波线性检波电路·····	(599)
第二节	带宽为 10MHz 的宽频带线性检波电路 ·····	(599)
第三节	无变压器乘积检波电路·····	(600)
第四节	乘法检波器·····	(601)
第五节	由 NE56 构成的双边带调制解调器 ·····	(601)
第二章	鉴频电路 ·····	(603)
第一节	灵敏的频率解调器·····	(603)
第二节	用有源滤波器构成的频移解调器·····	(604)
第三节	数字式频移解调器·····	(604)
第四节	567 调频解调器 ·····	(605)
第五节	PIL 调频解调器(一) ·····	(606)
第六节	正交 FM 解调电路·····	(607)
第七节	PLL 调频解调器(二) ·····	(607)

第三章 定时电路	(609)
第一节 电热毯、电饭锅定时器	(609)
第二节 通用多功能报警和定时器	(609)
第三节 开会限时定时器	(610)
第四节 简单的长时间定时电路	(610)
第五节 采用 555 时基电路的延时节电灯	(611)
第六节 定时音乐提醒器	(612)
第七节 用于电热杯的定时器	(613)
第八节 保护视力定时器	(613)
第九节 4 小时的交流电源定时器	(613)
第十节 高可靠通用定时器	(614)
第十一节 采用 CD4060B 构成的高可靠通用定时器	(616)
第十二节 电饭锅预置断电定时器	(616)
第十三节 由 MC14541 构成的简单定时器	(617)
第十四节 使用 LM122 的 1 小时定时器	(617)
第十五节 高精度延迟定时器	(618)
第十六节 长时间定时电路	(619)

第六篇 集成电路稳压电源

第一章 整流和滤波电路	(623)
第一节 半波整流电路	(623)
第二节 全波整流电路	(624)
第三节 桥式整流电路	(625)
第四节 倍压整流电路	(625)
第五节 电容滤波电路	(628)
第六节 RC- π 型滤波电路	(630)
第七节 LC- π 型滤波电路	(630)
第八节 有源滤波电路	(631)
第九节 电源噪声滤波器	(632)
第二章 线性集成电路稳压电源	(634)
第一节 +5V 稳压电源	(634)
第二节 双极性对称稳压电源	(636)

第三节	具有扩流和过压保护功能的 +5V 稳压电源	(637)
第四节	并联扩流的 -18V、2A 电源	(637)
第五节	+24V、1.9A 电源	(637)
第六节	多路输出的稳压电源	(638)
第七节	1.25 ~ 37V 可调电源	(639)
第八节	恒流并联稳压电源	(640)
第九节	触摸控制稳压电源	(640)
第十节	一种特殊的电源电路	(641)
第十一节	可自动关断的 +5V 电源	(641)
第十二节	高性能稳压电源	(641)
第十三节	温度补偿式正负对称稳压电源	(643)
第十四节	实用的高精度可调电源	(643)
第十五节	1.25 ~ 27V 的可调电源	(644)
第十六节	高精度大电流稳压电源	(645)
第十七节	低压差高精度大电流稳压电源	(645)
第十八节	有源伺服电源	(646)
第十九节	分挡可调直流稳压电源	(646)
第二十节	3 ~ 6V 可调电源	(647)
第二十一节	电子变压稳压电源	(648)
第二十二节	0 ~ ±30V、1.5A 电源	(649)
第二十三节	对称型同步可调稳压电源	(650)
第二十四节	自适应可调稳压电源	(650)
第二十五节	适用于驱动微处理机的稳压电源	(650)
第二十六节	用 MAX8860 构成的低压差线性稳压电源	(652)
第二十七节	低压差高精度三端稳压器	(653)
第三章	无变压器小功率 AC/DC 转换低电压稳压电源	(655)
第一节	由 UCC3889 组成的非隔离 12V 直流稳压电源	(655)
第二节	由 HV-2405 组成的交流市电供电的低压直流稳压电源	(655)
第三节	由 LR6 构成的不用变压器的稳压电源	(656)
第四节	由 PS0500-5 电源变换模块构成的无变压器稳压电源	(657)
第五节	用 MAX610 系列 AC/DC 芯片构成的小功率无变压器稳压 电源	(657)
第六节	用高压线性稳压器 HIP5600 构成的小功率无变压器稳压 电源	(658)

第四章 小功率微功耗开关型 DC/DC 电源变换稳压器	(660)
第一节 采用 MAX764 构成的可调式极性反转电源	(660)
第二节 一种微型极性反转电源	(660)
第三节 极性反转型升压电源	(661)
第四节 反相四倍压的 DC/DC 变换稳压电源	(661)
第五节 外部只需 2 只电容即可工作的极性变换电源	(662)
第六节 超小型 PWM DC/DC 升压稳压电源	(662)
第七节 具有频率自动偏移特点的升压变换电源	(663)
第八节 +5V $\rightarrow$ +12V 升压电源	(664)
第九节 适用于压呼吸机的高效率	(665)
第十节 用 MAX632 组成的高效升压稳压电源	(665)
第十一节 可调输出升压电源	(666)
第十二节 用 TL499A 构成的升压型稳压电源和电池后备电源	(666)
第十三节 用 MC34063 制作的降压变换电源	(668)
第十四节 低噪声、高效率 PWM 降压变换电源	(669)
第十五节 用高效开关控制器 LT1148-5 制作的 2A 降压直流变换电源	(669)
第十六节 由 MAX639 构成的 +5V 固定输出的降压式变换电源	(669)
第五章 单片开关集成电路电源	(671)
第一节 由单片式开关稳压器 DN-25 构成的开关稳压电源	(671)
第二节 采用 SI81206Z 模块的 13.8V 开关稳压电源	(672)
第三节 由 L4960 构成的单片式开关电源	(673)
第四节 由 L296 单片大电流开关电源芯片组成的稳压电源	(674)
第五节 由 L4970A 构成的大功率开关电源	(675)
第六节 用 LAS6351 构成的大电流高效开关稳压电源	(675)
第七节 DN-41 大电流开关稳压器	(677)
第六章 用专用开关电源控制器组成的开关稳压电源	(679)
第一节 用 WS157 或 WS106 制成的小功率微型开关稳压电源	(679)
第二节 用三端 PWM 开关电源 IC 制成的开关电源	(679)
第三节 用大功率开关控制 2SUPK2439 构成的开关电源	(680)
第四节 由电流型开关电源控制器 UC3842 构成的开关稳压电源	(682)
第五节 脉宽调制型开关稳压电源控制器 SG3524 的应用举例	(682)
第六节 由开关电源集成电路 TD4919 组成的开关稳压电源	(685)
第七节 由高速开关电源控制 2SM62273FP 构成的开关稳压电源	(686)