

國產集成電路應用

500例

周仲編

国产集成电路应用350例

周仲 编

电子工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了门电路、触发器、时基电路、运算放大器、稳压器、电视机电路、音响电路、数字电路等常见的实用线路,图文并茂,通俗易懂,属于普及型应用资料性读物,是集成电路线路的入门篇,对于专业电子工作者,也具有一定的参考价值。

国产集成电路应用350例

周仲 编

责任编辑 詹善琼

*

电子工业出版社出版(北京万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京隆昌印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 17.875 字数: 435 千字

1988年2月第一版 1988年2月第一次印刷

印数: 1—30200册 定价: 3.95元

ISBN7-5053-0004-0/TN4

前 言

集成电路从诞生到现在虽然仅有三十年历史，却具有强大的生命力。它不仅广泛应用于电子仪器、工业程序控制、电子计算机等方面，而且也广泛应用于民用产品中，如电视机、收录机、收音机、电子钟等。这主要是因为它具有体积小、可靠性高、成本低、调试方便等特点。

《国产集成电路应用350例》收集了目前较普遍、广泛应用的线路，且以实用性为主。因此，它是一本普及型的应用资料性的读物，同时，也是一本集成电路的入门篇。主要介绍门电路、触发器、555时基电路、运算放大器、电视机电路、音响电路、集成稳压器、计数译码显示电路的应用线路，故实用性较强。

本书在编写过程中得到了多方面的关心和支持，电子工业部华东器材公司电路组及有关元件厂提供了大量的应用资料，姜立铭同志协助编写了第六、第七部分。全书编写结束后，上海高教电教馆副总工程师王绥祥同志审阅了全书，在此谨表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中会有不少缺点和错误，敬希读者批评指正。

编者

1985·12

目 录

第一部分 集成电路简介..... 1

集成电路的分类..... 1

1. 按制作工艺的不同分类 1
2. 按功能性质的不同分类 2
3. 按集成规模的不同分类 3

半导体集成电路的型号..... 4

1. 半导体集成电路型号的组成 4
2. 举例说明 4

半导体集成电路的外形..... 5

1. A、B型 5
2. C、D型 6
3. Y型 7
4. F型 8

集成电路的图形符号..... 8

集成电路的特点..... 9

1. 体积小, 重量轻 9
2. 可靠性高, 寿命长 11
3. 速度快, 功耗低 11
4. 成本低 11

集成电路使用的电源..... 12

第二部分 门电路的应用..... 13

门电路的特点..... 13

门电路的应用..... 14

1. 与门组成门控电路 14
2. 与非门组成振荡电路 15
3. 与非门组成自激多谐振荡器 (一) 15
4. 与非门组成自激多谐振荡器 (二) 16
5. 与非门组成晶体振荡器 17
6. 与非门组成压控振荡器 17
7. 与非门组成可控振荡器 18
8. 与非门组成倍频电路 18
9. 与非门组成倍压电路 19
10. 门电路组成单稳态电路 20
11. 与非门组成宽延时触发器 21
12. 门电路组成触发器 21
13. 门电路组成触发电路 22

14. CMOS非门组成线性放大器 22

15. 或非门组成高速振荡器 23

16. ECL或非门组成振荡器 (一) 23

17. ECL或非门组成振荡器 (二) 24

18. ECL或/或非门组成振荡器 24

19. ECL或非门组成单稳态电路 24

20. 异或门的应用 24

21. 门电路的交通应用 25

22. TTL与非门带动扬声器 26

23. 与非门组成故障报警控制电路 26

24. 与非门组成电平指示器 27

25. 与非门组成触摸式开关 27

26. 与非门组成颤音电子门铃 28

27. 与非门组成电子打靶游戏机 28

28. 与非门组成报警器 29

29. 与非门组成光电报警器 30

30. 与非门组成声光节拍器 30

31. 与非门组成负电源发生器 31

32. 与非门组成TTL电路测试笔 31

33. 与非门组成峰值音量监示电路 32

34. 与非门组成多路触摸开关 32

35. 与非门组成触摸式延时开关 33

36. 与非门组成触摸锁定开关 34

37. 与非门组成简易门铃 34

38. 与非门组成音乐门铃 34

39. 与非门组成电子开关 35

40. 与非门组成小型电子琴线路 35

41. 与非门、触发器组成电子琴线路 37

42. 与非门组成多用探针线路 38

43. 与非门组成报警线路 38

44. 或非门组成报警线路 39

45. 与非门组成触摸报警线路 39

46. 与非门组成声光验电器 40

47. 与非门组成双音报警线路 41

48. 与非门组成智力竞赛抢答线路 41

49. 与非门组成水位计线路 42

50. 与非门组成晶体管速测器 42

51. 与非门组成二进制计数器	44
第三部分 触发器的应用	45

D触发器

1. D触发器组成T和J-K触发器	46
2. D触发器组成分频器和计数器	47
3. D触发器组成移位寄存器	47
4. D触发器组成环形计数器	48
5. D触发器组成单稳态多谐振荡器	48
6. D触发器组成占空比可调脉冲发生器	49
7. D触发器组成定时器电路	49
8. D触发器组成触模式反转开关	50
9. D触发器组成交替式显示控制电路	50
10. D触发器组成递增式显示控制电路	51
11. D触发器组成闪烁式控制电路	51
12. D触发器组成互锁式电子开关	52
13. D触发器加“许可”信号电路	52
14. D触发器组成多音色电子琴	53
15. 4D触发器组成锁存器	54
16. 4D触发器组成四选一电路	54
J-K触发器	55
17. J-K触发器组成D触发器	56
18. J-K触发器组成T触发器	57
19. J-K触发器组成多谐振荡器	57
20. J-K触发器组成分频、计数电路	57
21. J-K触发器组成可逆计数器	60

J210触发器

22. J210组成脉冲展宽电路	62
23. J210组成脉冲延迟电路	62
24. J210组成占空比和频率可调的振荡器	63
25. J210组成噪声消除器	63
26. J210组成时钟漏失检出电路	63
27. J210组成高、低通滤波器线路	64
28. J210组成选通滤波器线路	64
29. J210组成键控振荡器	65
30. J210组成简单电容测量器	65

JEC-2触发器

31. JEC-2在脉冲整形中的应用	66
32. JEC-2作延时的应用	66

33. JEC-2组成作延时的应用二	67
34. JEC-2限时动作的应用	67
35. JEC-2产生矩形波脉冲	67
36. JEC-2在电路转换中的应用	67
37. JEC-2组成光电控制电路	68
38. JEC-2组成光照自动照明线路	68
39. JEC-2组成光照式遥控开关	69
40. JEC-2组成恒温电路	69
41. JEC-2组成自动恒温箱电路	70
42. JEC-2组成水位控制电路	70

第四部分 时基集成电路的应用

时基集成电路概述

时基集成电路的应用

1. 组成振荡器电路	73
2. 组成可调占空比的方波信号发生器	73
3. 组成可变占空比的脉冲发生器	74
4. 组成占空比连续可调的脉冲发生器	74
5. 组成输出200mA的方波发生器	75
6. 组成驱动高频晶闸管的方波发生器	75
7. 组成交流驱动晶闸管的方波发生器	76
8. 组成开关控制的脉冲发生器	76
9. 组成锯齿波发生器	76
10. 组成多种波形发生器	77
11. 组成可调节对称三角波发生器	77
12. 组成可变阈电平的施密特触发器	78
13. 组成稳定的石英晶体振荡器	78
14. 组成数控脉冲发生器	78
15. 组成差分输入电压频率转换器	79
16. 组成救护车音响电路	80
17. 组成火警或警车音响电路	81
18. 组成防盗报警器	81
19. 组成接近开关	81
20. 组成控温电路	82
21. 组成台灯触摸开关	83
22. 组成照明灯自动点炮器	83
23. 组成定时电路	84
24. 组成精确定时器	84
25. 组成长延时电路	85

26. 组成盆花缺水指示器	85	6. 倒相比例放大器	109
27. 组成报警器	86	7. 可变增益放大器	110
28. 组成温度、亮度报警	87	8. 精密限幅放大器	110
29. 组成失落脉冲报警	87	9. 加法器	111
30. 组成镉镍电池监控电路	88	10. 方波三角波发生器	111
31. 组成无变压器DC-DC变换电路	88	11. 锯齿波发生器	112
32. 组成无变压器负DC-DC变换电路	88	12. 正弦波矩形波发生器	113
33. 组成无变压器电压极性变换器	89	13. 阶梯波发生器	113
34. 组成单电源变升压的双电源电路	89	14. 多种波形发生器	114
35. 组成单电源变多路升压电源电路	90	15. 正弦余弦信号发生器	115
36. 组成有感滤波开关式电源	90	16. 方波转换成三角波	115
37. 组成正电源变不同的负电源电路	91	17. 三角波转换成方波	116
38. 组成高压发生器	92	18. 数控增益放大器	116
39. 组成电子节拍器线路	92	19. 绝对值放大电路	117
40. 组成简易电子琴线路	92	20. 电压-频率变换器	117
41. 组成印相定时电路	93	21. 自动增益控制放大器	118
42. 组成自动曝光定时线路	93	22. 钳位放大器	118
43. 组成暗室控制器	94	23. 交流声滤波器	119
44. 组成无触点暗房定时器	95	24. 水份检测器	119
45. 组成双音电子门铃线路	95	25. 光电耦合电路	119
46. 组成数字逻辑电路测试笔线路	96	26. 光电继电器电路	119
47. 组成过压指示电路	96	27. 环境控制LED发光	120
48. 组成指针式频率计电路	97	28. 环境噪声检测器	121
49. 组成电容表电路	97	29. 汽车超速指示器	121
50. 组成速率检测电路	98	30. Q值、频率可调滤波器	122
51. 组成光电转速表电路	98	31. 电压跟随器	123
52. 组成有量程开关和过量程报警 的频率计	99	32. 高压跟随器	123
53. 组成马达转速控制电路	99	33. 高压反相放大器	123
54. 组成温度-频率变换器	99	34. 定时报警器	124
55. 组成击剑游戏电路	100	35. 遥控温度报警器	125
56. 组成电子触摸游戏机	100	36. 多路过电压报警电路	125
第五部分 集成运算放大器的应用	102	37. 触摸报警器	125
集成运算放大器的一般用法	103	38. 低温警报指示器	126
1. 自激振荡的原因及消除方法	103	39. 高精度标准电压源	127
2. 输出零点的调节	105	40. 无纹波稳压电源	127
3. 运算放大器的保护	105	41. 组成15V·1A稳压电源	127
集成运算放大器的应用	107	42. 可调稳压电源	128
1. 1Hz以下正弦振荡器	107	43. 提高输出电压放大器	129
2. 25Hz正弦波发生器	108	44. 可变阈同步分离器	129
3. 正弦波发生器	108	45. 充电自控电路	129
4. 正弦波方波变换器	108	46. 温度检测器	130
5. 同相比例放大器	109	47. 传感放大器	131
		48. 自动曝光定时器	131

49. 放大自动定时器	132	8. SL30双前置放大电路的应用	170
50. 彩印冲洗恒温器	132	9. TB316I双通道前置放大电路的应用	170
51. 分频与倍频电路	133	10. D3210录音机均衡放大电路的应用	171
52. AC-DC电压转换	134	11. D3220双通道带AIC前置放大电路的应用	172
53. 四位A/D转换器	134	12. D1452双声道音频前置放大电路的应用	173
部分国产部标运算放大器		13. D7311双通道低噪声音频前置放大电路的应用	173
典型接线	135	14. D7603录音/放音双通道前置放大电路的应用	174
部分国内外运算放大器型号	137	立体声解码电路	176
第六部分 电视机集成电路	139	15. D3301调频立体声解码电路的应用	176
SF系列电视机集成电路	139	16. D3361锁相环调频立体声解码电路的应用	177
1. SF1144图象中放电路的应用	139	17. D7343锁相环调频立体声解码电路的应用	179
2. SF1167图象中放电路的应用	141	显示驱动电路	180
3. SF583伴音电路的应用	142	18. SL320双路五位LED电平显示驱动电路的应用	180
4. SF581场扫描电路的应用	143	19. SL322双路五位LED电平显示驱动电路的应用	182
5. SF1166行扫描电路的应用	144	20. D1405电平指示驱动电路的应用	182
6. SF582电视机稳压电源电路的应用	145	21. D1409九位LED电平显示驱动电路的应用	183
D型电视机集成电路	146	22. D7666双路五位LED电平显示驱动电路的应用	185
7. D7607AP/D7611AP图象中放电路的应用	147	音频功率放大电路	185
8. D7176AP伴音电路的应用	148	23. SL36音频功率放大电路的应用	185
9. D7609P行场扫描电路的应用	149	24. SL37音频功率放大电路的应用	186
10. D7193P/AP色信号解码电路的应用	150	25. SL38音频功率放大电路的应用	189
11. D7243P伴音电路的应用	152	26. 5G37音频功率放大电路的应用之一	187
12. D7242P场扫描电路的应用	153	27. 5G37音频功率放大电路的应用之二	188
第七部分 音响集成电路的应用	155	28. SF404音频功率放大驱动电路的应用	188
单片收音机、录音机电路	155	29. D7331低静态电流音频功率放大电路的应用	190
1. D7641单片调幅收音机电路的应用	155		
2. D2204单片调频调幅收音机电路的应用	156		
3. XG4160单片录音机电路的应用	159		
调频高频调谐器电路	159		
4. D7335调频高频调谐电路的应用	160		
高中放电路	162		
5. D1201调频/调幅中频放大电路的应用	162		
6. D1018调频/调幅中频放大电路的应用	164		
7. D7640调频/调幅中频放大电路的应用	164		
前置放大电路	170		

30. D4100/D4101/D4102音频功率放大电路的应用	191
31. D4112音频功率放大电路的应用之一	193
32. D4112音频功率放大电路的应用之二	193
33. D4140音频功率放大电路的应用	194
34. TB4420 (5.5W) 音频功率放大电路的应用	194
35. D810音频功率放大电路的应用	195
36. D820音频功率放大电路的应用	196
37. D2002 (8W) 音频功率放大电路的应用	196
38. D2006音频功率放大电路的应用	197
39. XG536双音频功率放大电路的应用	197
40. D7145双通道音频功率放大电路的应用	198
41. D7240(5.8W) 双音频功率放大电路的应用	199
42. XG2020D音频功率放大驱动器的应用	200
其它集成电路	201
43. FC3组成反馈式音调控制电路的应用	201
44. FC3组成反馈、阻容衰减式音调控制电路的应用	201
45. TB5511直流马达速度控制电路的应用	202
46. XG1011杜比B型降噪电路的应用	202
47. XG270自动增益控制/静噪放大电路的应用	203
48. XG1590射频、中频、音频放大电路的应用	204
部分音响集成电路国内外型号互换表	206
第八部分 集成稳压器的应用	208
WB724集成稳压器	208
1. 限流型保护应用线路	208
2. 截止型保护应用线路	209
3. 扩大电流的应用线路	210
W723集成稳压器	211

4. 低电压应用线路	212
5. 低电压减流扩大电流应用线路	212
6. 高压限流保护应用线路	213
7. 高压限流型扩大电流应用线路	213
8. 负电压输出应用线路	213
9. 可调电压、电流应用线路	214
10. 受电平控制应用线路	214
11. 开关稳压器应用线路	215
12. 固定电流开关稳压器应用线路	215
W1511集成稳压器	216
13. 低电压应用线路	216
14. 扩大电流的应用线路	217
15. 更低电压的应用线路	217
16. 更低电压扩大电流的应用线路	218
W611、W616集成稳压器	218
17. W611正电压输出应用线路	219
18. W611做负电源应用线路	220
19. W611扩大电流的应用线路	220
20. W611组成自激式开关稳压电路	221
21. W611组成它激式开关稳压电路	221
22. W616负电压输出应用线路	221
23. W616扩大电流应用线路	222
24. W611、W616组成正负稳压电路	223
W7800、W7900集成稳压器	223
25. 固定标准电压输出应用线路	224
26. 提高输出电压应用线路	225
27. 7~30V可调输出电压应用线路	225
28. 0.5~10V可调电压应用线路	225
29. 扩展输出电流应用线路	226
30. 恒流源应用线路	227
31. 跟踪稳压电源应用线路	227
32. 开关式稳压电路应用线路	227
33. TTL电源应用线路	228
34. 正、负电源输出应用线路	228
35. 用NPN管扩大电流应用线路	229
36. 与W7900组成正负电源应用线路	229
37. W7900的应用线路	229
38. 多用途应用线路	230
W317、W337集成稳压器	231
39. W317基本应用线路	231
40. 0~30V可调输出电压应用线路	232
41. 扩展输出电流应用线路	232

42. 提高输出电压应用线路·····	233
43. 慢启动和恒流源应用线路·····	233
44. 电子控制应用线路·····	234
45. 印刷板通用电源线路·····	234
46. 电池充电应用线路·····	235
47. 开关式稳压电源应用线路·····	235
48. W337的应用线路·····	235
部分国内外集成稳压器可互换型号··	236

第九部分 计数器、译码器、显示器

的应用····· 237

计数器····· 237

1. T210 2-5-10进制计数和减法计数的应用·····	237
2. T210作N进制计数和分频器的应用·····	238
3. T211 2-5-10进制可预置计数器的应用·····	240
4. T212 2-8-16进制可预置计数器的应用·····	241
5. T213 2-N-16可变进制计数器的应用·····	241
6. T214 2-16进制同步可预置计数器的应用·····	242
7. T215 2-16进制同步可预置可逆计数器的应用·····	243
8. T215组成阶梯波发生器线路·····	244
9. T216 2-10进制同步可预置计数器的应用·····	245
10. T217 2-10进制同步可预置可逆计数器的应用·····	246
11. C180 2-10进制同步加法计数器的应用·····	247
12. C180组成时基分频器线路·····	248
13. C181 2-10进制可预置可逆计数器的应用·····	248
14. C182可预置数1/N计数器的应用·····	249
15. C182一级n分频应用线路·····	251

16. C183二进制同步加法计数器的应用·····	251
17. C184二进制可预置可逆计数器的应用·····	252
18. C185二进制可预置数1/N计数器的应用·····	253
19. C186任意进制串行计数器的应用·····	253
20. C187 2-10进制计数器/脉冲分配器的应用·····	254
21. C187组成程序控制和显示应用线路·····	254

译码、显示器····· 255

22. T330三线-八线译码器的应用·····	255
23. T331四线-十线译码器的应用·····	256
24. T333四线-十六线译码器的应用·····	257
25. T337七段字形译码器的应用·····	258
26. C300四位锁定4线-16线译码器的应用·····	258
27. C301BCD-10进制译码器的应用·····	260
28. C302八段字形译码器的应用·····	261
29. C305八段字形译码器的应用·····	262
30. C306BCD-七段译码液晶显示驱动器的应用·····	262
31. CT4003七段字形译码器的应用·····	264
32. CT4005七段字形译码器的应用·····	265
33. CT4004计数译码器的应用·····	265
34. ZC254十进计数、锁存、译码、显示驱动器的应用·····	267
35. ZC256十进计数、锁存、译码、显示驱动器(驱动液晶显示器)的应用·····	268
36. ZC40110十进可逆计数、锁存、译码、显示驱动器的应用·····	269
37. LED数码管的应用·····	270
38. CL102十进制计数显示器的应用·····	272
39. CL102组成五位数码显示器线路·····	273
40. CL002BCD码显示器的应用·····	274

第一部分 集成电路简介

几十年来,电子元件的生产和应用,经历了从电子管到晶体管(1948年美国贝尔电话研究所布拉顿和巴顿做成了世界上第一个晶体三极管),再从晶体管到集成电路(1958年),又从集成电路发展到超大规模集成电路的过程。当前,集成电路的电子技术在国民经济各部门都得到了越来越广泛的应用。

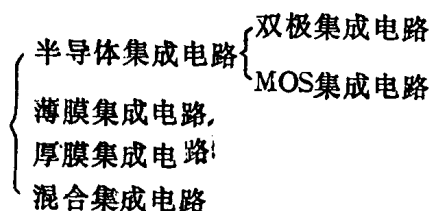
什么叫集成电路呢?集成电路,英文写作Integrated Circuits,按字头缩写为IC。它就是使用半导体工艺或薄、厚膜工艺(或者这些工艺的结合),将电路的有源元件、无源元件及其互连布线一起制作在半导体或绝缘基片上,在结构上形成紧密联系的整体电路。与分立散装电路相比,集成电路大大减小了体积、重量、引出线和焊接点的数目,提高了电路性能和可靠性,同时降低了成本,便于批量生产。从分立元件到集成电路,是半导体电子技术发展的一个飞跃。

整机集成化是七十年代的微小型化发展方向,目前已取得一定的成就。集成电路在民用电子设备、工业电子设备、军事电子设备方面都具有广泛而重要的用途。

集成电路的分类

集成电路可按制作工艺的不同、按功能性质的不同、按集成规模的不同而进行分类。

1. 按制作工艺的不同分类



(1) 半导体集成电路 半导体集成电路是在半导体衬底片上,使用外延、氧化、光刻、扩散等半导体工艺来制作晶体管、二极管、电阻、电容等元件及施行隔离,并用金属蒸发工艺进行互连,这样构成的集成电路称为半导体集成电路。半导体集成电路体积小、工艺简单、成本低,适合大量生产,但采用半导体工艺难以制作高精度高阻值的电阻器、大容量的电容器及电感器。

半导体集成电路有双极型和单极型(MOS)两种。双极型是利用电子和空穴两种电荷进行电传导的器件,通常的晶体二极管、三极管就属于这一类,利用通常的晶体二极管和三极管作为基本有源元件制成的半导体集成电路,称为双极型半导体集成电路。该电路工作速度快,频率高,信号传输时,延迟时间短,但工艺比较复杂。单极型是利用电子或空穴中的一种电荷进行电传导的器件,金属-氧化物-半导体场效应晶体管作为基本有源元件制成的集成

电路，称为单极型半导体集成电路，简称MOS集成电路。该电路制造工艺较为简单、输入阻抗高、功耗低，易于实现大规模集成。但它的传输延迟时间长，工作速度低，负载驱动能力也较小。

另外，不外接或组装任何分立的有源、无源元件，单块基片上制成的集成电路，称为单片集成电路；由多个（两个以上）半导体芯片封装在一个外壳中构成的集成电路，称为多片集成电路。

（2）薄膜集成电路 在绝缘基片上，全部由薄膜工艺（如采用真空镀膜）形成有源元件、无源元件和互连线而构成的电路，称为全薄膜集成电路；仅由薄膜工艺制作无源元件和互连线形成无源网络，另外在此网络上组装半导体器件或有源元件者，称为薄膜混合集成电路。上述这两种电路统称薄膜集成电路。

那么，究竟多厚的膜称薄膜，当前尚未有严格的定义。一般认为，厚度在 $1\mu\text{m}$ 左右（如 $0.7\mu\text{m}\sim 1.3\mu\text{m}$ ）的金属或介质膜，称为薄膜。形成薄膜的工艺，如真空蒸发、溅射、化学气相淀积等，称为薄膜工艺。由于薄膜有源元件尚不够成熟，故现今的薄膜集成电路主要是薄膜混合集成电路。

（3）厚膜集成电路 厚度为几微米到几十微米的膜，一般称为厚膜。形成厚膜的工艺，如电镀、丝网漏印、烧成、喷涂等，称为厚膜工艺。由电阻器、电容器等无源元件加上互连线连成的电路，称为无源网络。在陶瓷或玻璃等绝缘基片上，用厚膜工艺制作厚膜无源网络，然后装接二极管、晶体管或半导体集成电路芯片，构成有一定功能的电路，就是厚膜集成电路。由于这种电路多数是在陶瓷或玻璃基片上网印金属厚膜再加热处理制成，故又称金属陶瓷微型电路。

厚膜电路可以在普通大气环境下制造，设备简易，投资少，网印工艺亦便于自动化生产。但由厚膜制作的元件种类及数值范围有一定限制，故主要用于制作大电流的功率集成电路和低成本的电路方面。

（4）混合集成电路 如果一个完整的电路，它不能由膜集成技术或半导体技术单独完成，而要利用半导体集成电路、膜集成电路、分立元件这三种工艺方法中的任意两种或三种工艺混合制作，这种电路就称为混合集成电路。

下述几种电路都属于混合集成电路：在单块半导体片上，用半导体工艺制作有源元件，而用薄膜或厚膜工艺制造部分或全部无源元件，这样组成的电路，称为单片混合电路；将多个电路芯片（其中也可包括有源器件管芯）在绝缘基板上用薄膜电路互连而构成的集成电路，称为多片混合电路；在绝缘基片上用薄膜或厚膜工艺制作无源元件和互连线组成无源网络，并组装二极管或晶体管管芯，这样构成的集成电路，称为薄（厚）膜混合集成电路。在混合集成电路中，电阻、电容都可采用高精度和温度性能良好的薄、厚膜元件，有源元件可采用经过电学测量并与电路匹配得较好的芯片，使整个电路性能良好。

2. 按功能性质的不同分类

数字集成电路	{	线性集成电路 非线性集成电路
模拟集成电路		
微波集成电路		

(1) 数字集成电路 数字集成电路是以“开”和“关”两种状态或者以高、低电平来对应“1”和“0”二进制数字量，并进行数字的运算（逻辑运算）、存储、传输及转换的集成电路。数字电路的基本型式有两种：门电路和触发器电路。将二者结合起来，原则上可以构成各种类型的数字电路，如计数器、存储器、移位寄存器等。由于数字集成电路的电路形式品种简单，重复的单元较多，生产量大，电路中又没有电感元件，电容也用得很少，所用的电阻从阻值和精度要求而言，扩散电阻已能满足要求，故数字集成电路就成为半导体集成电路的主要制作对象，而且向大规模集成化发展得最为迅速。

数字集成电路按开关速度（即按传输延迟时间）划分，可分为低速、中速、高速和超高速电路数种。平均传输延迟时间大于50ns的数字集成电路，称为低速电路。平均传输延迟时间在10~50ns之间的数字集成电路，称为中速电路。平均传输延迟时间在2~10ns之间的数字集成电路，称为高速电路。平均传输延迟时间在2ns以下的数字集成电路，称为超高速电路。

(2) 模拟集成电路 用一定的物理量（如长度、转角、电压等）来表示数量或变量，那么，这样的物理量就可称为模拟量。模拟集成电路就是以电压或电流为模拟量进行放大、转换、调制的集成电路。模拟集成电路是继数字集成电路之后迅速发展着的另一类集成电路，开始称为线性集成电路，随着各种类型电路的不断发展，这种命名就显得不够确切。一九六七年国际电气技术委员会（IEC）正式提出了模拟集成电路的概念，它把数字集成电路以外的电路统称为模拟集成电路，而把模拟集成电路又区分为线性集成电路和非线性集成电路两大类。

线性和非线性，一般主要以输出和输入信号之间的关系来区分。通常把输出信号和输入信号的变化成线性关系的集成电路，称为线性集成电路，如运算放大器、音频、中频及宽频带放大器等。把输出信号和输入信号的变化不成线性关系的集成电路（但也不是开关性质的集成电路），称为非线性集成电路，如检波器、稳压器、调制器等。

(3) 微波集成电路 工作在1千兆赫以上的微波频段的集成电路，称为微波集成电路。它是采用半导体和薄、厚膜集成工艺，在绝缘基片上将有源、无源元件和微带传输线或其它特种微型波导联系成一个整体构成的微波电路。

在微波集成电路中，通过电路的设计、制作过程使有源元件得到良好的阻抗匹配和连接，更有效地发挥了有源元件的参数性能；另外，根据频段和电路的特点不同，采取集总或分布参数的无源元件，可有效地考虑寄生参数的影响。微波集成电路中的传输线，目前广泛使用微波带，并且发展了各种微型特种波导，它们取代散装电路中的同轴线和波导，避免了复杂的机械加工，显著减小了电路尺寸，提高了微波传输特性。因而，微波集成电路显示了体积小、重量轻、性能好、可靠性高和成本低等优点。

3. 按集成规模的不同分类

- 小规模集成电路 (SSI)
- 中规模集成电路 (MSI)
- 大规模集成电路 (LSI)
- 甚（超）大规模集成电路 (VLSI)

集成的规模，也可称为集成电路的集成度。在一个半导体片上制作的元件的数量，称为

集成度。

(1) 小规模集成电路 集成电路的集成度少于10个门电路或少于100个元件者,称为小规模集成电路。它是把一个单元电路“集成”在一个小硅片上,而所占用的硅片面积一般为 $1 \sim 3 \text{ mm}^2$ 。

(2) 中规模集成电路 集成电路的集成度在10~100个门电路之间,或者集成元件数在100~1000个元件之间者,称为中规模集成电路。它所占硅片的面积一般为 10 mm^2 。

(3) 大规模集成电路 集成电路的集成度在100个门电路以上或1000个元件以上者,称为大规模集成电路。若是在单个芯片上达到上述元件数或门数者,称为单片大规模集成电路;若是在单个封装中由多个芯片互连,达到上述元件数或门数者,称为混合大规模集成电路。

大规模集成电路是在一般集成电路的基础上发展起来的。一般的集成电路是以简单门或单级放大器作为制作对象,而大规模集成电路则是以部件、分机或整机、以系统作为集成对象,因此它有着不同于一般电路的设计考虑和工艺方法。从分立元件到集成电路,是半导体电子技术发展的一次飞跃;从集成电路到大规模集成电路,是又一次飞跃。

(4) 超大规模集成电路 究竟多大规模算超大规模,暂时还没有公认的一致标准,它是大规模集成电路的集成度不断提高而出现的新概念。目前认为:集成度达10000个门或100000个元件以上的大规模集成电路,称为超大规模集成电路。例如日本在一九七七年做出了65k随机存储器,在 $6 \times 6 \text{ mm}^2$ 的芯片上,达到165000个元件。

超大规模集成电路的一个最显著的特点是具有整机的功能。例如,一个片子可以制成一台像DJ S 130那样的电子计算机。

集成电路的分类大体如上所述,至于其中某些细类不加赘述了。如MOS电路中可分为PMOS、CMOS、NMOS等。

半导体集成电路的型号

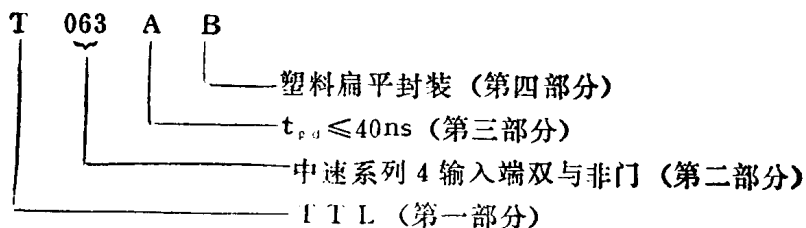
有关工业部门近几年重新编制了半导体集成电路(简称电路)型号命名方法和标准,现对电路的型号作简单介绍。

1. 半导体集成电路型号的组成

半导体集成电路的型号由四个部分组成,其符号及意义见下页表。

2. 举例说明

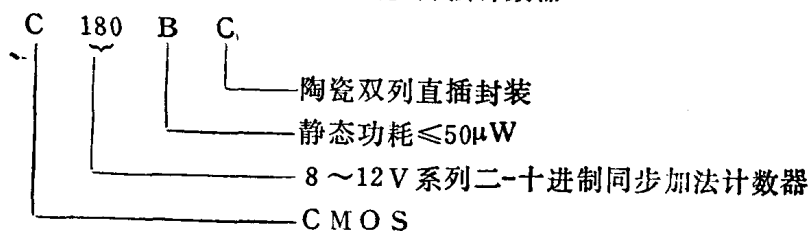
例(1) TTL中速4输入端双与非门



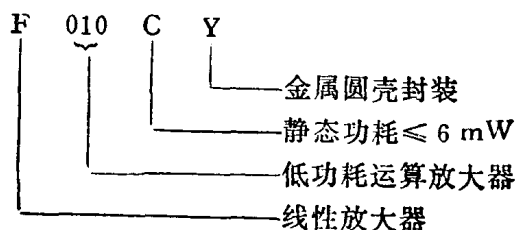
第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	
电路的类型, 用汉语拼音字母表示		电路的系列及品种序号, 用三位阿拉伯数字表示		电路的规格号, 用汉语拼音字母表示		电路的封装, 用汉语拼音字母表示	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
T	TTL	001	由有关工业部门制定的“电路系列和品种”中所规定的电路品种	A	每个电路品种的主要电参数分档	A	陶瓷扁平
H	HTL	:		B		B	塑料扁平
E	ECL	:		C		C	陶瓷双列
I	IIC	999		:		D	塑料双列
P	PMOS			:		Y	金属圆壳
N	NMOS					F	F型
C	CMOS						
F	线性放大器						
W	集成稳压器						
J	接口电路						
:	:						
:	:						

注: Y型金属圆壳封装类似中功率管形式; F型封装类似大功率晶体管的形式。具体可见“半导体集成电路的外形”。

例(2) CMOS二-十进制同步加法计数器



例(3) 低功耗运算放大器



半导体集成电路的外形

有关工业部门近几年重新编制了半导体集成电路外形尺寸的标准, 即目前广泛应用的四种外形。A、B型为扁平封装; C、D型为双列直插式封装; Y型为圆筒封装; F型为变形封装, 类似大功率晶体管的形式。至于膜集成电路和混合集成电路的外形, 有多种多样, 目前尚未规格化。

1. A、B型

A、B型为扁平封装, 其外形和尺寸见图1-1和表1-1。在集成电路中, 扁平型外形结构为

最小，A型为陶瓷扁平封装，B型为塑料扁平封装，其腿脚的识别方法是：将结构特征（键状、凹口、标记等）正向按图 1-1 位于俯视图的左侧，由左下角起按逆时针方向，依次为 1、2、3……脚，该结构特征即为自动装配时的定位。数字集成电路不少是扁平型封装。表中* 为参考尺寸。

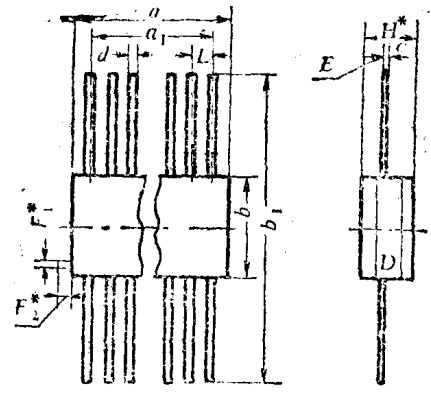


图 1-1

2. C、D型

C、D型为双列直插式封装。C型的外形和尺寸如图1-2和表 1-2 所示。D型的外形和尺寸见图1-3和表1-3。

C、D型外形如带有散热片，其散热片宽度按功耗而定，但必须为2.5的整数倍。

在集成电路中，以上两种双列直插式的外形，目前正在增多。其腿脚的识别方法是：将结构特征（键状、凹口、标记等）按图1-2、图1-3位于俯视图左侧，由左下角起按逆时针方向，依次为 1、2、3……，该结构特征即为自动装配时的定位。表中* 为参考尺寸，△为建议尺寸。

表 1-1

引线数	a	b	L	a_1	b_1	c	d	E	H^*	F_1^*	F_2^*
14	9	6	1.25	1.25×6	17~18	0.18	0.4	1.1	3	0.4	0.8
16	10.5	7.5	1.25	1.25×7	19.5	0.18	0.4	1.1	3	0.4	0.8
18	12	8.6	1.25	1.25×8	20.6	0.18	0.4	1.1	3	0.4	0.8
24	16	11	1.25	1.25×11	23	0.18	0.4	1.4	4	0.4	0.8
28	18.4	13	1.25	1.25×13	25	0.18	0.4	1.4	4	0.4	0.8

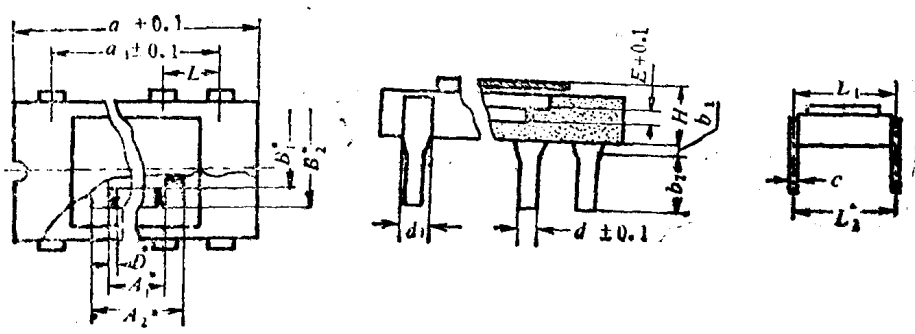


图 1-2

表 1-2

管脚数	a	L	L_1	L_2^A	C	d	d_1	b_1	b_2	H	下 略
8	10	2.5	7.5	7.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	因与 安装 尺寸 已无 关。
10	13	2.5	7.5	7.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	
12	15	2.5	7.5	7.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	
14	18	2.5	7.5	7.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	
16	21	2.5	7.5	7.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	
18	23	2.5	7.5	7.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	
24	31	2.5	15	15	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	
28	36	2.5	15	15	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5~1	3.5~4	≤2.4	

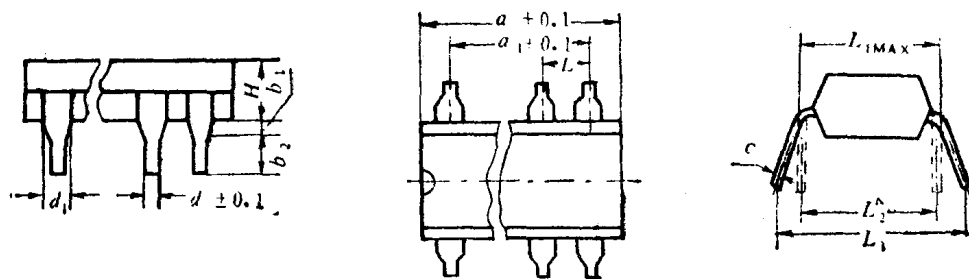


图 1-3

表 1-3

引线数	a	L	L_1	L_2^A	L_3	C	d	d_1	b_1	b_2	H
8	10	2.5	8	7.5	8~9	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
10	13	2.5	8	7.5	8~9	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
12	15	2.5	8	7.5	8~9	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
14	18	2.5	8	7.5	8~9	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
16	21	2.5	8	7.5	8~9	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
18	23	2.5	8	7.5	8~9	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
24	31	2.5	16	15	16~17.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5
28	36	2.5	16	15	16~17.5	0.25~0.35	0.5	1~1.4	0.5	3.5~4	4~4.5

3. Y型

Y型为圆筒形外形结构，其外形和尺寸见图1-4和表1-4。Y型圆筒形的外形结构曾经叫TO-5型，它的外形和中功率晶体管有类似之处，从圆筒形外壳的底面引出很长和较多的引线。腿脚的识别方法是：将管脚向上，从其结构特征（锁口等）起按顺时针方向，依次为1、2、3……，该结构特征即为自动装配时的定位。其外壳是金属的，可靠性较强，必要时可加装散热帽。

表 1-4

引 线 数	D_1	D	d	h	L	a	b	d_1
3,8,10,12	9.6	8.4	5	6	12.5	0.8	10.4	0.45
	10.4	9.4	5	6	12.5	0.8	11.2	0.45