

中国集成电路大全

集成电路封装

国防工业出版社

R73.75503
140

中国集成电路大全

集成电路封装

《中国集成电路大全》编委会 编

国防工业出版社

(京)新登字106号

内 容 简 介

本书是《中国集成电路大全》第九分册,综合介绍了集成电路制造后部工序,即与封装技术有关的机械、电子、冶金、化工、硅酸盐等方面的专业知识,以及与集成电路应用有关的封装外型规范与特性参数,是国内第一本内容比较完整的集成电路封装技术参考书。主要内容有:半导体集成电路外形尺寸最新国家标准;半导体集成电路封装外形总图;集成电路封装外壳及其所用材料;集成电路封装技术;质量控制及可靠性分析;新材料、新技术和新工艺;热阻测试原理及方法;表面安装技术等。

读者对象:从事微电子学或电子工业的科技人员、技术工人,各行各业中的仪表制作和维修人员、技术革新者,大专院校有关专业师生,从事电子工业的机关、企事业领导和管理干部,业余无线电爱好者。

中国集成电路大全 集成电路封装

《中国集成电路大全》编委会 编

责任编辑 王晓光

*

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京市飞龙印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 印张30¹/₂ 插页2 705千字

1993年5月第一版 1993年5月第一次印刷 印数:00001—4000册

ISBN 7-118-00976-8/TN·164 定价:27.50元

主 编

赵 保 经

常 务 编 委

(以姓氏笔画为序)

王晓光 吴征明 郑敏政

编委会成员(九一十六分册)

(以姓氏笔画为序)

王先春 王朔中 王晓光 朱家维
陈 瑜 陈章龙 吴征明 张建人
郑敏政 赵保经 徐霞生 高葆新

本分册编写组成员

组长: 王先春

组员: 叶曾达 梁昌锐 曾大富

序 言

从本世纪 50 年代末开始,经历了半个多世纪发展历史的无线电电子学正在酝酿着一场新的革命。这场革命掀起的缘由是微电子学和微电子技术的兴起,而这场革命的漩涡中心则是集成电路和以其为基础的微型计算机。

集成电路的问世,开辟了电子技术发展的新天地,而其后大规模和超大规模集成电路的出现,则迎来了世界新技术革命的曙光。由于集成电路的兴起和发展,创造了在一块小指甲般大小的硅片上集中数千万个晶体管的奇迹,使过去占住整幢大楼的复杂电子设备缩小到能放入人们的口袋中,从而为人类社会迈向电子化、自动化、智能化和信息化奠定了最重要的物质基础。无怪乎有人将集成电路和微电子技术的兴起看成是跟火和蒸汽机的发明具有同等重要意义的大事。

我国的集成电路已经历了 20 多年的应用和生产实践。鉴于国内的迫切需求,早在 1981 年 6 月,经当时的电子工业部领导同意,中国电子器件工业总公司组织了《中国集成电路大全》的编写工作,并组成《中国集成电路大全》(以下简称《大全》)前八分册编写委员会,其后由国防工业出版社陆续出版了近 800 万字的《大全》下述八个分册:

TTL 集成电路;
集成运算放大器;
CMOS 集成电路;
接口集成电路;
ECL 集成电路;
集成稳压器与非线性模拟集成电路;
微型计算机集成电路;
HTL 集成电路。

诚如已出版的前八分册的序言中所指明的,编写本《大全》的主要目的是:

1. 向国内各行各业的集成电路使用者提供一套比较完整的国产集成电路的系列、品种、特胜、测试方法、工作原理和实际应用的工具书。
2. 向整机设计者提供现已纳入国家研制生产计划和今后数年内将陆续应市的集成电路新系列、新品种及其应用技术数据,以作为设计各类整机新机种时参考;同时向国内各集成电路生产单位展示各大类集成电路的发展趋向,以作为新品选型的依据之一。
3. 向有关科技人员和大专院校师生提供我国集成电路标准化、系列化和通用化方面的具体知识。

《大全》前八分册的出版,受到了广大读者的欢迎并得到国内外的好评,以致在短时期内各分册多次重印。与此同时,不少读者也对《大全》今后的编写出版工作提出了宝贵建议,并寄予新的期望。

为适应我国集成电路生产和应用的新形势,满足读者的要求,我们一方面将加快《大全》后续诸分册的编写工作,另一方面还将对《大全》后续诸分册增加有关内容并

扩大选材范围,特别是在重点反映和阐述国产集成电路的基础上,增加一些国内现已广泛采用或行将推广应用的国际集成电路通用系列产品及其应用实例,以及有关微电子应用技术的内容。

为了搞好《大全》后续各分册的编写工作,在机电部微电子与基础产品司的指导与支持下,在中国电子器件公司的支持与协助下我们组成了新的编委会。今后,该编委会将根据实际需要与可能,在编写《集成电路封装》分册之后,继续组织编写《可编程序控制器》、《高速CMOS集成电路》等分册,陆续向读者介绍集成电路新品种、新应用。

《大全》后续诸分册仍将保留前八分册的特点,即本《大全》既不同于集成电路产品手册,又有别于一般的教科书,它是紧紧围绕具体产品来阐明原理的。除了比较系统地介绍各类集成电路的系列品种、型号命名和特性外,还分门别类地简明阐述电路的功能特点、作用原理、典型应用和标准测试方法,力图将集成电路的特性、原理与应用三者结合起来,这样,读者阅后就可留下一个比较完整而清晰的概念,从而在实际应用集成电路时能举一反三,触类旁通。

在《大全》的编写工作中,我们遵循如下指导思想:资料丰富实用;内容简明扼要;格式便查易读。我们热切希望各有关单位、专家和广大读者继续为《大全》的进一步完善提出意见和建议。

在此,谨向积极支持或协助本书编写出版工作的众多单位(诸如中国华晶电子集团公司等)和有关人士致以敬意!向热情关心《大全》并积极提出建议的广大读者表示感谢!

《中国集成电路大全》编委会

《集成电路封装》编写说明

本书是《中国集成电路大全》的一个分册，其内容有异于其他已出版的各分册。本书编写意图是使读者在熟悉各类集成电路的产品特性、工作原理和典型应用的基础上，从集成电路封装技术角度出发，进一步了解各类集成电路的外形尺寸、封装结构特点、封装材料性能和组装要求，以及与封装有关的集成电路可靠性分析，从而向读者提供比较完整的有关选用和安装各种封装形式集成电路的知识。

本书共分五个部分（十四章）。第一部分为总表，分别介绍了我国各类集成电路封装类型的外形结构尺寸，特别介绍了目前应用比较普遍的插入式和表面安装式封装结构及引线系列。第二部分（一至六章）介绍外壳类型及品种、外壳设计要素及结构特征、陶瓷材料及其表面金属化、塑料封装、封接玻璃、引线和封接合金材料。第三部分（七至九章）介绍封装技术、组装技术、密封封盖技术和封装后的工艺处置。第四部分（十至十二章）介绍与封装质量有关的集成电路的机械、气候试验方法，以及有关封装方面的失效机理分析。第五部分（十三至十四章）介绍封装新材料、新技术和新工艺。本书的附录部分介绍各种计量换算关系、批允许不合格率（LTPD）抽样方案、可接受质量水平（AQL）抽样方案、集成电路封装用语中英日文对照、集成电路热阻测试原理及方法、表面安装技术——QFP 器件在印制板上的安装等最新资料。

本书集中反映了我国当前在半导体集成电路封装技术方面的现实情况、科技成果、经验积累、技术资料 and 现行标准，也对国外有关集成电路封装的设备、材料、工艺和发展动向作了必要的介绍。全书以集成电路封装技术为主线，阐明集成电路各项技术性能、考核指标与集成电路封装结构的内在关系，从而表明了封装技术对保证集成电路使用可靠性的重要意义。目前，在集成电路密集度不断上升，外形尺寸不断缩小的总趋势下，封装技术的重要性显得越来越重要。

本书由王先春、叶曾达、梁昌锐和曾大富等同志编写，王先春任编写组长。

在本书编写过程中，曾得到航空航天部 691 厂、上海无线电七厂、机电部 878 厂和机电部第 24 研究所等单位大力支持。孔庆恩、李永增等同志参与撰写了部分稿件；杨植震、陈裕焜、钱福明、王凤芝等同志提供了一些技术资料；在此一并表示感谢。

书中谬误之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 总 表	
表01	半导体集成电路封装新旧代号命名对照表..... 2
表02	半导体集成电路封装新旧名称对照表..... 2
表03	半导体集成电路外形尺寸、符号含义及引出端编号识别..... 2
表04	半导体集成电路封装外形总图..... 28
表05	半导体集成电路国内外封装名称对照表..... 77
表06	集成电路封装结构发展情况..... 79
表07	目前插入式和表面安装式封装结构及引线系列优选..... 80
第二部分 集成电路封装外壳及其所用材料	
第一章	外壳类型及品种..... 82
1.1	外壳命名、分类和代号 82
1.2	玻璃陶瓷扁平外壳 83
1.3	陶瓷外壳 85
1.4	陶瓷熔封外壳 88
1.5	金属圆形外壳 90
1.6	金属菱形外壳 91
1.7	片式载体 92
1.8	陶瓷四面引线扁平外壳 93
1.9	塑料封装 94
1.10	各类外壳的性能对比..... 97
第二章	外壳设计要素及结构特征..... 98
2.1	集成电路外壳的重要性 98
2.2	外壳设计原则 98
2.3	外壳的电性能..... 100
2.4	外壳的热性能..... 103
2.5	外壳的结构特征..... 108
2.6	外壳的金属表面防护..... 110
2.7	光电外壳..... 119
2.8	抗辐照外壳..... 120
2.9	恒温外壳..... 122
2.10	散热器的设计 123
2.11	半导体器件封装的计算机辅助设计 127
第三章	陶瓷材料及其表面金属化 129
3.1	氧化铝陶瓷..... 129
3.2	95%氧化铝陶瓷..... 130
3.3	着色氧化铝陶瓷..... 132
3.4	陶瓷原材料..... 134
3.5	陶瓷制造要点..... 138
3.6	陶瓷内在质量的检验..... 145
3.7	钼锰法陶瓷表面金属化..... 146
3.8	多层埋线陶瓷封装技术..... 150
3.9	陶瓷外壳芯腔中的渗金..... 154
3.10	陶瓷与金属的钎焊 155
第四章	塑料封装 156
4.1	塑料封装的发展及其特点..... 156
4.2	塑封材料..... 161
4.3	模塑料的性能试验方法..... 165
4.4	国内外一些主要模塑料的性能指标..... 168
4.5	塑料封装成型方法..... 175
4.6	塑封递模成型设备..... 179
4.7	塑料包封模及工作程序..... 182
4.8	塑料封装的质量与分析..... 187
第五章	封接玻璃 193
5.1	低熔玻璃..... 193
5.2	电真空玻璃..... 198
5.3	玻璃质量检查和性能测试..... 203

第六章 引线 and 封接合金材料	205
6.1 引线的种类和要求	205
6.2 各种引线框架的结构	206
6.3 封接合金材料	218
6.4 蚀刻型引线框架	222

第三部分 集成电路封装技术

第七章 封装质量要求和组装技术	226
7.1 封装目的、作用 and 意义	226
7.2 封装工艺流程	227
7.3 封装质量要求	228
7.4 芯片背面处理和减薄	232
7.5 划片和分片	235
7.6 芯片装片	237
7.7 引线键合	246
7.8 焊接工具——劈刀	255
7.9 键合引线	267
第八章 密封封盖技术	270
8.1 密封封盖的方法和特点	270
8.2 环焊封盖	272
8.3 平行缝焊封盖	275
8.4 焊料焊封盖	277
8.5 低熔玻璃封盖	285
8.6 有机树脂封盖	287
8.7 软封装	288
第九章 封装后的工艺处置	292
9.1 检漏技术	292
9.2 引线冲切和成形	301
9.3 产品的测试	302
9.4 产品标志和打印	307
9.5 产品包装和测试运载装置	309

第四部分 质量控制及可靠性分析

第十章 生产过程中的工艺检测	314
10.1 工艺检测的目的和质量控制	314
10.2 芯片外观质量检验	315
10.3 装片质量检验	316
10.4 内引线键合质量检验	318

10.5 封盖质量检验	324
10.6 成品外观检验	326
10.7 其他工艺监测检验	328

第十一章 可靠性试验及分析

11.1 可靠性试验的目的和意义	331
11.2 抽样理论的基础知识	332
11.3 机械试验及其可靠性分析	336
11.4 气候试验及其可靠性分析	342
11.5 寿命试验及其可靠性分析	348
11.6 其他(特殊)试验及其可靠性分析	353

第十二章 可靠性筛选及失效分析

12.1 可靠性筛选	357
12.2 失效分析	361
12.3 失效分析仪器	365
12.4 外壳启封技术	367

第五部分 新材料、新技术和新工艺

第十三章 集成电路封装新材料

13.1 氧化铍陶瓷	372
13.2 碳化硅陶瓷	376
13.3 90%氧化铝陶瓷	380
13.4 玻璃陶瓷	381
13.5 焊料膏	382
13.6 氮化铝陶瓷	384
13.7 人造金刚石	386
13.8 导电塑料	388
13.9 有机包封材料	390
13.10 基片材料	393
13.11 被瓷钢	395

第十四章 集成电路封装技术的发展

——新技术和新工艺

14.1 集成电路封装的发展趋势和最新进展	397
14.2 表面安装技术(SMT)	399
14.3 微组装技术	405
14.4 载带组装技术	409
14.5 梁式引线组装技术	414

X

14.6	针栅阵列式封装	417
14.7	倒装焊接技术	418
14.8	电子束焊	421
14.9	机械热脉冲焊	422
14.10	激光焊	423
14.11	汽相再流焊	425
14.12	热管技术	426
14.13	厚膜精细图形制备技术	428
14.14	陶瓷被釉技术	431

第六部分 附 录

附录1	长度单位换算表	434
附录2	质量单位换算表	434
附录3	公斤/厘米 ² 与磅/英寸 ² 相互 换算表	435
附录4	体积和容量单位换算表	436
附录5	力单位换算表	436
附录6	面积单位换算表	436
附录7	力矩和转矩单位换算表	436
附录8	密度单位换算表	437
附录9	压力和应力单位换算表	437
附录10	气体的露点和相应的含水 量对照表	438

附录11	空气的相对湿度和露点表	438
附录12	AQL 抽样方案	439
附录13	LTPD 抽样方案	441
附录14	热电偶温度计刻度与绝对 毫伏值对照表	443
附录15	无机气体的物理性质	444
附录16	各种封装典型工艺流程 框图	444
附录17	几种主要封装设备性能对 比表	446
附录18	半导体集成电路封装热 阻测试方法	448
附录19	塑料封装冲制型单列、 双列引线框架技术条件 和检验方法	453
附录20	集成电路封装技术英汉日 专用名词对照	458
附录21	表面安装技术——QFP器 件在印制板上的安装	465
附录22	国外塑封集成电路可靠性试验项 目举例	472
附录23	部分厂家产品介绍	472

第一部分

总 表

表01 半导体集成电路封装新旧代号命名对照表

封 装 结 构 形 式	新 代 号	旧 代 号
玻璃陶瓷扁平封装	W	A
陶瓷扁平封装	F	
陶瓷四面引线扁平封装	Q	B
塑料扁平封装	B	
塑料双列弯引线封装	O	
塑料四面引线扁平封装	N	
陶瓷熔封扁平封装	H	
陶瓷双列封装	D	C
塑料双列封装	P	D
塑料单列封装	S	
陶瓷熔封双列封装	J	
金属圆形封装	T	Y
金属菱形封装	K	F
陶瓷无引线片式载体封装	C	
塑料片式载体封装	E	
陶瓷针栅阵列封装	G	

表02 半导体集成电路封装新旧名称对照表

新 名 称	旧 名 称	新 名 称	旧 名 称
玻璃陶瓷扁平封装	玻璃扁平封装	塑料双列封装	塑料双列直插封装
陶瓷扁平封装	多层陶瓷扁平封装	塑料单列封装	塑料单列直插封装
陶瓷四面引线扁平封装		陶瓷熔封双列封装	黑瓷低熔玻璃双列直插封装
塑料扁平封装		金属圆形封装	金属圆管封装
塑料双列弯引线封装		金属菱形封装	
塑料四面引线扁平封装		陶瓷无引线片式载体封装	陶瓷无引线芯片载体封装
陶瓷熔封扁平封装	黑瓷低熔玻璃扁平封装	塑料片式载体封装	塑料芯片载体封装
陶瓷双列封装	多层陶瓷双列直插封装	陶瓷针栅阵列封装	管脚阵列式封装; 引脚网格阵列封装

表03 半导体集成电路外形尺寸、符号含义及引出端编号识别

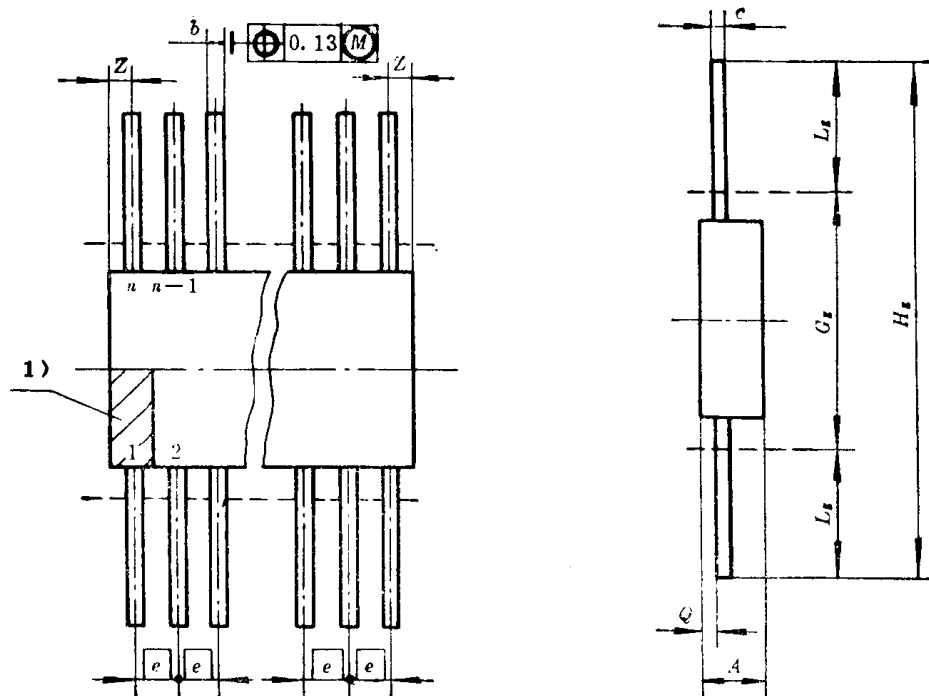
一、外形尺寸

半导体集成电路外形尺寸已由国家标准 GB7092 作了新的统一规定。现将各个类别的半导体集成电路外形尺寸分述如下:

1. 陶瓷扁平封装 (F型)

(1) 引线两面引出

198019



注：1) 为引出端识别标志区。

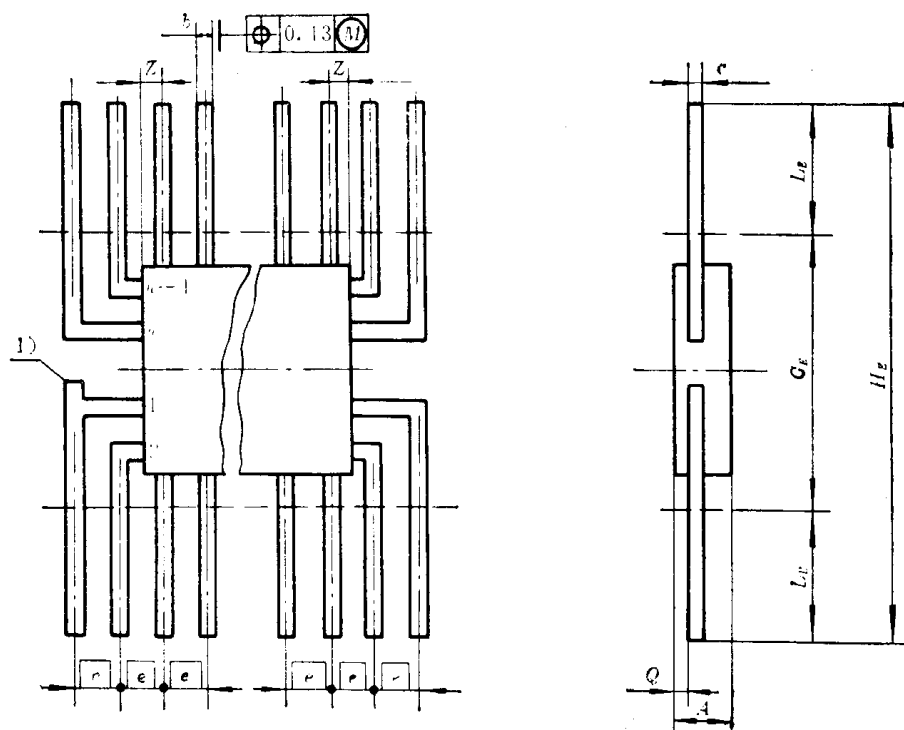
尺寸符号	数 值 (mm)		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	2.3
b	0.25	—	0.54
c	0.07	—	0.20
e	—	1.27	—
G_B ①	—	—	7.7
H_B	13.72	—	19.81
L_B	3	—	—
Q	0.13	—	0.90

① 在该尺寸范围内引线不应弯曲、切断或利用。

外形代号	F14X1	F14X2	F16X2	F18X2	F24X1
n	14	14	16	18	24
Z (最大) (mm)	0.63	1.27	1.27	1.27	0.63

9310207

(2) 引线四边布线, 两面引出



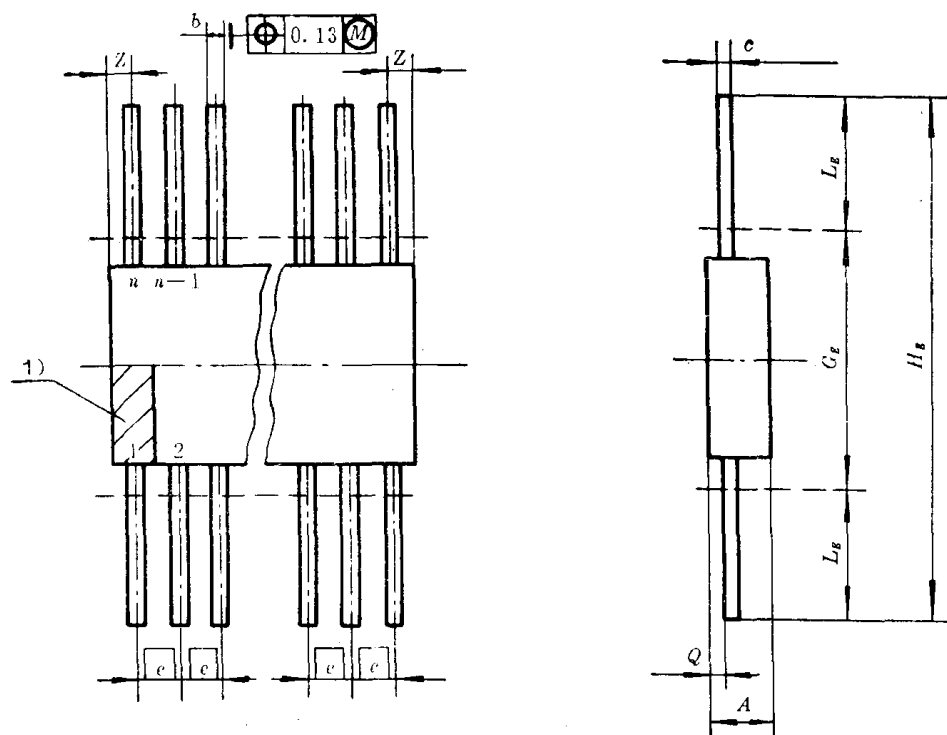
注: 1) 为引出端识别标志。

尺寸符号	数 值 (mm)		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	2.3
b	0.25	—	0.54
c	0.07	—	0.20
e	—	1.27	—
G_E ①	—	—	7.7
H_E	13.72	—	19.81
L_E	3	—	—
Q	0.13	—	0.90

① 在该尺寸范围内引线不应弯曲、切断或利用。

外形代号	F14Y1	F16Y1	F18Y1	F24Y1
n	14	16	18	24
Z (最大) (mm)	0.63	0.63	0.63	0.63

2. 陶瓷熔封扁平封装 (H型)



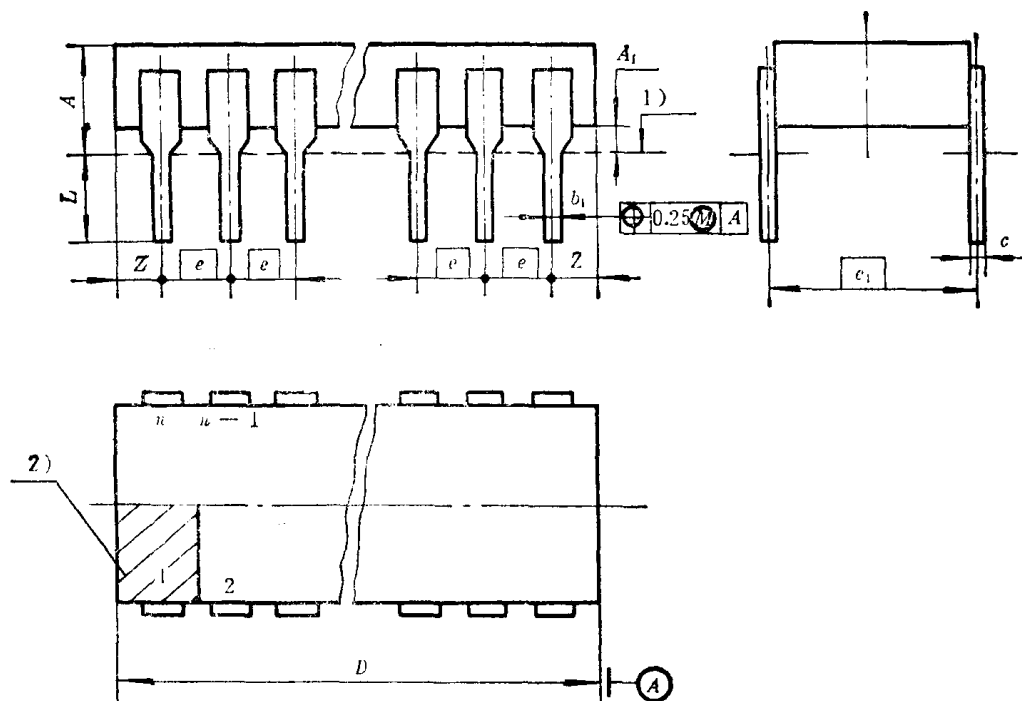
注：1) 为引出端识别标志区。

尺寸符号	数 值 (mm)		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	2.3
b	0.25	—	0.54
c	0.07	—	0.20
e	—	1.27	—
G_B ①	—	—	7.7
H_B	13.72	—	19.81
L_B	3	—	—
Q	0.13	—	0.90

① 在该尺寸范围内引线不应弯曲、切断或利用。

外形代号	H14X1	H14X2	H16X2	H18X2	H24X1
n	14	14	16	18	24
Z (最大) (mm)	0.63	1.27	1.27	1.27	0.63

3. 陶瓷双列封装 (D型)



注：1) 为装配平面。当器件引线完全插入直径为 0.8 ± 0.05 mm 的孔时再测定。孔的中心位于 $[e]/[e_1]$ 网格上。

2) 为引出端识别标志区。

(1) 跨度为7.62mm封装的尺寸

尺寸符号	数 值 (mm)		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	5.1
A_1	0.51	—	—
b_1	0.35	—	0.59
c	0.20	—	0.36
e	—	2.54	—
e_1	—	7.62	—
L ①	2.54	—	5.00

① L 值应在下列数值中选取：2.54~3.00；2.9~3.4；3.2~3.9；4.5~5.0；3.5~5.0。

外形代号	D08 S2	D14 S2	D14 S3	D16 S2	D16 S3	D18 S2	D18 S3	D20 S2	D20 S3
n	8	14	14	16	16	18	18	20	20
D (最大) (mm)	10.16	17.78	20.32	20.32	22.86	22.86	25.40	25.40	27.94
Z (最大) (mm)	1.27	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	2.54

(2) 跨度为10.16mm封装的尺寸

尺寸符号	数 值 (mm)		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	5.1
A_1	0.51	—	—
b_1	0.35	—	0.59
c	0.20	—	0.36
e	—	2.54	—
e_1	—	10.16	—
L ①	2.54	—	5.00

① L 值应在下列数值中选取：2.54~3.00；2.9~3.4；3.2~3.9；4.5~5.0；3.5~5.0。

外形代号	D18M2	D18M3	D20M2	D20M3	D22M2	D22M3	D24M2	D28M2
n	18	18	20	20	22	22	24	28
D (最大) (mm)	22.86	25.40	25.40	27.94	27.94	30.48	30.48	35.56
Z (最大) (mm)	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	1.27

(3) 跨度为15.24mm封装的尺寸

尺寸符号	数 值 (mm)		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	5.1
A_1	0.51	—	—
b_1	0.35	—	0.59
c	0.20	—	0.36
e	—	2.54	—
e_1	—	15.24	—
L ①	2.54	—	5.00

① L 值应在下列数值中选取：2.54~3.00；2.9~3.4；3.2~3.9；4.5~5.0；3.5~5.0。

外形代号	D24L2	D24L3	D28L2	D28L3	D40L2	D40L3	D42L2	D42L3	D48L2	D48L3
n	24	24	28	28	40	40	42	42	48	48
D (最大) (mm)	30.48	33.02	35.56	38.10	50.80	53.34	53.34	55.88	60.96	63.50
Z (最大) (mm)	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	2.54	1.27	2.54