

国外集成电路测试仪概况

5

9

上海科学技术情报研究所

国外集成电路测试仪概况

集成电路(IC)测试仪是在使用和制造集成电路时用来测试或检验其主要电特性的设备。它是随着 IC 的发展而发展起来的。最初 IC 测试仪都是大型的(即 IC 自动测试仪),它是由 IC 生产厂为了制造 IC 而研制成的,后来才逐渐在市场上出售。如美国仙童(Fairchild)公司生产的 4000 型和德克萨斯仪器公司(Texas Instruments)生产的 553 型及日本东芝公司生产的 1200 型 IC 测试仪等。随着 IC 的普及,根据使用者的需要,出现了小型简易的 IC 测试仪。并随着中规模集成电路(MSI)和大规模集成电路(LSI)的大量生产和进入实用阶段,就相应出现了 MSI 测试仪和 LSI 测试仪。因此目前 IC 测试仪的种类很多,从小型简易的测试仪到采用电子计算机控制的大规模的测试系统。使用者可根据不同的用途和目的进行选用。从以往几年的测试仪来看,是朝着通用化、高速化、高可靠性和采用小型电子计算机控制的方向发展。最近出售的大规模的测试系统的价格已达三亿日元,接近大型计算机。IC 测试仪正在不断进步,其一是 LSI 测试仪的出现。当 IC 向 LSI 发展后,由于管脚数增多,功能复杂,测试项目多,因此为了降低测试费用,把工作状态下的功能测试作为方向,出现了专门测试功能的专用测试仪,如美国仙童公司的 8000A 型、台他特隆(Datatron)公司的 4400 型和日本东芝公司的 6000A 型等。二是提高测试速度。为了缩短测试时间,节约测试费用,许多测试仪都提高了测试速度。有些测试

仪采用了电子开关代替过去的舌簧继电器来进行高速测试。如台他特隆公司的 4400 型和日本竹田理研公司的 SPAT-1 型等,其最高测试速度为每项 20 微秒。三是向通用性方向发展。随着集成电路品种的增多,对于生产厂,用单一的测试仪来测试是不经济的,因此出现了可测多个品种和几个项目的测试仪。如美国 E-H 研究试验室的 4500 型测试仪,它可测单个元件、小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路以及印刷线路板等的直流参数,而且稍加适当的辅助设备就可作动态参数和功能测试。四是用计算机控制。近几年用小型计算机控制测试仪的方法日益普遍,用计算机可以同时控制几台测试仪,目前最多可控制八台。如美国仙童公司的哨兵式-400 型,它是 MOS 型大规模集成电路和随机存储器的专用测试仪,用小型计算机 FST-1 控制,测试精度为 0.1%,程序分辨率:时间为 10 毫微秒、电压为 10 毫伏、电流为 1 毫微安。另外它还有程序编制器检查计算机辅助机器和测试台的程序等。目前美国 Macrodata 公司已经生产了一种测试仪,它从开始设计直到电路分析、模拟、测试图发生等都是用电子计算机辅助的,这种测试仪的软件在一定程度上还可以获得制造上必要的情报。例如,晶片检测后,由电子计算机将好的和坏的切片图示出来,所以只要将好的切片自动送到下一道工序即可,很方便。

美国夕尔万尼亚(Sylvania)公司研制了一种 IC 测试仪,作为 IC 环境试验用,和电子计算机一起使用。这种测试仪称为 MR ATOMIC (单块集成电路多次快速自动测试的简称),每小时可测试 1,800 个 IC,每次为 200 个。可靠性高,成本低,能大量测试,国外有人说是“IC 测试仪的一个革命”。它是一种由数字式电子计算机来操作的直线鼓式存贮系统。

IC 测试仪的用途

现在所用的 IC 测试仪大致分为两种。一种是 IC 生产厂为了生产和试制 IC 而制造的, 作为生产设备, 是大型的 (即 IC 自动测试仪)。另一种是为了 IC 使用者作特性试验而制造的, 是小型的。

生产 IC 的厂有如下几方面的具体应用:

- (1) 设计 IC;
- (2) 基片制造时的基片检查;
- (3) IC 的系列分类;
- (4) 入库与出库检查;
- (5) 收集与处理质量管理用的数据;
- (6) 鉴定质量;
- (7) 保证可靠性。

使用者有如下几方面的具体应用:

- (1) 检查买进的 IC;
- (2) 按 IC 的特性进行分类;
- (3) 鉴定 IC 与附加装置的设计;

IC 测试仪有以上不同的用途, 而在各种情况下, 有不同的主要特性, 故要求具有不同的功能。因此 IC 测试仪按照不同的用途有不同的要求。

A. 用于制造工程 (成品检查、分类, 基片检查) 和成品入厂检验:

- (1) 能自动进行测量并具有高速测量及判别速度;
- (2) 可进行合格/不合格的判别;
- (3) 自动夹头: 能使基片固定的自动装置和联接;

- (4) 具有高可靠性的工作线路;
- (5) 程序的变化范围要宽;
- (6) 能使多路调制器工作。

B. 用于电路设计, IC 的定价、质量管理和可靠性检查:

- (1) 能进行多种项目的测试;
- (2) 能较方便地改变程序;
- (3) 能定量地显示测量的数据;
- (4) 对测量的数据能进行数据处理并得出结果。

IC 测试仪的几种形式

1. 简易型 IC 测试仪

这类测试仪结构简单, 只能测量直流参数, 如图 1 所示。它主要是由供测量用的几组电源和可以将电源和测试电路连接到

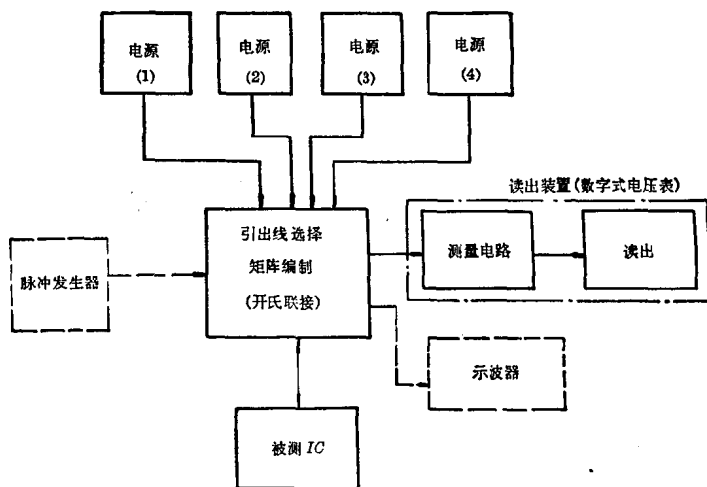


图 1 简易 IC 测试仪方框图

被测试的集成电路任一引出头用的矩阵转换开关所组成。

除了测量直流特性外,还需测量脉冲特性,故在机内还附有可变频率的脉冲发生器,同时还可安装供观察的外接示波器等。表 1 表示了简易型 IC 测试仪的性能比较。

2. 高速自动 IC 测试仪

对于简易型 IC 测试仪,它的测量电路的组成、电源的偏置、读出装置和量程的转换等测量项目的改变都是用人工方法进行的。而自动 IC 测试仪这些测试项目不能任意预先进行测量,而要根据顺序按项目进行测试,用程序法在合格/不合格测试情况下,测量速度达每秒 50~200 个测数。

在此情况下,测量速度主要取决于测量器及其附加器的工作时间,如将 IC 插入插座的时间,还有自动夹头固定基片的工作时间占了相当大的比例。故在制造与使用集成电路的场合,一般用一台测试仪时要用 2~几个多路调制器进行时间分隔,以提高测试仪的利用率,而在进行 IC 的评价及质量检查时一定要取得数据时,则可将测量结果由打字机打印出读数。

一般数据读出装置的工作时间比测试仪的测试时间来得长,故测量速度受到读出输出部分工作时间的限制。因此在要获得大量数据时,必须要用高速穿孔机和磁带,这样才能进一步提高测试效率。

图 2 是具有磁性记忆装置的高速自动 IC 测试仪的方框图。表 2 表示 IC 测试仪的性能比较。

3. MSI、LSI 测试仪

MSI、LSI 测试仪是以功能测试为主,一般也可以测量直流参数。为了提高其工作速度来增加程序信息的处理,多数采用电子计算机进行数据处理(也能用于联机的数据处理)。表 3 是 LSI 自动测试仪的性能。

表1 简易型 IC 测

厂名	型号	电压测量范围(伏)	电流测量范围(毫安)	电 源		●直流参数测试 ▲功能测试	测量管脚数	
				电 压 (伏)	电 流 (毫安)			
VARADYNE	1740 B 1740 C	0~±1 0~±10	0~1 0~10 0~100	0~±1 0~±10 0~±100	0~±1 0~±10 0~±100	● ▲	20	
TERADYNE	J 133	功能测试, 能测定输入脉冲的幅度和输入电流, 输出电平		2~8 0.5~8 0~2.5	0.5~60	● ▲	16	
SIGNETICS	1410	运算放大器的测试项目有: 补偿电压、补偿电流、噪声、增益、通过速率、共模抑制比、偏流电流						—
	1100	0~10	0~100	10	0~100	● ▲	16	
MICRODYNE	710 711	0~50	0~100	0~25	0~100	● ▲	16	
	715 716	0~100 12 档	0~100 12 档	±1~ ±10	0~100 ±1 ±10 ±100	● ▲	36	
	720 721	可进行功能测试和直流参数测试 (I_{CC} , V_{IL} , V_{IH} , V_{OH} , V_{OL})				● ▲	16	
REDCORE	990/101	0~100 8 档	0~1(安) 8 档	0~100	0~100	● ▲	20	
BECKMAN	999	1 10	1 10 100	+5 +12 0~10	59 微安~ 100 毫安 三档	●	16	

试仪性能比较表

测试速度	程 序	输 出	备 注	价格* (千日元)
0.98 秒 自动	程序控制盘	合格/不合格 用灯表示	数字电压表 0~100 伏三档 0~100 毫安三档 有的有数字电压表, 输入 数 10, 输出数 8, 输入数 10, 输出数 4	3250
10 毫秒 自动	二个程序控制盘	合格/不合格 用灯表示	备有标准 IC 的程序卡片 (T174 系列等)	2500
5,000/天	程序控制盘	用数字表示, 用相对百分比 表示	可作 14 种测试 测量结果可以印刷输出	3500
150 毫秒 自动	程序控制盘	合格/不合格 表示	动态测试有噪声特性测试、 重复频率测试	2500
半自动	拨动开关	710 用仪表表示 711 用数字电压 表表示	带脉冲发生器	500
半自动	接线盘拨动开关	715 用仪表表示 716 用数字电压 表表示	带脉冲发生器 可测线性集成电路	1000
100 毫秒 自动	插入式印刷卡片	用灯表示 合格/不合格 用三位数字 电压表表示	最多可测数 1024 输入数 4, 输出数 10 或 输入数 10, 输出数 4 带 14 个程序电源	2500
手动 自动 10 元件/秒	数字开关 自动开关 按钮插件	用灯表示 合格/不合格 仪表表示	测试数 1024 测量电源 5 台 输入数 10, 输出数 10 程序控制盘可以标准化	3800
手动	拨动开关	仪表表示	数字电压表} 两者可以选择 示波器} 带 100k Hz 的时钟发生器	300

厂名	型号	电压测量范围(伏)	电流测量范围(毫安)	电 源		●直流参数测试 ▲功能测试	测量管脚数
				电 压(伏)	电 流(毫安)		
COMPUTE TEST	MICA-150	0~±0.1 0~±1 0~±10 0~±100 0~±1000	0~±1(安) 七档	0~±1 0~±10 0~±100	0~±1 0~±10 0~±100	● ▲	40
BIRTCHEE	800	0~100 七档	0~100 11档	0~±1 0~±10 0~±100	0~±0.1 0~±1 0~±10 0~±100	● ▲	20 40
OPTIMIZED DEVICE	IC 101	0~100 5档	0~100	0~100	0~100	●	16
MONITOR SYSTEM	851	0~15 三档		0~15	0~±50	● ▲	16
MICRO TEST	100 D	0~20 二档	0~100 三档			● ▲	
CONTINENTAL DEVICE	9545	0~20 二档	0~100 三档			● ▲	
AEROTROMIC ASSOC. INC	1061	0~±100 三档	0~±1(安) 6档	0~±40	0~±1(安)	●	20
FAIRCHILD	400		0~100 四档	0~±100		●	15
ファイルリッパ・ ネクス	5104	可以测量线性集成电路的增益, 同相电平, SVR, 最大输出电压, 输入补偿电压, 输入偏流补偿电流, 无信号时电源电流, 最大连续功率		±6~±24		—	

(续表)

测试速度	程 序	输 出	备 注	价 格* (千日元)
半自动	十字矩阵 变换电路 (11×40)	数字电压表显示	脉冲发生器 } 任选 示波器 }	—
手 动	拨动开关 自动开关按钮 十字矩阵 变换电路 (10×20, 10×40)	仪表表示	脉冲发生器 } 任选 示波器 } 数字电压表 }	1500
手 动	拨动开关	仪表表示	数字电压表任选(外附)	800
手 动	程序控制盘	示波器(外附)	带脉冲发生器	1000
自 动	软 片 光电矩阵变换器	用灯表示 合格/不合格 电发光表示 数字电压表表示		—
自 动	印刷卡片	指示器表示 合格/不合格	数字电压表任选	—
半自动	数字开关	数字表示	测量电源: 4台	3000
手 动	插接式矩阵 变换电路 (10×15)	数字电压表表示	测量电源: 5台 测量阻抗: 1000k、10k、 1k、100Ω	2500
200毫秒/项	编入程序	用灯表示 合格/不合格 仪表表示	带检测振荡用的灯	2475

厂名	型号	电压测量范围(伏)		电	源	●直流参数测试 ▲功能测试	测量管脚数
		电流测量范围(毫安)		电 压 (伏)	电 流 (毫安)		
东京精密	FUT-901A	除作功能测试外还可作 $I_{CC}, I_{IH}, I_{IL}, V_{OH}$ 的直流测试		2~20 1~15 0~8	1 微安~10 毫安 10 微安~100 毫安	● ▲	16
港 通 信	ICS-102	10~90 毫伏 0.1~0.9 1~3 10~90 毫伏 0.1~0.9 1~6		100 毫伏~4 伏 三档 10 毫伏~6 伏 三档	100 微安~90 毫安 三档 10 微安~3 毫安 三档	● ▲	14
三菱电机	LZ2400		0~100	0.8 2~4	0~5.99 0~59.9	● ▲	14
安藤电气	UIT-1001	0~100 七档	0~100 11 档	0~1 0~10 0~100	0~±0.1 0~±1 0~±10 0~±100	●	20
	AIC-3001	可测线性集成电路的直流和交流脉冲特性		0~±50 ±10 毫伏 ~±10 ±1~±50		—	20
国洋电机	SM-0001	0~30 6 档		0~±3 0~±15 0~±80		●	20
桑野电机	L/T-101			0.599	0~59.9	● ▲	

* 此价格为估计数

(续表)

测试速度	程 序	输 出	备 注	价 格* (千日元)
500 毫秒	插接式矩阵 变换电路 旋转开关	用灯表示 合格/不合格 仪表表示	输入数: 10 输出数: 6 时钟脉冲 1 功能测试(最大 1024 路)	2200
自 动	2 个程序控制盘	用灯表示 合格/不合格	测试数 24 个 带可表示测试合计、成品 合计的计数器	2550
0.4 秒	数字开关 插 件	用灯表示 合格/不合格	最大输入数: 8 最大输出数: 4	2500
手 动	矩阵开关 (20×10)	用仪表表示	测量电源: 4 台 数字电压表 } 任选 脉冲发生器 }	960
手 动	矩阵开关	用仪表表示	本仪器需交流电压表、直 流电压表、射频电压表、示 波器	1150
手 动	插 件	用仪表表示	测量电源: 4 台	700
1.2 秒 自 动	数字开关 插 件	用灯表示 合格/不合格	最大输入数: 8 最大输出数: 10 时钟频率: 10k Hz 可以用开关切换测量的元 件品种	2500

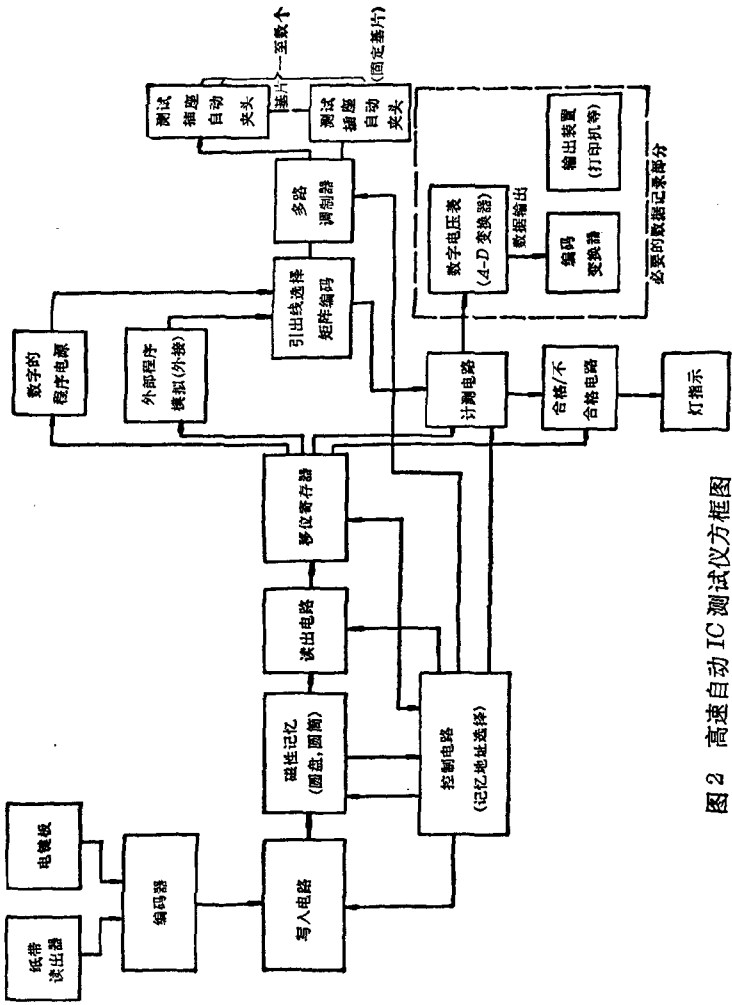


图 2 高速自动 IC 测试仪方框图

表 2 IC 测试仪性能比较表

项 目	FAIRCHILD 5000C	TERADYNE J 259	TI 580	安 藤 UIC-401G	国 洋 SM-8001	东芝 IC 测试仪 1200 系列
控制机和 辅助设备	HP 2114 A 任选 HP 2116 B 任选 磁带、纸带读出器 纸带穿孔机 电传打字机 ASR-35 ASR-33	PDP-8 电传打字机	APC 980 4~32 千字 磁带磁盘 纸带读出器 纸带穿孔机 电传打字机 (ASR-35) (ASR-33)	磁鼓 64 个磁道 1280 测试键 纸带读出器 纸带穿孔机 电传打字机 (IBM 785)	PDP-8LL 4 千字 12 位 电传打字机 999 测试键 电传打字机	磁鼓 30 个磁道 600 个测试键 纸带读出器 纸带穿孔机 电传打字机 (ASR-35、 ASR-33)
程 序	用 12 个数字的 代码 (二十进 制编码法)	符号汇编程序	符号汇编程序		可变字长	
直流参数测 试管脚数	16~100	24(用选择可以 增加)	16~64	24	20	16 (也可选择 20, 40)
测试速度	187~1320 次/秒	200~700 次/秒 平均 350 次/秒	2 毫秒/次 20,000 次/小时	100 次/秒	5, 20, 50, 100 毫秒/次	100 次/秒 5, 10, 50, 100 毫秒/次

项 目	型 号	FAIRCHILD 5000C	TERADYNE J 259	TI 580	安 藤 UIC-4016	国 洋 SM-8001	东芝 IC 测试仪 1200 系列
数字电源		稳压/稳流电源 最多 9 台 0~±100 伏 0~100 毫安 0~±100 毫安 稳压/稳流电源 0~±25 伏 1 安 0~±1 安	0~±16 伏 0~±120 毫安 电流范围 60, ±6, 20, 120 毫安	V_{FM} 0~±32 伏 0~±100 伏 I_{FM} 0~±13.73 毫安 0~±137.3 毫安 0~1.048 安	稳压电源 0~±100 伏 100 毫安 稳压/稳流电源 0~±100 伏 0~±1 安	稳压电源 0~±50 伏 } 二台 0.2 安 } 稳压电源 0~±20 伏 0.5 安 和指令共用电源 一台 0~±80 伏 稳流电源 0~±100 毫安	稳压电源 0~±100 伏 稳压/稳流电源 0~±100 伏 0~±500 毫安
测量范围		电压 0~100 伏 1,000 伏(任选) 电流 1 微安(任选) 100 毫安(任选) 2 次, 4 次, 8 次 的数字平均值式	0~±16 伏 1 微安~±120 毫安	0~±100 毫安 0~±32.76 伏 差值电压 0~±32.76 伏 程序阻抗 5 欧~42 兆欧	电压 0~±100 伏 电流 0~±100 毫安 差值电压 0~±100 伏 高电压 ±90~±250 伏	0~±100 伏 1 微安~±100 毫安	电压 0~±100 伏 电流 1 微安~±1 安 差值电压 0~±100 伏

(续表)

项 目	型 号	FAIRCHILD 5000 C	TERADYNE J 259	TI 580	安 藤 UIC-4016	国 洋 SM-8001	东 芝 IC 测试仪 1200 系列
数据输出	频率分布 合格灯 4 个 不合格灯 16 个 4-程序	频率分布 不稳定输出 打字表示 合格灯 7 个 不合格灯 9 个	频率分布 4-运算	单个范围内用灯 表示 20 合格/不 合格灯 4 个 合格灯 10 个 不合格灯 1 个 测试合计灯 1 个 废品合计灯 1 个	表示合格/不合格		20 合格/不合格 合格灯 4 个 不合格灯 8 个 测试合计灯 1 个 废品合计灯 1 个
取 样 保持时间	10,000 次/秒 输入电平 输出比较电平 输出可编程序的		任意选择	输入脚 4 根 输出脚 2 根 输入 “1”, “0” TTL 3V 0V DTL 0 -20 MOS 0 -2 CML 0 输出 “1”, “0” TTL 1V 0.5V DTL -7 -10 MOS -1 -1.3 CML -1	任意选择		可保持 5 次测试 可作加减运算
功能测试	动态测试用、线 性集成电路测试 用外部负载箱						测量开关时间 测量双稳态多谐 振荡器
任意选择 分 部	5 台	7 台	4 台	5 台	3 台		
测试台数	5 台	7 台	4 台	5 台	3 台		5 台

表 3 LSI 测试仪性能比较表

项 目	SENTRY	T I	TERADYNE	DATATRON	E-H	MACRODATA
控制机和 辅助设备	400 FST-1 24 位 循环时间 1.75 微秒 基本字码 4 千字 最大字码 16 千字 磁带、磁盘 卡片读出器 200 CPM 电传打字机 ASR-35 ASR-33 ASK-35 行式录制器	561 APC 980B 16 位 8 千字 磁带、磁盘 纸带、读出器 纸带穿孔机 电传打字机 (ASR-33)	J 283 PDP 8/1 12 位 8 千字 磁带(精制卡片) 纸带穿孔机 纸带穿孔机 电传打字机 (ASR-33) 阴极射线管显 示器	4400 DATA GENE RAL NOVA 16 位 8 千字 16 千字(主机) 磁带、磁盘 纸带、读出器 纸带穿孔机 电传打字机 (ASR-33 ASK-35)	4500 IBM 1130 16 位 磁盘、卡片穿孔机 纸带、读出器 纸带穿孔机 电传打字机 显示器	MD-200 INTER DATE 16 位 最大 32 千字 磁盘、卡片穿孔机 纸带、读出器 纸带穿孔机 电传打字机 阴极射线管 显示器 行式录制器
程序形式	公式翻译程序	符号汇编程序	符号汇编程序	会话式程序	会话式程序	会话式程序
功能测试 图形记忆	控制机	移位寄存器 500 个图形	控制机	控制机		移位寄存器
管脚数	120 根/30 根	180 根(30 根一组)	40 根、60 根 最大 120 根	100 根 (也有 256 根的)	20 根(5 根一组) 40 根	64 根