

# 计算机辅助集成电路的老化

刘英歌

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

**摘要** 概要叙述集成电路老化的意义, 以及采用计算机辅助的方法进行元器件的老化实例。

**关键词** 老化 A/D D/A 软件

## 1 集成电路老化的重要意义

在六十年代, 电子设备和大型仪器, 主要是应用离散元件, 那时的集成电路简直是风毛麟角! 对它的质量要求, 还提不到日程上来。随着世界电子技术的迅猛发展, 半导体微电子器件得到广泛的应用。各种类型的集成电路(小、中、大、超大规模)越来越广泛地应用于工业自动化控制、航空航天设备、军用武器、计算机等军用和民用的电子仪器中。因此, 提高集成电路的可靠性也就是提高这些仪器设备的可靠性。而集成电路老化筛选是提高质量的主要手段。具体说来, 可分为以下两个方面。

集成电路的老化, 是提高质量的需要。在制造集成电路时, 尤其是大规模和超大规模集成电路, 由于工艺、材料等原因, 可能造成离子沾污、电迁移、掩膜缺口、氧化物和硅体缺陷等, 给集成电路器件留下缺陷。这种缺陷又分为两种, 一种为明的, 一种为暗的(潜在的)。明的缺陷, 可通过仪器测试, 把带有这种缺陷的器件剔除掉; 有潜在缺陷的器件, 用普通仪器是测量不出来的, 它们随着所在的设备使用几百小时后, 方能暴露出来。这必然给设备的运用造成相当的损失, 尤其是航空航天设备、军用武器等, 是不允许出现这类问题的。於是, 尽可能把带有潜在缺陷的集成电路, 早一点地剔除掉, 就显得十分重要了。剔除早期失效的集成电路的有效方法就是“老化”。经过一定程序的老化, 可以极大地剔除早期失效(具有潜在缺陷)的集成电路, 提高仪器设备的质量。

集成电路的老化, 是提高经济效益的需要。“老化”的方法多种多样, 实践证明, 高温动态老化是比较好的方法。图1就是众所周知的电子元器件寿命浴盆曲线。

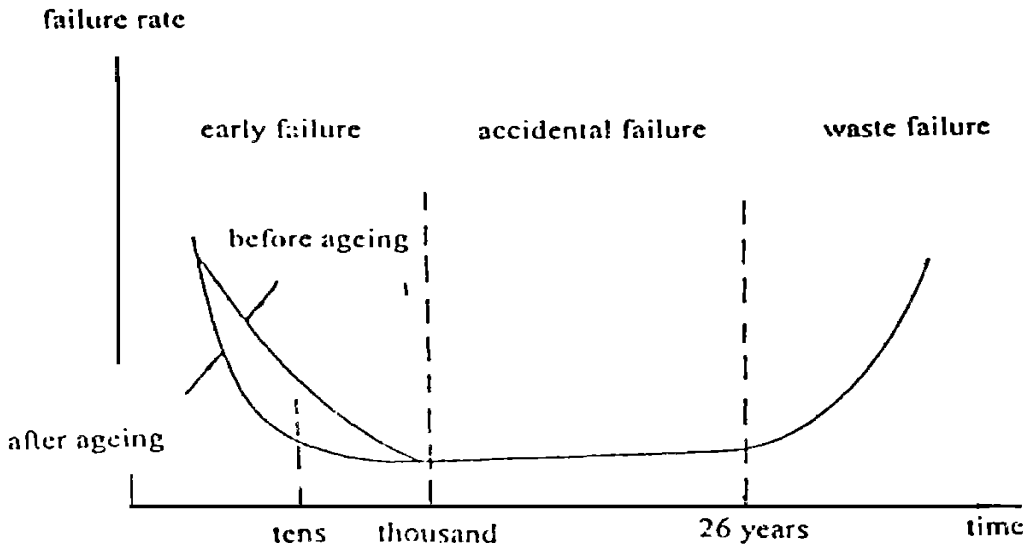


Fig 1 life "bathtub" characteristic of electronic device

由曲线可见, 电子元器件潜在缺陷引起的早期失效一般产生加电运行1000h 之内, 之后器件的失效率将保持一个非常低的常数。如: 在加电条件下, 使之激活能达到 0.5eV, 在 50 下需要 1000h 使器件产生早期失效; 而在 125 时, 仅需 30h 就可以使带有缺陷的器件产生早期失效, 温度与失效时间的关系如图2所示:

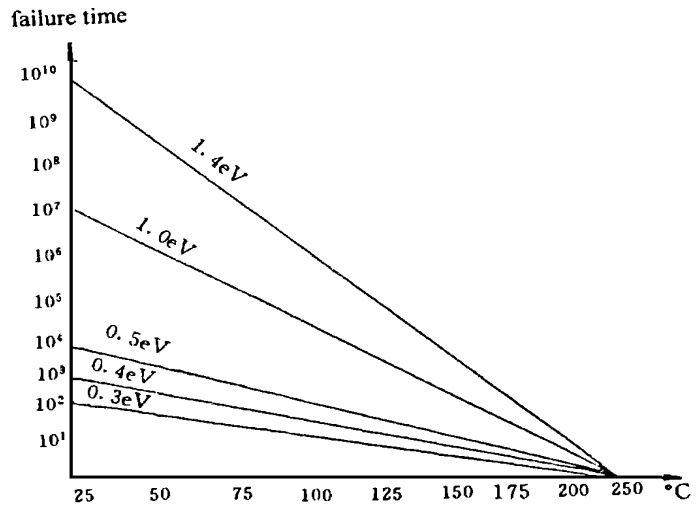


Fig 2 Relations of failure-time temperature and active energy

如果我们应用高温动态老化的方法,而在一定温度下,在器件的“管脚”加上一定幅值的讯号,那么,具有潜在缺陷的元器件能在几十小时内暴露出来,从而达到早期发现失效器件的目的,保证了电子元器件的质量。将这样经过老化筛选的器件用到电子设备上,无疑会减少故障,提高整机的质量。图3表示了集成电路动态老化筛选每年节约的经费。

由图中可见,设备中应用的元器件越多,每年节省的总经费越可观。美国从70年代就开始广泛使用动态老化方法进行元器件的老化筛选;我国从80年代开始也重视动态老化,现早已普遍运用。总之,集成电路老化的意义就在于提高电子设备的质量,提高经济效益,而这两者又是相辅相成的。

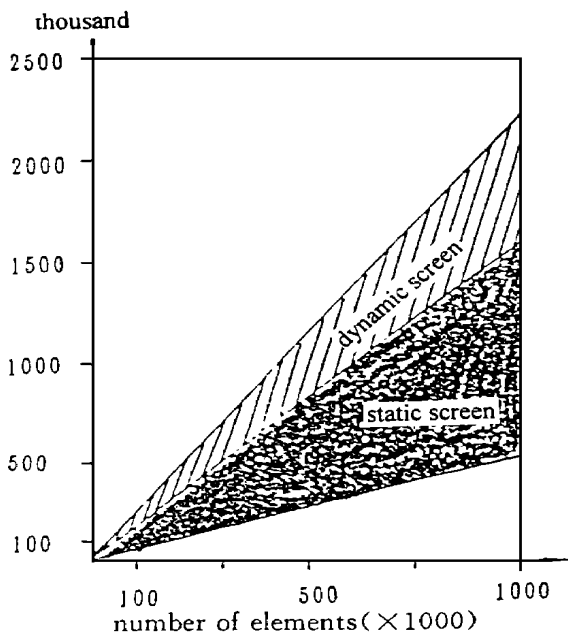


Fig 3 To be frugal of cost/year of IC dynamic ageing

## 2 计算机辅助系统的工作原理

用计算机辅助集成电路的老化,主要是应用计算机的硬件和软件对老化设备进行控制,能实时地观察被老化器件的情形,从而达到快速、可靠的老化效果。其工作原理简述如下:

### 1. 主机系统

- a 4M 字节主存储器RAM 容量;
- b 3.5" 软盘驱动器;
- c VGA 彩显卡和彩色监视器;
- d 两个串行口一个并行口;
- e MS-DOS 6.0以上版本的操作系统;

笔者应用的为 BM 486计算机,其它兼容机也完全胜任这项工作。

### 2. 信号发生系统

每块信号发生板可产生 $5 \times 8$ 路数字信号或8路数字信号和2路模拟信号(共16块信号板),数字信号频率范围为15.6Hz-1MHz,且频率、占空比可通过软件控制。

模拟信号能提供正弦波、方波、三角波和锯齿波等四种波形,频率范围为1Hz-62.5kHz也可通过软件控制。

信号发生系统如图4所示:

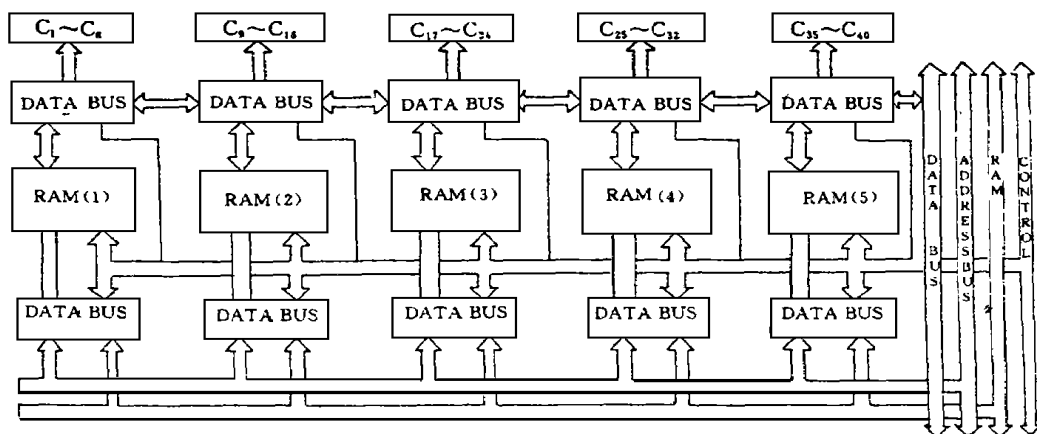


Fig 4 System of signal generation

由图可见,在信号发生系统中,静态存储芯片6116是整个信号发生的核心,是信号发生图形的存储空间。它外围二大部分线路即读控制与写控制线路决定了6116的两种工作状态:

- a 处于控制总线时,6116处于写状态计算机把所需图形写入RAM 空间贮存;
- b 处于读控制总线时,把已存入6116空间的图形读出,在数据总线上(DA TA BU S)就得到了相应的波形。

所以,波形的频率决定于读RAM 地址线的频率,波形则决定于写入6116中的图形。

模拟信号发生器如图5所

示:

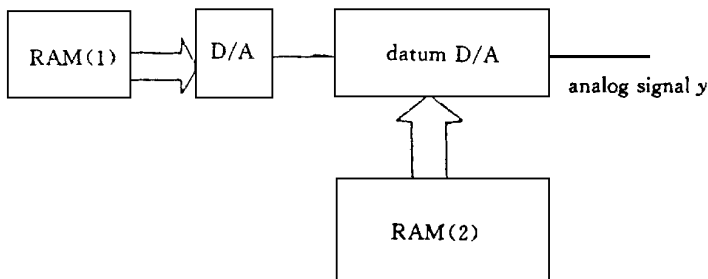


Fig 5 Principle of analog signal generation

模拟信号发生电路一部分用了数字信号发生器电路,两个RAM 分别承担着不同的任务,图形由RAM (2) 提供;信号输出为  $y = af(x)$  其中  $a$  为RAM (2) 中贮存值;

$f(x)$  则由RAM (1) 产生。

信号频率则决定于读RAM (1) 地址的频率。

### 3 A/D 检测系统

A/D 检测系统包含一级、二级电压检测,以及波形监视系统的控制,其功能主要由计算机地址为300H 的PCL - 711卡实现控制。

1) PCL - 711卡的主要功能是:

- a) 8个信号模拟输入通道,模拟输入幅度为- 5V ~ + 5V。
- b) 12位单片倍增式D/A 输出通道,输出幅度为0~ 5V 或0~ 10V。

电压值检测原理如图6所示

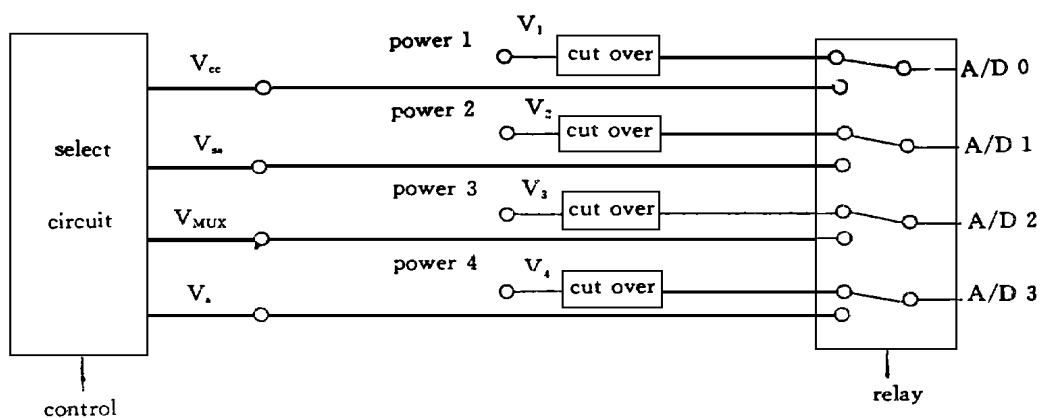


Fig 6 Principle of detecting voltage

当打开通道1时, 计算机通过A/D口检测各一级电源电压值。

当打开通道2时, 计算机检测2级电压值其中 $V_{cc}$ 是芯片老化正电源;  $V_{ss}$ 是芯片老化负电源;  $V_{mux}$ 是芯片灌电流老化电平;  $V_s$ 是程控信号幅度电平。

信号巡回监视原理如图7所示:

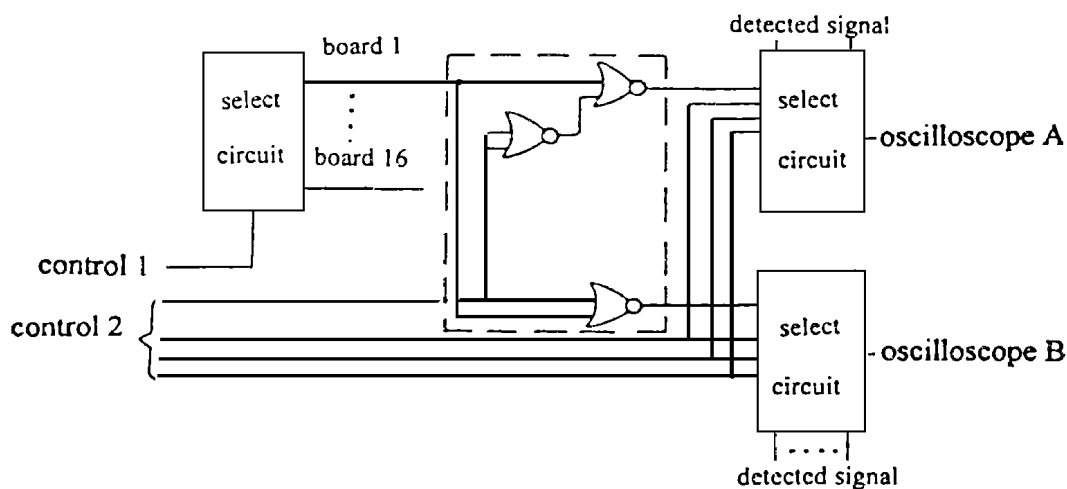


Fig 7 Principle of signal to make the rounds

控制信号1和十六选一电路选择所需监测的老化板号, 控制信号2及两组十二选一电路选择需监测信号的路号, 计算机采用手动或自动步进的方法, 对信号进行巡控制, 通过示波器观测信号。

### 3 应用实例

接通计算机, 键入HZ, 监视器上立即出现四台一级电源工作电压和16组二级调正电源工

作电压, 根据工作需要, 可任意调解一、二级工作电压值, 在这个例子中, 我们取:

$$V1 = V2 = V3 = V4 = 10V$$

$$V_{cc} = + 5V$$

$$V_{ss} = - 5V$$

$$V_{mux} = + 5V$$

$$V_s = + 3.5V$$

实际电压值如表1 所示:

Table 1 1.2 glass voltage

No	V	V <sub>ss</sub>	V <sub>mux</sub>	V <sub>s</sub>	No	V	V <sub>ss</sub>	V <sub>mux</sub>	V <sub>s</sub>
01	5	- 5	5	3.4	09	5	- 4.9	5	3.5
02	5	- 4.9	5	3.4	10	5	- 4.9	5	3.4
03	5	- 4.9	5	3.4	11	5	- 5	5	3.5
04	5	- 4.8	5	3.4	12	5	- 5	5	3.4
05	5	- 4.9	5	3.5	13	5	- 5	5	3.5
06	5	- 5	5	3.5	14	5	- 4.8	5	3.5
07	5	- 5	5	3.5	15	5	- 4.9	5	3.4
08	5	- 5	5	3.5	16	5	- 5	5	3.5
V1 = 10		V2 = 10		V3 = 10		V4 = 10			

调正过后, 确信予置参数正确后, 敲 F2键将予置值存盘并进入主菜单, 如图8所示:

Regular	Numeric	Analogue	Library	Watch	Detect	Quit
Numerical	Load	Load	N/A:N	Modi-time	Modi-time	
Analogue	Send	Send	Add-type	Hand-Detect	Print	
Chg-Part	Chg-part	Chg-Part	Del-type	Auto-Detect		
	Edit	Edit	Insert			
			Edit			
			Creat			

Fig 8 Diagram of main menu

以 TTL 电路中的74LS00 为例, 假设在烘箱内, 即将老化的器件是 74LS00 (可同时老化 16 种器件)。那么, 我们应当选取菜单“Numeric”, 目的是将器件库已编辑好的老化器件调出、显示、发送或重新编辑并现场发送其老化信号。

#### 1). Load

调出数字器件, 显示其老化信号。

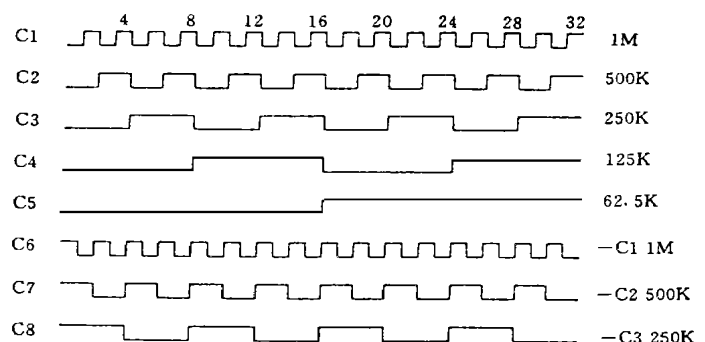


Fig 9 Diagram of numerical ageing signal

从左窗口“File Name”中选择库名(每一个库器件中大约有 20 种器件, 选取 74LS00), 回车确认后, 进入下一界面, 左窗口显示该器件的老化信号, 工作窗切换至右窗, 可修改左窗口中本屏 8 路信号的主频(15.6Hz-1MHz)。老化信号如图 9 所示:

图 9 中只画出了 8 路信号。在本文叙述的软件中, 已编辑好的固定老化信号几百种, 可供用户选择。用户也可根据需要自己编辑老化信号存入数据库; 也可以用原有的老化信号进行现场编辑。

如果确认这些老化信号符合要求, 那么, 可以按 F6 键, 将信号发送到老化区内, 直接加到 74LS00 的各个“管脚”上, 从而实现了元器件的计算机辅助下的动态高温老化。

若想巡回监测老化器件的输出波形, 首先将示波器接到想观测的“点”上, 然后, 选菜单“Watch”中“Auto-Detect”(自动检测)或“Hand-Detect”(手动检测), 即可看到你想看到的波形了。应当注意的是, 在选取“Auto-Detect”时, 应首先确定检测的时间间隔, 即选取菜单“Modi-Time”, 设置自动巡检的时间间隔或称延时时间, 键入相应的数字, 即可得到自动巡检二路讯号之间的时间间隔为 1、2、3、……s 等, 使你能够看清楚测点的波形为准。当需要打印输出时, 可选择菜单“Print”, 即可打印出本次检测结果。

## CAD Ageing of IC

LU Ying-Ge

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

### Abstract

This paper states ageing purport of IC, and the instances of proceeding element failure by means of computer aided are also mentioned

**Key words:** Failure, A/D, D/A, Software

**刘英歌** 女 1952 年出生, 1982 年广播电视大学电子技术专业毕业, 多年一直从事电子技术及电装工艺工作。先后获得北京科委科研成果二等奖, 中国科学院进步二等奖。