

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 31/26 (2006.01)

G01R 31/28 (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200420083041.3

[45] 授权公告日 2006 年 2 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 2755619Y

[22] 申请日 2004.8.19

[21] 申请号 200420083041.3

[73] 专利权人 中国电子产品可靠性与环境试验研究所

地址 510610 广东省广州市天河区东莞庄路 110 号

共同专利权人 西安电子科技大学

[72] 设计人 章晓文 韩孝勇

[74] 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

代理人 温 旭

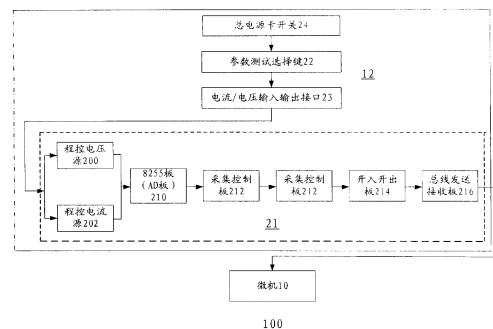
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

封装级可靠性模型参数提取系统

[57] 摘要

本实用新型涉及一种封装级可靠性模型参数提取系统，主要包括微机和测试系统，微机用于采集和分析数据，测试系统包括电源、采集系统、电流/电压输入输出接口及总电源卡开关，该系统可同时测试多个样品，并可对多个样品的测试通道，应力的属性，失效判据等进行设置，在测试结束后通过微机内测试软件在 Windows 界面下对样品的采样情况和失效情况进行数据拟和分析，提取样品的可靠性模型参数。



1. 一种封装级可靠性模型参数提取系统，其主要包括微机和测试系统，其特征在于：测试系统包括电源、采集系统，参数测试选择键、电流/电压输入输出接口及总电源卡开关，其中，所述采集系统为一失效采集控制系统，包括并
5 列插接在电路板上的 SC-11020 过程控制板、采集控制板、开入开出板及总线发送接收板。

2. 根据权利要求 1 所述的一种封装级可靠性模型参数提取系统，其特征在于：
10 所述电源包括程控电压源板和程控电流源。

3. 根据权利要求 2 所述的一种封装级可靠性模型参数提取系统，其特征在于：
所述总线发送接收板上进一步设置有放大衰减板。

封装级可靠性模型参数提取系统

5 技术领域

本实用新型涉及一种模型参数提取系统，尤其是指一种封装级可靠性模型参数提取系统。

背景技术

10 随着亚微米和深亚微米工艺的发展，介质击穿、电迁移、欧姆接触孔链退化和阈值电压漂移是超大规模集成电路（Very Large Scale Integration, VLSI）工艺特有的失效机理。任何一条 VLSI 工艺生产线如果缺少对这几种失效机理的评价，尽管可以通过综合老化和器件筛选测试，对器件的可靠性等进行预计和评价，但综合老化和筛选测试一方面造成了浪费，另一方面，装配整机后，故障率高，由此造成的损失也会很大，而且其产品的可靠性往往仍然不能得到保
15 证。因此需要对 VLSI 中的封装级金属氧化物半导体（Metal-oxide semiconductor, MOS）器件的介质击穿、电迁移、欧姆接触孔链退化和阈值电压漂移的可靠性进行测量。

目前商用的封装级 MOS 器件可靠性模型参数测试和提取系统，如 Agilent
20 公司生产的 HP4155A 等系列的半导体参数测量仪是基于 DOS 界面的设备，虽然能做介质击穿和阈值电压的可靠性测量，但图形界面不友好，且数据处理功能很弱，难以对测量后的可靠性数据进行处理。另外美国的 Keithley 公司生产的 4200-SCS 系列的半导体参数测量仪一次最多只能对 20 个器件施加应力，数据处理主要是根据 MOS 器件参数的退化来得到器件的寿命时间，没有进行可靠性模
25 型参数的提取。

因此，提供一种封装级可靠性模型参数提取系统以克服现有技术的缺点十分必要。

发明内容

本实用新型的目的在于提供了一种封装级可靠性模型参数提取系统的介质击穿、电迁移、欧姆接触孔链退化和阈值电压漂移等参数的系统，并拟和出介质击穿、电迁移和欧姆接触孔链退化和阈值电压漂移的统计模型形状参数和寿命值，用于评价微电子生产工艺单一失效机理的可靠性水平。

本实用新型的一种封装级可靠性模型参数提取系统主要包括微机和测试系统，微机应用测试软件采集和分析数据，测试系统包括电源、采集系统、电流/电压输入输出接口及总电源卡开关，该测试系统可同时测试多个样品，并可对多个样品的测试通道，应力的属性，失效判据等进行设置，在测试结束后通过微机内测试软件在 Windows 界面下对样品的采样情况和失效情况进行数据拟和分析，提取样品的可靠性模型参数。

与现有技术相比较，本实用新型的封装级可靠性模型参数提取系统测量设备可专门进行封装级 MOS 器件的介质击穿、电迁移、欧姆接触孔链退化和阈值电压漂移的测量，并具有方便友好的 Windows 界面进行微机控制，可同时测试多个样品，并对多个样品的测试通道，应力的属性，失效判据等进行设置，测试程序能自动检测系统是否正常工作，测试结束后可以对样品的测量数据进行数据拟和，提取样品的可靠性模型参数，操作方便，系统数据处理能力强。

附图说明

- 20 图 1 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的硬件联线图。
- 图 2 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的测试系统结构示意图。
- 图 3 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的系统原理流程图。
- 图 4 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的样品盒结构图。
- 图 5 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的工作状态图。
- 25 图 6 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的程控电压源原理图。
- 图 7 为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的程控电流源原理图。

具体实施方式

本实用新型提供了一种封装级可靠性模型参数提取系统，主要用于电迁移测试，欧姆孔链退化测试，介质击穿测试，PN结漏电测试和阈值电压漂移测试，该测试系统可同时测试多个样品，能自动检测系统是否正常工作，并可对多个样品的测试通道，应力的属性，失效判据等进行设置，在测试结束后可以对样品的失效情况进行数据拟和，提取样品的可靠性模型参数。

参照图1和图2所示，该封装级可靠性模型参数提取系统100包括微机10和测试系统12，其中微机10用于采集和分析数据，测试系统12包括电源20、采集系统21、参数测试选择键22、电流/电压输入输出接口23及总电源卡开关24。电源20包括程控电压源板200和程控电流源202，程控电压源200用于提供介质击穿及欧姆接触孔退化所需的恒定及斜坡电压，并为各板提供相应的电源电压，程控电流源202用于提供电迁移、欧姆接触孔退化所需的电流。

采集系统21包括并列插接在电路板上的8255板(AD板)210、两块采集控制板212、开入开出板214及总线发送接收板216，其中SC-11020过程控制板210用于控制程控电压源200及程控电流源202，并控制采集过程；采集控制板212是整个系统的核心部分，用于各种测试方式所需要的应力、测试样品、采集、保护等控制过程；开入开出板214用于提供巡检所需的开关量；总线发送接收板216上设置有放大衰减板218用于放大微弱的信号，衰减过大的信号，以保证AD板的采集精度；总线发送接收板216用于发送总线信号，使测试系统12与微机10进行通信，但不互相干扰。

参数测试选择键22用于选择样品所需检测和提取的参数，可分别选择测试电迁移、欧姆孔链、介质击穿、PN结漏电和阈值电压漂移等。电流/电压输入输出接口23用于选择输入/输出电流或电压的信号，在本实用新型中，电压选择范围有 $\pm 10V$ 、 $\pm 20V$ 和 $\pm 100V$ ，相应的电流选择范围有 $\pm 1A$ 、 $\pm 200mA$ 。

图4所示样品盒200上可并列布置复数个样品200a，样品盒200一端设有电压/电流应力接线插口200b，另一端同轴线处设有采集通道插口200c，用于接通样品盒200内部电路。

结合参照图 1 至图 4 所示，测试时先启动总电源卡开关 24，然后按下参数测试选择键 22，选择所需测试和提取的参数的属性，如电迁移测试、欧姆孔链退化测试，介质击穿测试，PN 结漏电测试和阈值电压漂移测试等，电路导通后，电流由测试系统 12 的电流/电压输入输出接口 23 输出，由样品盒 200 的电压/5 电流应力接线插口 200b 输入，样品 200a 上的信号经过样品盒 200 内部的印刷电路板由采集通道插口 200c 导入，然后经由电流/电压输入输出接口 23 输入，被采集控制板 212 采入，然后进行信号的采样分析。

结合参照图 3 和图 5 所示，测试系统 12 的电流/电压源的电流/电压信号同时经由样品 A 和样品 B，对每个样品来说，分别有两块采集控制板 212 控制两路10 信号，对每一个样品来讲有两路信号控制，一块是由 AD 板上的 8255 板 210 信号来控制采样通道，控制采集的信号当前是否该样品被采样，另一块则是由开入开出板 214 信号来控制，接至保护继电器，样品失效时发出信号，结束该样品的采样，用于控制样品失效后的保护信号。在对样品进行循环测试时，从微观上看任一时刻仅有一个样品是被采样的，由 8255 板 210 的信号控制。8255 板15 210 和开入开出板 214 处理过的信号，经放大衰减板 218 放大微弱的信号，衰减过大的信号，以保证 8255 板 210 和开入开出板 214 的采集精度。最后放大衰减板 218 放大后的信号传输至总线发送接收板 216，并发送出总线信号，使测试系统 12 与微机 10 进行通信，通过微机 10 测试软件对参数进行分析。

以下介绍采用本实用新型的封装级可靠性模型参数提取系统测试各类参数20 的原理及方法。

金属互连线电迁移测试，IC 器件内部的铝条（导线）在长期使用后，电阻会变大，在正常工作电压下，这一过程要很长的时间，而在加速测试中采用加大电流的方法，来加速这一退化过程，失效判据定为电阻值变为原电阻值的 2 倍。

25 欧姆接触的退化原理与金属互连线电迁移相同。

介质击穿测试，在电容（IC 芯片内部电容）的两端加直流高压，测量其漏电流大小并判断是否失效，电流大于 1uA 时认为电容已失效。

PN结和肖特基结退化测试，在某一电流应力条件下，PN结长期反向工作会发生退化，退化的失效判据是反向电阻减小一倍，测试方法如下：在1mA电流下测试PN结反向压降，从而得PN结反向电阻，若是电压应力，则判据条件为PN结反向电流大于10 μ A时PN结失效。

- 5 MOS器件的阈值电压漂移测试，在MOS器件的源漏之间施加恒定的0.1V电压（可调，对P沟加负，对N沟加正），在栅极上加-10V - +10V电压，加于被测MOS单管栅极上的电压从0V起逐步上升，同时监测源漏回路电流，当沟道电流达到或超过1 μ A时，所加的栅压即认为是被测器件的阈值电压。

该测试软件以Windows为界面，软件分为采集、设置、调试等几块操作模
10 块，其中采集模块可对电迁移、欧姆孔链退化，介质击穿，PN结漏电和阈值电压漂移等参数值进行采集和拟和分析，分析测试时可根据电流或电压的脉动选择分析，电迁移测试和欧姆孔链退化测试时选择脉动电流，如恒定电流、斜波电流、步进电流及脉冲电流，介质击穿，PN结漏电和阈值电压漂移测试时选择脉动电压，如恒定电压、斜波电压、步进电压及脉冲电压。设置模块及调试模
15 块可针对不同的测试要求电源、通道及电阻进行设置与调试，以达到最佳测试拟和曲线。

对采样数据进行分析时，通过工具视窗选择测试功能，电迁移、欧姆孔链退化，介质击穿，PN结漏电和阈值电压漂移等；然后借用绘图视窗做出样品从开始测试时刻到失效时刻整个时段不同通道的时间-电压（或电流）坐标图，拟
20 和出可靠性参数测试曲线，定量得出测试样品在不同的温度条件，不同的电流/电压值时的电迁移寿命值等参数指标；同时可通过列表视窗显示所需通道的某些时刻的电压或者电流采集值；消息视窗显示出测试条件信息，初始通道信息，当前通道信息，击穿通道信息。

本实用新型以电迁移可靠性评价试验为例，第一组的温度是200 $^{\circ}$ C，电流是
25 20mA，测试数据列于表1中，第二组的温度是185 $^{\circ}$ C，电流是25mA，测试数据列于表2中，第三组的温度是170 $^{\circ}$ C，电流是30mA，测试数据列于表3中。

表1 电迁移寿命值

测量次数	1	2	3	4	5	6
寿命(min)	258	292	838	853	1281	1408
测量次数	7	8	9	10	11	12
寿命(min)	1414	1514	1566	1629	1694	1352

表2 电迁移寿命值

测量次数	1	2	3	4	5	6
寿命(min)	685	864	1053	1278	1363	1941
测量次数	7	8	9	10	11	12
寿命(min)	2096	2582	1373	2848	3443	3678

表3 电迁移寿命值

测量次数	1	2	3	4	5	6
寿命(min)	800	858	925	1702	2117	2151
测量次数	7	8	9	10	11	12
寿命(min)	2525	2606	238	4609	-	-

5

对上述三组样品可得到如下测量结果:

表4 电迁移测量结果

项目 组别	平均寿命(min)		标准离差	
	测试	拟和	测试	拟和
第一组样品	1174.9	1263.1	498.6	596.5
第二组样品	1933.7	1853.4	1006.9	1167.4
第三组样品	2123.5	2042.4	1164.5	1133.3

10

由上述三组样品提取的模型参数列于表5中。

表5 电迁移模型参数提取

组号	参数名称	激活能(eV)	电流密度因子
第一组样品		0.47	3.69
第二组样品		0.49	4.40
第三组样品		0.51	4.75

15

得出MOS器件金属化电迁移的激活能和电流密度因子以后,就可以得到金属化的电迁移可靠性数据,从而获知工艺线金属化的可靠性水平,确保生产出高质量的微电子器件,通过封装级MOS器件的介质击穿、电迁移、欧姆接触孔链退化和阈值电压漂移等可靠性测量,监测微电子器件关键工艺的可靠性水平,

提高产品的成品率和可靠性。

以上所揭露的仅为本实用新型封装级可靠性模型参数提取系统的较佳实施例而已，当然不能以此来限定本实用新型之权利范围，因此依本实用新型申请专利范围所作的等同变化，仍属本实用新型所涵盖的范围。

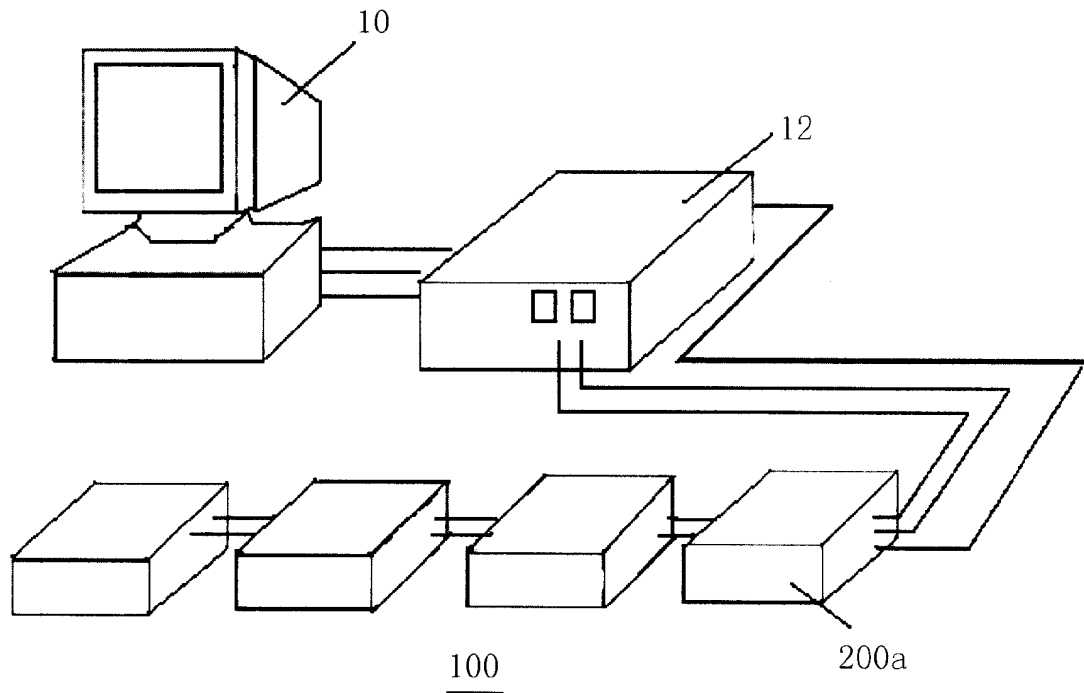
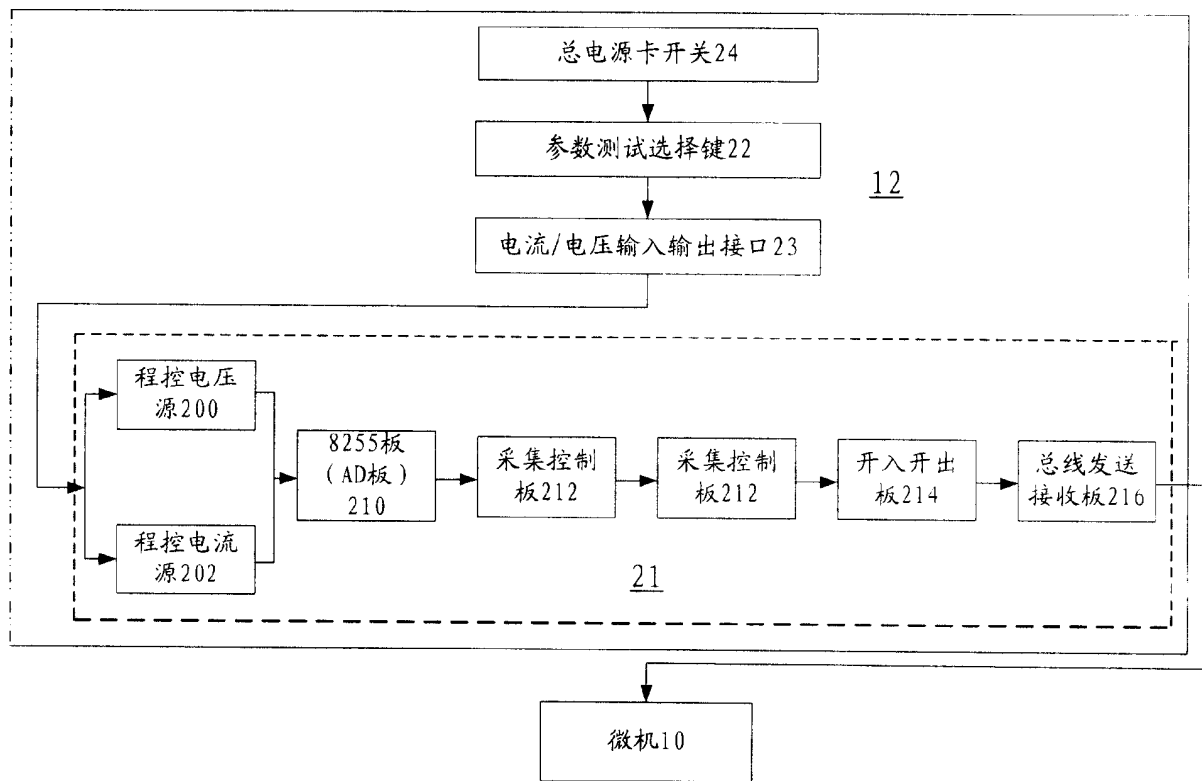


图 1



100

图 2

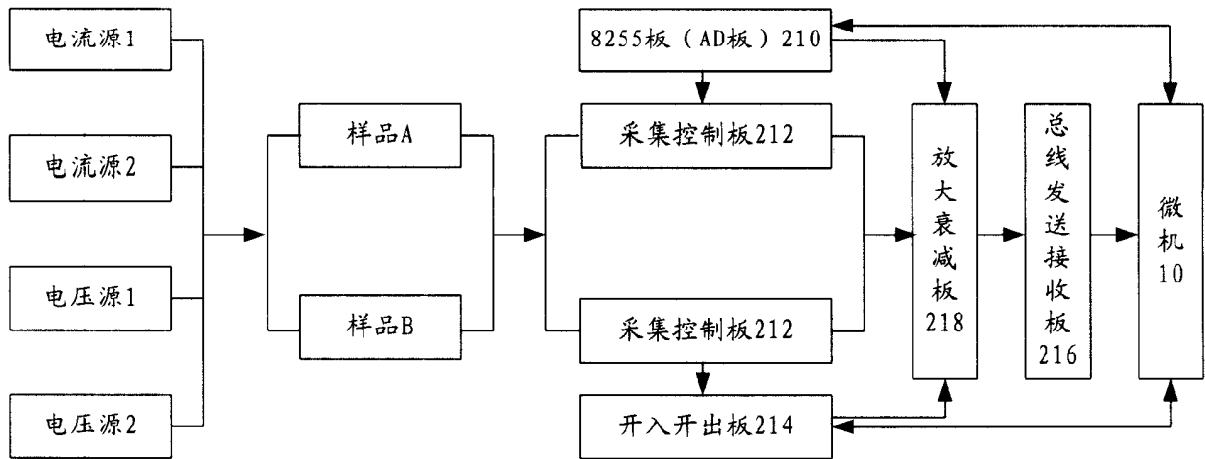


图 3

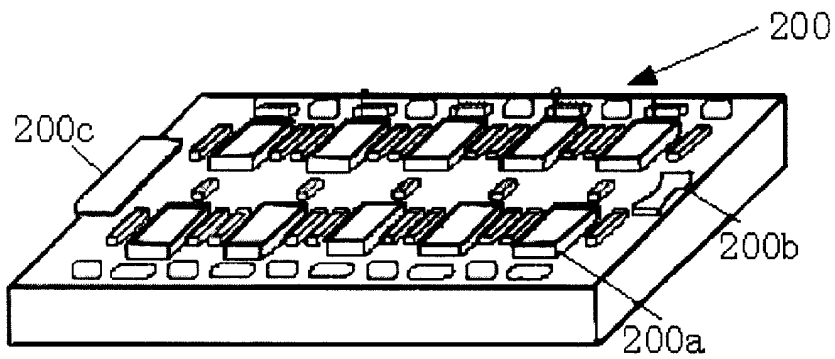


图 4

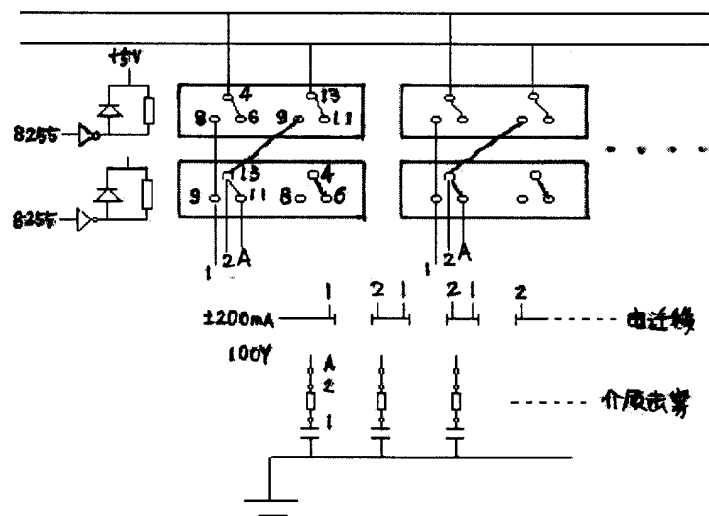


图 5

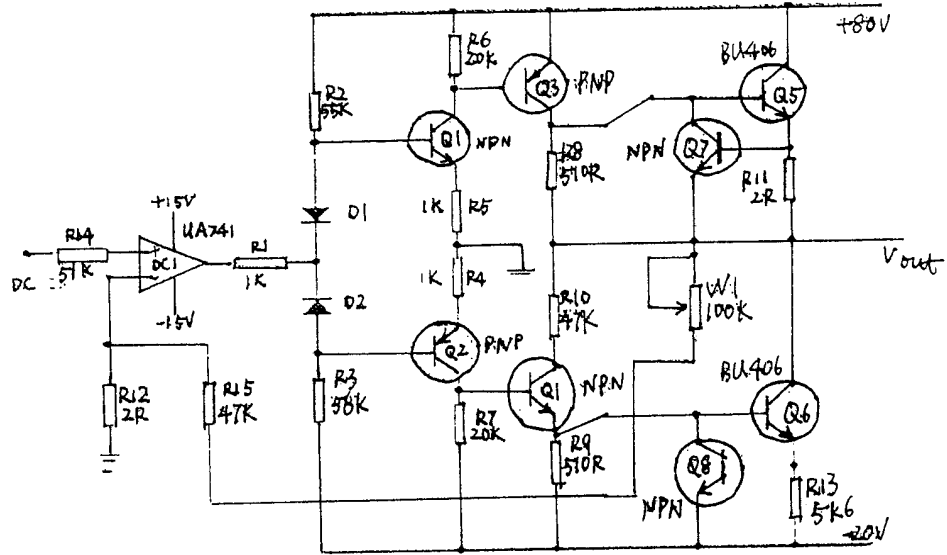


图 6

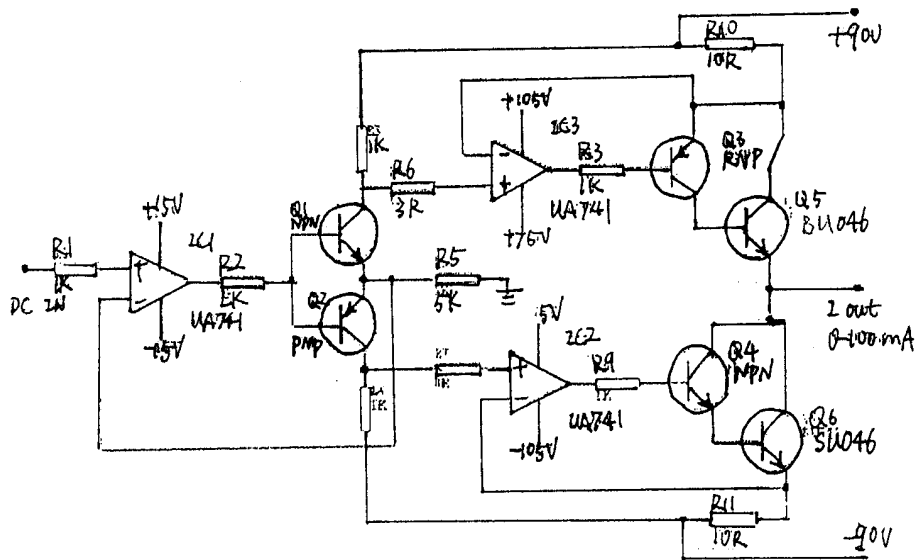


图 7