

可控硅应用线路123例

上海海燕半导体器件厂技术应用部编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书收集了近年来国内外有关可控硅应用线路 123 例。这些线路中,有很大部分是反映近年来国外在可控硅应用方面的新技术。例如,用数字集成电路和运算放大器控制触发的电路、采用较新器件如 PUT 管及触发集成块等电路,都具有一定的先进性。

本书主要介绍可控硅在调光电路、电机控制电路、逆变电路、保护及报警电路、时控电路、温控电路、家用电器电路、电源电路、开关电路、用数字集成电路和光电耦合器触发 SCR 电路等十一个方面的应用。

本书内容新颖,通俗易懂,资料丰富,图文并茂,可供工农业、国防、科研及家用电器方面从事电力电子技术的广大技术人员及技术工人参考。

可控硅应用线路 123 例

上海海燕半导体器件厂技术应用部 编

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路 450 号)

浙江省岱山县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.5 字数 160,000

1985 年 12 月第 1 版 1985 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—20,000

统一书号: 15119·2470 定价: 1.40 元

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

前 言

可控硅的应用范围，象其它电子元器件一样，几乎包括工农业、国防、科研、教育及人民生活等各方面领域。然而，国内使用可控硅并不广泛，因而生产量也不大。仅就塑封小可控硅而言，美国和日本的年产量就分别为一亿五千万只以上，而我国目前只有上百万只，不到他们的百分之一。我们编写本书的目的，就是想为开拓可控硅的应用而做一点工作，以推动生产的发展。

本书收集了国内外及我们自己设计可控硅应用线路123例。这些线路有一定的先进性。因为就时间来说，收集的国外电路相当于美、日80年代初的水平；就内容来说，比较新颖，用数字集成电路和运算放大器控制触发的电路、采用较新的器件如PUT管及触发集成块的电路较多。本书的侧重点是介绍可控硅在微电子技术方面的应用。

本书由刘定建同志为主编写。参加编写的还有朱丹霞同志。此外，谢猛升、柯孔奎同志以及技术应用部其他同志也为编写本书做了大量的工作。杜景贵、刘一平、鲍锋及陆德纯同志审校全书。

由于本书的编写时间较仓促，加之编者水平有限，书中错误一定不少，敬请专家和读者斧正。

编 者

1985年2月

目 录

一、调光电路	1
1. 数字调光电路	1
2. 大范围调光电路	3
3. 使用集成块触发的调光电路	4
4. 利用光反馈的调光器	5
5. 用光反馈的高压整流调整器	6
6. 舞蹈音乐彩灯电路	11
7. 500W 灯 泡软启动电路	11
 二、电机控制电路	 13
8. 低压直流斩波电路	13
9. 分马力电动机的速度和方向控制电路	14
10. 并激电动机的速度控制电路	16
11. 串激电动机的运转方向与速度控制电路	17
12. 单相交流供电直流机车电动机控制电路	18
13. 交流串激电动机的控制电路	19
14. 感应电动机的控制电路	20
15. 单相感应电动机的速度负反馈电路	21
16. 40A 感性负载电路	23
17. 感应转差调速器的控制电路	24

40. 交流电动机的过电流保护电路·····	58
41. 欠压报警电路·····	59
42. 采用热敏可控硅的温度报警电路·····	60
43. 不受环境温度影响的热警电路·····	61
44. 延时报警电路·····	62
45. 接触报警电路·····	64
46. 无虚报警电路·····	64
47. 过电流保护电路·····	65
48. 大电流电源的保护电路·····	66
五、时控电路·····	68
49. 由SCR检测的定时器电路·····	68
50. 秒级到小时级的定时电路·····	69
51. 三级顺序定时器电路·····	70
52. 搅拌机定时控制电路·····	72
53. 误动作少的PUT振荡电路·····	73
54. 禁止再次接通的定时器电路·····	74
55. 无触点定时器电路·····	75
56. 采用PUT的定时器电路·····	76
六、温控电路·····	78
57. 使用IC触发 TRIAC 的调温电路·····	78
58. 采用PUT的零压加热控制器·····	79
59. 三相加热器控制电路·····	80
60. 2.4kW电热器控制电路·····	81
61. 1.2kW 加热器的700W 零压控制电路·····	82
62. 电烙铁调温电路·····	84

63. 用集成过零触发双向可控硅的温控电路·····	85
64. 采用热敏可控硅的温控电路·····	86
65. 采用MCIZ的时间比例温控电路·····	88
七、家用电器电路·····	90
66. 闪光灯电路·····	90
67. 洗衣机控制电路·····	90
68. 家用照明声控开关电路·····	94
69. 家用照明自动开关电路·····	95
70. 数字电子锁线路(一)·····	96
71. 数字电子锁线路(二)·····	97
72. 渐亮渐暗电灯开关电路·····	99
73. 电子灭蝇器电路 ·····	100
74. 电熨斗自动恒温电路 ·····	100
75. 光电式自动开灯、关灯电路 ·····	104
76. 带颤音的单音阶电子琴 ·····	105
77. 发出鸟鸣声音的电路 ·····	106
78. 采用PUT的单音阶电子琴 ·····	108
八、电源电路 ·····	110
79. 带有反接显示的电池充电电路 ·····	110
80. 电压和速度可控制的充电电路 ·····	111
81. 无极性的电池充电电路 ·····	112
82. 用于点焊机的稳压充电电路 ·····	113
83. 简易式定电压控制电路 ·····	114
84. 交流稳压电路 ·····	116
85. 中容量稳压电源预稳电路 ·····	116

86. 正反馈能量控制型自激变换器稳压电源	118
87. 可控硅零触发交流稳压器	120
88. 简易式双路可变直流电源	122
89. 用可控硅作调整管的稳压电路	124
90. 混合型开关稳压电源	125
91. 高性能交流稳压电路	125
92. 高稳定度的交流稳压电路	129
93. 大容量直流稳压电源	130

九、开关电路132

94. 过零触发电路	132
95. 三相零压开关电路	135
96. 零点开关电路	135
97. 理想半波开关电路	137
98. 使用双向可控硅的通断开关电路	138
99. 采用光电耦合器的交流开关电路	139
100. 感性负载零压开关电路	140
101. 无触点接近开关电路	142
102. 采用光电耦合器的 AC 固态继电器	144
103. 数字式无触点继电器	145
104. 用微机进行交流控制的固态继电器	148

十、用数字集成电路和光电耦合器触发 SCR 电路.....149

105. 用数字集成电路触发高灵敏度可控硅电路	149
106. 从数字时钟/定时器到交流控制的接口电路	150
107. CMOS和双向可控硅的接口电路	151

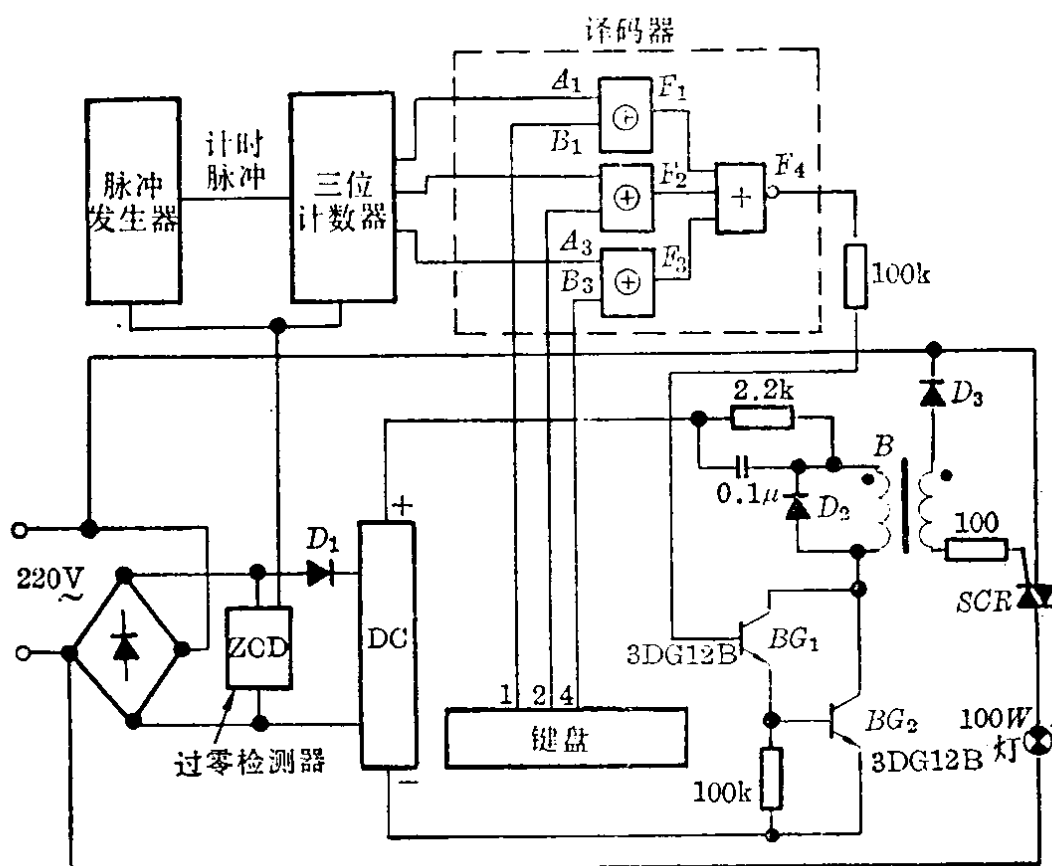
108. CMOS 和可控硅的接口电路·····	153
109. 用光电耦合器触发的可控硅电路·····	154
十一、一般控制电路 ·····	158
110. 临近探测器·····	158
111. 水位检测电路·····	159
112. 液位保持电路·····	160
113. 可控硅触发器·····	161
114. 数码管驱动器·····	162
115. 采用SCR的环形计数器·····	162
116. 自动相位控制电路·····	163
117. 采用MCIP的相位控制电路 ·····	165
118. 相序指示器·····	168
119. 间歇式引路灯电路·····	169
120. 同时适应110V 和220V 的电源电路·····	170
121. 消除开关瞬态效应的控制电路·····	170
122. 单稳多谐振荡式点焊机·····	173
123. 计数式点焊机·····	173
 附录一 几种其它可控硅及触发器件简介 ·····	 177
附录二 几种可控硅的特性曲线 ·····	195
附录三 部分国外可控硅型号及参数表 ·····	199
附录四 “晶星” 器件电参数表 ·····	221

一、调 光 电 路

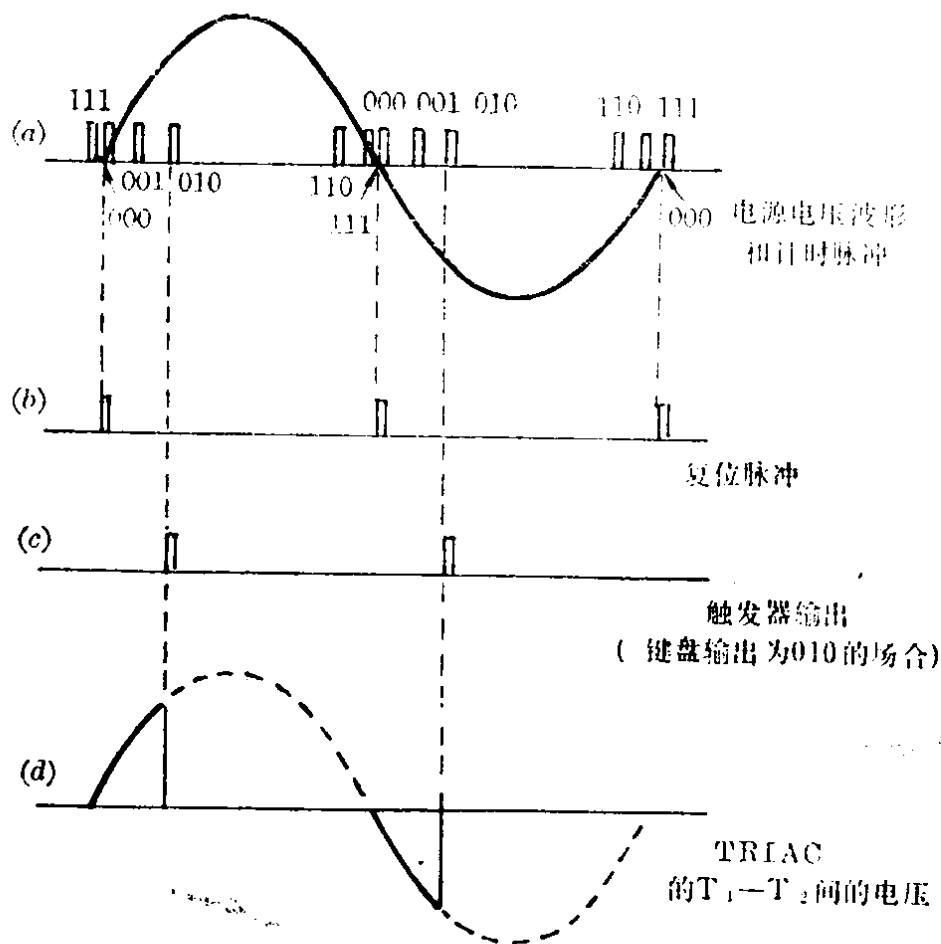
1. 数字调光电路

本电路的作用是：只要按下键盘上的键，便可对电灯调光。在再次按键之前，灯的亮度始终保持不变。

图1(a)是3键8状态数字调光电路图，图1(b)是波形图。



(a) 原理图



(b) 波形图

图 1 数字调光电路

按波形图将交流电源的半波大致分作七等分，在与键号相对应的任意分割点上，发出与电源同步的脉冲。电路图中三位计数器可根据过零检测器ZCD过零时所发出的脉冲，每半周作一次复位。

脉冲发生器工作频率大致为电源频率的 $2(2^n - 1)$ 倍(n 为计数器的位数或键的个数，在本例中 n 为3)。脉冲发生器需要与电源同步，可以根据ZCD于电源过零时发出的脉冲，每半周取得一次同步。同时，计数器每半周也复位一次。

产生二进制电位信号，只在该信号的值与计数器的值一

致时译码器才有输出。对于这一点,进一步说明如下: F_{1-3} 是“异或”门, F_4 是“或非”门。“异或”门的输出是:

$$F = A \oplus B$$

译码器的总输出是:

$$\begin{aligned} F_4 &= \overline{F_1 + F_2 + F_3} = \overline{F_1} \overline{F_2} \overline{F_3} \\ &= \overline{A_1 \oplus B_1} \overline{A_2 \oplus B_2} \overline{A_3 \oplus B_3} \end{aligned}$$

由上式可知,“异或”-“或非”相当于同“或”-“与”,即 AB 三组信号中每一组的 A 和 B 逻辑值必须相等时,也就是只有计数器所累计的二进制数值与键盘所发指令数值相等时, F_4 才输出高电平,于是 BG_1 、 BG_2 导通,双向可控硅导通。假定键盘指令为 110, 计数器计数从 000 到 101 之间,由于二者不相等, F_4 为低电平,可控硅就不触发,只有在脉冲发生器发出下一个脉冲时,计数器才为 110, 与键盘指令数相同,可控硅才导通,起到移相调光作用。

本图例为 8 级调光电路。如果键盘增到 4 键,计数器也为 4 位,调光级数可增到 16 级。

2. 大范围调光电路

本电路可在大范围内调整灯光亮度。如图 2 所示。

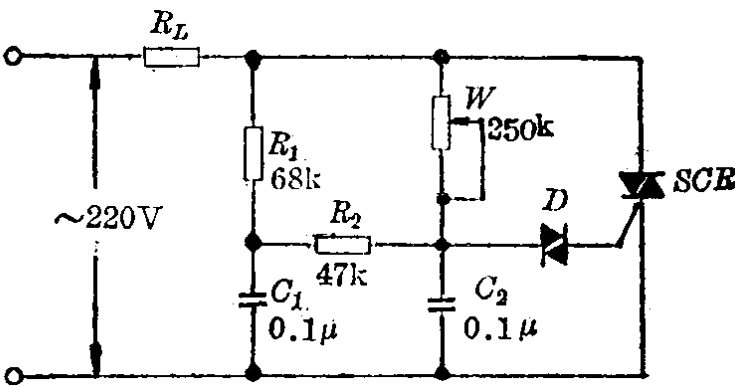


图 2 大范围调光控制电路

W 、 C_2 、 R_1 和 C_1 是两个 RC 移相网络，它能控制负载电流由额定值的 5 % 变化到 95 %。其负载 R_L 为电阻性的灯泡或电热丝。

一般电路只有 W 、 C_2 移相环节， W 可变电阻的阻值很大， C_2 充电电压上升缓慢。当 W 数值大于某一值时，可能使 C_2 充电电压在电源半个周期内，达不到双向可控硅的触发电压，也就是说，只能把灯泡亮度控制到一定程度，欲再低则无法控制。

本电路增加 R_1 、 C_1 后，除了增加移相角外， C_1 的充电电压通过 R_2 可以提高 C_2 两端电压，从而扩大了最低亮度的控制范围。

若将 R_1 改为可变电阻，则更为理想， W 主要用来调整灯光亮度， R_1 主要用来控制灯光的最低亮度。

3. 使用集成块触发的调光电路

PA436 是相位控制触发双向可控硅的集成电路。由于使用这样的器件来触发可控硅，使整个线路简单、元件少及调试方便。此外，由于 PA436 内部功能，使调压范围广，负载上电压稳定。

其参数如下：

R_S 为保护电阻，一般可取 $30\text{k}\Omega$ 。

R_G 为门极电流限流电阻，可取几十至几百欧姆。

R_I 为起动电阻，可取 $100\text{k}\Omega$ 。

R_A 、 R_B 为取样电阻。 $R_A + R_B$ 一般为 $10 \sim 200\text{k}\Omega$ 。太小，电源负载过重；太大，又会限制 C_g 的充电电流。

R_g 为调节增益的电位器，可取 $7.5 \sim 100\text{k}\Omega$ 。

C_g 为定时电容，可取 $0.01 \sim 0.1\mu\text{F}$ 。

C_1 为储存电容，取值 $0.1\mu\text{F}$ 。

PA436国内已定型生产。

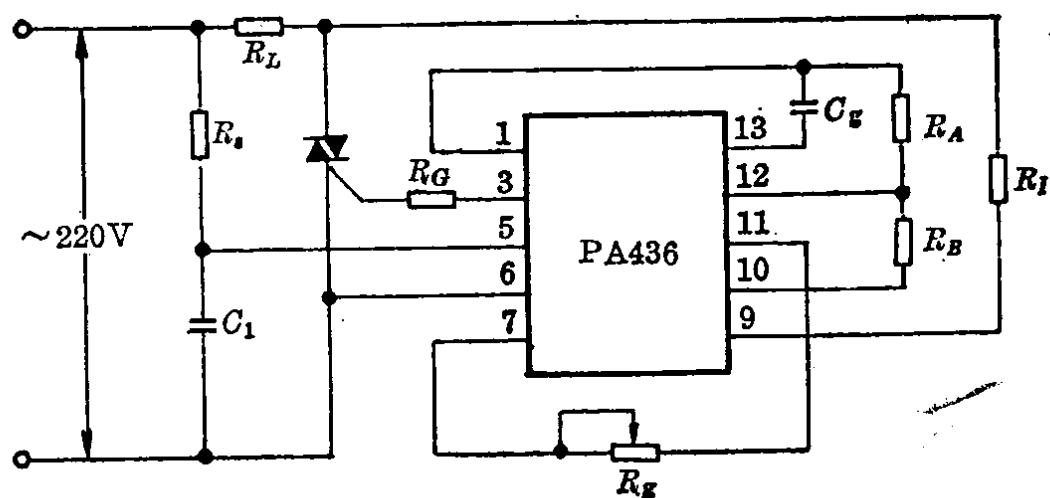


图3 使用PA436触发双向可控硅的调光电路

4. 利用光反馈的调光器

白炽灯泡的照度与加在灯泡上的电压平方成正比。为了使照度恒定，用光电晶体管监视灯泡的亮度，构成闭合回路，控制加在灯泡上的电压。这样，即使电源电压大幅度变化，灯泡的照度能保持恒定。

在本电路中， BG_1 、 BG_2 作恒流源向电容器 C 充电，当 C 上电压达到双基极管峰点电压时，产生脉冲触发可控硅。调节 R_0 的阻值，即调节 SCR 的导通角，从而改变灯泡上的电压。

光反馈的过程是这样的：如果电源电压增加，灯的光量增加，光电晶体管 BG_3 的电流也增加，电容器 C 的充电电流就减少，所以触发延迟，灯泡上的平均电压就减小，消除了照度由于电源电压上升而上升，保证了恒定的照度。

当进入光电晶体管的入射光量过大而饱和时，无法正常

调节，这时要利用适当的反射光路，或装上滤光器，使检测光量衰减，缩小进入光电晶体管的光量。

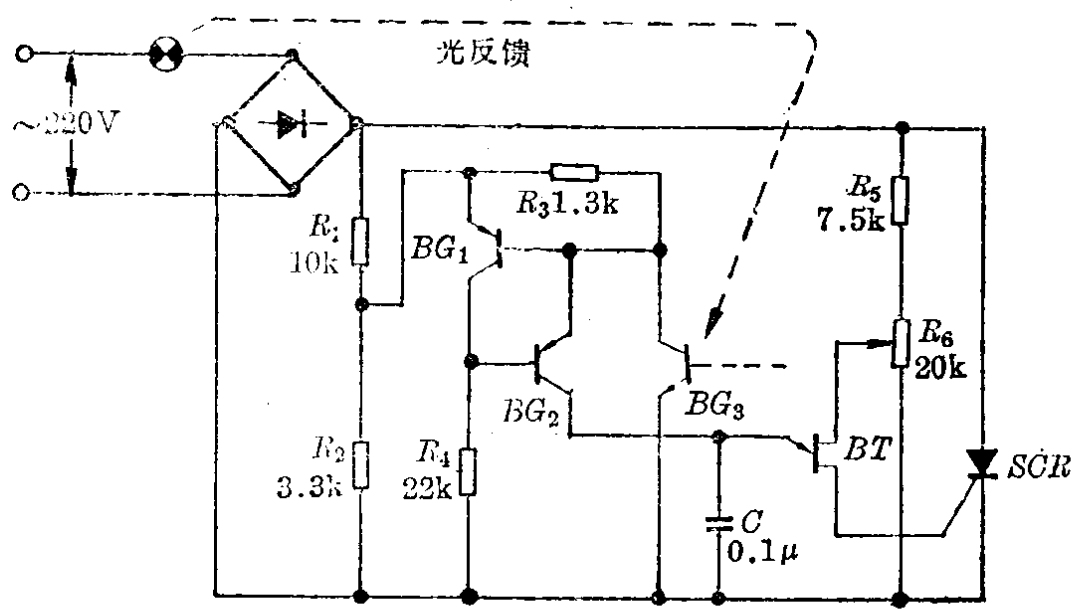


图 4 利用光反馈的调光器电路

5. 用光反馈的高压整流调整器

直流输出调整是通过交流端的相位控制来实现的。双向可控硅用作开关元件，用来改变导通角以控制输出电压的有效值。

检测高压输出，是用光敏晶体管BG₃检测灯泡的光量来进行的。

如次级输出电压有所变化，则灯泡的亮度就发生变化。可根据检测的光量变化来控制双向可控硅触发角，以补偿输出电压变化并使之恒定。

另外，光反馈系统最好采用白炽灯泡和光敏晶体管型的光电耦合器，后者也可用光敏三极管 3DU5 代替。

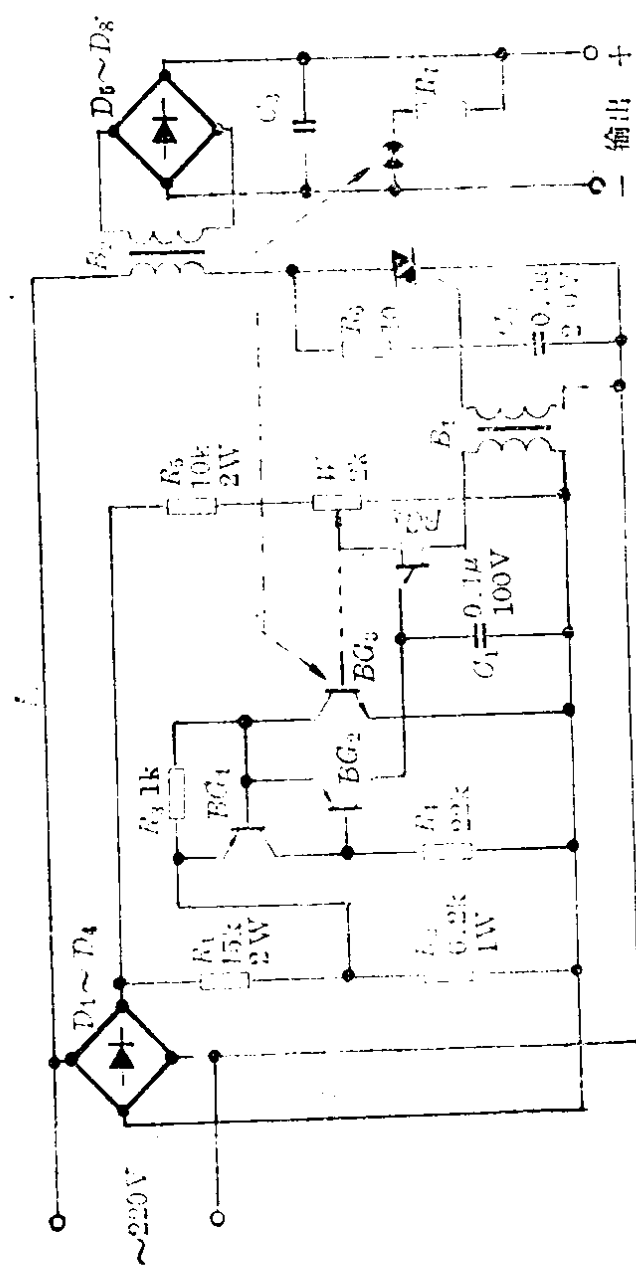


图 5 用光反馈的高压调整器电路