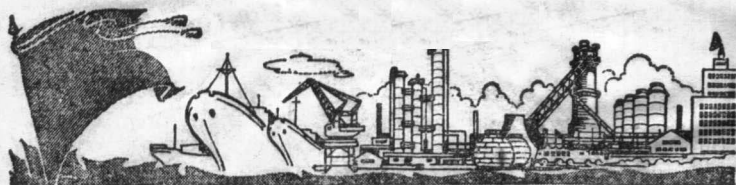


硅普通整流二极管的应用

上海无线电十七厂



工业技术资料

第134号

上海人民出版社

聲音隨聲波二維件的应用

（中国科学院声学研究所）



工业技术材料

第14号

（中国科学院声学研究所）

工业技术资料

第 134 号

上海人民*欣社出版

(上海绍兴路 5 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

1973 年 8 月第 1 版 1973 年 8 月第 1 次印刷 印数 1—16,500

定价 0.05 元

硅普通整流二极管的应用

一、概 述

硅普通整流二极管就是指 2CP、2CZ、2DP 系列的硅二极管。它们是一些最常用的半导体器件，与其它半导体二极管相比，这类管子特点是正向电流大，反向电压高，频率特性差。当然，它们也有着半导体器件的一些共同特点，如特性的温度依赖性，存在着与电压有关的 $p-n$ 结电容、与电流有关的动态电阻和正向开始导通的起始电压等。根据它们的各种特性可以有各种不同的应用。例如，整流就是利用了它们正反向不同的导电特性，关于这方面的应用已是众所周知的，在此不再赘述。本资料主要介绍的是这些器件在整流以外的一些其它应用。

二、应 用

1. 低压稳压管

由于二极管的正向伏安特性呈指数形并且存在着一定的起始电压，因此在要求不太高的场合可以将其正向作稳压管用。稳定电压约为 0.5~0.7 伏。若需要较高的电压则可用二只或三只管子串联，如图 1 所示。实践证明，这样得到的稳压性能甚至优于低压的硅稳压管。

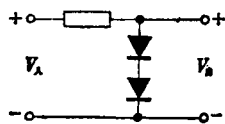


图 1

若以此电压作为反馈型稳压器的基准电压，就可以构成有更高输出电压和更大输出电流的稳压器，一个典型的电路示于图 2 中。

这种正向稳压特性也可在直接耦合放大器中用来平衡各级的直流电位，以及和图 3 所示在 OTL 电路中用作偏置元件。

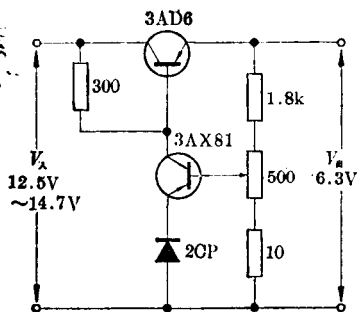


图 2

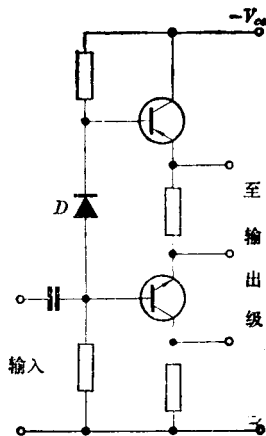


图 3

2. 并联保护

利用二极管的上述特性还可以把它用作并联型保护元件，用来保护电流表、低伏电压表、晶体管发射结、电子管灯丝和放大器等，如图 4 中所示。其中，两只管子串联是为了提高保护点电压，反并联是用于交流的情形。

保护表头用的管子应按下列两个条件来选择：① 在起始电压以下，管子的漏电必须小到不影响表头的精度，② 在起始电压以上，管子的稳压性能应良好。

晶体管发射结的保护对于硅外延平面管有着特别重要的意义，因为它们 BV_{EBO} 很低。若按图示方向并联上二极管后就

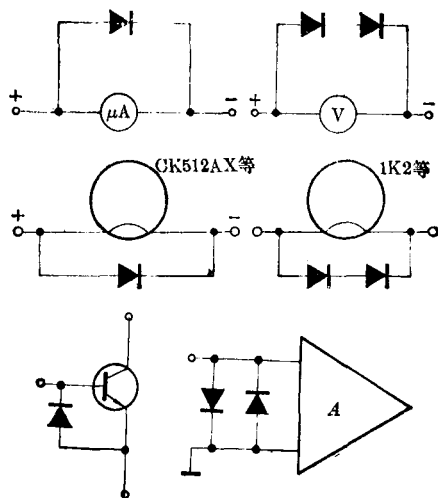


图 4

使发射结不会出现高于1伏的反向电压。不过要注意，普通的二极管只能用于讯号频率较低の場合。

对于放大器输入端的保护，要求二极管反向阻抗和起始电压以下的正向阻抗远大于放大器的输入阻抗，因此象用场效应晶体管作为输入级的那类高阻抗输入级，就不能用普通的二极管来保护。

采用并联保护的先决条件是线路中存在着一一定的串联阻抗以限制流过二极管的电流不会超过其允许的程度。



图 5

3. 串联保护

除了上述的并联保护外还可以采用串联保护电路。图5即是对晶体管发射结和可控硅控制极的保护电路。

图6是供直流仪器用的防止电源反接的电路。右边的电路结构比较复杂,适用于电源电流较大的场合,并且二极管的正向压降不会影响电源电压。其原理是:当电源极性相反时,二极管 D 处于通向,促使高灵敏继电器 J_1 吸动,再带动电力继电器 J_2 使触点 j_2 断开,不给仪器供电。这里所用的二极管其正向额定电流需不小于由 J_1 和限流电阻 R 决定的线路电流,其最高反向工作电压应高于电源电压。

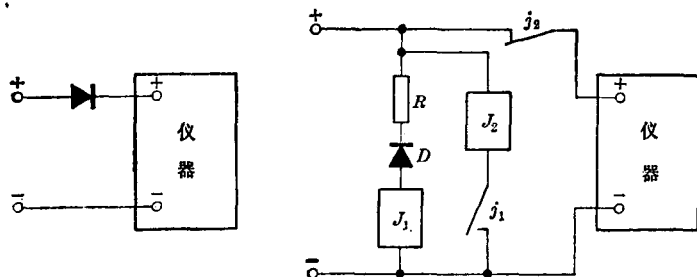


图6 J_1 为高灵敏继电器, J_2 为电力继电器

图7是另一种形式的保护电路,目的是保护负载 R_L 不致因电流过大而损坏,其原理简述如下:由 E_2 、 R 在二极管 D 中产生一个电流

$$I_2 = \frac{E_2}{R}$$

使 D 处于正向,当 E_1 充分大时可忽略 D 的压降,于是负载电流为

$$I_L = I_1 = \frac{E_1}{R_L}$$

只要 $I_1 < I_2$, 上式始终成立。若由于 R_L 的

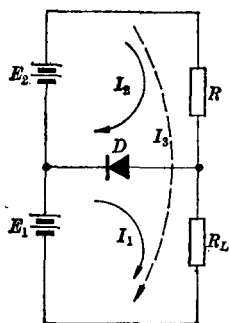


图7

变化使 $E_1/R_L \geq I_2$ 时, 则 D 即处于反向, 因而可视作开路而使

$$I_L = I_3 = \frac{E_1 + E_2}{R + R_L}$$

当 E_2 和 R 足够大时, I_L 就不会比 I_2 大很多, 从而达到保护的
目的。这个电路用在二极管击穿电压测试中对于电流表和被测
管 (它们串联后作为 R_L) 的保护是很有效的。考虑到被测管完
全击穿短路的极限情形, 应选用最高反向工作电压高于 E_1 的二
极管并且要求其反向电流尽可能小。

4. 温度补偿

由于二极管的正向压降具有 $-(2 \sim 2.5)$ 毫伏/度的温度系
数, 所以可用来补偿稳压管、晶体管
等的温度系数。

大于 5.3 伏的一般稳压管的稳
定电压 V_z 的温度系数是正值, 因此
把几只正接二极管和稳压管联起
来, 合成一个整体, 如图 8 所示, 就
能得到补偿。二极管的数目应根据

需要而定。由于二极管和稳压管的温度系数都是随电流而变的,
因此在确定二极管的只数后, 还应分别仔细调节二极管和稳压
管的电流而达到精确的补偿, 如图 9 所示。

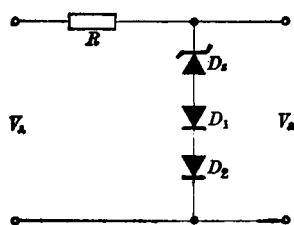


图 8

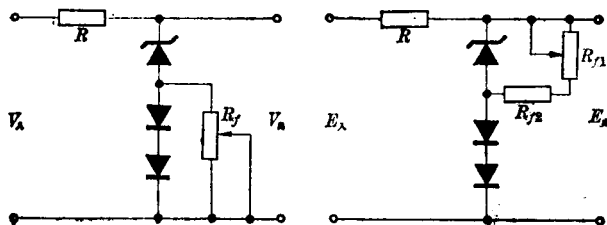


图 9

顺便提一下,标准稳压管 2DW7A~C 等就是经过温度补偿的稳压二极管,在此管中稳压管和正接二极管已经结合在一起了,只需调节通过它的电流,即可得到极小的温度系数。它们的相对温度系数 $\leq 1 \times 10^{-5}/\text{度}$,比一般的普通稳压管要小一至二个数量级。

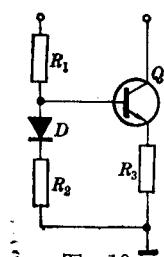


图 10

硅晶体管已被大量应用在各种电子电路中作为放大元件,在直流放大器中,其 V_{BE} 的温度系数往往是引起放大器性能温度漂移的主要原因,因此在要求较高的场合需要对其进行补偿。由于硅晶体管的发射结也是一只硅二极管,因此

可以用普通硅二极管来补偿,线路如图 10。

5. 继电器电路

硅二极管在继电器电路中可以有多种用途。例如把一只二极管和一只直流继电器串联就可组成能辨别极性的继电器,如图 11(a) 所示。图 11(b) 是用于交流工作的直流继电器,其工作原理是:直流继电器 J 的线圈由晶体管 Q 激励, Q 为共发射极丙类放大器,主要是用以获得最大的功率增益。因此,输入讯号必须有足够大的幅度,才能使 Q 饱和或截止。在输入周期的“导通”时间内,电流流过继电器线圈, C 通过 R 充电。在输入

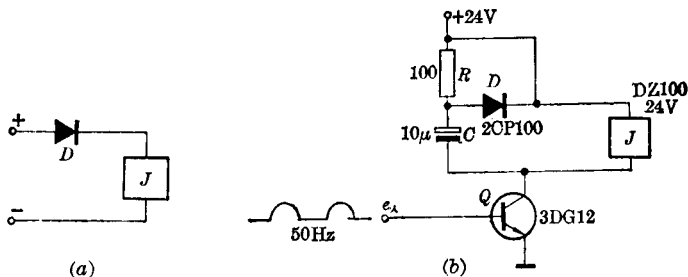


图 11

周期的“截止”时间内, C 通过二极管 D 放电, 此时仍能保持有电流流过继电器线圈。电容器 C 有两个作用, 一是维持通过继电器的电流, 二是消除感应反冲。电容器 C 的充电电阻 R 在不超过晶体管的额定功率的条件下应尽可能小。

如果把一只二极管按图 12(a) 所示的方向并联在继电器线圈上, 那末当开断继电器的线圈时, 感应电流通过二极管产生辅助磁场而使继电器衔铁延迟释放, 这个作用也可以用来防止由于电源波动而引起的衔铁振动并能消除在触点断开时的火花, 而且在使用晶体管等半导体器件激励的情形下, 又能保护半导体器件在继电器释放时不致因线圈感生电势过高而击穿, 线路如图 12(b) 所示。图 13 示出了一种接近理想的触点灭火花电路。它是在电容电阻灭火花电路的基础上再加上一个二极管, 使触点在断开瞬间的电压小于 0.6 伏, 从而防止了银接点汽化蒸发而引起的电蚀。

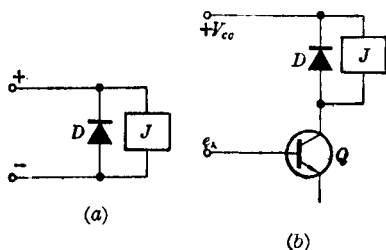


图 12

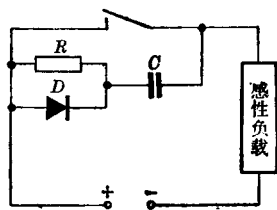


图 13

6. 对数网络

当饱和电流和串联电阻很小并且二极管的正向压降足够大时, 管压降与正向电流呈对数关系, 从而动态电阻与正向电流成反比, 利用这个特性可以构成对数网络。把二极管和一只电阻串联就构成一个简单的对数网络如图 14 所示。当 V_{λ} 足够大时, V_{λ} 和 V_{λ} 就呈对数关系。如果按图 15 的接法就能使放大

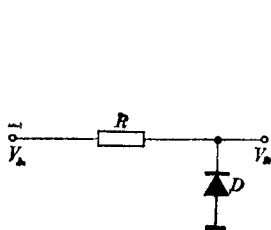


图 14

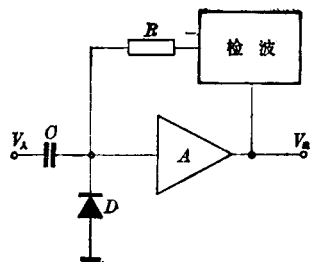


图 15

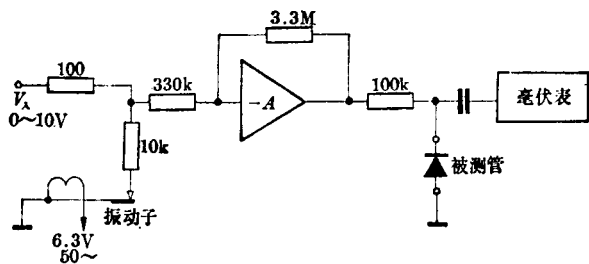


图 16

器增益随着输入讯号的增大而按对数规律减小，达到增益压缩的目的。如果把一个直流电压 V 和一个小的交流电压 ΔV 一起加到图 14 的输入端上，那末当 V 足够大时，输出电压的交流分量（可通过一个隔直电容取出） $\Delta V_{出}$ 就正比于 $\Delta V/V$ 而与它们本身的大小无关，以达到除法的目的。利用这个原理，也可对管子的对数特性进行挑选。把被测管接入图 16 的线路中，改变 V_A ，观察毫伏表的读数，除了起始一段外，当电压逐渐升高时，毫伏表的读数能保持不变，就表示管子有理想的对数特性。

图 17 是一个可以获得比较准确的对数关系的电路概要图。对数特性是用逐次逼近法获得的。开始时所有的二极管 D_1 至

D_n 都加反向偏置, 因此相当于打开的开关。因为选定 R_A 远大于 R_0 , 故输入电阻可简写为 R_0 , 而输入电流 i_i 经过 R_0 流入直流放大器。当输入电流增大时, 二极管依次地将电阻 R_1 至 R_n 接入到电路中, 将电流 i_i 中随着增大起来的部分旁路掉。这样就做成了近似于所要求的对数特性的折线。逼近的次数决定于所要求的运用范围和准确度。

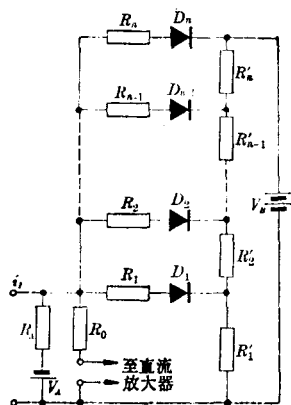


图 17

如果将这个整形网络接在可变电稳压电源的反馈网络内作为取样电阻, 就可以使输出电压与作为控制讯号的基准电压呈指数关系, 如图 18 所示。

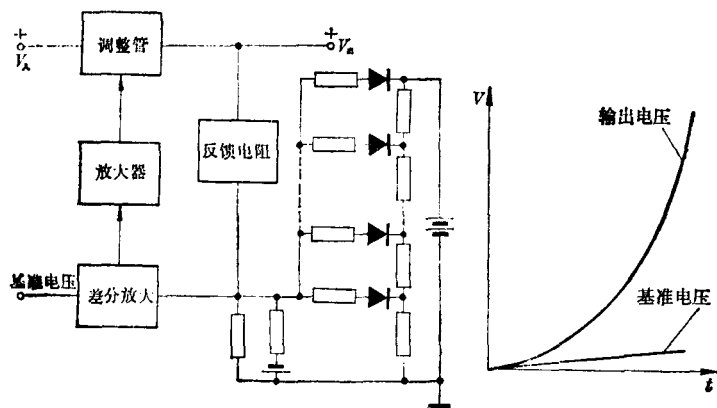


图 18

7. 转换开关

如图 19 所示, 利用二极管的正反向特性可以进行电路的转换。图 19(a) 中, R_1 和 R_2 提供了二极管偏置电压, R_3 用来防止输出端被转换开关短路。转换开关使二极管处于导通或截止状态, 二极管导通时电路单元 A 被短路掉, 截止时 A 被接入电路。图 19(b) 是两个电路转换的电路。

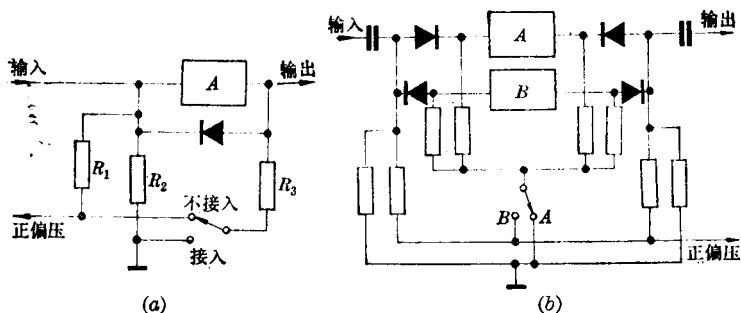


图 19

8. 抑制器

由桥式整流器馈电的电容器可以形成瞬变抑制器, 用来抑制断开电源时感性负载的反冲, 如图 20 所示。并联在电容器上的电阻数值较大, 它仅作为断开电源后电容器放电用。电容器的容量可按实际需要选择。刚通电时, 电容器充电至线路电压峰值。切断电源时, 高压反冲超过线路电压峰值, 二极管电桥把

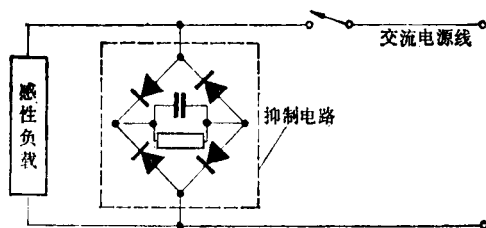


图 20

瞬变传送到电容器上，被吸收掉。由于二极管阻止反向电流所以不会出现衰减振荡的危险。

图 21 所示电路中的二极管是作为电源变换器的尖峰电压抑制器。在变压器上绕一只附加线圈，使它的圈数约比初级绕组的圈数少 5%。这样一来，只有当晶体管集电极上出现电压峰值且超过电源电压 5% 加上二极管的正向压降之和时，二极管才导通。尖峰电压抑制绕组，只传送很小的平均电流，因而可以根据允许的压降选择导线的粗细，根据电源电压和可能出现的电流选用二极管。这种电路的优点是尖峰讯号能量不是转移到耗能元件中去；而是返回到输入电源中去，从而提高了实际效率。

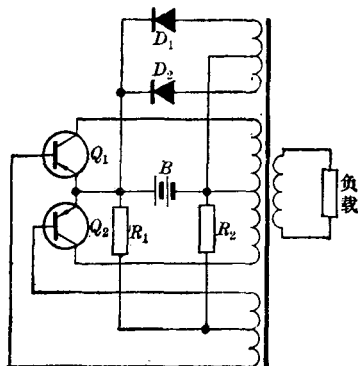


图 21

9. 阻尼管

电视和雷达接收机中的磁偏转线圈有很高的 Q 值，在锯齿形偏转电流作用下会产生衰减振荡，用一只反向偏置的硅二极管和一只电阻串联后并联在线圈上就可抑制这个效应。这种接法不消耗直流电源功率，而在锯齿扫描终了时由场崩产生的反电压使二极管导通，此时由电阻 R 把能量消耗掉，从而阻止了振荡，如图 22(a) 所示。图 22(b) 是相应的晶体管电路，电路的工作如下：当输入讯号将发射结正向偏置使晶体管变成一个低阻抗通路时，就有效地将电感线圈跨接到一个恒定电压上，而线圈中的电流随时间呈线性地增长。当输入讯号改变极性时，晶体管变成不导电的。电流以 LC 组合决定的频率通过电容 C ，这一振

荡半周结束时线圈电流反向，在线圈上的电压变得使二极管导通，所以又将线圈接上电源。在二极管导电期间线圈电流将呈线性地减少，线圈电流回到零值时，晶体管又开始它的导电周期。

作阻尼管用的二极管除了要考虑其反向耐压和正向电流外还要求有较快的开关速度。

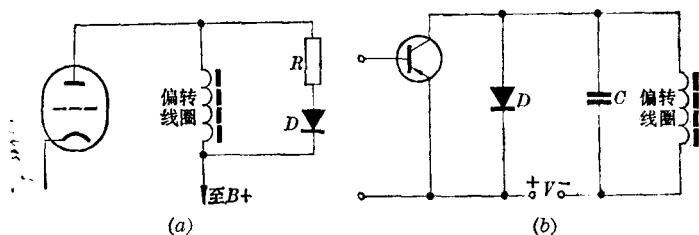


图 22

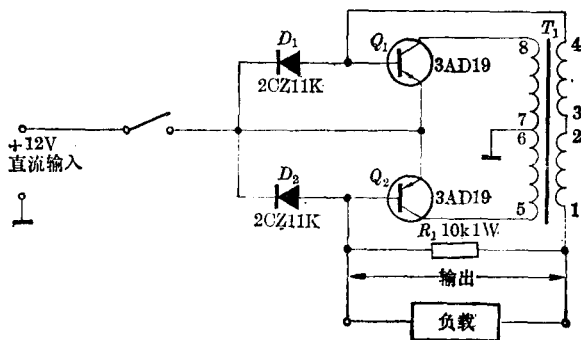


图 23

10. 直流电压变换器

硅整流二极管也可用在直流电压变换器中。图 23 所示的是一个简单的变换器电路，可由 12 伏电池输入来提供 100 瓦的输出。其工作原理是：电源刚接通时，晶体管 Q_1 和 Q_2 略微失去平衡，都会使 T_1 的次级绕组感应出电压。为便于说明，假定 Q_1 的导通程度比 Q_2 略大一些，这时变压器次级的感应电压使 Q_2

反向偏置并使 Q_1 正向偏置，使其更加导通，直至完全饱和。在这段时间里，直流电源电压有效地加在变压器初级绕组的 7~8 端上。于是在次级绕组上感应出约 120 伏电压。由于 Q_1 导通，次级绕组的电流将通过 Q_1 的发射极结。然而由于 Q_2 的发射结处于反向偏置，所以电流只能流过二极管 D_2 的分路。电流经由 R_1 和外负载组成的并联回路返回次级绕组。在初级绕组保持输入电压的时间内，磁通量逐渐增加直到饱和，这时初级绕组不再能保持输入电压，感应电压迅速降低，并使 Q_1 的基极触发电流减小，使 Q_1 脱离饱和状态。由此引起的初级绕组输入电流的迅速减小导致变压器磁通量的衰减，从而在变压器次级感应出极性相反的电压，此电压使 Q_2 正向偏置。同样，当 Q_1 截止时， Q_2 饱和。 Q_1 和 Q_2 的工作，周期性地交替重复，产生方波输出电压。电阻 R_1 可以通过足够大的电流，以便在负载很轻时也能起振。接入整流二极管，一方面提供了负载电流通路，另一方面又保护了晶体管的发射结。

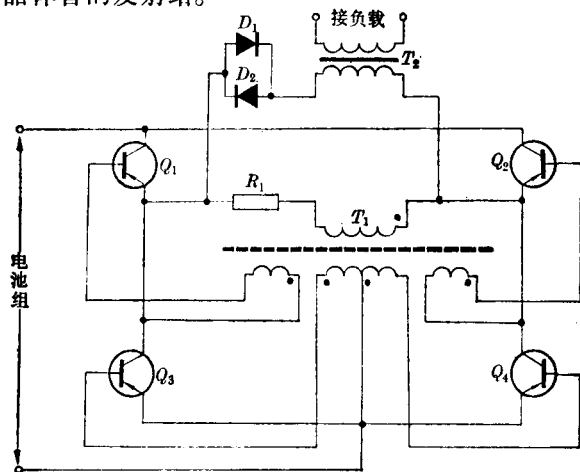


图 24

图 24 的电路中两只反并联的硅整流二极管与输出变压器的初级绕组串联作为启动网络,起一个自动开关作用,这是由于锗功率晶体管在硅整流管仍截止时就开始振荡,这时线路相当于空载,容易启动,振荡幅度升高后负载就自动接上。这样就使线路能在很大的温度范围内在满载情况下启动。

三、测 试

为了正确地选用管子,必须对其参数进行测试,下面介绍一下硅整流二极管几个主要参数的测试原理。

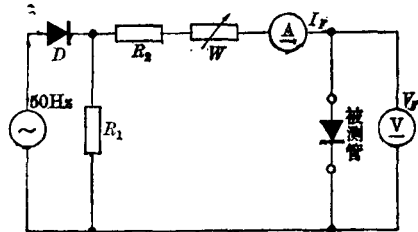


图 25

(1) 正向压降 V_F 即为当被测管通以规定正向电流时,在极间所产生的电压降。

测量电原理图见图 25*。

测量步骤: 调节变阻器 W 使电流表读数为额定正向电流值,则电压表的读数即为所测的正向压降。

(2) 反向电流 I_R 即为在二极管上加以规定的反向工作电压时,二极管中所流过的反向电流值。

测量电原理图见图 26**。

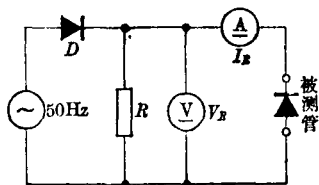


图 26

测量步骤: 调节半波电源,使电压表到达规定值,此时在电流表上的读数即为 I_R 。

* 电压表和电流表均为平均值读数。

** 电压表应为峰值读数,电流表应为平均值读数。