[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
H05H 1/36
C23C 14/34

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96110503.8

[43]公开日 1997 年 5 月 7 日

[11] 公开号 CN 1149237A

[22]申请日 96.6.25

[30]优先权

[32]95.10.20[33]US[31]546,119

[71]申请人 ENI阿斯泰克美国分公司

地址 美国纽约州

[72]发明人 J·C·塞拉斯

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

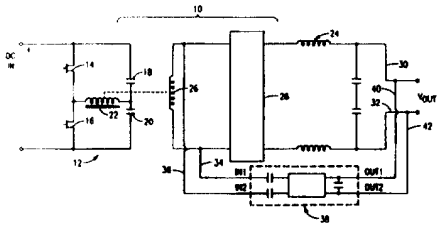
代理人 马铁良 傅 康

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 等离子体发生器的起弧增强电路

[57]摘要

一种 dc 电源（28）的起弧增强电路（38），在高阻抗下产生高压引燃等离子体。（38）有多个二极管桥路。（28）的变压器次级经隔离电容器接到各二极管桥路的 ac 输入，其 dc 端串联，叠合电压加到等离子体室的输入端子。二极管桥路还各有一储存电容接在正负 dc 端子间。来自变压器次级的正负电压峰值存在储存电容。组合的直流高压引燃等离子体，引燃后，隔离电容的阻抗使起弧电路不再提供高起弧电压。



权利要求书

1.一种用于等离子发生器的起弧增强电路，该类型发生器具有第一和第二输入引线以提供一种有着正与负电压峰值的交流波形，而且在其中起弧增强电路于第一和第二高压输出端之间给出起弧电压；起弧增强电路的特征在于；一组多个N个峰值检测电路装置（44、46、48、50），其中每个都具有加有交流的第一和第二交流端口，而且每个都有正与负直流输出端（+，－），在输出端上分别呈现所说波形的峰值的正与负电压；在所说的第一输入引线（34）与所说的N个峰值检测电路装置（44、46、48、50）中的一个交流端口之间分别配置第一组多个N个隔离电容器（52、54、56、58）；在所说的第二输入引线（36）与所说的N个峰值检测电路装置（44、46、48、50）中的其余交流端口之间分别配置第二组多个N个隔离电容器（60、62、64、66）；所说的N个峰值检测电路装置（44、46、48、50）将它们的直流输出端口（+，－）串联起来，即将所说的峰值检测电路装置中第一个（44）的正输出端（+）连接到第一高电压输出端（40），将所说的峰值检测电路装置中第N个（50）的负输出端（－）连接到第二高电压输出端（42），而对其余的正与负输出端，则顺次将负端接到下一个峰值检测电路装置（46，48）的正输出端.

2.按权利要求1的起弧增强电路，进一步的特征在于：所说的第一与第二隔离电容器（52、54、56、58和60、62、64、66）都有大约三纳法拉量级的电容量.

3.按权利要求1与2的起弧增强电路，其特征在于：所说的峰

值检测电路装置（ 44、 46、 48、 50)每一个都包括一个全波整流器（ 44a、 44b、 44c、 44d，等等)和一个电容器（ 68、 70、 72、 74 ）连接于其正（ + ）与负（ - ）直流输出端之间.

4.按权利要求 1、 2 或 3 的起弧增强电路，其特征在于：所说的第一和第二输入引线（ 34、 36 ）是变压器的次级输出端.

5.按前述任何权利要求的起弧增强电路，其特征在于：所说的第一与第二高电压输出端（ 40， 42 - OUT1， OUT2 ）被连接到一直流电源（ 28 ）的直流输出端（ 30、 32 ）上.

6.一种在低气压等离子体室引燃等离子体的方法，此方法初始向所说等离子室的电极上施加远远超过等离子体运行电压的起弧电压，然后在所说室中产生等离子体时自动将所加电压降低到所说的运行电压，在其中，由运行的供电源可以获得一个显示正负峰值的交流波形；其特征在于以下步骤:

通过隔离电容器把所说的交流波形加到多个峰值检测电路 ac 输入端;

在每个所说的峰值检测电路中产生整流的直流电压;

将所述的峰值检测电路的各整流直流电压组合到一起；而且

把组合的直流电压作为所说的起弧电压并以高电压和高阻抗将其施加到所说的等离子体室的电极上，使所说的起弧电压在启动条件下起作用去引燃等离子体放电，但是一旦所说的等离子体被引燃并存在，就被所说的运行电压支配.

说明书

等离子体发生器的起弧增强电路

本发明涉及溅射或等离子体应用的电源，特别针对一种起弧电路，该电路将高起弧电压施加到等离子体室的阴极和阳极，以启动电极间的放电．本发明涉及一种可增添到现存溅射电源上的起弧电路，却不干扰其运行而且不需要控制电路的设施．

溅射是一种真空淀积加工法，其中，溅射靶受离子的轰击，于是溅射靶的原子通过动量传递被机械地游离出来，典型使用的离子是惰性气体离子．然后靶材料就被覆盖到附近的衬底上．靶材料可以是一种金属，例如铝或镍．在活性溅射加工法中，一种活性气体被引入淀积室，游离的靶材料与活性气体起反应以构成覆盖材料．覆盖材料可以是一种氧化物，例如 Al_2O_3，碳化物如 SiC，或氮化物如 TiN．溅射加工法在等离子体室内进行，在那里惰性气体以很低的、接近真空的压力存在．为了向靶加速惰性气体原子，产生一等离子体．等离子体是一种广泛的放电，其中等离子体的惰性气体离子向着作为阴极的靶加速．跨于等离子体的典型电压在 300 伏至 700 伏之间，视靶材料和等离子体室尺度而定．然而，为引发等离子体，开始时必须有一个启动电压或起弧电压，其值数倍于等离子体工作电压．

众所周知，在此工艺中，电源的功率级里采用了固有过冲量（overshout）来产生起弧电压．以往产生起弧电压的工艺方法要求在电源中将固有和寄生超过冲量的控制放得很松，或者用谐振

功率级以提升或“Q值升高”（Q－up）电压以便起弧等离子体．现有工艺方法也需要附加的部件，并在电源中产生附加损耗．这通常涉及在电源变压器中以不希望有的圈数比来建造电源．也可能为点燃等离子体而要装置另一个分立的电源．然而，在那种情况下就需要分立的控制，也需要修改主电源，以便为电气安全目的保留至少10mm的间隔．

本发明的一个目的是提供一种起弧电路，它可以结合现存等离子体发生器或溅射电源，或者可以加装到现存电源上．

本发明的进一步目的是提供由主电源变压器次级线圈运行的起弧电路，从而避免了电气安全问题．

本发明更进一步的目的是提供一种具有高阻抗的起弧电路，它在运行开始时可有效提供高电压去点燃等离子体，然而只要等离子体一经点燃它就自动停止供应高电压．

按照本发明的一个方面，等离子体发生器的起弧电路将输入引线连接到等离子体发生器变压器的次级引线上，那里给出一个非正弦波的交流电．在等离子体发生器或这种类型的电源里，初级线圈上加以跳跃波，例如方波，于是次级线圈或绕组就会产生有点不规则的波形，也就是在初级线圈脉冲的前沿或后沿会有大的尖峰或超冲量．起弧电路由一组峰值检测电路构成，其中每一个都有第一和第二ac端口，这些端口加有交流波形，而它们的直流正负输出上就呈现交流波形峰值的正负电压．在第一输入端与峰值检测电路的一个交流线端之间连接着相应的隔离电容器，同样在第二输入端与峰值检测电路的另一个交流线端之间也连接着相应的隔离电容器．在一种优选的具体装置中，峰值检测电路各由一个二极管桥路构成并在正负直流端区之间连接一个电容器．

几个峰值检测电路将它们的直流输出串联起来，使得第一个

峰值检测电路的正输出端连接到第一高压输出，而最末一个峰值检测电路的负输出端连接到第二高压输出．其余正负输出端的连接是每个负端都顺次连到下一个峰值检测电路的正端．在这种方式中，各高电压输出端提供的电压电平为输入交流波形峰值电压的数倍．第一和第二高电压输出端被连接到主电源的正负输出上，并由此再连接到相关联的等离子体室的阳极和阴极．

在一种实际的具体设置中，有四个二极管桥路，也就是四个全波整流器，连接成一组，以产生超过千伏的起弧电压，而变压器次级的电压只有约三百伏．

隔离电容器相互串联并与相应的二极管桥路串联．只要没有可观的负载加到二极管桥路的输出端上，也就是不存在等离子体时，起弧电路就起作用，把高压施加于等离子体室的阳极与阴极之间．然后，一旦电离开始并引燃了等离子体，阳极和阴极间的阻抗就降到几十至几百欧量级的数值．这个数值相对小于隔离电容器的容抗Xc．于是，在等离子体运行期间，只有次级峰－峰电压的一小部分加在相应的峰值检测电路上，起弧电路就停止提供高电压．

有了这个起弧电路，通过向等离子体室输入电极施加远远超过等离子体的运行电压的起弧电压（例如直流1,200至3,000伏），该电源就可以自动在低气压等离子体室中引燃等离子体，然后，室中引燃等离子体，起弧电路就自动将所加电压降到等离子体的运行电压（例如直流300至700伏）．主变压器的次级线圈产生一个显现正负峰值的非正弦波形．此非正弦波形通过隔离电容器加到多个峰值检测电路N的交流输入上．N个整流后的直流电压被叠加到一起以构成一个高电压，作为起弧电压加到等离子体电极上．然而，起弧电压产生于高阻抗，因此起弧电压在启动条件下

（无等离子体）起作用，去引燃惰性气体放电并产生等离子体．一旦等离子体起弧，所加的电压则由主电源的运行电压支配，而高电压就不再存在．若是等离子体由某种原因被中断，当需要重新引燃等离子体放电时起弧电压会自动出现．

本发明的起弧电路是一种无电感性跳跃电路，所有必要的元件可安排在一小块辅助电路板上．因为二极管桥路仅在极高阻抗条件下运行，流过的电流极小，过热就不是问题．这个起弧电路使其本身既可组合到新的溅射电源和等离子体发生器中，也可用于改进现有电源．

图 1 是一电源的电路图，其中组合了起弧电路，它是本发明的一种具体装置．

图 2 是一张电路图，展示出这种具体装置的起弧电路的细节．

参见附图，图 1 展示用于等离子体或溅射的电源 10 的基本电路．在这具体装置中，电源有一个半桥路 12，其中包括一对开关晶体管 14、16 串联于直流供电输入线之间，还有一对电容器 18 和 20 也串联在直流供电输入线之间．主电源变压器的初级线圈 22 连接到开关晶体管 14、16 的接头和电容器 18、20 的接点之间．控制开关晶体管 14 和 16 开与闭的控制电路此处没有示出．电源 10 的输出侧 24 包括主变压器的一个次级线圈 26，以引线接到一个全波二极管桥路或整流器 28 的交流输入端．整流器 28 具有直流输出端提供整流后的直流电压，该电压经过平滑并加到正负输出端子 30 和 32．这些输出端子 30 和 32 连接到等离子体发生器的阳极和阴极（即靶料）．

一个为引燃等离子体而产生高电压的起弧电路具有第一和第二输入引线 34 和 36，它们连接到次级线圈 26 的引线上，并且引到起弧桥路级 38 的输入引线 IN1 和 IN2 上，该起弧桥路级在图 2

中图解说明了它的细节．起弧桥路级 38 在高阻抗下产生高电压，此高电压出现在第一和第二输出端 OUT1 和 OUT2 上，并由高电压引线 40 和 42 连接到主输出端子 30 和 32 上．

如图 2 所展示，起弧桥路级 38 由多个全波整流二极管桥路构成，而在此具体装置中有四组二极管桥路 44、46、48 和 50．这些桥路中第一个桥路 44 包括二极管 44a、44b、44c 和 44d，它们连接起来确定出一对交流输入端口或输入接点，和一对直接输出端口或输出接点，此处标以十与一．其余桥路 46、48、50 都相类似地构成．桥路 44 的正直流输出端十连接到 OUT1，也就是高电压输出 40，而最末桥路 50 的负直流输出端一接到 OUT2，也就是高电压输出 42．还有一些内部连接，将桥路 44 的负端接到桥路 46 的正端，桥路 46 的负端接到桥路 48 的正端，而桥路 48 的负端则接到桥路 50 的正端口．

每一个二极管桥路 44、46、48 和 50 都有相应的隔离电容器 52、54、56 和 58，将一个交流输入端口连接到来自变压器次级 26 的输入引线 34 上．也还有相应的隔离电容器 60、62、64 和 66 将桥路 44、46、48 和 50 的另一个交流输入端连接到来自次级 26 的另一条输入引线 36 上．

在图 2 中也展示出有一个储存电容器 68 连接于二极管桥路 44 的正端 + 和负端 - 之间，还有类同的储存电容器 70、72 和 74 相似地分别连接于桥路 46、48 和 50 中．

在该具体装置中，开关晶体管 14 和 16 以大约五十千赫至一兆赫的频率启闭．正向反向通过初级线圈 22 的电流具有跳跃波形．在次级线圈 26 中，这就会在初级波形的前沿和后沿位置上产生一种带有大的过冲的电压波形．二极管桥路 44、46、48 和 50 作为峰值检测器而运行，将正负峰值电压传给各自的储存电容器

68、70、72和74．隔离电容器52至58和60至66为这些峰值检测器相互之间提供直流隔离．二极管桥路44、46、48和50的正负直流输出被叠加起来，因此电容器68、70、72和74所储存的峰值电压就累加．于是以输入引线34和36上的几百伏交流输入，就使一个大于1000伏的高电压输出呈现在输出引线40与42两端．

进入起弧桥路级38的电流受到隔离电容器52到66的限制，这也就是说，起弧桥路级的阻抗受到隔离电容器容抗Xc的制约．在一个实用具体装置中，这些电容器具有容量值1000pf．进入起弧桥路级的电流局限于电流关系 $I = C^{dV}/_{dt}$．选用隔离电容器的值也取决于电源所设计的脉冲频率．因为起弧电路由电源自身驱动，所以不需要附加控制电路去运行起弧桥电路．更进一步，因为起弧模块受变压器次级26驱动，所以将起弧电路装在一块辅助板上不存在问题，只要能保持所需的泄漏与间隙，同时在安全上也不会有负面的影响．起弧桥式电路实现它的目标是通过组合或重叠dc电压，作为起弧电压加到所说等离子体室的输入电极上．起弧桥式电路运行于高电压，但由于隔离电容器的大容抗Xc，使它也运行于高阻抗，因此高起弧电压只在引燃等离子体放电的启动条件下才起作用．然而，一旦等离子体被引发并存在，在溅射室的阳极和靶之间只呈现一个相当低的阻抗，大约为几十到几百欧．在那时，高阻抗的起弧电压受来自主电源的运行电压支配．

为图示简明起见，此处给电源只示出了单变压器的次级26．在实际电源中，可能有两个独立的次级线圈为分立的整流桥路供电，而它们的直流输出被加到一起．在那种情况里，起弧桥路输入引线34和36只连接到一个次级线圈上，就像这里图示的形式．高电压输出则连接到组合的整流输出上．

因为起弧桥路 38 是非电感性的，只使用了电容器和二极管，整个起弧桥电路可以安装在一小块辅助电路板上，此板可装配到电源的机箱或机壳里．这样就容许以起弧桥电路改装现存电源而毫无困难．当然，起弧电路同样也可以很容易结合到新电源的设计中．

说 明 书 附 图

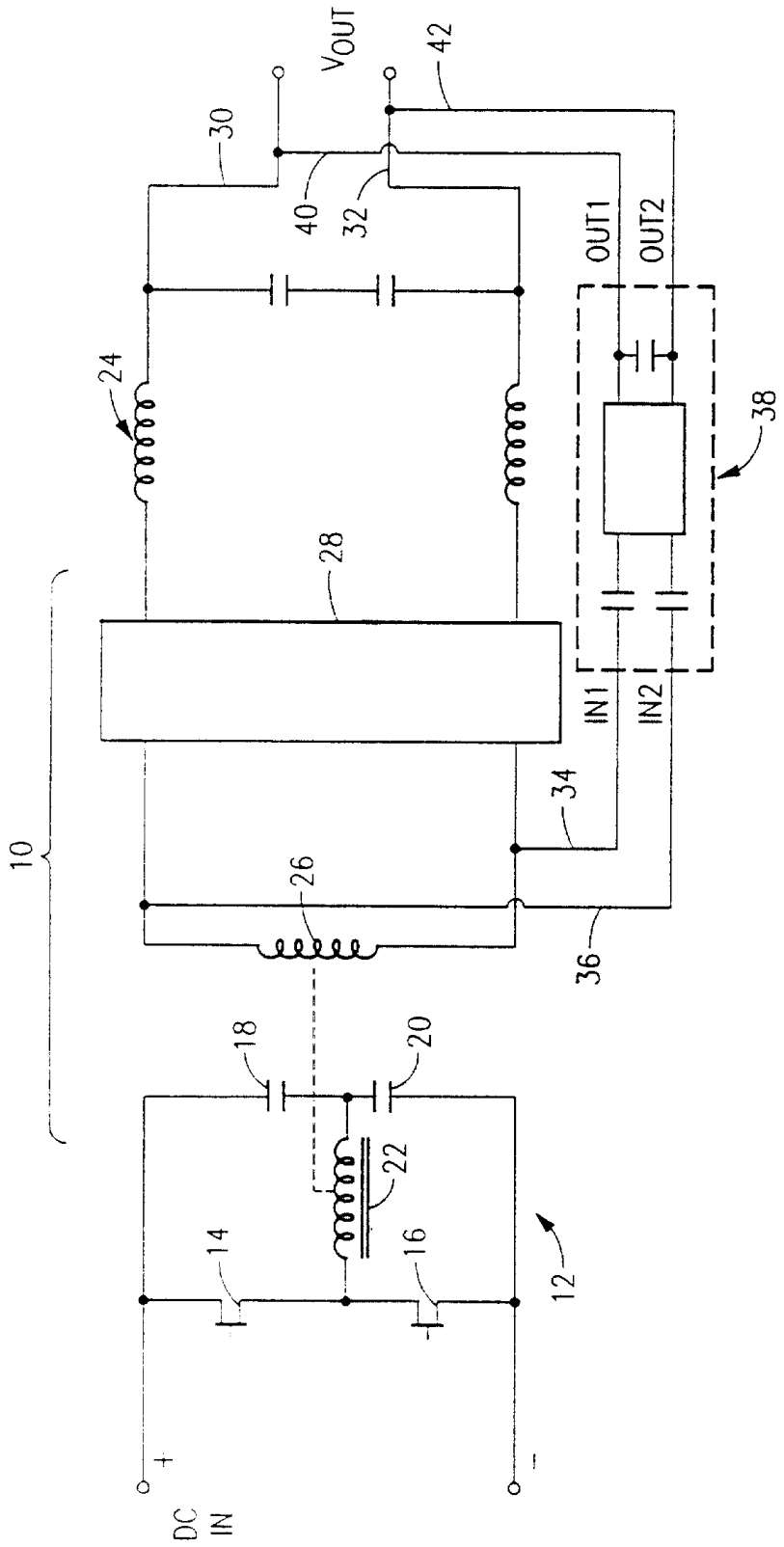

VOUT
42
30
40
32
OUT1
OUT2
24
38
28
IN1
IN2
34
10
26
36
18
20
22
14
16
12
DC
IN
+
-

图 1

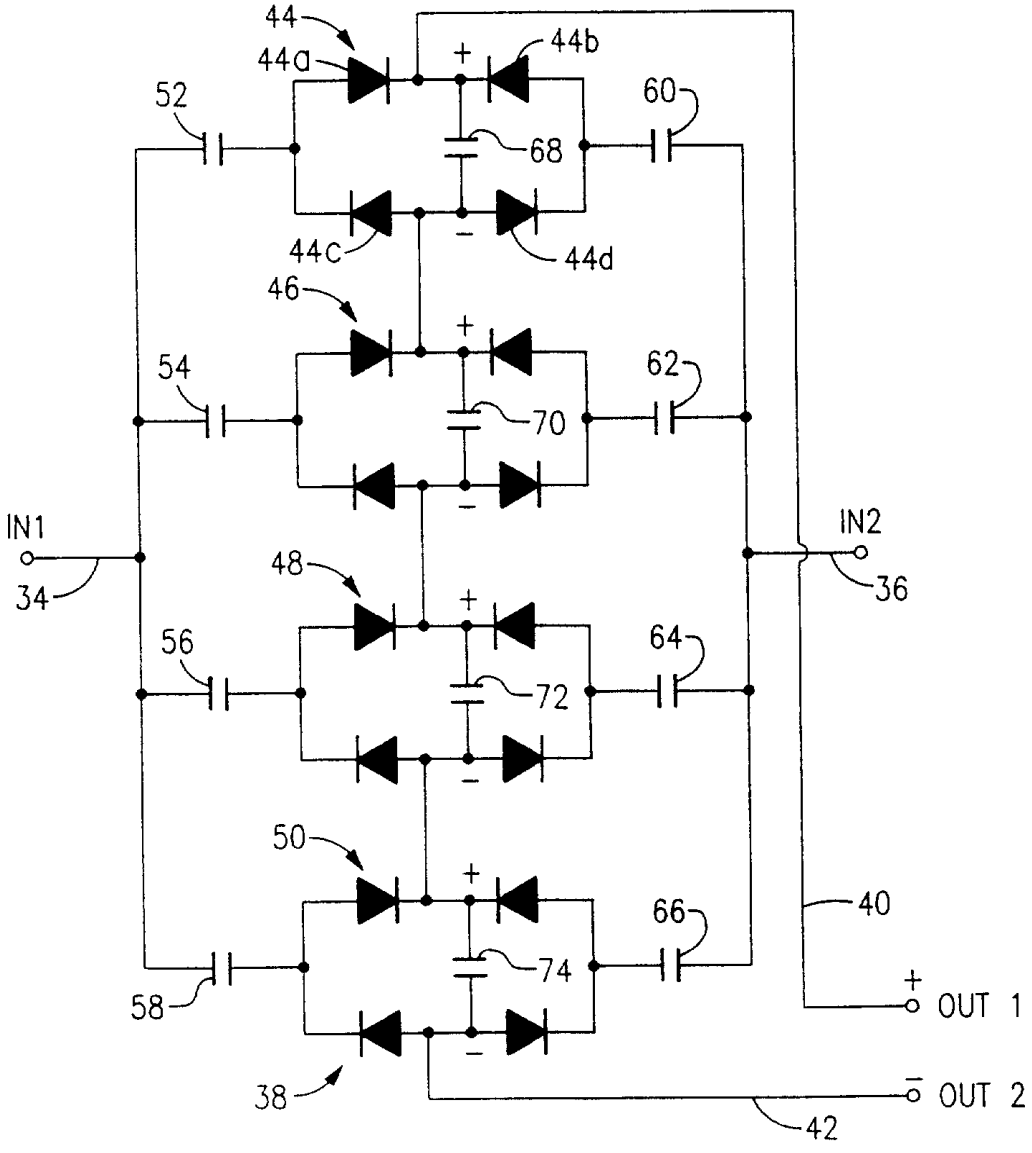

44
44a
44b
52
60
68
44c
44d
46
54
62
70
IN1
34
IN2
36
48
56
64
72
50
66
40
74
58
OUT 1
38
OUT 2
42

图 2