



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101965675 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 02

(21) 申请号 200980107139. 3

代理人 郑立明 孟丽娟

(22) 申请日 2009. 01. 23

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H02M 3/00 (2006. 01)

61/062, 154 2008. 01. 24 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/031904 2009. 01. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02009/094589 EN 2009. 07. 30

(71) 申请人 高级融合系统有限责任公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 柯蒂斯·A·比恩巴赫

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有

限公司 11260

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

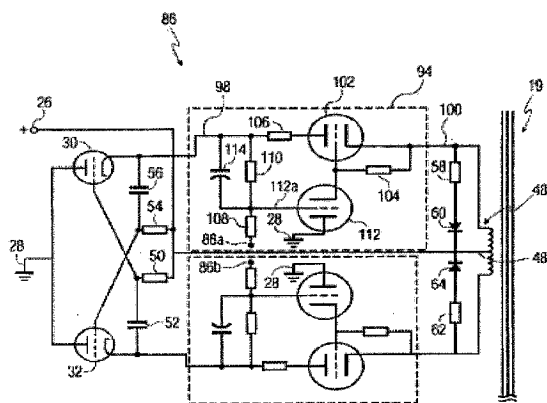
按照条约第19条的修改 2 页

(54) 发明名称

高压逆变器

(57) 摘要

本发明公开了一种将直流电源转换为含有一个或多个交流输出相的交流电源的高压逆变器。对应每个交流输出相,该高压逆变器包含一条交流输入相电路。该交流输入相电路包括:三极管、四极管或五极管结构的第一和第二冷阴极场发射可控电子管。每个电子管包括连接 20kV 以上高压直流电压的第一输入节点和接地的第二输入节点。第一电子管串联在初级绕组的第一端和地面之间,第二电子管串联在初级绕组的第二端和地面之间。控制电路控制各电子管,使得第一和第二电子管交替导通,从而初级绕组的第一端和第二端交替接近地面电压。



1. 一种将直流电源转换为含有一个或多个交流输出相的交流电源的高压逆变器,其特征在于,对应每个交流输出相,所述高压逆变器包括一个交流输入相电路,所述交流输入相电路包括:

a) 三极管、四极管或五极管结构的第一和第二冷阴极场发射可控电子管,每个所述电子管均包括一个连接 20KV 以上高压直流电压的第一输入节点和接地的第二输入节点;

b) 具有第一端、第二端和中心抽头的初级变压器绕组;

c) 所述第一电子管串联在所述初级绕组第一端和地面之间,所述第二电子管串联在所述初级绕组第二端和地面之间;

d) 控制各所述电子管的控制电路,使得所述第一电子管和所述第二电子管交替导通,从而所述初级绕组的第一端和第二端交替接近地面电压。

2. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于,每个所述电子管包括:

a) 一个细长的圆柱形冷阴极;

b) 一个细长的圆柱形阳极;

c) 一个圆柱形栅极,用作介于所述阴极和所述阳极之间的门;

d) 所述阳极与所述阴极及栅极轴向对称,并且所述阳极包围所述阴极和所述栅极。

3. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于,所述逆变器还包括一个次级变压器。

4. 绕组与所述初级变压器绕组耦合,其特征在于,所述初级变压器绕组和所述次级变压器绕组的配置用于在所述次级绕组上产生不低于 10KV 的电压。

5. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于,控制电路的配置用于在所述次级绕组上产生的电流频率范围为 50 至 400 转/每秒。

6. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于,所述交流输出相的个数大于 1。

7. 根据权利要求 6 所述的逆变器,其特征在于,所述交流输出相的个数为 3。

8. 根据权利要求 7 所述的逆变器,其特征在于,所述逆变器还包括:

a) 将所述交流输出相连接到电力配电网的装置,所述电力配电网含有多个发电机和向用户配送电源的多个变电站;

b) 监测每个所述交流输出相的电压和电流的装置;

c) 电流调节电路,用于调整输出功率的电力平衡至不低于三相交流输出的平均功率的 1%。

9. 根据权利要求 8 所述的逆变器,其特征在于,所述电流调节装置包括:

a) 串联在所述第一电子管和所述初级绕组的第一端之间的第三冷阴极场发射可控电子管,控制到 m;

b) 串联在所述第二电子管和所述初级绕组的第二端之间的第四冷阴极场发射可控电子管;

c) 第三和第四电子管,分别包括:

i. 一个细长的圆柱形冷阴极;

ii. 一个细长的圆柱形阳极;

iii. 一个圆柱形栅极,用作介于所述阴极和所述阳极之间的门;

iv. 所述阳极与所述阴极及栅极轴向对称,并且所述阳极包围所述阴极和所述栅极。

10. 根据权利要求 1 的逆变器,其特征在于,通过结合交流-直流整流器用于实现从所

述次级变压器绕组电压到高于 50KV 的输出高直流电压的转换。

11. 根据权利要求 10 的逆变器,其特征在于,逆变器还包括:

- a) 将输出高直流电压连接到 HVDC 传输线路的装置,所述 HVDC 传输线路与直流-交流逆变器相连接;
- b) 监测所述输出高直流电压的电压和 / 或电流的装置;
- c) 将输出功率调节至不低于平均功率水平 1% 的电流调节电路。

高压逆变器

技术领域

[0001] 本发明涉及将 DC(直流)电源转换为 AC(交流)电源的逆变器,尤其涉及一种高压逆变器,其中,直流输入电压高于 20KV(千伏)。

背景技术

[0002] 将电压高于 20KV 的直流电源转换为交流电源的现有逆变器技术包括汞蒸气管技术和固态器件技术。这两种技术均存在需要克服的缺陷。

[0003] 汞蒸气管的缺陷在于,如果管中的汞蒸汽泄漏到外部环境中,就会给环境带来危害。固态器件的缺陷在于,其本身包含大量并联的、像晶闸管这样的固态器件(比如可控硅整流器),除考虑到成本增加和复杂性加剧之外,由于众多组合器件中的一个元件发生故障的几率要大于单一元件发生故障的几率(假定每个元件发生故障的几率是等同的),固态器件的可靠性被降低了。

[0004] 因此,希望提供一种能将直流电源转换为交流电源的高压逆变器,这种逆变器所含的部件少,具有高可靠性且不会给环境带来危害。

附图说明

[0005] 在附图中,相同的附图标记代表相同的部件:

[0006] 图 1 是本发明一种将直流电源转换为交流电源的高压逆变器的一个优选实施例的结构示意图;

[0007] 图 2 是本发明可能用到的三极管结构的冷阴极场发射可控电子管的简化透视图;

[0008] 图 3A 是结合本发明某一方面、具有相监测和电力平衡功能的三相逆变器的结构示意图(图中部分以方块的形式示意);

[0009] 图 3B 是一个电力配电网的结构示意图(图中部分以方块的形式示意);

[0010] 图 4 是图 3A 所示逆变器的逆变器相 86 的结构示意图;

[0011] 图 5 是图 4 所示逆变器相的电流调节电路的结构示意图;以及

[0012] 图 6 是一个高压逆变器和提供高压直流输出的交流-直流整流器结构示意图;

[0013] 图 7 是高压逆变器和图 6 所示的交流-直流整流器连入电力配电网时的结构示意图(图中部分以方块的形式示意)。

发明内容

[0014] 本发明以优选的方式,提供了一种将直流电源转换为含有一个或多个交流输出相的交流电源的高压逆变器。对应每个交流输出相,该高压逆变器包含一条交流输入相电路。该交流输入相电路包括:三极管、四极管或五极管结构的第一和第二冷阴极场发射可控电子管。每个电子管包括连接 20KV 以上高压直流电压的第一输入节点和接地的第二输入节点。初级变压器绕组有一个第一端、一个第二端和一个中心抽头。第一电子管串联在初级绕组的第一端和地面之间,第二电子管串联在初级绕组的第二端和地面之间。控制电路控

制各电子管,使得第一电子管和第二电子管交替导通,从而初级绕组的第一端和第二端分别接近地面电压。

[0015] 上述逆变器的优选实施例具备将直流电源转换为交流电源的功能,这种逆变器所含部件很少,具有高可靠性且不会给环境带来危害。

[0016] 发明的具体说明

[0017] 图 1 所示为一个将高压直流电流转换为高压交流电流的优选高压逆变器 10。优选的,该高压逆变器 10 的输出提供 10KV 以上的电压,且交流频率范围约为 50 转 / 秒至 400 转 / 秒。交流输入相 20 将由输入节点 26 和地面 28 之间提供的直流高压转换为交流高压。

[0018] 下列描述涉及:(1) 本发明高压逆变器的交流输入相;(2) 高压逆变器包括与电力电网的相同步、相监测和电力平衡;以及(3) 高压直流-直流逆变器。

[0019] 1、交流输入相

[0020] 图 1 所示的交流输入相 20 包括三极管结构的冷阴极场发射可控电子管 30 和 32。或者,本发明所属领域的技术人员可以知道,使用四极管或五极管结构来替换实现上述电子管,并适当的对电路做出相应调整。图 2 所示为一个优选的三极管结构的冷阴极场发射可控电子管 38。在图 2 中,电子管 38 包括一个被圆柱形栅极 42 包围的圆柱形阴极 40,而圆柱形栅极 42 又被圆柱形阳极 44 所包围。阴极 40、栅极 42 和阳极 44 沿中心圆柱轴成对称排列。关于电子管 38 的详细信息,可以参见 1990 年 8 月 21 日公布的美国专利 4,950,962,名称为“高压开关管”。上述专利的全部公开内容都作为本文的参考。这里,对上述专利所公开电路的时间常数做了调整,以提供足够高的转换率,从而有效利用与图 1 所示的逆变器 10 的输出耦合的变压器。

[0021] 图 1 所示的高压逆变器 10 优先使用图 2 和上述美国专利 4,950,962 中的冷阴极场发射可控电子管 38。这是由电子管 38 结合了高压容量、高电流容量和高热量散失的特性所决定的。对于高压逆变器 10 在发电站和传输线的应用,电子管 38 将在高于 20KVDC(例如:100 万 VDC) 的电压下连续运行,设置像电子管 38 一样的电子管就变得实用和必要起来。在输电应用中,通常的持续电流处于 KA(千安培) 范围内。如果图 1 所示的逆变器 10 用作发电站时,则其他冷极场发射可控电子管可用在图 1 所示的逆变器 10 中,只要其他这些电子管的设计可以保证在发电站要求的环境中连续运行即可。

[0022] 假定 10KA 的持续电流(最大约是当前 HVDC(高压直流输电)) 传输线路电流的 5 倍),还假设使用图 2 和上述美国专利 4,950,962 中的电子管 38,以及阴极 40、栅极 42 和阳极 44 间的间距均满足特定的几何要求。一般来说,阳极 44 和栅极 42 之间的间距与栅极 42 和阴极 40 之间的间距的比值为 10 : 1。上述间距的选择对本发明公开内容所属领域的技术人员是显而易见的。阳极 44 可作为用于热量控制的液冷护套的内表面。如需要,也可对阴极 40 和栅极 42 进行冷却。以功率大小为 5GW(GW,十亿瓦特) 的逆变器作为极端示例,其功率超过其他现实应用,其具有超高的电源处理能力和紧凑的结构,其尺寸相当于现有技术中晶闸管和汞蒸气管的设备尺寸的一小部分。

[0023] 在图 1 中,节点 26 和地面 28 之间的直流输入电压高于 20KV。交流输入相 20 包括上述电子管 30 和 32,电子管 30 和 32 的阳极 30a,32a 与地面 28 相连接。电子管 30 的阴极 30b 与初级变压器绕组 48 的第一端相连,即图中所示绕组的上端。类似地,电子管 32 的阴极 32b 与初级变压器绕组 48 的第二端相连,即图中所示绕组的下端。电子管 30 和 32 的栅

极 30c, 32c 与定时电路相连, 对应于栅极 30c, 定时电路包括电阻 50 和电容 52, 对应于栅极 32c, 定时电路包括电阻 54 和电容 56。电阻 50 和电阻 54 的一端与初级绕组 48 的中心抽头 48a 相连, 此外, 电阻 58、PN 二极管 60 与电子管 30 相连接, 发挥反压阻断功能。类似地, 电阻 62、PN 二极管 64 与电子管 32 相连接, 同样发挥反压阻断功能。本发明所属领域的技术人员所熟知的是, 可以用其他类型的单向电流阀门来替换 PN 二极管。

[0024] 对于本发明高压逆变器, 要考虑的一项重要设计就是变压器 19 (图 1) 的设计。与传统的逆变器电路不同, 变压器 19 很可能是降压器或 1 : 1 变压器, 用于高压操作。

[0025] 也存在逆变器拓扑结构中不需要变压器的情况。当然去除变压器, 可以降低成本, 加快逆变器的生产, 但是, 从安全的角度来看, 用于隔离的变压器的存在不仅是必要的, 而且具有强制性。电力公司及电力公司的架构工程师将决定使用何种拓扑结构。

[0026] 2、逆变器具有与电力配电网的相同步、可选地具有相监测和电力平衡

[0027] 对比图 1 所示的高压逆变器 10 的单相 20, 交流逆变器可以有多个相, 如图 3A 所示的逆变器 70, 该逆变器 70 包含三个相 86, 88 和 90。本发明交流逆变器可能含有其他数目的交流输出相, 如 6 个或 12 个交流输出相。如下描述的适当的相控制电路, 保证各相与电力配电网之间保持同步, 以及没有连入电网时, 各相之间保持同步。

[0028] 可选的, 本发明中的多相高压逆变器可将其连接的电力配电网的相监测和电力平衡功能进行有效地融合, 其中, 电力平衡是以瞬时方式出现的 (如: 微秒 μs)。

[0029] 如图 3A 所示, 逆变器 70 与电力配电网保持同步, 并视需要, 与电力配电网保持电力平衡。逆变器 70 包括一个输出变压器 71, 输出变压器 71 带有星形连接输出绕组 71a, 也可替换为三角形连接绕组。

[0030] 为了从图 1 的逆变器 10 的单向输入 HVDC 中获得三相交流输出, 很有必要产生异相 120 度的三时钟信号 (图中未示)。这些信号必须与连接到输出的电力配电网保持相同步。该电力配电网如图 3A 的方块 72 所示, 详细信息见图 3B。图 3B 所示为多个发电装置 72a, 多个变电站 72b 和多个用户 72c。图 3A 中本发明高压逆变器 70 可控制 1 个或多个发电装置 72a, 多个变电站 72b 通过多个配电线路 72d 将电能传输给多个用户 72c, 其中, 仅标识出部分配电线路。

[0031] 为实现与电力配电网的相同步, 相传感器 74, 76 和 78 不断监测与电力配电网 72 连接的每个相的相载荷。例如, 电流监测器可提供与配电网的电力平衡成比例的控制信号。监测电路 80 产生与电力配电网 72 的相瞬时条件相对应的一组三信号。这些信号传入主机 82 中, 在主机 82 中信号被数字化, 并传入单独的缓存中 (图中未示), 留作后继使用。

[0032] 如下所述, 主机 82 有一个包含各种控制电路部件的输出界面电路 84, 以设置逆变器各相 86, 88 和 89 的相。如下进一步描述, 输出界面电路 84 可根据需要控制允许通过相应逆变器各相的能量大小。

[0033] 如果图 3A 所示的逆变器 70 未连接到电力配电网, 则主机 82 会促使输出界面电路 84 将信号传输给逆变器的各相 86, 88 和 90, 使相之间的夹角设为 120 度。输出界面电路 84 通过控制线路 86a, 86b, 88a, 88b, 90a 和 90b 将上述信号传输给逆变器的各相。

[0034] 另一方面, 如果图 3A 中逆变器 70 连接到电力配电网 72, 主机 82 的默认模式使输出界面电路 84 将信号传输给逆变器的各相 86, 88, 90, 以使各相 86, 88, 90 的相与电网 72 的输出相保持同步。

[0035] 根据本发明的优选方面,通过使用控制电路实现快速分配三相所得的能量,以响应电网的相载荷的变化。这对于电力配电网的维护以及电网上的设备保护都具有非常重要的作用。

[0036] 逆变器 70(图 3A)实现了交流输出相电力分布的快速变化。主机 82 的输出界面电路 84 包括各种控制部件,如下所述,用于控制允许通过相应逆变器各相的能量值。如上所述,相传感器 74,76 和 78 不断监测与电力配电网连接的各相的相载荷,因此能够确定电力配电网三相载荷的差异。

[0037] 对于交流输出相的电力平衡来说,主机 82 中的简单计算机程序执行下述算法:

[0038] 1. 检查上述与配电网的电力平衡相关的、三个缓存中的相值。

[0039] 2. 如果相值相等,则由输出界面电路 84 向三个输出级发送相同信号,各相之间的夹角为 120 度。

[0040] 3. 如果输入缓存的相值不相等,则不断向各低值缓存中输入电能,使能量数值逐渐增加到三个缓存的相值相等为止。

[0041] 上述算法可以用任何一种编程语言来实现。编程语言的选择取决于主机和操作软件的选择。在一套传统的模拟负反馈控制电路的硬件中也可以执行该算法。对应于上述硬件,有多种适合的拓扑结构,这些拓扑结构对于本发明所属领域的技术人员具有易见性。虽然利用数字计算机很容易执行本系统,但是使用硬件执行会更可靠一些。

[0042] 图 4 所示为可执行图 3A 中逆变器 70 的逆变器相 86 的一种电路。在图 4 中,调节电路 94 从图 3A 输出界面电路 84 处接收节点 86a 上的控制信号。类似地,调节电路 96 从图 3A 输出界面电路 84 处接收节点 86b 上的控制信号。调节电路 94 和 96 优选对称设置,所以这里仅提供了对电路 94 的描述。

[0043] 调节电路 94 与节点 98 和 100 相连。图 5 所示为图 4 的调节电路 94,为了方便起见,并实现从左至右分析图 5 的调节电路 94 的电路,节点 98 和 100 与图 4 所示的节点水平反向。

[0044] 图 5 的调节电路 94 与经典的场效应管(FET)有些类似,电流节流器具有低电压电源。调节电路 94 要解决的问题是,固态或传统真空电子元件不能在本设计涵盖的电压或电流下运行。相应地,开关装置 102 最好为三极管、四极管或五极管结构的冷阴极场发射可控电子管。开关装置 102 可具有图 2 所示和上述美国专利 4,950,962 进一步描述的几何结构。另外,开关装置也可包括晶闸管之类的高压半导体元件。控制装置 112 可以按照与开关装置 102 相同的方式执行,以减少对不同部件的需求,或者由电压和电流要求相对更低的装置来执行。

[0045] 在图 5 所示的调节电路 94 中,下列操作描述假定图 4 上的输入节点 26 上存在正向电压源。电阻 104 确定电子管 102 栅极的偏置电压,发挥一系列电流调节器的功能。电子管 102 在功能上与该电路中的 FET 相类似。电流从电子管 104 流经分路电阻 106,以在该电阻 106 两端产生电压。该电压流入包括电阻 108 和 110 的分压器。控制管 112 的栅极 112a 与电阻 108 和 110 间的连接点相连接。控制电压加载在电阻 108 的另一端,也就是节点 86a。分路电阻 106 的电压和节点 86a 的参考电压的比值确定控制管 112 的导通程度,反过来又控制电子管 102 的导通程度。电容 114 与电阻 108 确定的时间常量,以确保电路导通至达到过零点。通过调节节点 86a 的参考电压值和分压器 108 和 110 的电阻值,可以得

到不同的电流调节模式。如上所述,节点 86a 的参考电压由图 3A 的输出界面电路 84 提供。

[0046] 调节电路 94 可以很容易地将各输出相之间的电力平衡调整至三个交流输出相平均功率的很高程度,例如,至少约为三个交流输出相平均功率的 1%。此外,其也同步上述图 3A 逆变器 70 的绕组 18 的各输出相。

[0047] 虽然,我们在上面仅详细描述了图 3A 的交流输入相 86,但是由于交流输出相 88 和 89 与输出相 86 优选相似,所以没有必要再对交流输出相 88 和 89 做详细的描述。值得注意的是,输入相 88 不是从节点 88a 和 88b 的输出界面电路 84 接收控制信号,而是从输出界面电路 84 的节点 88a 和 88b 接收控制信号。与之类似地,输入相 90 从输出界面电路 84 的节点 90a 和 90b 接收控制信号。

[0048] 3. 高压直流 - 直流逆变器

[0049] 图 6 所示为高压直流 - 直流逆变器 120,其输入相 122 与图 1 的输入相 20 相类似,因此输入相 120 的相同部件使用输入相 20 的相同标记。直流 - 直流逆变器 120 在地面 126 相对节点 124 处有一个正向直流输入。变压器 128 有一个带有中心抽头 130a 的初级绕组 130。次级绕组为交流至直流转换提供交流电压,次级绕组可以包括一条全桥整流电路 134,图 6 所示的全桥整流电路包括相互连接的 PN 二极管或其他单向电路阀门 136。通过逆转图 6 所示的 PN 二极管的极性,可实现全桥整流电路 134 的输出极反向。过滤电路 135 可过滤全波整流器 134 的输出,过滤电路 135 包括图 6 所示的相互连接的电容 136、电容 138 和电感 140。全桥整流电路 134 和过滤电路 135 实现交流至直流的转换。过滤电路 135 的输出节点 142 的直流电压与输入节点 124 的直流电压不相同。实现交流至直流转换的其他电路对于本发明公开内容所属领域的技术人员具有易见性。

[0050] 如下所述,图 6 的直流至直流逆变器 120 可改装为逆变器 121,作为示例,在图 7 中,将 HVDC 电流通过 HVDC 传输线路 150 传输给直流 - 交流逆变器 152。将 HVDC 传输线路 150 如此连接之后,可以较佳的调节逆变器 121 进入电网的电源,因此,可以使用图 7 所示的供电电路。

[0051] 例如,在图 7 中,逆变器 121 的输出 142 向 HVDC 传输线路 150 提供直流电,并传输到直流 - 交流逆变器 152。传感器 154 向监测电路 156 发送与 HVDC 传输线路 150 上的电压和 / 或电流相关的信号。反过来,监测电路 156 将与电网中的电流和 / 或电压相关的信号传送给主机 158 的缓存。输出界面电路 160 通过线路 121a 和 121b 将控制信号传输给逆变器 121,以稳定传输给电网 150 的电流。

[0052] 如上所述,图 6 所示的直流 - 直流逆变器 120 被改装为图 7 的逆变器 121,用于连接 HVDC 传输线路 150。特别是,逆变器 121 可包括图 4 所示的交流输入电路,用于图 3A 逆变器 70 的逆变器相 86。与图 5 相关的图 4 调节电路 94 的上述描述,也适用于向变压器 19 提供电流调节。输出控制过程直接模拟图 4 和图 5 的相关描述。但是,对于图 7 所示的直流 - 直流逆变器,可以适用下列附加条件:对 HVDC 传输线路 150 上的电压进行监测,以控制传输线路上的电压;当连入交流电力配电网时,可以与交流电流监测和控制(图 3B)相比对。

[0053] 上面描述了具有将直流电源转换为交流电源功能、带有少量组成部件的高压逆变器,该逆变器具有高可靠性,且不会给环境带来危害。

[0054] 在对与使用插图的具体实施例相关的本发明做出描述后,本领域的技术人员可能

会做出修改和改动。要理解的是,修改权利要求就是为了覆盖本发明适用范围和主旨所做出的所有修改和改动。

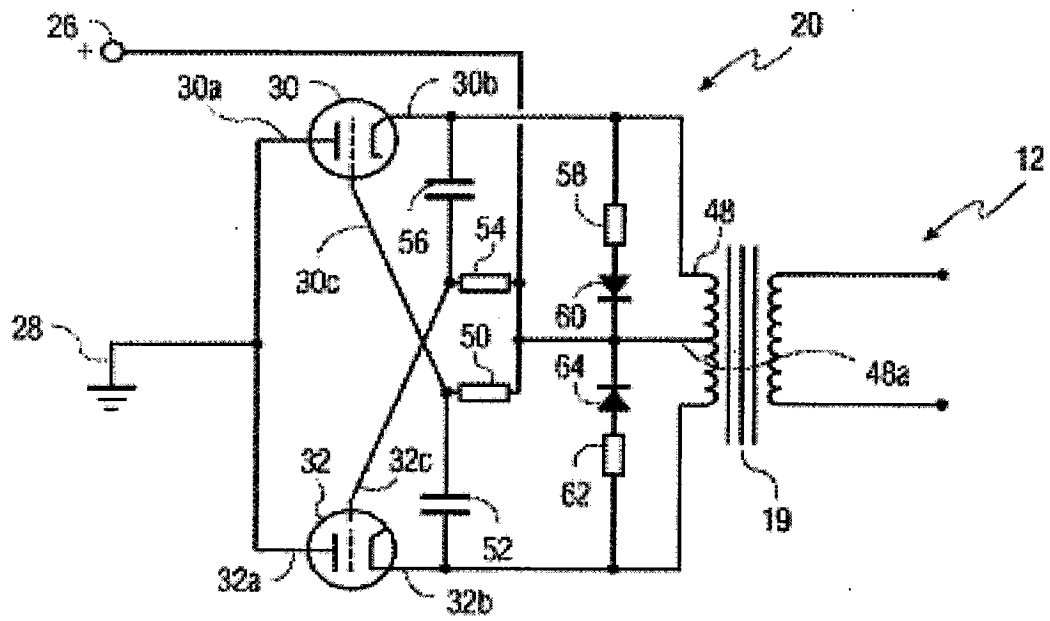


图 1

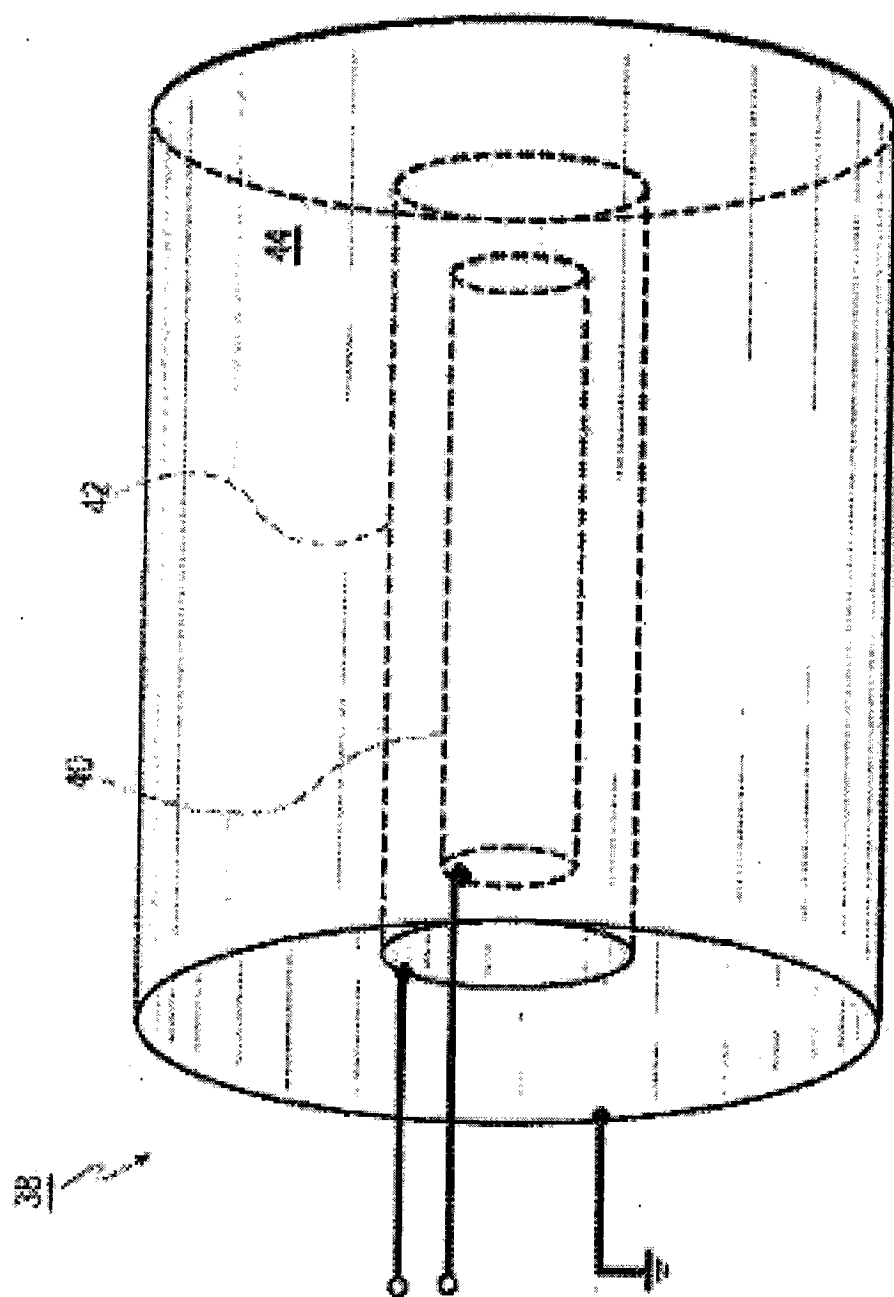


图 2

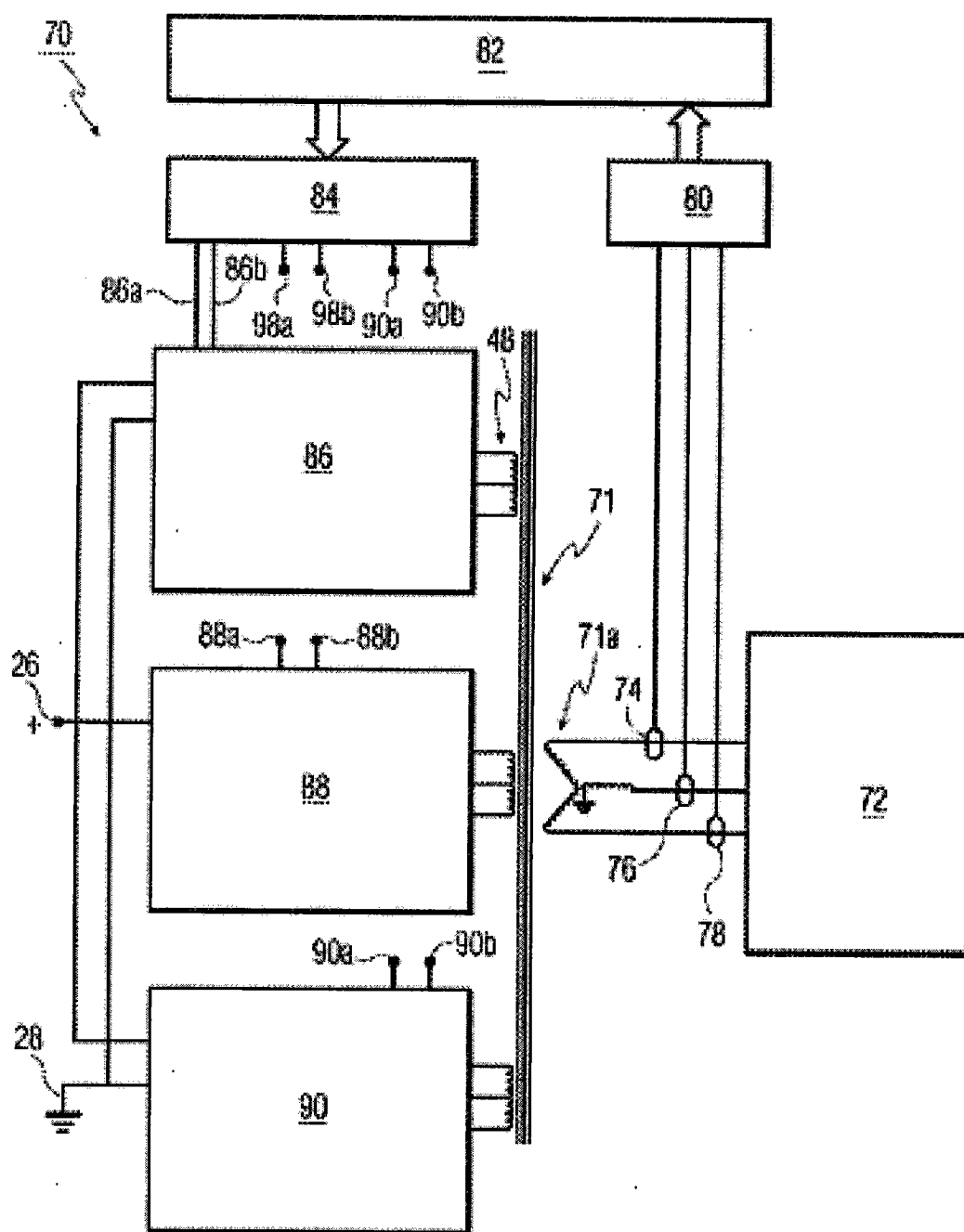


图 3A

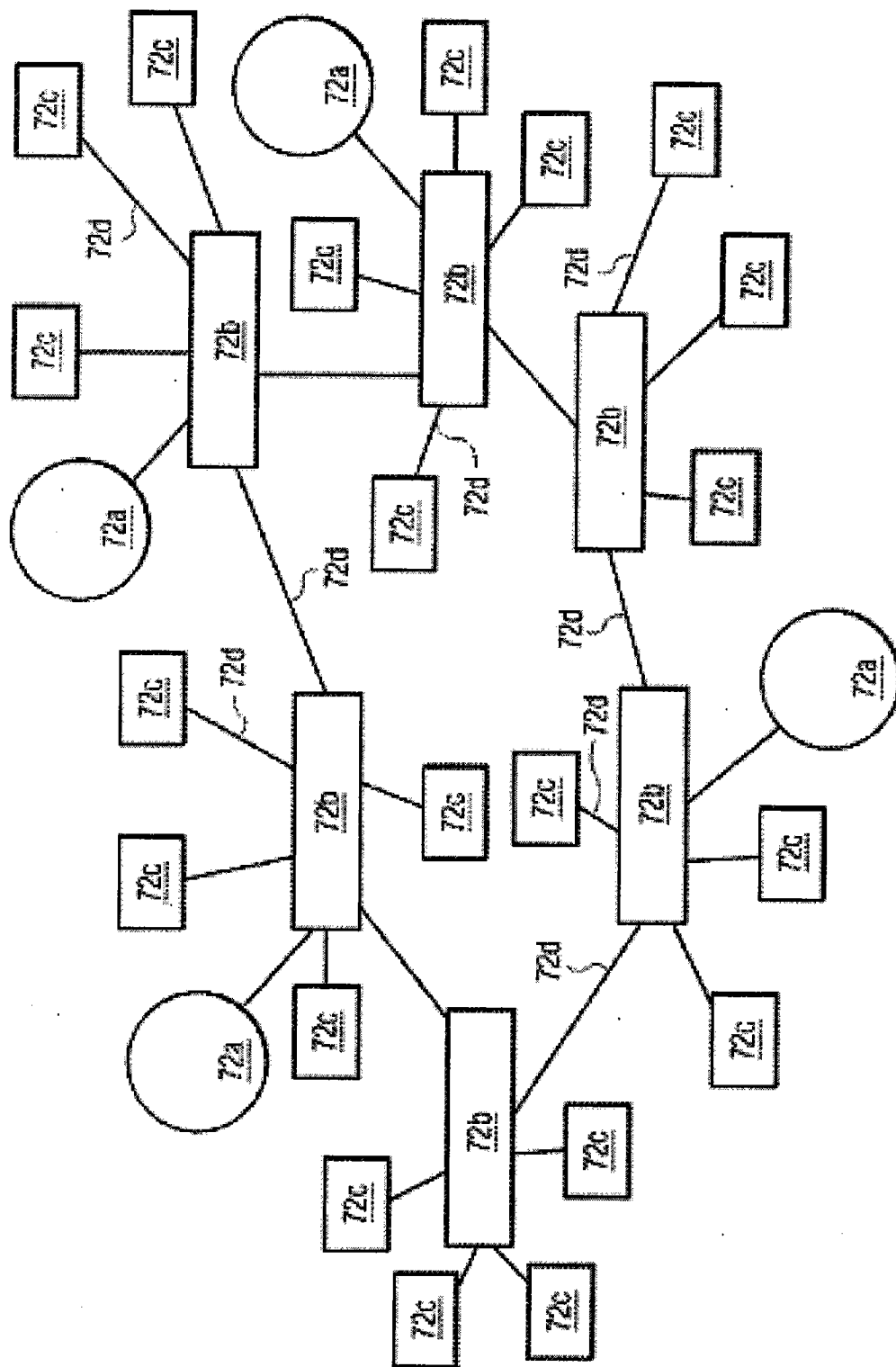


图 3B

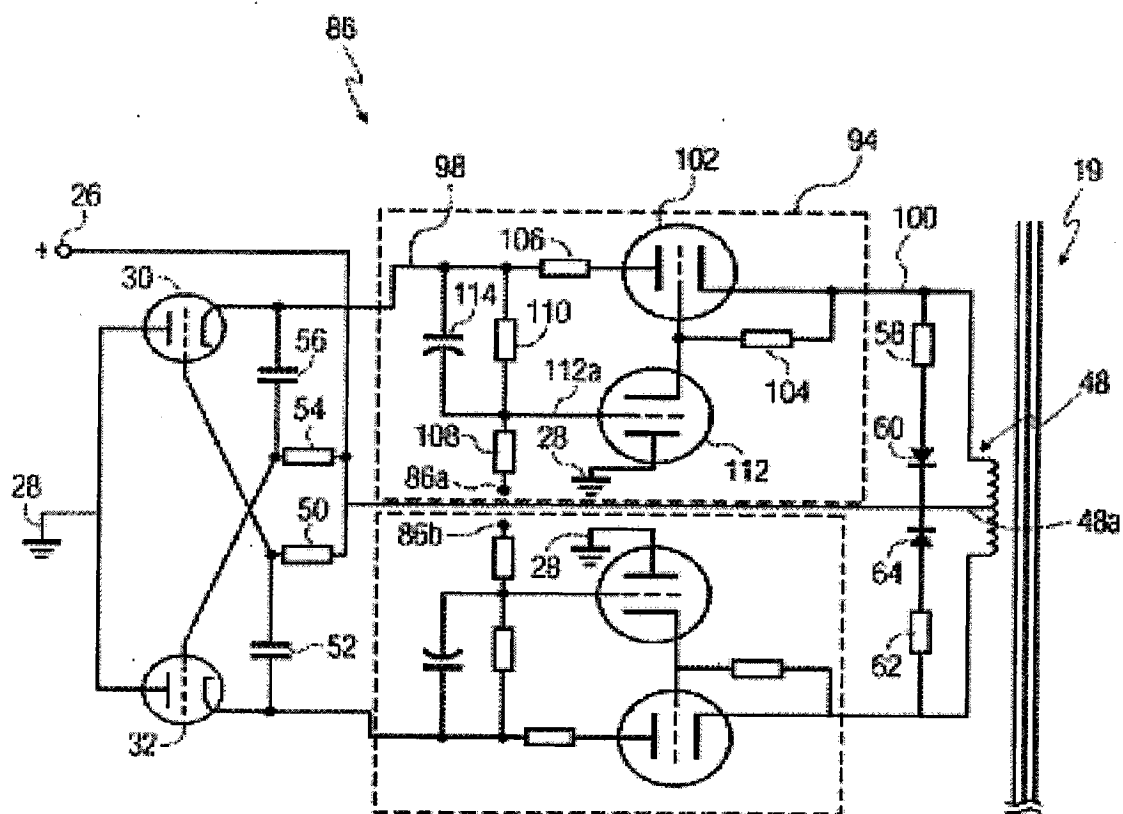


图 4

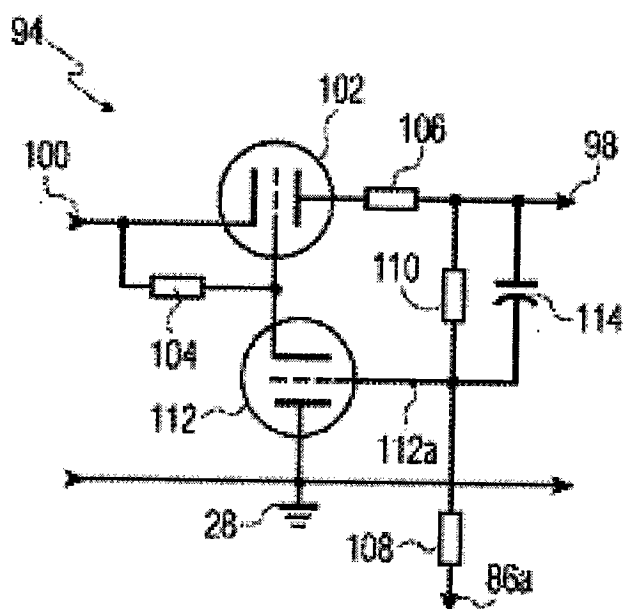


图 5

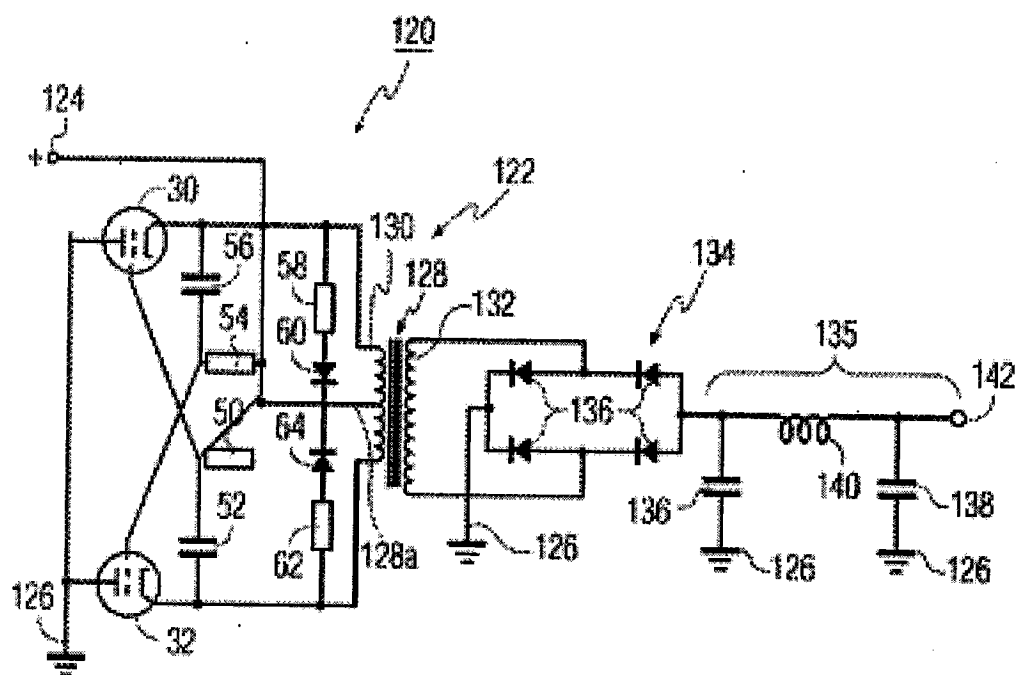


图 6

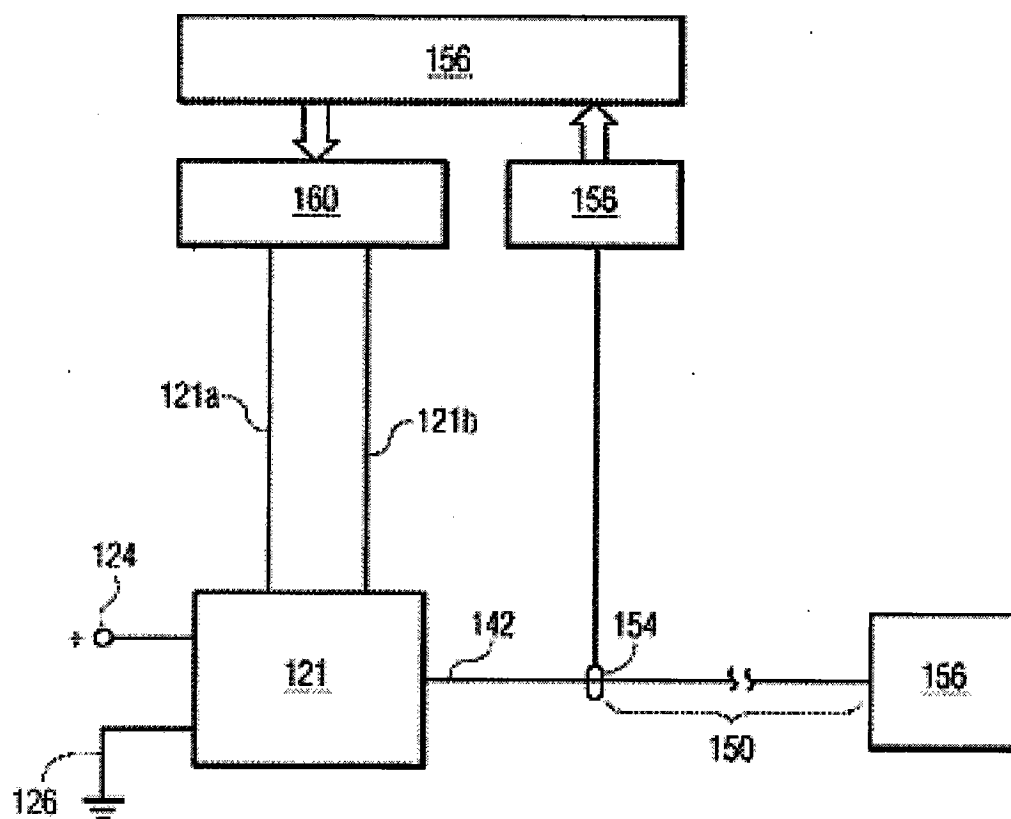


图 7

1. 将直流输入电源转换为三个以上交流输出相的高压逆变器,每个交流输出相具有单独的电流控制,其特征在于,包括:

a) 包含交流输出相电路的每个交流输出相,包括:

i) 三极管、四极管或五极管结构的第一和第二冷阴极场发射可控电子管;

ii) 具有第一端、第二端和中心抽头的初级变压器绕组;

iii) 所述中心抽头连接到高于 20KV 的直流电压;

iv) 所述第一电子管串联在所述初级绕组的第一端和地面之间,所述第二电子管串联在所述初级绕组的第二端和地面之间;

以及, v) 控制每个所述电子管的导通状态,以通过所述初级变压器绕组实现电压高于 20KV 的直流电源向交流电源转换;所述第一电子管和所述第二电子管交替导通,以使所述初级绕组的第一端和第二端交替接近地面电压;

b) 对于每个交流输入相初级绕组,分别对应耦合有相应交流输出相的次级绕组;每个初级绕组和相应的次级绕组构成多相逆变器;

c) 调节每个单独相的电流的装置,包括:

i) 确定每个交流输出相的电压、电流和相角的装置;

以及, ii) 与所述确定装置相对应的电流控制装置,用于以不断变化的方式来控制每个输出相的电流水平;所述电流控制装置包括串联在所述第一电子管和所述初级绕组之间的第三冷阴极场发射可控电子管以及串联在所述第二电子管和所述初级绕组之间的第四冷阴极场发射可控电子管。

2. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于:

a) 所述逆变器包括将所述交流输出相连接到电力配电网的装置,所述电力配电网包括多个发电站和将电源配送到用户的多个变电站;

以及, b) 电流调节装置,用于将各输出相之间的电力平衡调节至不低于多个交流输出相平均功率的 1% 的程度。

3. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于,所述第一电子管、第二电子管、第三电子管及第四电子管分别包括:

a) 一个细长的圆柱形冷阴极;

b) 一个细长的圆柱形阳极;

c) 一个圆柱形栅极,用作介于所述阴极和所述阳极之间的门;

d) 所述阳极与所述阴极及所述栅极轴向对称,并且所述阳极包围所述阴极和所述栅极。

4. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于:

a) 所述第一、第二、第三和第四冷阴极场发射电子管均包括第一和第二主载流电极;

以及, b) 所述逆变器不含有与所述第一、第二、第三和第四冷阴极电子管并列的任何其他冷阴极场发射电子管。

5. 根据权利要求 1 所述的逆变器,其特征在于,所述初级和次级变压器绕组的配置用于在所述次级绕组上产生不低于 10KV 的电压。

6. 一种具有输出电流控制的高压直流-直流逆变器,其特征在于,包括:

a) 一个交流输入相电路,包括:

- i) 三极管、四极管或五极管结构的第一和第二冷阴极场发射可控电子管；
- ii) 具有第一端、第二端和中心抽头的初级变压器绕组；
- iii) 所述中心抽头连接到高于 20KV 的直流电压；
- iv) 所述第一电子管串联在所述初级绕组的第一端和地面之间, 所述第二电子管串联在所述初级绕组的第二端和地面之间；
- 以及, v) 控制每个所述电子管的导通状态, 以通过所述初级变压器绕组实现电压高于 20KV 的直流电源向交流电源转换; 所述第一电子管和所述第二电子管交替导通, 以使所述初级绕组的第一端和第二端交替接近地面电压；
- b) 一个交流输出相, 包括与所述初级变压器绕组耦合的次级变压器绕组；
- c) 一个交流-直流整流器, 用于将所述次级变压器绕组的输出电压转换为高于 50KV 的输出直流高电压；
- d) 将提供给 HVDC 传输线路的所述直流-直流逆变器的输出功率调节至不低于平均功率水平 1% 的程度; 所述调节装置包括：
 - i) 确定所述输出直流高电压中的电压和电流的装置；
 - 以及, ii) 与所述确定装置相对应的电流控制装置, 用于以不断变化的方式来控制每个输出相的电流水平; 所述电流控制装置包括串联在所述第一电子管和所述初级绕组之间的第三冷阴极场发射可控电子管以及串联在所述第二电子管和所述初级绕组之间的第四冷阴极场发射可控电子管。
- 7. 根据权利要求 6 所述的逆变器, 其特征在于,
 - a) 所述第一、第二、第三和第四冷阴极场发射电子管分别包含第一和第二主载流电极；
 - b) 所述逆变器不含有与所述第一、第二、第三和第四冷阴极电子管并列的任何其他冷阴极场发射电子管。