



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104918554 B

(45)授权公告日 2017. 11. 17

(21)申请号 201480005718.8

(22)申请日 2014.01.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104918554 A

(43)申请公布日 2015.09.16

(30)优先权数据

13/746911 2013.01.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/012518 2014.01.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/116682 EN 2014.07.31

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 A.卡亚法

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 叶晓勇 刘春元

(51)Int.Cl.

A61B 6/00(2006.01)

审查员 叶思

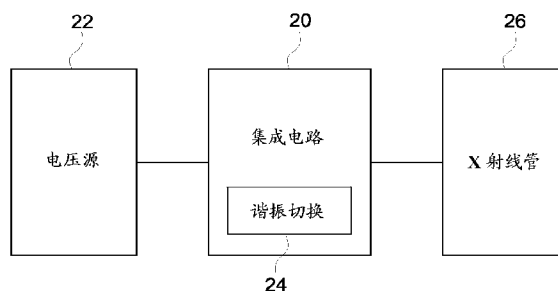
权利要求书3页 说明书14页 附图14页

### (54)发明名称

用于X射线系统中的快速千伏切换的系统和方法

### (57)摘要

各个所公开实施例考虑X射线成像系统、例如CT系统中促进在X射线管的高与低电压之间的更快捷切换的系统和方法。某些实施例电路存储和释放能量,以改进电压上升和下降时间。这些电路减轻损耗、滞后周期和泄漏电流的影响。更大可控电压上升和下降时间可改进X射线发射和探测同步。



1. 一种用于改进电力系统控制的电子系统,包括:

第一电感器,包括第一端子和第二端子;

切换布置,包括:

第一二极管,包括阴极端子和阳极端子;

第二二极管,包括阴极端子和阳极端子;

第一开关,包括第一端子和第二端子;以及

第二开关,包括第一端子和第二端子;

电容器,包括第一端子和第二端子;以及

能量操纵电路,包括第一端子和第二端子,所述能量操纵电路的所述第一端子与所述第一开关的所述第二端子电联系;

其中所述电感器、所述切换布置和所述电容器串联电联系,并且所述能量操纵电路经由设置在所述第一开关和所述第二开关之间的节点与所述第一开关和第二开关串联连接。

2. 如权利要求1所述的系统,其中,所述电感器、所述切换布置和所述电容器与至少一个电压源串联电联系。

3. 如权利要求1所述的系统,其中,所述第一二极管的所述阳极端子与所述第二二极管的所述阳极端子电联系;

其中所述第一开关的所述第一端子与所述第一二极管的所述阴极端子电联系,以及所述第一开关的所述第二端子与所述第一二极管的所述阳极端子电联系,

其中所述第二开关的所述第一端子与所述第二二极管的所述阳极端子电联系,以及所述第二开关的所述第二端子与所述第二二极管的所述阴极端子电联系。

4. 如权利要求1所述的系统,其中,所述能量操纵电路的所述第一端子与所述第一二极管的所述阳极端子电联系。

5. 如权利要求1所述的系统,其中,所述能量操纵电路包括电阻器。

6. 如权利要求1所述的系统,还包括连接到所有所述开关的开关定时控制单元,其中所述开关定时控制单元包括计算所述开关的通和断定时的例程,以在低到高转变和高到低转变之后对所述电容器重新建立适当初始条件。

7. 如权利要求1所述的系统,其中,所述能量操纵电路包括:

电阻器,包括第一端子和第二端子;

第二电感器,包括第一端子和第二端子;以及

第三二极管,包括阴极端子和阳极端子,

其中所述第二电感器与所述电阻器串联电联系,所述第二电感器和所述电阻器共同与所述第三二极管并联,以及

所述能量操纵电路的所述第一端子与所述第三二极管的所述阴极端子电联系。

8. 如权利要求1所述的系统,其中,所述能量操纵电路包括:

第三开关,包括第一端子和第二端子;

第二电感器,包括第一端子和第二端子;

第三二极管,包括阴极端子和阳极端子;以及

第四二极管,包括阴极端子和阳极端子,

其中所述第二电感器经由电气结点与所述第三开关串联电联系,所述第二电感器和所

述第三开关共同与所述第三二极管并联，

所述能量操纵电路的所述第一端子与所述第三二极管的所述阴极端子电联系，以及所述第四二极管的所述阳极端子与所述电气结点电联系。

9. 如权利要求1所述的系统，其中，所述第一开关和所述第二开关包括BJT晶体管。

10. 如权利要求2所述的系统，其中，所述至少一个电压源包括围绕环芯的多个绕组。

11. 如权利要求2所述的系统，其中，所述至少一个电压源还包括一组二极管和电容，其经连接以形成整流器或倍增器。

12. 如权利要求1所述的系统，其中，所述电子系统与多个基本相同的电子系统串联，作为用于计算机断层扫描的X射线发射系统的部分。

13. 如权利要求1所述的系统，其中，所述开关是电子系统的部分，所述电子系统与多个基本相同的电子系统串联，作为用于计算机断层扫描的X射线发射系统的部分。

14. 一种用于电力系统中的快速kV切换的方法，包括：

断开第一开关而闭合第二开关，以产生第一电压；以及

断开所述第二开关而闭合所述第一开关，以产生第二电压，

其中所述第一开关包括：

第一端子，与第一二极管的阴极端子电联系；

第二端子，与所述第一二极管的阳极端子和第二二极管的阳极端子电联系；以及

其中所述第二开关包括：

第一端子，与所述第一二极管的所述阳极端子、所述第二二极管的所述阳极端子和能量操纵电路的第一结点电联系；以及

第二端子，与所述第二二极管的阴极端子电联系，

其中所述第一和第二开关与电感器、电容器和一个或多个电压源串联电联系，并且所述能量操纵电路经由设置在所述第一开关和所述第二开关之间的节点与所述第一开关和第二开关串联连接。

15. 如权利要求14所述的方法，其中，断开第一开关而闭合第二开关以产生第一电压以及断开所述第二开关而闭合所述第一开关以产生第二电压包括计算所述第一开关和所述第二开关的通和断定时，以在低到高和高到低kV的每一转变之后对所述电容器重新建立适当初始条件。

16. 如权利要求14所述的方法，其中，所述能量操纵电路包括电阻器。

17. 如权利要求14所述的方法，其中，所述能量操纵电路包括：

电阻器，包括第一端子和第二端子；

第二电感器，包括第一端子和第二端子；以及

第三二极管，包括阴极端子和阳极端子，

其中所述第二电感器与所述电阻器串联电联系，所述第二电感器和所述电阻器共同与所述第三二极管并联，

所述能量操纵电路的所述第一端子与所述第三二极管的所述阴极端子电联系。

18. 如权利要求14所述的方法，其中，所述能量操纵电路包括：

第三开关，包括第一端子和第二端子；

第二电感器，包括第一端子和第二端子；

第三二极管,包括阴极端子和阳极端子;以及

第四二极管,包括阴极端子和阳极端子,

其中所述第二电感器经由电气结点与所述第三开关串联电联系,所述第二电感器和所述第三开关共同与所述第三二极管并联,

所述能量操纵电路的所述第一端子与所述第三二极管的所述阴极端子电联系,以及

所述第四二极管的所述阳极端子与所述电气结点电联系,并且所述第四二极管的所述阴极端子与至少一个所述电压源的端子电联系。

19.如权利要求14所述的方法,其中,所述第一开关和所述第二开关包括BJT晶体管。

20.如权利要求14所述的方法,其中,至少一个所述电压源包括围绕环芯的多个绕组。

## 用于X射线系统中的快速千伏切换的系统和方法

### 技术领域

[0001] 一般来说,本文所公开的主题涉及电压切换系统,以及更具体来说,涉及用于成像系统、例如诊断X射线成像系统中的电压切换的方法和设备。

### 背景技术

[0002] 在常规计算机控制断层扫描(CT)X射线成像系统中,X射线源将锥形X射线束发射到受检者或对象、例如患者或行李件。射束经受检者衰减之后照射到辐射探测器阵列上。在探测器阵列所接收的经衰减射束辐射的强度取决于受检者对X射线束的衰减。探测器阵列的各探测器元件产生指示那个特定探测器元件所接收的X射线强度的独立电信号。电信号经过量化并且传送给数据处理系统供分析,这一般引起图像的呈现。

[0003] CT成像系统可包括能量鉴别(ED)、多能量(ME)和/或双能量(DE)CT成像系统,其可称作EDCT、MECT和/或DECT成像系统。EDCT、MECT和/或DECT成像系统配置成测量能量敏感投影数据。可通过修改X射线管的工作电压或者利用X射线束滤波技术(例如能量敏感X射线生成技术),或者通过使用能量鉴别的探测器或者采用光子计数探测器或双层探测器(例如能量敏感X射线探测技术)的能量敏感数据获取,使用多个所施加X射线谱来获取能量敏感投影数据。

[0004] 通过X射线生成技术,各种系统配置利用X射线管的工作电压的修改,包括:(1)使用X射线管的不同工作电压从对象的两个依次扫描来获取投影数据,(2)利用X射线管的工作电压的快速切换来获取投影数据,以获取投影视图的交替子集的低能量和高能量信息,或者(3)使用具有X射线管的不同工作电压的多个成像系统来并发获取能量敏感信息。

[0005] EDCT/MECT/DECT提供允许材料表征的能量鉴别能力。例如,在对象散射不存在的情况下,系统利用来自两个所施加光子谱、即低能量和高能量入射X射线谱的信号。低能量和高能量入射X射线谱的特征通常在于所施加X射线束的平均能量。例如,低能量X射线谱包括具有较低能量光子的X射线光子,从而产生相对于高能量X射线谱的较低平均能量。来自低能量和高能量X射线谱的所探测信号、从两个不同所施加谱(X射线生成技术)或者通过相同所施加谱的区域(X射线探测技术)提供充分信息,以估计被成像材料的有效原子数。X射线衰减机制(康普顿散射或光电吸收)或者两个基本材料(通常为用于患者扫描的水和钙)的能量敏感衰减性质通常用来实现有效原子数的估计。

[0006] 双能量扫描能够得到诊断CT图像,其通过利用能量敏感测量来增强图像中的对比度分离。为了促进能量敏感测量的处理,所施加X射线谱在积分周期期间应当是恒定的。例如,获取低能量和高能量投影数据的交织子集(与两个独立扫描)的这类CT系统应当进行操作以在获取间隔期间将加速电压保持稳定。另外,从一个电压电平到另一个电压电平的变化应当非常快速发生。不太稳定的X射线管工作电压和/或较慢工作电压切换时间引起所施加X射线谱的有效平均能量(时变X射线谱的平均能量的平均数)的差的减小,这降低表征不同材料中的系统的保真度。

[0007] 因此,虽然例如通过使用高频发生器来切换X射线管电位(电压)可解决与常规双

能量扫描(获取对于对象的交替扫描的能量敏感投影数据)相关的问题的一部分,这种配置不一定始终提供某些成像应用所需的切换速度。例如,因心脏运动而不能通过简单地切换人胸的两个依次扫描之间的X射线源电位,来有效地执行心脏成像。此外,对于将X射线电位的快速切换用于投影角的子集的系统,X射线管电位的切换速度对于为心脏成像固定运动所需的快速扫描架旋转可能不是充分的。部分因连接装置和X射线管的电缆的电容,常常存在高频发生器与X射线管之间的切换工作电位的响应的延迟。

[0008] 响应时间的延迟取决于X射线管的X射线束电流,因为射束电流也帮助或阻碍关联系统电容的放电。相应地,将发生器从第一(低)电压或低kVp电平切换到第二(高)电压或高kVp电平中的上升时间受到高压发生器的功率限制,其对许多医疗应用中的双能量成像可能是未达最佳标准的。类似地,将高kVp切换到低kVp电平之间的下降时间因对系统电容的放电的需要而一般非常缓慢,其有效地降低所施加谱的能量分离,从而引起降低材料表征灵敏度因此引起双能量成像的有效性。因此,这些不充分切换速度常常导致投影数据对不一致性,从而引起重构图像中的条纹伪影。另外,用于行李检查的许多工业CT系统利用固定阳极管配置,其具有作为某个数量级或者比与采用旋转阳极技术的医疗CT系统配合使用的X射线束电流要低许多的X射线束电流。因此,切换X射线管的工作电压所需的时间极长。

[0009] 对于射线照相X射线成像系统,上述限制也适用。射线照相X射线系统获取被成像对象的一个或多个视图,其可作为二维投影图像来呈现,或者在获取若干更多投影数据的一些情况下,作为使用层析X射线照相组合技术所生成的三维图像来呈现。例如因将发生器连接到X射线管的高压电缆的电容、X射线管电容本身、发生器的功率以及可限制切换速度的X射线束电流,与切换速度有关的上述限制适用于X射线射线照相或层析X射线照相组合系统。

## 发明内容

[0010] 某些实施例考虑用于改进电力系统控制的电子系统,其包括:第一电感器,包括第一端子和第二端子;切换布置,包括:第一二极管,包括阴极端子和阳极端子;第二二极管,包括阴极端子和阳极端子;第一开关,包括第一端子和第二端子;第二开关,包括第一端子和第二端子;电容器,包括第一端子和第二端子;以及能量操纵电路,包括第一端子和第二端子,能量操纵电路的第一端子与第一开关的第二端子电联系,其中电感器、切换布置和电容器与至少一个电压源串联电联系。

[0011] 在一些实施例中,电感器、切换布置和电容器与至少一个电压源串联电联系。在一些实施例中,第一二极管的阳极端子与第二二极管的阳极端子电联系;其中第一开关的第一端子与第一二极管的阴极端子电联系,以及第一开关的第二端子与第一二极管的阳极端子电联系,其中第二开关的第一端子与第二二极管的阳极端子电联系,以及第二开关的第二端子与第二二极管的阴极端子电联系,并且其中能量操纵电路的第一端子与第一二极管的阳极端子电联系。

[0012] 在一些实施例中,该系统还包括连接到所有开关的开关定时控制单元,其中开关定时控制包括计算开关的通和断定时的例程,以在低到高转变和高到低转变之后对电容器重新建立适当初始条件。在一些实施例中,能量操纵电路包括电阻器。在一些实施例中,能量操纵电路包括:电阻器,包括第一端子和第二端子;第二电感器,包括第一端子和第二端

子;以及第三二极管,包括阴极端子和阳极端子,其中第二电感器与电阻器串联电联系,第二电感器和电阻器共同与第三二极管并联,其中能量操纵电路的第一端子与第三二极管的阴极端子电联系。在一些实施例中,能量操纵电路包括:第三开关,包括第一端子和第二端子;第二电感器,包括第一端子和第二端子;第三二极管,包括阴极端子和阳极端子;以及第四二极管,包括阴极端子和阳极端子,其中第二电感器经由电气结点与第三开关串联电联系,第二电感器和第三开关共同与第三二极管并联,其中能量操纵电路的第一端子与第三二极管的阴极端子电联系,并且其中第四二极管的阳极端子与电气结点电联系。

[0013] 在一些实施例中,第一开关和第二开关包括BJT晶体管、MOSFET IGBT、晶闸管或者任何开关装置,开关装置可由Si(硅)、SiC(碳化硅)、氮化镓或者适合构建开关装置的任何其他半导体材料来制作。在一些实施例中,至少一个电压源包括围绕环芯的多个绕组。在一些实施例中,至少一个电压源还包括一组二极管和电容,其经连接以形成整流器或倍增器。在一些实施例中,电子系统与多个基本相同的电子系统串联,作为用于计算机断层扫描的X射线发射系统的部分。

[0014] 某些实施例考虑一种用于电力系统中的快速kV切换的方法,包括:断开第一开关而闭合第二开关,以产生第一电压;以及断开第二开关而闭合第一开关,以产生第二电压,其中第一开关包括:第一端子,与第一二极管的阴极端子电联系;第二端子,与第一二极管的阳极端子和第二二极管的阳极端子电联系;以及其中第二开关包括:第一端子,与第一二极管的阳极端子、第二二极管的阳极端子和转变改进电路的第一结点电联系;以及第二端子,与第二二极管的阴极端子电联系;第一和第二开关,与电感器和电容器以及一个或多个电压源串联电联系。

[0015] 在一些实施例中,断开第一开关而闭合第二开关以产生第一电压以及断开第二开关而闭合第一开关以产生第二电压包括计算第一开关和第二开关的通和断定时,以在低到高和高到低kV的每一转变之后对电容器重新建立适当初始条件。在一些实施例中,能量操纵电路包括电阻器。在一些实施例中,能量操纵电路包括:电阻器,包括第一端子和第二端子;第二电感器,包括第一端子和第二端子;以及第三二极管,包括阴极端子和阳极端子,其中第二电感器与电阻器串联电联系,第二电感器和电阻器共同与第三二极管并联,其中能量操纵电路的第一端子与第三二极管的阴极端子电联系。

[0016] 在一些实施例中,能量操纵电路包括:第三开关,包括第一端子和第二端子;第二电感器,包括第一端子和第二端子;第三二极管,包括阴极端子和阳极端子;以及第四二极管,包括阴极端子和阳极端子,其中第二电感器经由电气结点与第三开关串联电联系,第二电感器和第三开关共同与第三二极管并联,其中能量操纵电路的第一端子与第三二极管的阴极端子电联系,并且其中第四二极管的阳极端子与电气结点电联系,以及第四二极管的阴极端子与至少一个电压源的端子电联系。在一些实施例中,第一开关和第二开关包括BJT晶体管。在一些实施例中,至少一个电压源包括围绕环芯的多个绕组。在一些实施例中,开关是电子系统的部分,电子系统与多个基本相同的电子系统串联,作为用于计算机断层扫描的X射线发射系统的部分。

[0017] 设想实施例的任何组合或置换。通过以下结合附图所考虑的详细描述,其他目的和特征将变得显而易见。但是要理解,附图仅说明而不是作为本发明的限制的来设计。

## 附图说明

- [0018] 图1是按照本发明的一实施例、具有内插器电路的开关架构的简化框图。
- [0019] 图2是按照本发明的一实施例、具有集成内插器电路的另一个开关架构的简化框图。
- [0020] 图3是示出按照本发明的一实施例、用于内插器电路的连接布置的框图。
- [0021] 图4是示出按照本发明的另一个实施例、用于内插器电路的连接布置的框图。
- [0022] 图5是示出按照本发明的另一个实施例、用于内插器电路的连接布置的框图。
- [0023] 图6是示出本发明的各个实施例的操作的简化电路示意图。
- [0024] 图7是示出各个实施例的低到高电压操作的波形的图表。
- [0025] 图8是示出各个实施例的高到低电压操作的波形的图表。
- [0026] 图9是按照本发明的一实施例的内插器电路的示意图。
- [0027] 图10是按照本发明的另一个实施例的内插器电路的示意图。
- [0028] 图11是图9和图10的内插器电路的模块的示意图。
- [0029] 图12A是可与其结合实现各个实施例的计算机断层扫描(CT)成像系统的示图。图12B是图12A的CT成像系统的示意框图。
- [0030] 图13是可与其结合实现各个实施例的X射线成像系统的示意框图。
- [0031] 图14是可编程和/或配置成操作例如图12A、B并且还可用来实现结合本公开的各个实施例所述的某些过程的示范计算装置。
- [0032] 图15是具有延长上升和下降时间的X射线管电压的时序图。
- [0033] 图16是对图6的简化电路示意图的变化。
- [0034] 图17A示出谐振电路中的高到低电压转变(“下降”)期间的电流方向。
- [0035] 图17B示出谐振电路中的低到高电压转变期间的电流方向。
- [0036] 图18A示出图16的电路图的第一变化。
- [0037] 图18B示出图16的电路图中的第二变化。
- [0038] 图18C示出图16的电路图中的第三变化。
- [0039] 图19A示出在没有应用某些实施例的情况下的上升和下降电压的电流。图19B示出具有应用某些实施例的上升和下降电压的电流。
- [0040] 图20示出与图18B的能量操纵电路关联的示范波形。

## 具体实施方式

[0041] 在示范实施例中,X射线成像系统、例如CT系统可在高与低电压之间进行切换,以发射具有与X射线管不同的平均频率的光子。具有不同密度(例如不同器官)的对象可通过探测具有不同平均频率的光子来更准确成像。探测器和X射线管应当同步,使得与探测器关联的控制逻辑配置成在低频光子被发射时接收低频光子,并且配置成在高频光子被发射时接收高频光子。然而,X射线管行为的延迟可引起电压的更长上升和下降时间。探测器可相应地在寻求探测较低频率光子时接收较高频率光子以及在寻求探测较高频率光子时接收较低频率光子。本文中统称为“非理想性”的损耗、滞后周期和泄漏电流可引起不合需要的上升和下降时间。这些效应在低电流可能特别显著。相应地,当前实施例考虑促进更有效电

压上升和下降时间的电路,以改进发射和探测同步。具体来说,各个实施例考虑针对从一个电容器去除能量并且将能量返回给“电压源”或者将所去除能量耗散到电阻器中的电路。

#### [0042] 电力系统概述

[0043] 通过结合附图进行阅读,将会更好地理解以上概述以及某些实施例的以下详细描述。如本文所使用的、以单数形式所述并且具有数量词“一”或“一个”的元件或步骤应当被理解为并不排除多个所述元件或步骤的情况,除非明确说明这种排除情况。此外,提到“一个实施例”并不是要被解释为排除也结合了所述特征的附加实施例的存在。此外,除非另加相反的明确说明,否则,实施例“包括”或“具有”具有特定性质的元件或者多个元件可包括没有那种性质的附加元件。

[0044] 本文中,在包括特定成像系统、例如“第三代”计算机断层扫描(CT)系统(例如64层面CT系统)的特定操作环境中描述各个实施例。本领域的技术人员应当理解,本发明的实施例同样可适用于与其他配置和系统、例如行李筛选系统配合使用。此外,实施例可适用于X射线射线照相成像系统以及X射线层析X射线照相组合成像系统。另外,将针对X射线的探测和转换来描述本发明的实施例。但是,本领域的技术人员还会理解,本发明的实施例同样可适用于其他高频电磁能量的探测和转换。另外,X射线管和探测器描述成围绕被成像对象旋转,但是也考虑探测器和X射线源保持为固定而对象被旋转的备选配置,例如用于工业无损测试目的。因此,虽然在CT系统的上下文中论述,但是各个实施例也可适用于在其他医疗和工业射线照相应用中使用的投影X射线成像。

[0045] 虽然为了便于说明,本文所述的许多示例将电路结构呈现为它们适用于内插器结构,但是将会知道,这只是为了便于说明,并且能量去除的相同概念能够适用于使用能量回收结构、例如图6所示结构的任何位置。也就是说,在图6中的结构用作单个单元、用作重复N次的模块或者只用作较大电气系统的一部分的情况下,能够使用所公开概念。

[0046] 各个实施例提供一种开关架构,其中包括有源谐振内插器电路,其配置成在第一电压电平与第二电压电平之间进行切换或者帮助切换。例如,各个实施例在扫描积分周期期间提供发生器所施加的低千伏(kV)电平与具有稳定电压的高kV电平之间的切换。内插器电路提供具有能量回收的谐振切换,使得产生于到高kV电平的转变的能量在返回到低kV电平时被储存,然后在从低kV转到高kV电平时再次使用并且再循环。另外,各个实施例能够提供具有可变频率和占空比的电压波形,包括恒定高或低电压电平。通过实施各个实施例,可实现第一电压电平与第二电压电平(例如高和低电压电平)之间的快速切换。实施例实现所施加X射线谱的平均能量中的改进分离,由此改进被扫描对象的材料分解和有效原子数估计。另外,各个实施例可在待切换电压极大(例如从60 kV至200 kV或以上)、对地的寄生电容也极大或者负载所需的能量较小的系统中实现,正如对于利用固定阳极X射线管技术的工业检查系统的情况。另外,由于谐振转变,所述实施例可降低电磁干扰(EMI)。

[0047] 如图1所示,一个实施例中的开关架构包括有源谐振内插器电路20(以下称作内插器电路20),其连接到电压源22(例如高压发生器)和X射线管26。可配置为有源谐振模块的内插器电路20包括(一个或多个)谐振开关组件24,其促进从电压源22所生成并且施加到X射线管26的电压的切换。例如,在操作中,具有开关组件24的内插器电路20在谐振期间提供高kV电平(例如140 kV)与低kV电平(例如80 kV)之间的切换。但是,应当注意,可提供其他高和低电压电平,并且各个实施例并不局限于特定电压电平。作为另一个示例,高kV电平的

范围能够从数十kV(例如对乳房X射线照相术的~30 kV)至数百kV(例如,对工业检查应用的~450 kV)。在电压电平能量之间进行切换时,能量被再使用和再循环,其节省能量并且允许更快切换。在一些实施例中,在大约10-100微秒或以下,提供电压电平之间的切换。

[0048] 图1所示的实施例包括内插器电路20,其例如按照附加配置连接到电压源22。各个实施例并不局限于这种配置和开关架构。例如,如图2所示,内插器电路20可与电压源22相集成或者形成其部分,并且在实施例中示为集成电路21。在各种实施例的有源谐振配置中,系统中的电子器件能够向X射线管26传送电力,例如以进行充电或者继续向高压操作的负载(例如真空管)提供电力。例如,在图1的实施例中,能量由电压源22以80 kV来提供,以及能量由电压源22和内插器20以140 kV提供给X射线管26。下面将更详细描述各个实施例的不同配置。

[0049] 如图3至图5所示,内插器电路20可按照不同配置来连接。所选择的特定配置可基于与其结合实现电压切换的X射线系统的布置。图3示出一实施例,其中内插器电路20设置成接近并且连接到电压源22,以及经由电缆28的长度连接到X射线管26。应当注意,电缆(未示出)也设置成将内插器电路20连接到电压源22,其在这个实施例中比电缆28要短。连接内插器电路20的电缆28额定为比图4和图5所示电缆30要高的电压操作。例如,在这个实施例中,电缆28额定在较高电压电平、例如140 kV。

[0050] 图4示出接近并且连接到X射线管26的内插器电路20。在这个实施例中,电缆30的长度连接内插器电路20和电压源22,使得电缆30额定为比图3所示电缆28要低的电压操作、例如80 kV。内插器电路20还可例如通过将两个组件螺栓连接,来直接耦合到X射线管26,如图5所示。但是,在图3至图5所示的全部三个实施例中,内插器电路20是连接到系统的独立单元。应当注意,电缆28或30一般是高压电缆。

[0051] 图3至图5所示的实施例具有有源配置,其能够以两种电压电平来提供能量和电力。相应地,电压源22可以是能够生成与低电平、例如80 kV对应的电压的高压发生器,以及具有电压源22的内插器20提供以高电压电平、例如140 kV操作负载(例如真空室)所需的额外能量/电力。

[0052] 形成内插器电路20的模块或级80其中之一的简化示意图在图6中示出。内插器电路20进行操作以储存来自当高电压电平切换到低电压电平时进行操作的系统的能量,并且当转变到下一高电压循环时使用所储存能量。在各个实施例中,内插器电路20的切换使用电感器和电容器而不是通过负载谐振地储存的所储存能量,来提供快速切换(例如,10-100微秒或以下)。

[0053] 具体来说,包括各个实施例的工作原理的操作在图6的示意图中示出。图6所示的示意图包括串联连接的多个开关装置40a和40b。开关装置40a和40b可以是任何类型的开关。例如,开关装置40a和40b可以是金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)或者绝缘栅双极晶体管(IGBT)。如通过缓冲器60a和60b所示,开关装置40a和40b相互之间按照相反状态来操作。相应地,在把来自驱动器62(例如逻辑时钟)的控制信号传送给开关装置40a和40b时,开关装置40a和40b其中之一处于断开状态,而开关装置40a和40b其中之一处于闭合状态。在各个实施例中,开关装置40a和40b按照公共源极/发射极配置来连接,以允许由来自驱动器62的单一控制线进行控制。

[0054] 开关装置40a和40b的每个分别与二极管42a和42b(其作为闭塞二极管进行操作)

并联连接。开关装置40a和40b连接在主要或系统电容器46与辅助电容器50之间。电感器52也串联连接在电容器50与二极管40b之间。应当注意,电感器52也可能称作谐振电感器。

[0055] 如以下更详细描述的操作原理是使得能量从一个电容器谐振地传递给另一个电容器、例如从电容器46传递给电容器50,反过来也是一样。电压电平之间的转变的切换速度由电感器52以及电容器46和50来控制。电感器52以及电容器46和50作为谐振元件进行操作。实际上以及在一些实施例中,电容器46和50的值通过连接电缆和真空管的几何尺寸来设置,因此从一个电压电平到另一个的切换速度通过电感器52的值来确定。例如,电感器52的值越小,则高与低电压之间的切换的转变越快,反过来也是一样。在各个实施例中,装置40a和40b(在断开或闭合中)的转变速度比电压转变速度要快许多。

[0056] 作为示例,当跨主要电容器46的电压( $V_{out}$ )为高电压电平时,开关装置40a处于断开状态,而开关装置40b处于闭合状态(尽管在一些实施例中,这个开关也可断开,并且其状态在稳态条件期间可以是不相关的)。在这个高电压状态中,当开关装置40a作为短路进行操作时,从主要电容器46到辅助电容器50的能量传递发生。从高电压到低电压状态的转变通过开关装置40a和40b的切换来实现,其中输出电压44从高电压电平降低到零电压电平。具体来说,开关装置40a从断开状态切换到闭合状态,而开关装置40b从闭合状态切换到断开状态。应当注意,开关装置40a和40b的切换基于来自驱动器62的信号并联地设置。开关装置40a和40b的切换引起谐振状态开始,以及电容器46中的能量通过电感器52传递给电容器50供储存,直到预期下一高电压状态。当预期高电压时,通过谐振电感器52从电容器50到电容器46的谐振能量传递通过断开开关装置40a而闭合开关装置40b重新开始,使得将电容器50中储存的能量传递给电容器46。

[0057] 因此,有源谐振内插器电路20能够在无论是高电平还是低电平的任何电压条件下主动向负载发送或传送能量/电力。因此,主动操作能够包括在高和低电压状态/电平进行再充电。

[0058] 图7和图8是示出图6的示意电路中的电压变化的波形的图表,其中垂直轴表示信号(例如电压/电流)的幅值,以及水平轴表示时间。具体来说,曲线70表示输出电压44,曲线72表示辅助电压48,以及曲线74表示通过电感器52的电流。如图7中的图表所示,当输出电压 $V_{out}$ 切换到低电压状态时,能量从电容器46传递给电容器50。如在图8中能够看到,当输出电压 $V_{out}$ 切换到高电压状态时,电容器50中储存的能量被再使用并且回传给电容器46。因此,能量再使用方案实现能量回收,使得用来提供高kV的能量在返回到低kV时被回收。内插器电路20(图1、图3-5)进行操作,使得在谐振期间提供能量传递。

[0059] 内插器电路20如本文所述按照主动模式来配置,并且可包括多个开关级以及若干变压器和附加电源,如图9和图10所示。更具体来说,可提供多个开关级80<sub>1</sub>至80<sub>n</sub>,其中相似标号表示相似部件。应当注意,开关级80<sub>1</sub>至80<sub>n</sub>的每个包括相似组件,并且相应地仅识别开关级之一中的组件。应当注意,驱动器62驱动全部开关级80<sub>1</sub>至80<sub>n</sub>。

[0060] 内插器电路20由多个开关级80来形成。图11表示图9和图10所示的每级的电路示意图。图11所示级包括一对电容器86a和86b,其分别与一对阻塞二极管88a和88b并联连接。这种配置可称作电压倍增器。电容器86a和86b的串联连接表示主要谐振电容器(相当于图6中的电容器46)。图11中的级包括串联连接的两个开关装置40a和40b。开关装置40a和40b可以是任何类型的开关、例如一对晶体管。例如,开关装置40a和40b可以是金属氧化物半导体

场效应晶体管 (MOSFET) 或者绝缘栅双极晶体管 (IGBT)。两个二极管42a和42b并联连接到开关装置40a和40b。开关和二极管可采用Si (硅)、SiC (碳化硅) 或者适合构建这类开关或二极管的任何其他半导体材料来制成。最后,图11中的级包括谐振电感器52和辅助电容器50。这一级如本文先前所述进行操作。具体来说,电容器50 (辅助电容器) 进行操作以从放电电容器86a和86b接收能量,并且在系统处于低电压状态的同时保持或储存能量,使得可在到高电压状态的转变中,使用开关装置40a和40b的切换操作,将能量用来对电容器86a和86b再充电,如本文更详细所述。因此,通过谐振循环,电容器50中储存的能量在系统处于高电压状态时回传给电容器86a和86b。电容器86a和86b通过变压器82的二次绕组来保持在预期或所需电压。

[0061] 图1所示级包括整流器电路、称作倍增器。倍增器包括辅助变压器82、二极管88a和88b以及电容器86a和86b。应当注意,这个整流器能够由公共全桥整流器来取代,其中两个电容86a和86b由两个二极管来取代。另外,图11所示级可包括变压器82,其中具有多个二次绕组以及连接到二次绕组的整流电路。所有这些整流电路均串联连接并连接到每个变压器82的一个谐振电路。例如,该级可具有变压器82,其中具有三个二次绕组、串联连接的三个整流电路以及连接于全部三个整流电路的一个谐振电路。

[0062] 图9和图10的配置各包括与开关级80<sub>1</sub>至80<sub>n</sub>的每个所连接的变压器82。在图9和图10中,电压源22未示出。电压源22 (图1所示) 与输入电容90并联连接。保持操作期间的高电压所需的附加能量和电力通过变压器82来提供。图9和图10示出将变压器82连接到附加电源的两种不同配置。

[0063] 具体来说,图9示出一实施例,其中包括变压器82的整流器串联连接到电压源27。在这种配置中,电力从电压源27直接传送给变压器82的二次绕组。图10示出有源内插器的另一个实施例。按照这个实施例,电源27通过变压器84连接到变压器82。这种配置可用来降低跨变压器82的一次绕组的隔离应力。

[0064] 在操作中,当预期高电压输出时,变压器82进行操作以通过二极管88a和88b对串联连接电容器86a和86b对进行充电并且保持充电。应当注意,电容器86a和86b不能通过二极管88a和88b来放电。有源内插器配置进行操作,使得在较低电压状态,电容器90 (图9和图10所示) 以低电压电平、例如100 kV来充电。在这个低电压电平,没有对电容器86a和86b进行充电。当处于高电压电平时,将电容器86a和86b充电到例如40 kV,使得总输出电压为140 kV。串联连接电容器86a和86b通过谐振循环来放电以将输出电压又转变成100 kV,以及能量被传递给电容器50。电容器50 (辅助电容器) 进行操作以从放电电容器86a和86b接收能量,并且在低电压状态中储存能量,使得可在到高电压状态的转变中,使用开关装置40a和40b的切换操作,将能量用来对电容器86a和86b再充电,如本文更详细所述。因此,通过谐振循环,将电容器50中储存的能量回传给电容器86a和86b。应当注意,电容器92也与变压器82的每个并联连接,其作为平滑电容器进行操作。

[0065] 因此,图9和图10所示的配置能够在现有系统中实现,并且提供两个电压之间的有效快速切换。例如,这些实施例可添加到例如CT成像系统、射线照相X射线系统或层析X射线照相组合X射线系统中的高电压源。附加配置可连接到电压源与真空管之间。在有源配置的其他实施例中,开关电路集成在系统中,例如作为电压源的一部分来集成。

[0066] 计算机断层扫描扫描仪概述

[0067] 图12A是CT成像系统170的示图。图12B是图12A所示系统1700的示意框图。在示范实施例中,CT成像系统170示为包括代表“第三代”CT成像系统的扫描架172。扫描架172具有X射线源174,其将X射线的锥束176投射到扫描架172的相对侧上的探测器阵列178。

[0068] 探测器阵列178可由多个探测器行(未示出)来形成,探测器行包括多个探测器元件180,其共同感测经过对象、例如内科病人182或行李件的所投射X射线束。各探测器元件180可产生电信号,其表示照射X射线辐射束的强度,并且因此指示射束在经过对象或患者182时的衰减。强度可对应于在元件处的入射光子的数量。具有多层面探测器178的成像系统170可以能够提供表示对象182的体积的多个图像。多个图像的各图像对应于体积的独立“层面”。层面的“厚度”或孔径取决于探测器行的高度。

[0069] 在获取X射线投影数据的扫描期间,扫描架172中的旋转段和其上安装的组件绕旋转中心184旋转。图12B仅示出单行探测器元件180(即探测器行)。但是,多层面探测器阵列178可包括探测器元件180的多个平行探测器行,使得与锥束几何结构对应的投影数据能够在扫描期间同时获取。

[0070] 扫描架172中的组件的旋转以及辐射源174的操作可由控制机构186来管理。控制机构186包括:X射线控制器188和发生器190,其向X射线源174提供电力和定时信号;以及扫描架电动机控制器192,其控制扫描架172的旋转部分的旋转速度和位置。控制机构186中的数据获取系统(DAS)194对来自探测器元件180的模拟数据进行取样,并且将数据转换成数字信号供后续处理。图像重构器196从DAS 194接收经取样和数字化的测量数据,并且执行高速图像重构。将重构图像作为输入施加到计算机198,其将图像存储在大容量存储装置200中。虽然示为独立装置,但是图像重构器196可以是位于计算机198内部的特殊硬件或者在计算机198中运行的软件。

[0071] 计算机198还经由控制台202(其具有键盘和/或(一个或多个)其他用户输入装置)从操作员接收命令和扫描参数。关联显示系统204允许操作员观察来自计算机198的重构图像和其他数据。操作员提供的命令和参数可由计算机198用来向DAS 194、X射线控制器188、发生器190和扫描架电动机控制器192提供控制信号和信息。另外,计算机198操作台架电动机控制器206,其控制电动台架208以将患者182定位在扫描架172中。台架208移动患者182的身体部分通过扫描架开口210。

[0072] 在一个实施例中,计算机198包括装置212,例如软盘驱动器、CD-ROM驱动器、DVD-ROM驱动器或者固态硬盘驱动器,以用于从诸如软盘、CD-ROM或DVD之类的计算机可读介质214中读取指令和/或数据。应当理解,知道其他类型的适当计算机可读存储器存在(例如,CD-RW和闪速存储器,只列举两个),并且本描述并不是要去除这些的任一个。在另一个实施例中,计算机198运行固件(未示出)中存储的指令。一般来说,图12B所示的DAS 194、重构器196和计算机198的至少一个中的处理器可编程为运行控制命令,以执行如本文更详细描述切换。切换并不局限于在CT系统170中的实施,而是能够与成像系统的许多其他类型和变化结合使用。在一个实施例中,计算机198编程为执行本文所述的切换开关装置的不同功能,相应地,如本文所使用的术语“计算机”并不局限于本领域称作计算机的那些集成电路,而是广义地表示计算机、处理器、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路和其他可编程电路。

[0073] 图13示出X射线成像系统220,其中可实现各个实施例。成像系统220一般包括:X射

线探测器222,具有限定扫描区的探测器单元阵列224;以及X射线源226。在一些实施例中,探测器单元224可与图12B的CT扫描仪的元件180是相同的。对象228、例如患者定位在X射线源226与X射线探测器222(其可以是一个或多个探测器或探测器模块)之间。但是,成像系统220还可扫描例如工业检查应用中的其他对象。成像系统220还包括具有读出电子器件232的数据获取系统230。虽然在图13中单独示出,但是读出电子器件232可驻留在X射线探测器222或数据获取系统230中。

[0074] 在一个实施例中,(一个或多个)X射线探测器222可以是平板探测器系统、例如非晶硅平板探测器或者其他类型的数字X射线图像探测器、例如本领域的技术人员已知的直接转换探测器。在另一个实施例中,(一个或多个)X射线探测器222可包括闪烁器,其具有定位在(一个或多个)X射线探测器222前面的屏幕。

[0075] 应当注意,成像系统220可实现为非移动或移动成像系统。此外,成像系统220可按照不同配置来提供。例如,图像数据可采用X射线源226(其定位在沿对象上方的拱形的离散灶)来生成,以使用计算机层析X射线照相组合规程和过程(或者可按照射线照相配置)来生成图像信息。在其他实施例中,X射线源226和X射线探测器222均安装在扫描架234(其可以是绕对象228旋转的C型臂)的相对端。可旋转C型臂是支承结构,其允许沿基本圆弧围绕对象228来旋转X射线源226和X射线探测器222,以便以通常小于360度但是在一些情况下可包括全程旋转的不同角度(例如不同视图或投影)来获取对象228的多个投影图像。

[0076] 在操作中,对象228定位在成像系统220中,以用于执行成像扫描。例如,X射线源226可定位在对象228上方、下方或周围。例如,X射线源226(和(一个或多个)X射线探测器222)可使用扫描架234围绕对象228在不同位置之间移动。X射线从X射线源226通过对象228透射到(一个或多个)X射线探测器222,其探测照射到其上的X射线。

[0077] 读出电子器件232可包括参考和调节板(RRB)或者其他数据收集单元。RRB可接纳和连接数据模块,以便将数据(例如多个视图或投影)从(一个或多个)X射线探测器222传递给数据获取系统230。因此,读出电子器件232将数据从(一个或多个)X射线探测器222传送给数据获取系统230。数据获取系统230从数据来形成图像,并且可存储、显示(例如在显示器233上)和/或传送该图像。例如,各个实施例可包括图像重构模块236,其可通过硬件、软件或者其组合来实现,允许数据获取系统使用从(一个或多个)X射线探测器222所获取并且如本文详细描述X射线数据(例如射线照相或层析X射线照相组合数据)来重构图像。

[0078] 计算机断层扫描扫描仪概述—计算装置

[0079] 在一些实施例中,计算机198可控制系统170的操作,并且可实现所公开实施例的各个方面。图14是例如在某些实施例中可使用的示范计算装置198的框图。计算装置198可包括一个或多个非暂时计算机可读介质,以用于存储实现示范实施例的一个或多个计算机可执行指令或软件。非暂时计算机可读介质可包括但不限于一种或多种类型的硬件存储器、非暂时有形介质(例如一个或多个磁存储盘、一个或多个光盘、一个或多个USB flash驱动器)等。例如,计算装置198中包含的存储器316可存储用于与扫描仪系统170进行接口和/或控制其操作的计算机可读和计算机可执行指令或软件。计算装置198还可包括可配置和/或可编程处理器812及关联核心814,以及可选地包括一个或多个附加可配置和/或可编程处理装置、例如(一个或多个)处理器812'及(一个或多个)关联核心814'(例如在具有多个处理器/核心的计算机系统的情况下),以用于运行存储器816中存储的计算机可读和计算

机可执行指令或软件以及用于控制系统硬件的其他程序。处理器812和(一个或多个)处理器812'各可以是单核处理器或多核(814和814')处理器。

[0080] 虚拟化可用于计算装置198中,使得可动态共享计算装置中的基础设施和资源。可提供虚拟机824以操控运行于多个处理器的进程,使得进程看来像是仅使用一个计算资源而不是多个计算资源。多个虚拟机还可与一个处理器配合使用。

[0081] 存储器816可包括计算机系统存储器或随机存取存储器,例如DRAM、SRAM、EDO RAM等。存储器816也可包括其他类型的存储器或者其组合。

[0082] 用户可通过可视显示装置233(例如计算机监视器,其可显示可按照示范实施例来提供的一个或多个用户界面830)与计算装置198进行交互。在一些实施例中,视觉显示装置233可与显示系统204相同。计算装置198可包括用于接收来自用户的输入的其他I/O装置,例如键盘或者任何适当多点触摸界面818、指针装置820(例如鼠标)。诸如键盘和指针装置820之类的界面可耦合到可视显示装置233。计算装置198可包括其他适当的常规I/O外设。

[0083] 计算装置198还可包括一个或多个存储装置834,例如硬盘驱动器、CD-ROM或者其他计算机可读介质,以用于存储数据和计算机可读指令和/或软件,其与本文所述的扫描仪系统170进行接口和/或控制其操作,和/或实现本文所述的示范过程和方法。示范存储装置834还可存储一个或多个数据库,以用于存储实现示范实施例所需的任何适当信息。例如,示范存储装置834能够存储一个或多个数据库836,以用于存储诸如扫描序列、X射线数据、X射线图像、光子数、电气性质的估计、电气性质图之类的信息和/或能够用来实现本公开的示范实施例的任何其他信息。数据库可在任何适当时间手动或自动更新,以添加、删除和/或更新数据库中一个或多个项。

[0084] 计算装置198能够包括网络接口822,其配置成经由一个或多个网络装置832、经过多种连接(包括但不限于标准电话线、LAN或WAN链路(例如802.11、T1、T3、56kb、X.25)、宽带连接(例如ISDN、帧中继、ATM)、无线连接、控制器区域网络(CAN)或者上述任一个或全部的某种组合),来与一个或多个网络(例如局域网(LAN)、广域网(WAN)或因特网)进行接口。网络接口822可包括内置网络适配器、网络接口卡、PCMCIA网络卡、卡总线网络适配器、无线网络适配器、USB网络适配器、调制解调器或者适合于将计算装置198与能够进行通信的任何类型的网络进行接口并且执行本文所述操作的任何其他装置。此外,计算装置198可以是任何计算机系统,例如工作站、台式计算机、服务器、膝上型、手持计算机、平板计算机或者其他形式的计算或电信装置,其能够进行通信并且具有充分处理器能力和存储器容量以执行本文所述操作。

[0085] 计算装置198可运行任何操作系统826,例如Microsoft® Windows® 操作系统的版本、Unix和Linux操作系统的不同版本、Macintosh计算机的MacOS® 的任何版本、任何嵌入式操作系统、任何实时操作系统、任何开放源操作系统、任何专有操作系统或者能够运行于计算装置并且执行本文所述操作的任何其他操作系统中的任一个。在示范实施例中,操作系统826可运行于本机模式或仿真模式。在一示范实施例中,操作系统826可运行于一个或多个云机器实例。

[0086] 在某些实施例中,CT系统170能够配置和/或编程为向计算装置198传送指令、命令和/或请求,以控制CT扫描组件来执行扫描序列,并且能够编程和/或配置成从计算装置198接收CT扫描数据或CT扫描图像。

### [0087] 电压波形行为

[0088] 图15示出X射线管电压上升和下降时间的时序图。在扫描期间,系统中的电压901将在高902与低903周期之间振荡。波形示出从低周期到高周期的上升905以及从高周期到低周期的下降906。如上所述,各种非理想性可防止系统生成快捷(crisp)矩形波形。例如,在系统包括寄生电容和电阻的情况下,它低效地传递和耗散能量,从而使电容40在能量转变到系统电容之后偏离最佳能量率。因此,电压将缓慢下降,以及更延长的下降时间907将产生。因为探测器系统在如下假设下操作:上升905和下降907时间比较一致,任一个中的偏斜可引起不适当X射线发射以及不合需要的探测事件。例如,当系统实际上排队与低周期903关联的较低频率的光子时,偏斜下降时间907可产生光子,其具有系统所探测的、比预期要高的频率。相应地,当前实施例考虑对系统的修改,以确保更快捷上升和下降时间。

### [0089] 电路模块

[0090] 图16示出一种电路模块、例如内插器电路,如在某些实施例中可实现,其具有图6的电路的各种特征。在这个示例中,电路与围绕环芯的多个绕组1601a-c电联系。这些绕组可用作电压源。多个绕组各可连接到整流器,以及多个整流器可串联连接,并且与电感器52电联系。虽然电感器52在这里示为直接与电压源连接,但是将易于理解,电感器52、切换布置1602和电容器50可在多种置换中相互并联,同时仍然提供基本上等效的功能性。虽然电感器52、电容器50和切换布置1602示为经由结点1820a和1820b串联,但是其他置换是可能的。这种配置促进系统的快速能量管理。电容50甚至在低电子束条件下也可促进更快转变(10  $\mu$ s或更快),如以下更详细描述。将会知道切换布置1602的组件布局的变化将取得基本上相同的功能性。

[0091] 图17A和图17B分别示出高到低(“下降”)电压和低到高(“上升”)电压转变中的电流。在电压的下降期间,开关40a和40b分别被激活和停用,使得电流1701a穿过电感器,并且存储在电容器50中。二极管42a和42b确保电流的正确流动,从而防止向后朝电压源流动。相反,在电压上升期间,开关40a和40b分别被停用和激活,使得电流1701b从电容器50流动到电压源,以补充电压变化。二极管42a和42b再次确保电流从电容器朝外的正确流动。如上所述,电感器、电容器和切换布置可按照多种置换串联地电耦合。这些元件甚至当与附加附随中间元件(其没有基本上影响它们的功能)串联或并联放置时也可保持电耦合。

### [0092] 电路模块变化

[0093] 图18A-C示出对图6、图16、图17A和图17B的电路模块的变化。这些变化允许在能量转变到系统电容之后恢复电容50中的最佳能量级,因而允许快许多的转变。图18A示出电路1800A,其具有作为连接在结点1802和1807的能量操纵电路1803的一部分的中间电阻器1801。电阻器1801与二极管42a与42b之间以及开关40a与40b之间的结点1802电联系。电阻器还沿着串联的电感器52、切换布置1602和电容器50与结点1807进行通信。能量操纵电路1803在电压上升和电压下降期间能够损失能量。

[0094] 使用图18A所示的电路,电容器50上的适当能量级可通过在从低kV到高kV的转变结束之后对附加周期保持接通开关40b来恢复。额外接通时间促进电容50中的所储存能量的一部分放电到电阻器1801中,因而恢复适当能量级并且提供快许多的转变。额外接通时间可适当计算和加强,以便避免不需要和损坏能量损失。

[0095] 图18B示出另一种改进电路配置。在这里,能量操纵电路1804包括电感器1804a、电

阻器1804b和二极管1804c。电感器1804a和电阻器1804b可按照任何置换进行串联电联系,并且共同与二极管1804c并联。在这个示例中,能量操纵电路1804在需要时能够损失能量。在许多实施例中,电路1804没有基本上影响电压上升。

[0096] 使用图18B所示的电路,电容器50上的适当能量级可通过在从低kV到高kV的转变结束之后对附加周期保持接通开关40b来恢复。额外接通时间促进电容50中的所储存能量的一部分放电到电阻器1804b中,因而恢复适当能量级并且提供快许多的转变。额外接通时间可适当计算和加强,以便避免不需要和损坏能量损失。

[0097] 图18B所示的电感1804a可防止能量在从高kV到低kV的转变期间被耗散。在从低kV到高kV的转变之后,在开关40b的额外接通时间期间,能量的一部分也可积聚在电感器1804a中。二极管1804c促进这个积聚能量耗散到电阻器1804b中。

[0098] 图18C示出另一种改进电路配置。在这里,能量操纵电路1805包括电感器1805a、开关1805b和二极管1805c。电感器1805a和开关1805b可按照任何置换进行串联电联系,并且共同与二极管1805c并联。二极管1805d提供连接开关1805b和电感器1805a的结点与电压源结点1601a之间的电联系。能量操纵电路1805返回而不是耗散能量。虽然在这个示例中示为晶体管,但是开关1805b可以是任何可接受开关装置、如开关40a和40b(例如MOSFET、IGBT等),但是可能具有不同操作范围。

[0099] 使用图18C所示的电路,通过在从低kV到高kV的转变结束之后对附加周期保持接通开关40b,并且在从低kV到高kV的转换结束之后接通开关1805b,使得开关40b和1805b均在谐振转换结束之后在一般相同时间接通,可恢复电容器50上的适当能量级。两个开关40b和1805b的额外接通时间促进电容50中的所储存能量的一部分放电到电感器1805a中,因而恢复适当能量级并且允许快许多的转变。额外接通时间可适当计算和加强,以便避免不需要和损坏能量损失。

[0100] 一旦电容器50被放电以使得恢复适当能量级,开关40b和1805b可断开,并且电感器1805a中储存的能量可通过二极管1805c和1805d返回到系统电容。一旦能量完全返回到系统电容,二极管1805c和1805d进入阻塞电压模式,并且完全转变结束。相应地,在一些实施例中,这种类型的电路将能量返回到全系统而不是将能量耗散到电阻器中。

[0101] 电阻器1801和1804b例如可以是如本领域已知的MP916、MP925和MP930 TO-220类型电源组的任一个。在一些实施例中,电阻器1801和1804b可以是50千欧姆电阻器,以及电感器1804a和1805a可以是120 mH。

[0102] 如上所述,这些电路中所示的元件再次甚至当与附加附随中间元件(其没有基本上影响它们的功能)串联或并联放置时也可保持电耦合。

[0103] 电路模块—效果

[0104] 图19A示出逆变器1901、高压电容1902和X射线管1903之间的交互。在电压上升期间,电流1905a将从逆变器流动到高压电容。类似地,在电压下降期间,电流1905b将从高压电容流动到X射线管1903。除了这些标准电流1905a、1905b之外,系统还能够要求在上期间从逆变器到高压系统的附加能量移动1906a以及在下降期间从高压系统到X射线管的能量移动1906b。如图19A所示,在如图18A-C的这类电路中提供的辅助电容不存在的情况下,这种能量将全部分别在电压上升和电压下降期间从逆变器1901和高压系统电容1902来传递。电流能量1906a可能不足以促进快速上升时间,以及电流能量1906b可能促成对系统的

不合需要的附加能量,从而延长电压下降。

[0105] 如图19B所示,辅助电容1904的添加将降低对逆变器和高压系统1902的需求。通过当前实施例,在电压上升期间的能量1907a的至少大约75%可从辅助电容1904而不是从逆变器1901贡献给高压系统。类似地,在电压下降期间,原本传播到管1903的能量1907b的至少大约92%而是重定向到辅助电容1904(仅大约8% 1906b传播到管1903)。这个重定向改进下降时间,从而防止过度能量延迟电压转变。类似地,流1907a通过贡献从辅助电容1904可用的能量,来改进上升时间。

[0106] 电路模块一示例波形

[0107] 图20示出与图18B的能量操纵电路关联的示范波形。波形2001示出X射线管中的电压。波形2002示出电容器50中储存的能量。波形2003示出由电阻器1804b所耗散的能量。

[0108] 当X射线管电压2001从高电平下降到低电平(例如在位置2004a)时,电容器2002中的能量增加并且达到稳定。在这个转变期间,电阻器1804b将在电感器1804a结合其他电路元件、例如二极管1804c使从高kV到低kV的转变期间所耗散的能量为最小之前耗散最少量的能量。类似地,当X射线管电压2001从低kV上升到高kV(例如在位置2004b)时,电容器50将如波形2002所示来释放其能量,从而更好地促进管电压2001的上升。系统可在电压上升期间对于比电压下降期间激活开关40a要长的时间周期来激活开关40b,以确保能量的更完全耗散,因此在电容器50中重新建立适当能量状态。更延长的耗散在电压下降而不是电压上升期间在电阻器1804b中发生。一般来说,电感器1804a越大,则电压下降期间的能量损耗越低。类似地,电阻器1804b越大,则电压下降期间的能量损耗越低。但是,增加电阻器1804b的电阻还可要求开关40b在电压上升期间更长时间保持为起作用。

[0109] 备注

[0110] 在描述示范实施例中,为了乘法起见使用具体术语。为了便于描述,各具体术语意在至少包括按照与实现相似目的进行操作的全部技术和功能等效体。另外,在一具体示范实施例包括多个系统元件、装置组件或方法步骤的一些情况下,那些元件、组件或步骤可采用单个元件、组件或步骤来取代。同样,单个元件、组件或步骤可采用用于相同目的的多个元件、组件或步骤来取代。此外,虽然示范实施例参照其具体实施例来示出和描述,但是本领域的技术人员将会理解,形式和细节上的各种置换和变更可在其中进行,而没有背离本发明的范围。更进一步,其他方面、功能和优点也处于本发明的范围之内。

[0111] 示范流程图为了便于说明而在其中提供,并且是方法的非限制性示例。本领域的技术人员将会知道,示范方法可包括比示范流程图所示的更多或更少的步骤,并且示范流程图中的步骤可按照与说明性流程图所示顺序不同的顺序来执行。

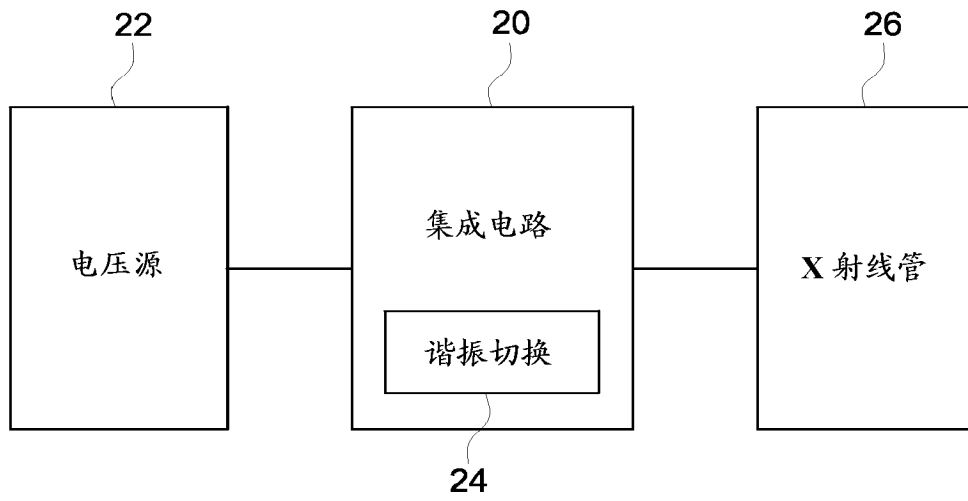


图 1

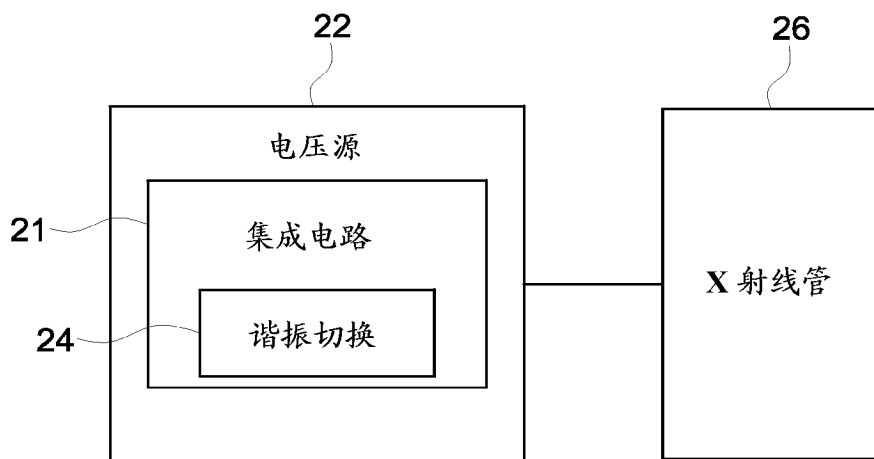


图 2

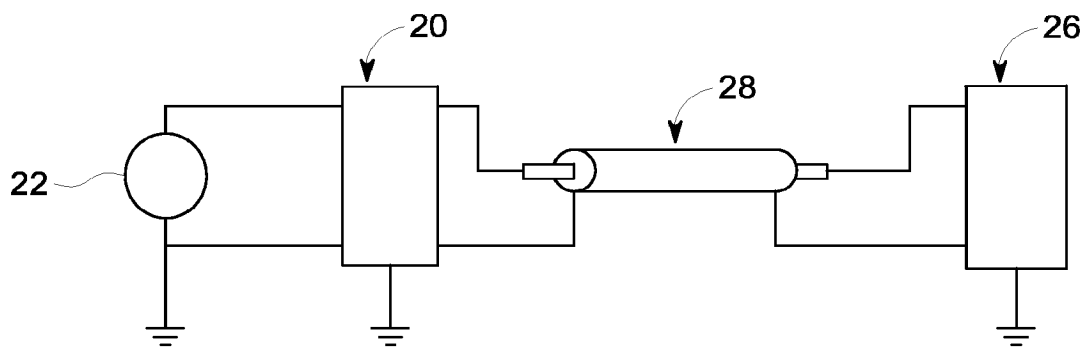


图 3



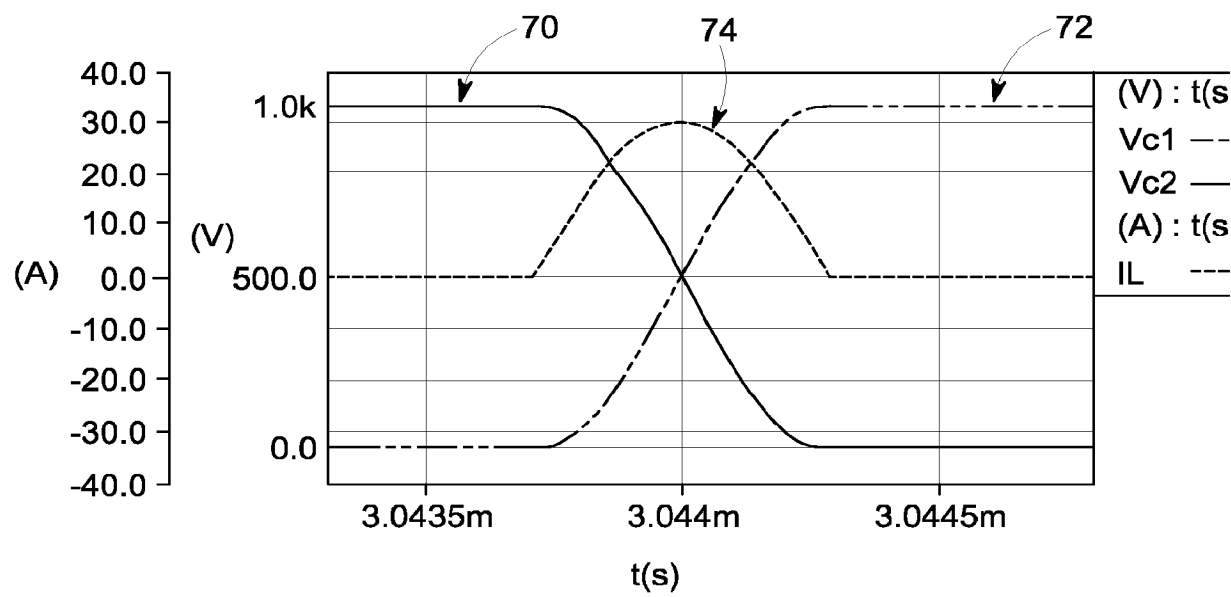


图 7

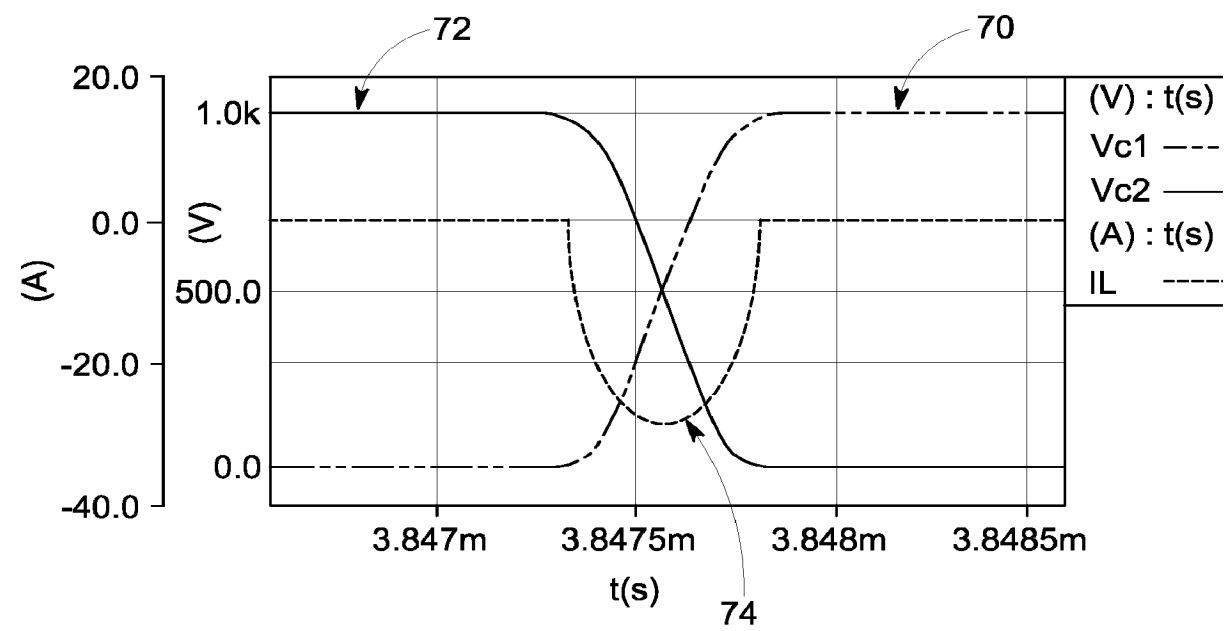


图 8

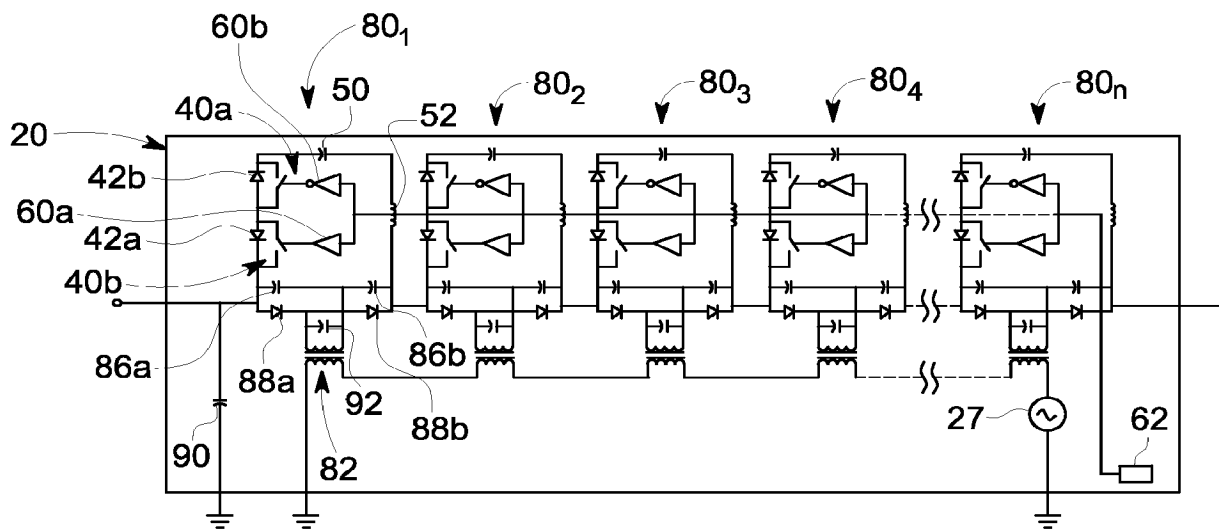


图 9

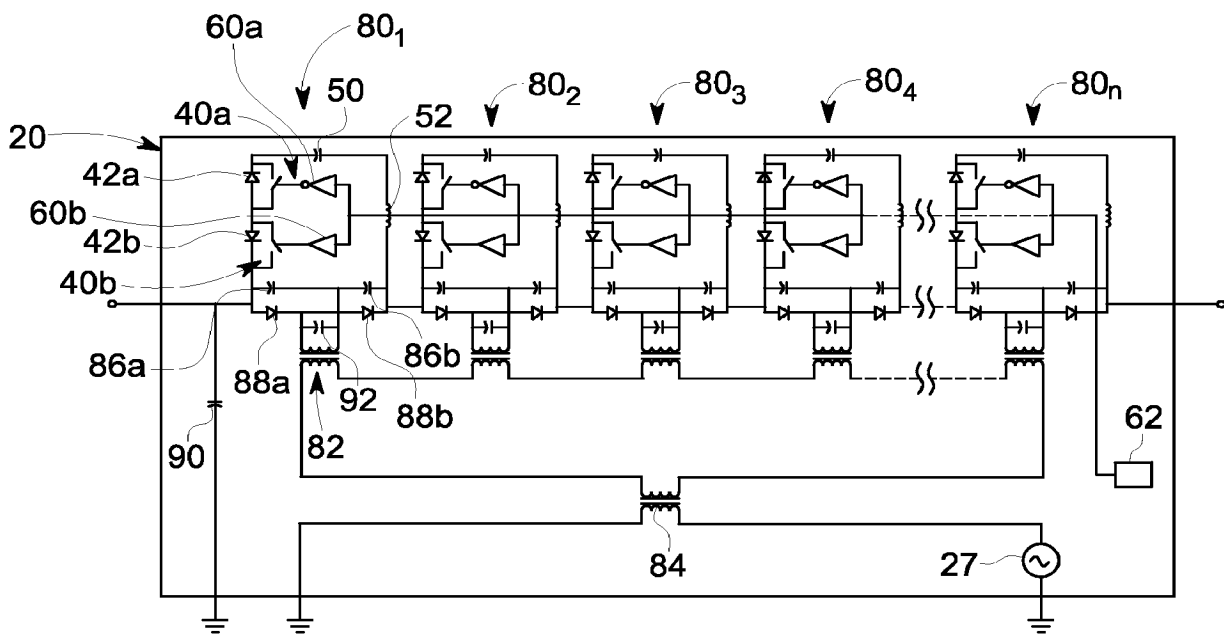


图 10

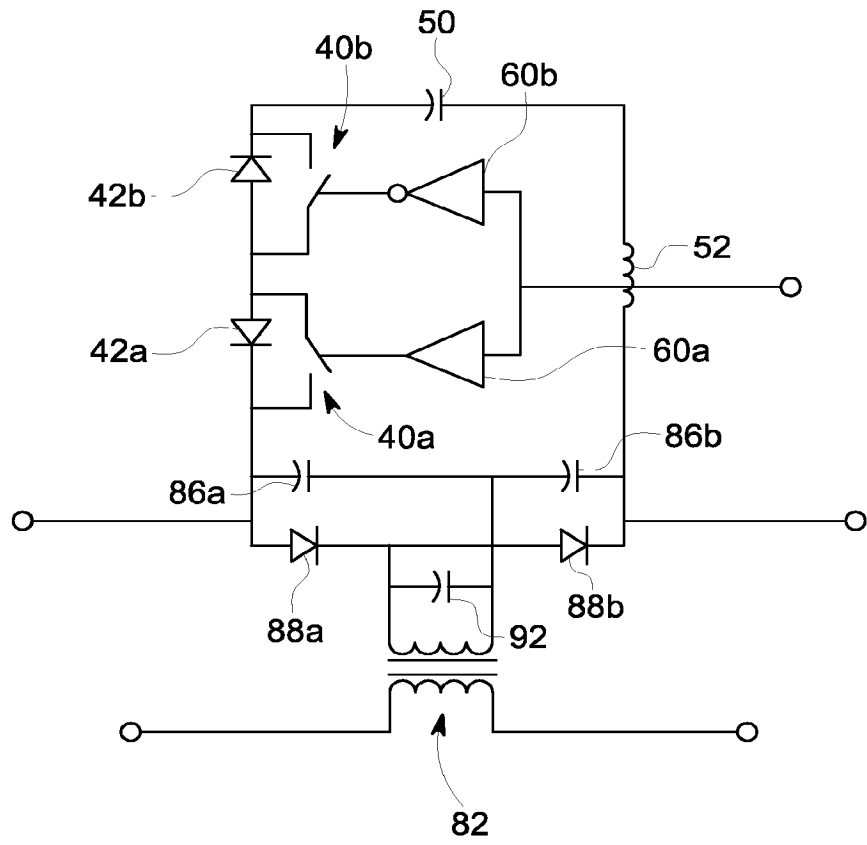


图 11

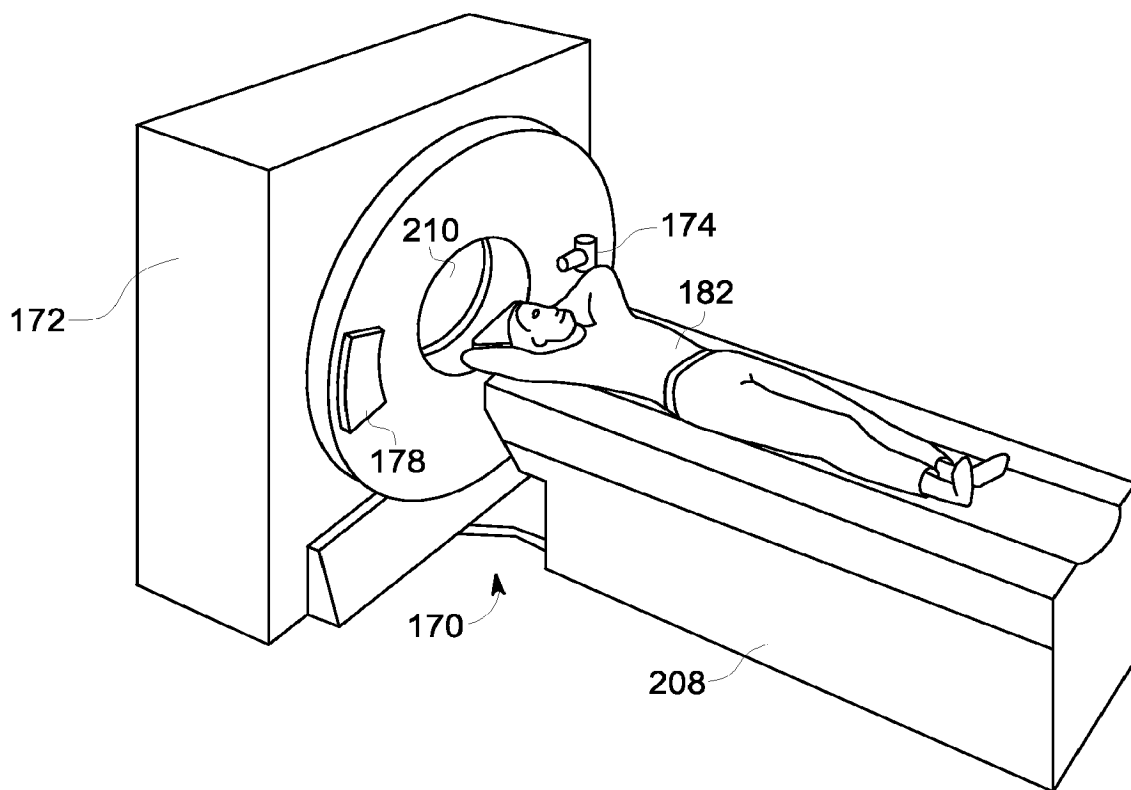


图 12A

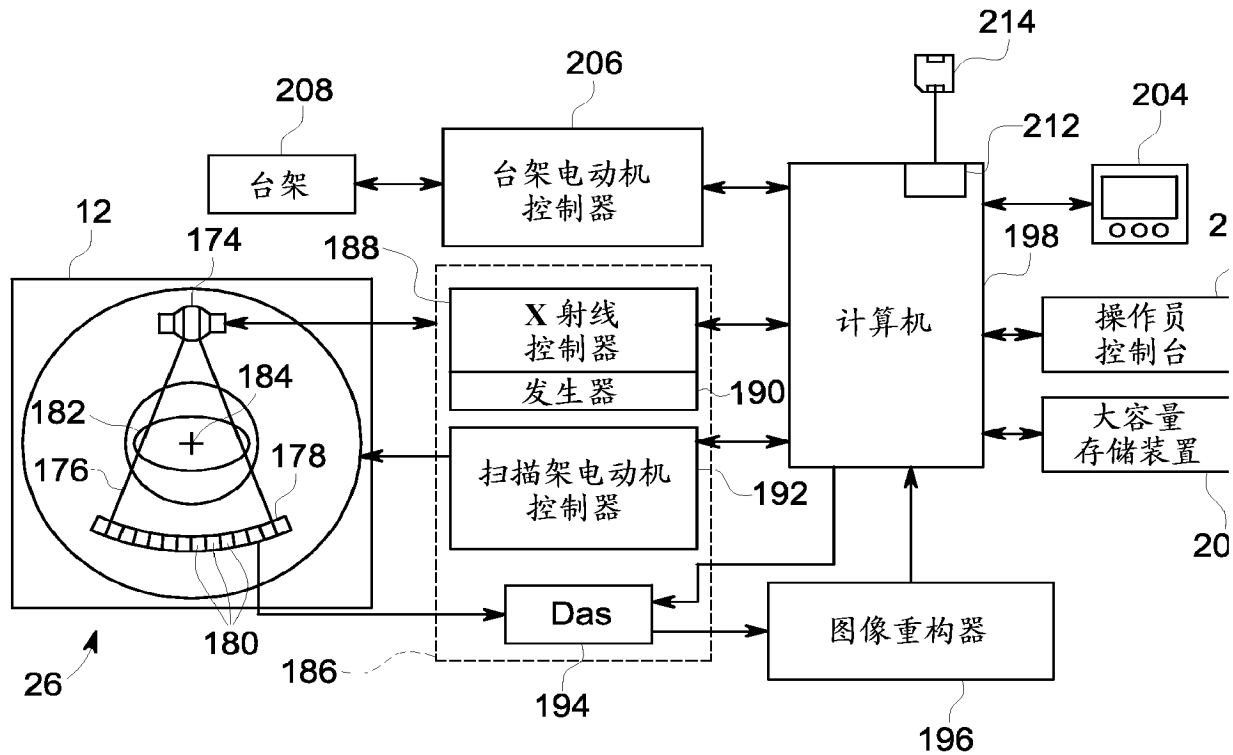


图 12B

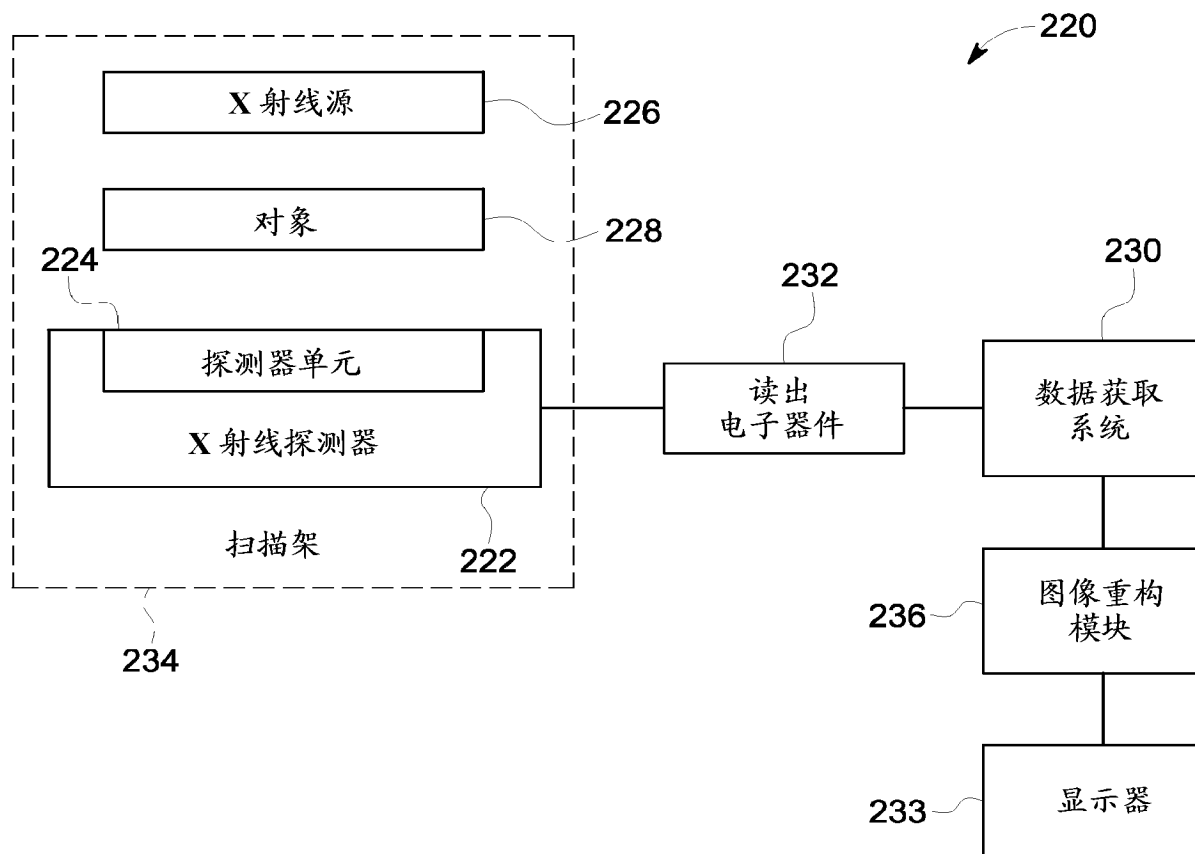


图 13

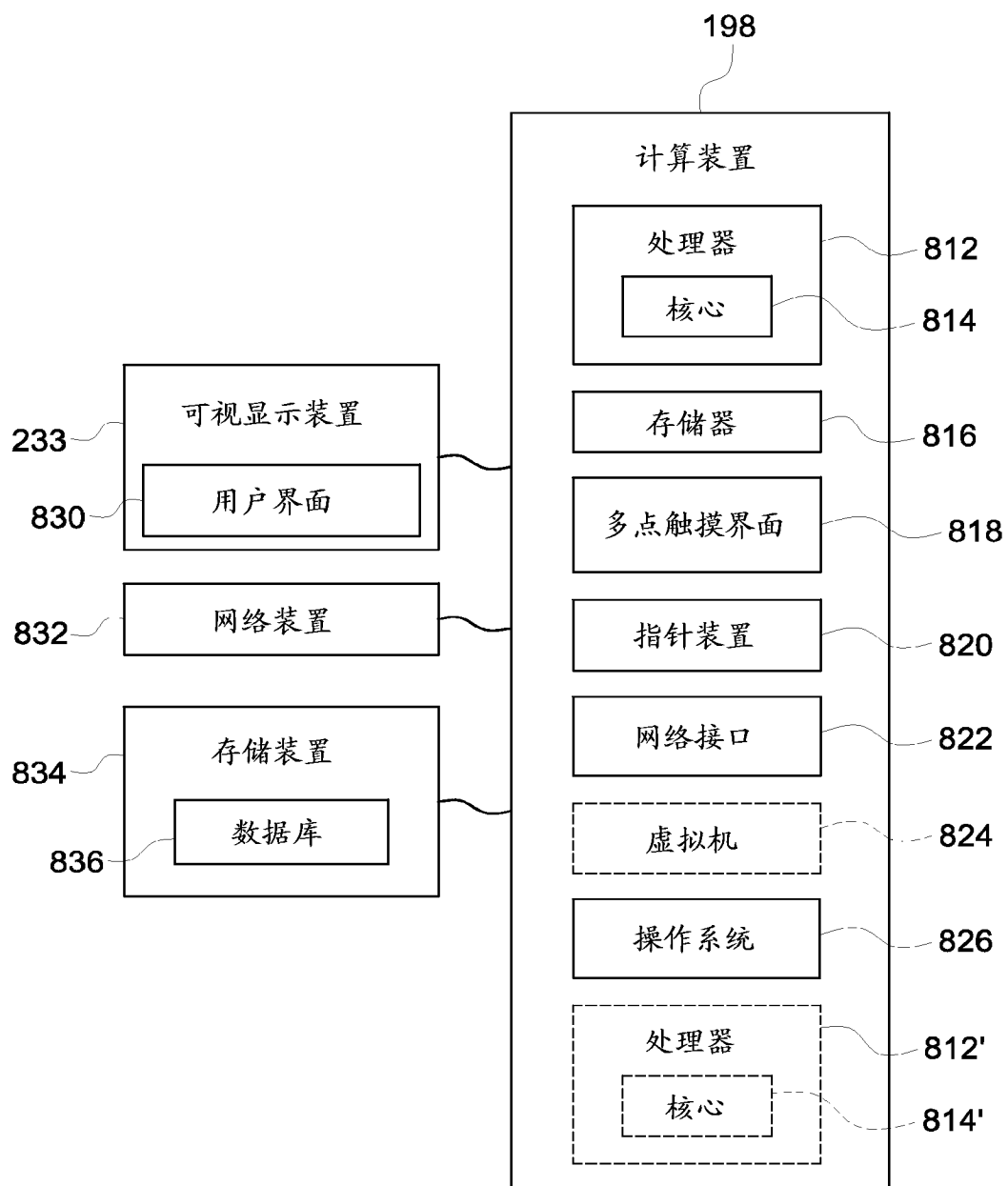


图 14

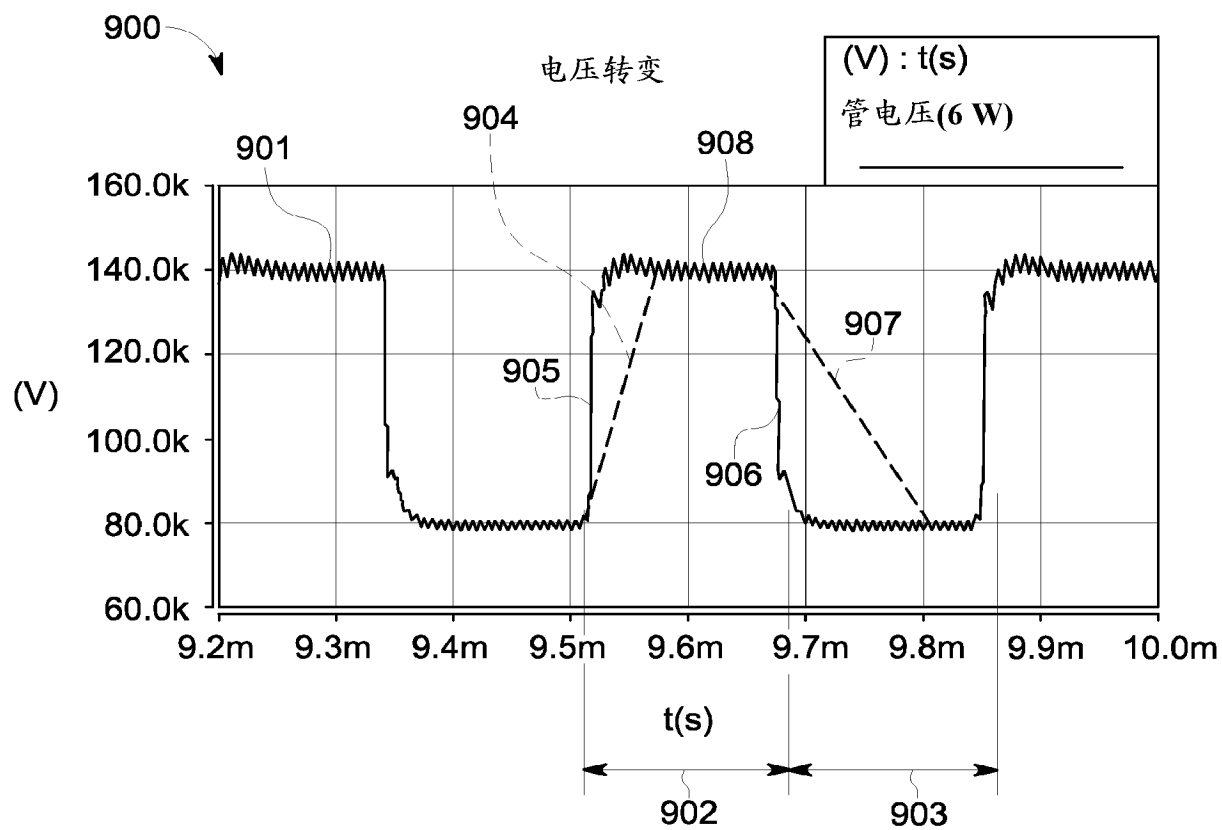


图 15

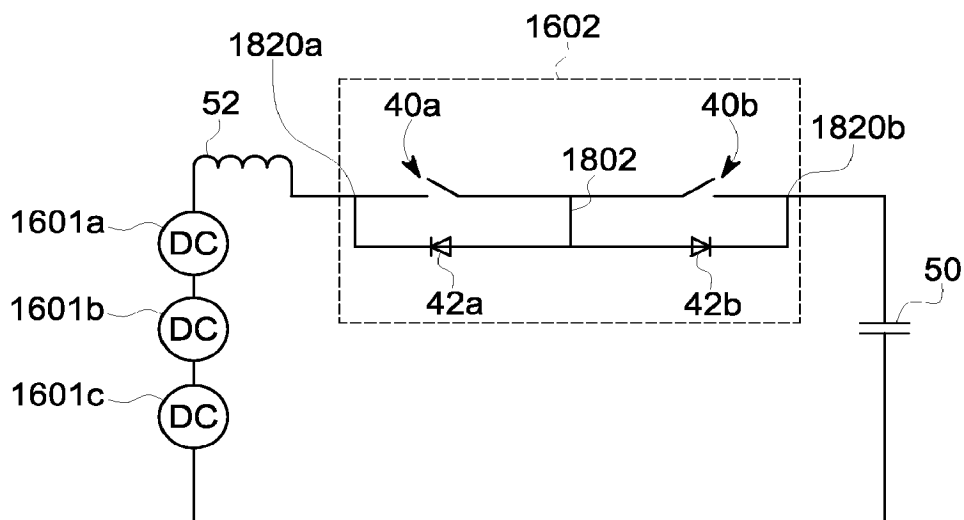


图 16

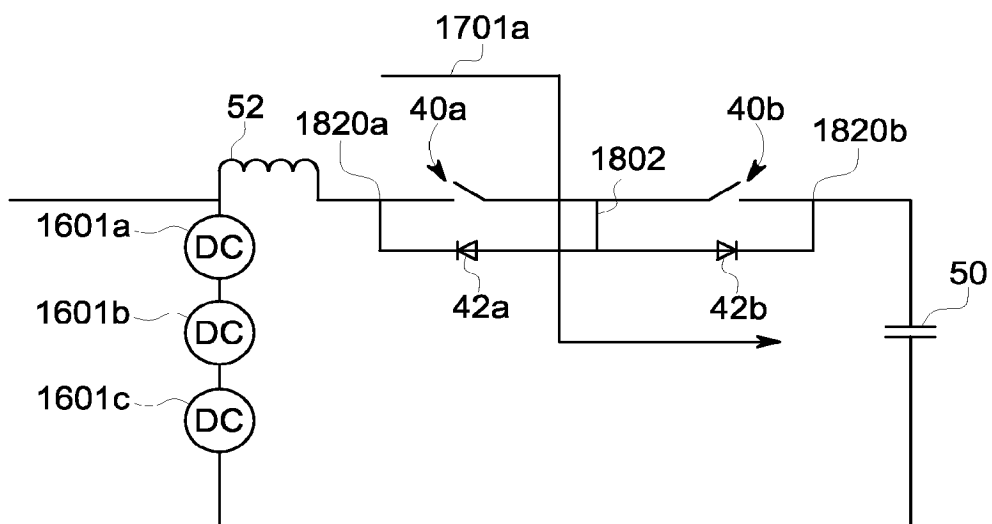


图 17A

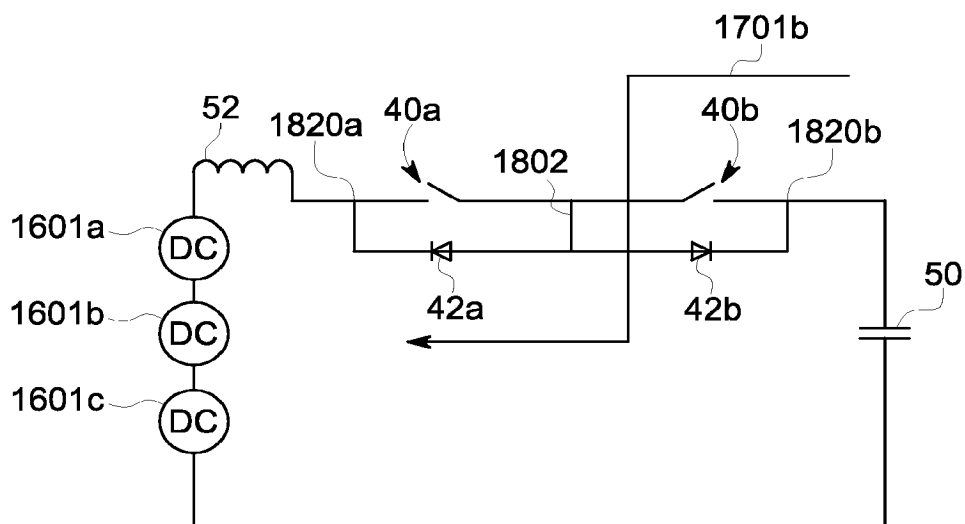


图 17B

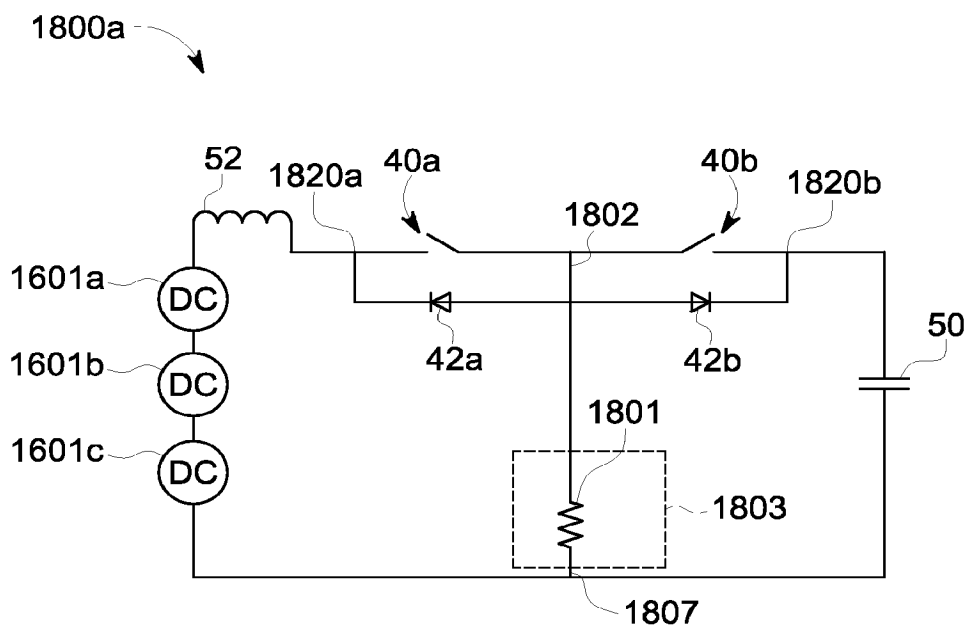


图 18A

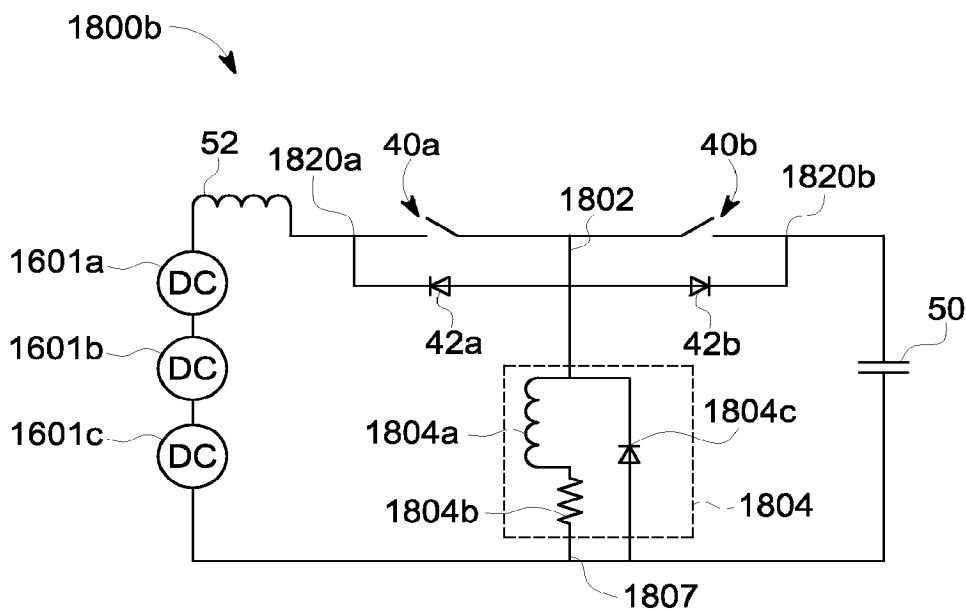


图 18B

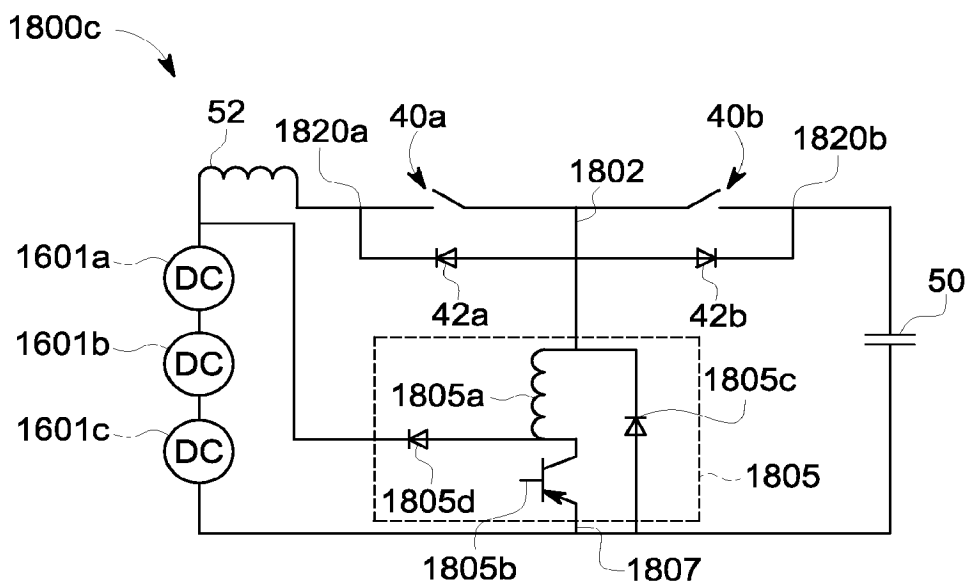


图 18C

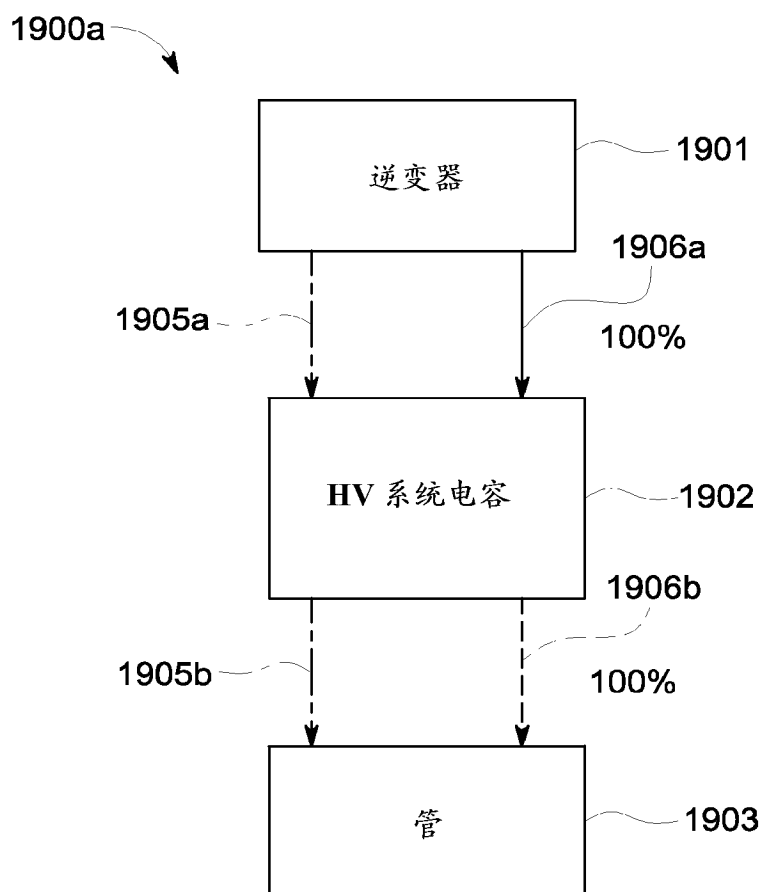


图 19A

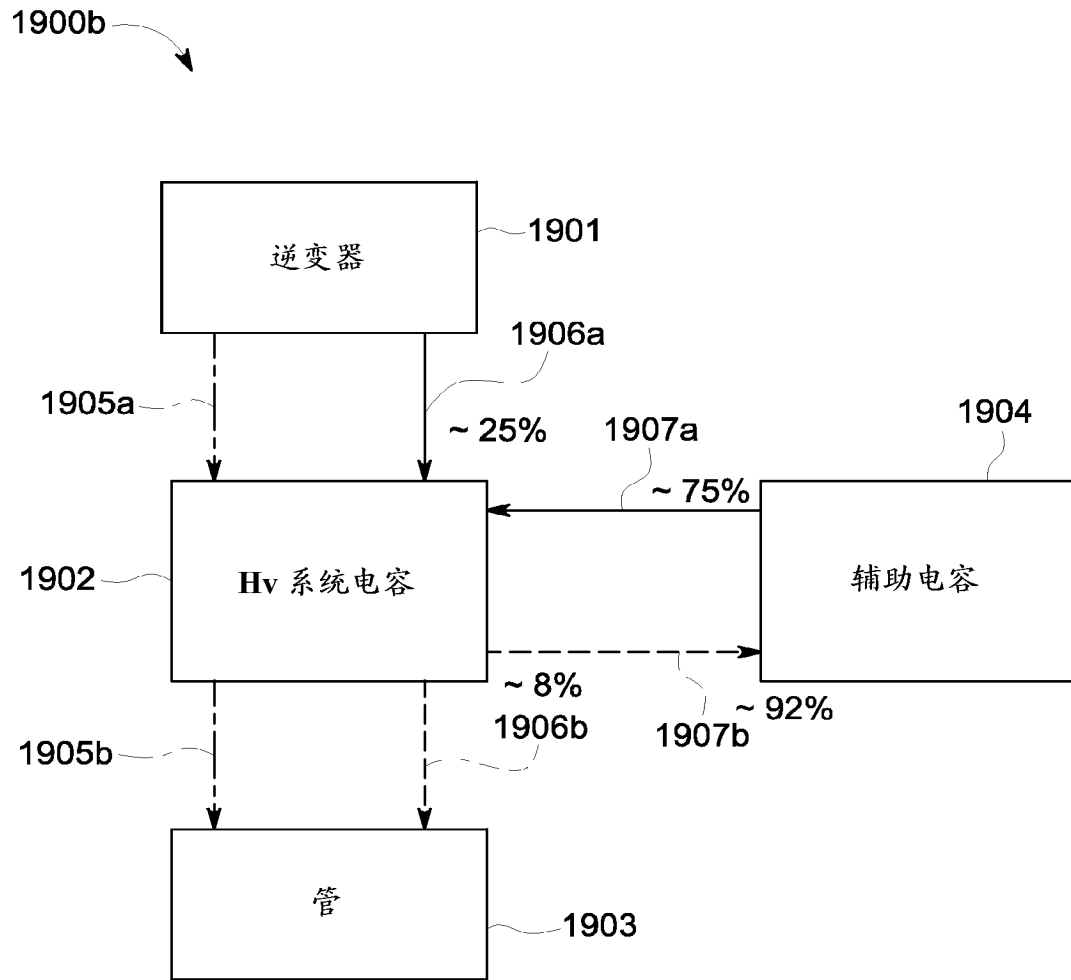


图 19B

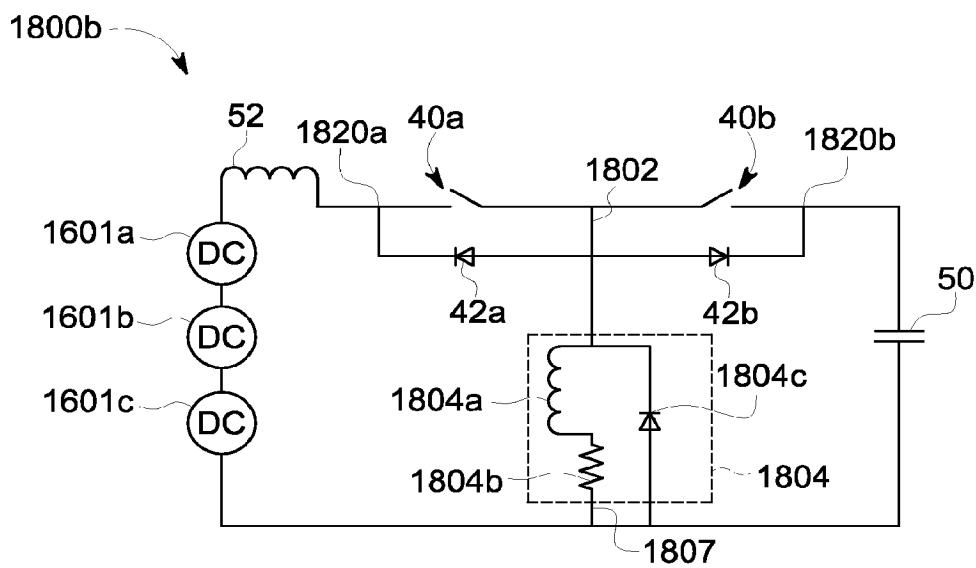
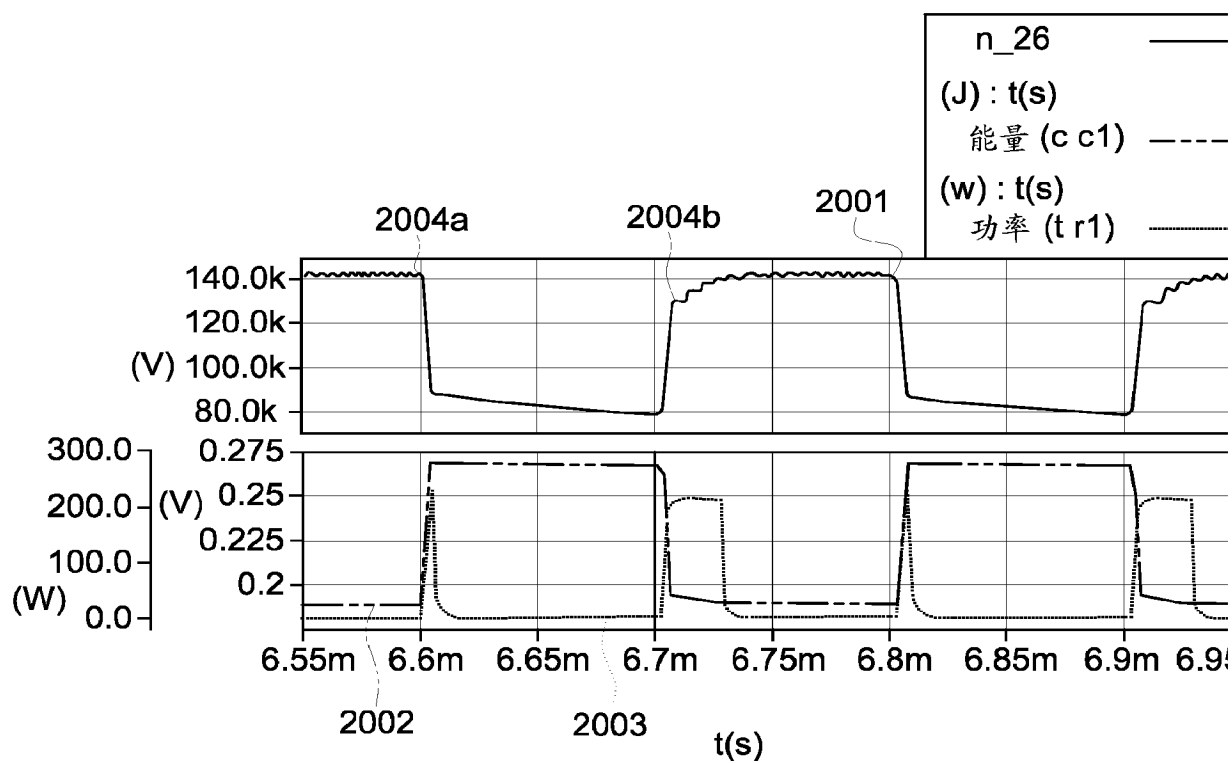


图 20