(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114126515 B
(45)授权公告日 2025.03.21

(21)申请号 201980094939.X
(22)申请日 2019.09.06
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114126515 A
(43)申请公布日 2022.03.01
(30)优先权数据
62/826,588 2019.03.29 US
62/826,584 2019.03.29 US
62/826,592 2019.03.29 US
16/562,162 2019.09.05 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.28
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/049970 2019.09.06
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/204987 EN 2020.10.08

(73)专利权人 西拉格国际有限公司
地址 瑞士楚格市
(72)发明人 A·W·卡罗尔
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 刘迎春 张宁潇

(51)Int.Cl.
A61B 17/32(2006.01)
A61B 17/00(2006.01)
A61B 90/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 103281983 A,2013.09.04
US 2017296213 A1,2017.10.19
审查员 朱晓乐

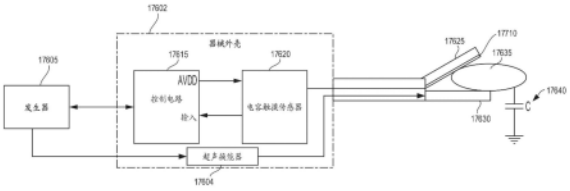
权利要求书1页 说明书60页 附图42页

(54)发明名称

用于模块化外科系统的自动超声能量激活电路设计

(57)摘要

本公开的各方面呈现了一种为模块化外科系统提供自动超声能量激活的电路设计。在一些方面,超声外科器械中的控制电路可连接到模块化能量系统,该模块化能量系统在基于满足一些阈值标准自动激活超声功能之后允许治疗能量从发生器传递到超声外科器械。在一些方面,超声器械可包括电容触摸传感器(17620),该电容触摸传感器在触摸传感器接触适当组织时发送信号以自动激活治疗超声能量。



CN 114126515 B

1.一种外科系统,包括:

超声外科器械,所述超声外科器械包括:

外壳;

超声换能器;

控制电路;

端部执行器,所述端部执行器包括夹钳和超声刀,其中所述超声刀声学上耦接到所述超声换能器;

第一电容触摸传感器,所述第一电容触摸传感器位于所述夹钳上并且面向所述超声刀,其中所述第一电容触摸传感器被配置成能够感测所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在并且向所述控制电路提供第一信号,其中所述第一信号指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在;

第二电容触摸传感器,所述第二电容触摸传感器位于所述超声刀上并且面向所述夹钳,其中所述第二电容触摸传感器被配置成能够感测所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在并且提供指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的第二信号;以及

发生器,所述发生器耦接到所述超声换能器,所述发生器被配置成能够将治疗超声能量递送到所述超声刀;

其中所述控制电路被配置成能够基于指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的所述信号激活所述发生器以将超声治疗能量施加到所述超声刀。

2.根据权利要求1所述的外科系统,其中,所述第一电容触摸传感器面向所述超声刀定位在所述夹钳上,以检测位于所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在。

3.根据权利要求2所述的外科系统,还包括耦接在所述控制电路和所述第一电容触摸传感器之间以及耦接在所述控制电路和所述第二电容触摸传感器之间的电导体,其中所述控制电路被配置成能够向所述第一电容触摸传感器和所述第二电容触摸传感器供应功率。

4.根据权利要求2所述的外科系统,其中,所述夹钳还包括耦接到所述第一电容触摸传感器的导电元件。

5.根据权利要求4所述的外科系统,其中,所述第二电容触摸传感器还被配置成能够由施加在所述导电元件和所述超声刀之间的非治疗能量通电。

6.根据权利要求4所述的外科系统,其中,所述导电元件是导电垫。

7.根据权利要求4所述的外科系统,其中,所述导电元件是集成在垫中的电极。

8.根据权利要求1所述的外科系统,其中,所述控制电路还被配置成能够基于所述控制电路同时接收所述第一信号和所述第二信号两者来控制所述发生器向所述超声换能器供应电能以将治疗能量施加到所述超声刀,其中所述控制电路被配置成能够基于所述控制电路仅接收所述第一信号或所述第二信号中的一者来控制所述发生器以停止向所述发生器供应电能。

用于模块化外科系统的自动超声能量激活电路设计

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2019年9月5日提交的标题为“AUTOMATIC ULTRASONIC ENERGY ACTIVATION CIRCUIT DESIGN FOR MODULAR SURGICAL SYSTEMS”的美国非临时专利申请序列号16/562,162的权益,该申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0003] 本申请还要求2019年3月29日提交的标题为“MODULAR SURGICAL PLATFORM ELECTRICAL ARCHITECTURE”的美国临时专利申请序列号62/826,584的权益,该申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0004] 本申请还要求2019年3月29日提交的标题为“MODULAR ENERGY SYSTEM INSTRUMENT COMMUNICATION TECHNIQUES”的美国临时专利申请序列号62/826,588的权益,该申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0005] 本申请还要求2019年3月29日提交的标题为“MODULAR ENERGY DELIVERY SYSTEM”的美国临时专利申请序列号62/826,592的权益,该申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

背景技术

[0006] 本公开涉及多种外科系统,包括模块化的电外科系统和/或超声外科系统。手术室(OR)需要简化的资本解决方案,因为由于完成每个外科规程所需的不同装置的数量,OR是线绳、装置和人的缠结的网。这是全球每个市场中每个OR的实际情况。固定设备是在OR内产生混乱的主要罪魁祸首,因为大多数固定设备执行一项任务或工作,并且每种类型的固定设备都需要使用独特的技术或方法并具有独特的用户界面。因此,存在尚未满足的对于待合并的固定设备和其他外科技术的消费者需求,以便减少OR内的设备占地面积,简化设备的界面,并且通过减少外科工作人员需要与之交互的装置的数量来提高外科工作人员在外科规程期间的效率。

发明内容

[0007] 一种外科系统,包括:超声外科器械,所述超声外科器械包括:外壳;超声换能器;控制电路;端部执行器,所述端部执行器包括夹钳和超声刀,其中所述超声刀声学上耦接到所述超声换能器;以及电容触摸传感器,所述电容触摸传感器被配置成能够感测所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在并且向所述控制电路提供信号,其中所述信号指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在;以及发生器,所述发生器耦接到所述超声换能器,所述发生器被配置成能够将治疗超声能量递送到所述超声刀;其中所述控制电路被配置成能够基于指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的所述信号激活所述发生器以将超声治疗能量施加到所述超声刀。

[0008] 一种用于向超声外科器械的超声刀自动供应能量的外科器械的方法,所述方法包括:由所述外科器械的控制电路将非治疗能量递送到所述外科器械的电容触摸传感器;由所述电容触摸传感器接收来自导电组织的电容读数;由所述电容触摸传感器向所述控制电

路传输指示接收到所述电容读数的信号输入;以及由所述控制电路将能量从超声发生器引导到耦接到所述超声刀的超声换能器。

附图说明

[0009] 通过参考以下结合如下附图所作的说明可最好地理解本文所述的各种方面(有关手术组织和方法)及其进一步的目的和优点。

[0010] 图1是根据本公开的至少一个方面的由计算机实现的交互式外科系统的框图。

[0011] 图2是根据本公开的至少一个方面的用于在手术室中执行外科规程的外科系统。

[0012] 图3是根据本公开的至少一个方面的与可视化系统、机器人系统和智能器械配对的外科集线器。

[0013] 图4是根据本公开的至少一个方面的外科集线器壳体和能够可滑动地接纳在外科集线器壳体的抽屉中的组合发生器模块的局部透视图。

[0014] 图5是根据本公开的至少一个方面的具有双极、超声和单极触点以及排烟部件的组合发生器模块的透视图。

[0015] 图6示出了根据本公开的至少一个方面的用于横向模块化外壳的多个横向对接端口的单独功率总线附接件,该横向模块化外壳被配置成能够接纳多个模块。

[0016] 图7示出了根据本公开的至少一个方面的被配置成能够接纳多个模块的竖直模块化外壳。

[0017] 图8示出了根据本公开的至少一个方面的包括模块化通信集线器的外科数据网络,该模块化通信集线器被配置成能够将位于医疗设施的一个或多个手术室中的模块化装置或专用于外科操作的医疗设施中的任何房间连接到云。

[0018] 图9是根据本公开的至少一个方面的计算机实现的交互式外科系统。

[0019] 图10示出了根据本公开的至少一个方面的包括耦接到模块化控制塔的多个模块的外科集线器。

[0020] 图11示出了根据本公开的至少一个方面的通用串行总线(USB)网络集线器装置的一个方面。

[0021] 图12示出了根据本公开的至少一个方面的外科器械或工具的控制系统的逻辑图。

[0022] 图13示出了根据本公开的至少一个方面的被配置成能够控制外科器械或工具的各方面的控制电路。

[0023] 图14示出了根据本公开的至少一个方面的被配置成能够控制外科器械或工具的各方面的组合逻辑电路。

[0024] 图15示出了根据本公开的至少一个方面的被配置成能够控制外科器械或工具的各方面的时序逻辑电路。

[0025] 图16示出了根据本公开的至少一个方面的包括多个马达的外科器械或工具,该多个马达可被激活以执行各种功能。

[0026] 图17是根据本公开的至少一个方面的被配置成能够操作本文所述的外科工具的机器人外科器械的示意图。

[0027] 图18示出了根据本公开的至少一个方面的被编程为控制位移构件的远侧平移的外科器械的框图。

[0028] 图19是根据本公开的至少一个方面的被配置成能够控制各个功能的外科器械的示意图。

[0029] 图20是根据本公开的至少一个方面的被配置成能够在包括模块化通信集线器的外科数据网络中执行自适应超声刀控制算法的系统。

[0030] 图21示出了根据本公开的至少一个方面的发生器的示例。

[0031] 图22是根据本公开的至少一个方面的外科系统,该外科系统包括发生器和能够与其一起使用的各种外科器械。

[0032] 图23是根据本公开的至少一个方面的态势感知外科系统的图。

[0033] 图24是根据本公开的至少一个方面的能够组合以定制模块化能量系统的多种模块和其他部件的图。

[0034] 图25A是根据本公开的至少一个方面的第一示例性模块化能量系统构型,其包括头模块和显示屏,该显示屏呈现用于中继关于连接到头模块的模块的信息的图形用户界面(GUI)。

[0035] 图25B是根据本公开的至少一个方面的安装到推车的图25A中所示的模块化能量系统。

[0036] 图26A是根据本公开的至少一个方面的第二示例性模块化能量系统构型,其包括连接在一起并安装到推车的头模块、显示屏、能量模块和扩展能量模块。

[0037] 图26B是根据本公开的至少一个方面的第三示例性模块化能量系统构型,其类似于图25A中所示的第二构型,不同的是头模块不含显示屏。

[0038] 图27是根据本公开的至少一个方面的第四示例性模块化能量系统构型,其包括连接在一起并安装到推车的头模块、显示屏、能量模块、扩展能量模块和技术模块。

[0039] 图28是根据本公开的至少一个方面的第五示例性模块化能量系统构型,其包括连接在一起并安装到推车的头模块、显示屏、能量模块、扩展能量模块、技术模块和可视化模块。

[0040] 图29是根据本公开的至少一个方面的包括能够通信地连接外科平台的模块化能量系统的图。

[0041] 图30是根据本公开的至少一个方面的包括用户界面的模块化能量系统的头模块的透视图。

[0042] 图31是根据本公开的至少一个方面的模块化能量系统的独立集线器构型的框图。

[0043] 图32是根据本公开的至少一个方面的与外科控制系统集成的模块化能量系统的集线器构型的框图。

[0044] 图33是根据本公开的至少一个方面的耦接到模块化能量系统的通信模块的用户界面模块的框图。

[0045] 图34是根据本公开的至少一个方面的模块化能量系统的能量模块的框图。

[0046] 图35A和图35B示出了根据本公开的至少一个方面的耦接到模块化能量系统的头模块的能量模块的框图。

[0047] 图36A和图36B示出了根据本公开的至少一个方面的用于集线器的模块化能量系统的头/用户界面(UI)模块(诸如图33中所示的头模块)的框图。

[0048] 图37是根据本公开的至少一个方面的用于集线器的能量模块(诸如图31至图36B

中所示的能量模块)的框图。

[0049] 图38示出了根据本公开的至少一个方面的外科装置的自动超声激活的示例性具体实施的图示。

[0050] 图39示出了根据本公开的至少一个方面的使用电容触摸传感器的具有自动激活能力的器械的各种部件的框图图示。

[0051] 图40示出了根据本公开的至少一个方面的具有自动超声激活的器械的另一变型,其中电容触摸传感器定位在端部执行器处。

[0052] 图41示出了根据本公开的至少一个方面的外科器械的另一变型中的一对电容触摸传感器,该对电容触摸传感器被配置成能够同时配准一些电容读数以便使治疗能量自动激活。

[0053] 图42示出了根据本公开的至少一个方面的方法的逻辑图,该方法描绘了用于由器械自动激活治疗超声能量的控制程序或逻辑配置。

具体实施方式

[0054] 本申请的申请人拥有与之同时提交的以下美国专利申请,这些临时专利申请中的每个的公开内容全文以引用方式并入本文:

[0055] • 美国专利申请案卷号END9067USNP1/180679-1M,其标题为“METHOD FOR CONSTRUCTING AND USING A MODULAR SURGICAL ENERGY SYSTEM WITH MULTIPLE DEVICES”;

[0056] • 美国专利申请案卷号END9069USNP1/180681-1M,其标题为“METHOD FOR ENERGY DISTRIBUTION IN A SURGICAL MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0057] • 美国专利申请案卷号END9069USNP2/180681-2,其标题为“SURGICAL MODULAR ENERGY SYSTEM WITH A SEGMENTED BACKPLANE”;

[0058] • 美国专利申请案卷号END9069USNP3/180681-3,其标题为“SURGICAL MODULAR ENERGY SYSTEM WITH FOOTER MODULE”;

[0059] • 美国专利申请案卷号END9069USNP4/180681-4,其标题为“POWER AND COMMUNICATION MITIGATION ARRANGEMENT FOR MODULAR SURGICAL ENERGY SYSTEM”;

[0060] • 美国专利申请案卷号END9069USNP5/180681-5,其标题为“MODULAR SURGICAL ENERGY SYSTEM WITH MODULE POSITIONAL AWARENESS SENSING WITH VOLTAGE DETECTION”;

[0061] • 美国专利申请案卷号END9069USNP6/180681-6,其标题为“MODULAR SURGICAL ENERGY SYSTEM WITH MODULE POSITIONAL AWARENESS SENSING WITH TIME COUNTER”;

[0062] • 美国专利申请案卷号END9069USNP7/180681-7,其标题为“MODULAR SURGICAL ENERGY SYSTEM WITH MODULE POSITIONAL AWARENESS WITH DIGITAL LOGIC”;

[0063] • 美国专利申请案卷号END9068USNP1/180680-1M,其标题为“METHOD FOR CONTROLLING AN ENERGY MODULE OUTPUT”;

[0064] • 美国专利申请案卷号END9068USNP2/180680-2,其标题为“ENERGY MODULE FOR DRIVING MULTIPLE ENERGY MODALITIES”;

[0065] • 美国专利申请案卷号END9068USNP3/180680-3,其标题为“GROUNDING

ARRANGEMENT OF ENERGY MODULES”;

[0066] • 美国专利申请案卷号END9068USNP4/180680-4,其标题为“BACKPLANE CONNECTOR DESIGN TO CONNECT STACKED ENERGY MODULES”;

[0067] • 美国专利申请案卷号END9068USNP5/180680-5,其标题为“ENERGY MODULE FOR DRIVING MULTIPLE ENERGY MODALITIES THROUGH A PORT”;

[0068] • 美国专利申请案卷号END9068USNP6/180680-6,其标题为“SURGICAL INSTRUMENT UTILIZING DRIVE SIGNAL TO POWER SECONDARY FUNCTION”;

[0069] • 美国专利申请案卷号END9038USNP1/180529-1M,其标题为“METHOD FOR CONTROLLING A MODULAR ENERGY SYSTEM USER INTERFACE”;

[0070] • 美国专利申请案卷号END9038USNP2/180529-2,其标题为“PASSIVE HEADER MODULE FOR A MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0071] • 美国专利申请案卷号END9038USNP3/180529-3,其标题为“CONSOLIDATED USER INTERFACE FOR MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0072] • 美国专利申请案卷号END9038USNP4/180529-4,其标题为“AUDIO TONE CONSTRUCTION FOR AN ENERGY MODULE OF A MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0073] • 美国专利申请案卷号END9038USNP5/180529-5,其标题为“ADAPTABLY CONNECTABLE AND REASSIGNABLE SYSTEM ACCESSORIES FOR MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0074] • 美国专利申请案卷号END9070USNP1/180682-1M,其标题为“METHOD FOR COMMUNICATING BETWEEN MODULES AND DEVICES IN A MODULAR SURGICAL SYSTEM”;

[0075] • 美国专利申请案卷号END9070USNP2/180682-2,其标题为“FLEXIBLE HAND-SWITCH CIRCUIT”;

[0076] • 美国专利申请案卷号END9070USNP3/180682-3,其标题为“FIRST AND SECOND COMMUNICATION PROTOCOL ARRANGEMENT FOR DRIVING PRIMARY AND SECONDARY DEVICES THROUGH A SINGLE PORT”;

[0077] • 美国专利申请案卷号END9070USNP4/180682-4,其标题为“FLEXIBLE NEUTRAL ELECTRODE”;

[0078] • 美国专利申请案卷号END9070USNP5/180682-5,其标题为“SMART RETURN PAD SENSING THROUGH MODULATION OF NEAR FIELD COMMUNICATION AND CONTACT QUALITY MONITORING SIGNALS”;

[0079] • 美国专利申请案卷号END9070USNP6/180682-6,其标题为“AUTOMATIC ULTRASONIC ENERGY ACTIVATION CIRCUIT DESIGN FOR MODULAR SURGICAL SYSTEMS”;

[0080] • 美国专利申请案卷号END9070USNP7/180682-7,其标题为“COORDINATED ENERGY OUTPUTS OF SEPARATE BUT CONNECTED MODULES”;

[0081] • 美国专利申请案卷号END9070USNP8/180682-8,其标题为“MANAGING SIMULTANEOUS MONOPOLAR OUTPUTS USING DUTY CYCLE AND SYNCHRONIZATION”;

[0082] • 美国专利申请案卷号END9070USNP9/180682-9,其标题为“PORT PRESENCE DETECTION SYSTEM FOR MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0083] • 美国专利申请案卷号END9070USNP10/180682-10,其标题为“INSTRUMENT TRACKING ARRANGEMENT BASED ON REAL TIME CLOCK INFORMATION”;

[0084] • 美国专利申请案卷号END9070USNP11/180682-11,其标题为“REGIONAL LOCATION TRACKING OF COMPONENTS OF A MODULAR ENERGY SYSTEM”;

[0085] • 美国设计专利申请案卷号END9212USDP1/190370D,其标题为“ENERGY MODULE”;

[0086] • 美国设计专利申请案卷号END9213USDP1/190371D,其标题为“ENERGY MODULE MONOPOLAR PORT WITH FOURTH SOCKET AMONG THREE OTHER SOCKETS”;

[0087] • 美国设计专利申请案卷号END9214USDP1/190372D,其标题为“BACKPLANE CONNECTOR FOR ENERGY MODULE”;以及

[0088] • 美国设计专利申请案卷号END9215USDP1/190373D,其标题为“ALERT SCREEN FOR ENERGY MODULE”。

[0089] 在详细说明外科装置和发生器的各个方面之前,应该指出的是,示例性示例的应用或使用并不局限于附图和具体实施方式中所示出的部件的构造和布置的细节。示例性示例可单独实施,或与其他方面、变更形式和修改形式结合在一起实施,并可以各种方式实践或执行。此外,除非另外指明,否则本文所用的术语和表达是为了方便读者而对例示性示例进行描述而所选的,并非为了限制性的目的。而且,应当理解,以下描述的方面中的一个或多个、方面和/或示例的表达可以与以下描述的其他方面、方面和/或示例的表达中的任何一个或多个组合。

[0090] 各个方面涉及改进的超声外科装置、电外科装置和与其一起使用的发生器。超声外科装置的各方面可被配置用于例如在外科规程期间横切和/或凝固组织。电外科装置的各方面可被配置用于例如在外科规程期间横切、凝固、定标、焊接和/或干燥组织。

[0091] 外科系统硬件

[0092] 参见图1,计算机实现的交互式外科系统100包括一个或多个外科系统102和基于云的系统(例如,可包括耦接到存储装置105的远程服务器113的云104)。每个外科系统102包括与可包括远程服务器113的云104通信的至少一个外科集线器106。在一个示例中,如图1中所示,外科系统102包括可视化系统108、机器人系统110和手持式智能外科器械112,它们被配置成能够彼此通信并且/或者与集线器106通信。在一些方面,外科系统102可包括M数量的集线器106、N数量的可视化系统108、O数量的机器人系统110和P数量的手持式智能外科器械112,其中M、N、O和P为大于或等于一的整数。

[0093] 图2示出了用于对平躺在外科手术室116中的手术台114上的患者执行外科规程的外科系统102的示例。机器人系统110在外科规程中用作外科系统102的一部分。机器人系统110包括外科医生的控制台118、患者侧推车120(外科机器人)和外科机器人集线器122。当外科医生通过外科医生的控制台118观察外科部位时,患者侧推车120可通过患者体内的微创切口来操纵至少一个可移除地耦接的外科工具117。外科部位的图像可通过医学成像装置124获得,该医学成像装置可由患者侧推车120操纵以定向成像装置124。机器人集线器122可用于处理外科部位的图像,以随后通过外科医生的控制台118显示给外科医生。

[0094] 其他类型的机器人系统可容易地适于与外科系统102一起使用。适用于本公开的机器人系统和外科工具的各种示例在2017年12月28日提交的标题为“ROBOT ASSISTED SURGICAL PLATFORM”的美国临时专利申请序列62/611,339中有所描述,该临时专利申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0095] 由云104执行并且适用于本公开的基于云的分析的各种示例描述于2017年12月28

日提交的标题为“CLOUD-BASED MEDICAL ANALYTICS”的美国临时专利申请序列62/611,340中,该临时专利申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0096] 在各种方面,成像装置124包括至少一个图像传感器和一个或多个光学部件。合适的图像传感器包括但不限于电荷耦接装置(CCD)传感器和互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器。

[0097] 成像装置124的光学部件可包括一个或多个照明源和/或一个或多个透镜。一个或多个照明源可被引导以照明外科场地的多部分。一个或多个图像传感器可接收从外科场地反射或折射的光,包括从组织和/或外科器械反射或折射的光。

[0098] 一个或多个照明源可被配置成能够辐射可见光谱中的电磁能以及不可见光谱。可见光谱(有时被称为光学光谱或发光光谱)是电磁光谱中对人眼可见(即,可被其检测)的那部分,并且可被称为可见光或简单光。典型的人眼将对空气中约380nm至约750nm的波长作出响应。

[0099] 不可见光谱(即,非发光光谱)是电磁光谱的位于可见光谱之下和之上的部分(即,低于约380nm且高于约750nm的波长)。人眼不可检测到不可见光谱。大于约750nm的波长长于红色可见光谱,并且它们变为不可见的红外(IR)、微波和无线电电磁辐射。小于约380nm的波长比紫色光谱短,并且它们变为不可见的紫外、x射线和γ射线电磁辐射。

[0100] 在各种方面,成像装置124被配置用于微创规程中。适用于本公开的成像装置的示例包括但不限于关节镜、血管镜、支气管镜、胆道镜、结肠镜、细胞检查镜、十二指镜、肠窥镜、食道-十二指肠镜(胃镜)、内窥镜、喉镜、鼻咽-肾内窥镜、乙状结肠镜、胸腔镜和子宫内窥镜。

[0101] 在一个方面,成像装置采用多光谱监测来辨别形貌和底层结构。多光谱图像是捕获跨电磁波谱的特定波长范围内的图像数据的图像。可通过滤波器或通过使用对特定波长敏感的器械来分离波长,特定波长包括来自可见光范围之外的频率的光,例如IR和紫外。光谱成像可允许提取人眼未能用其红色,绿色和蓝色的受体捕获的附加信息。多光谱成像的使用在2017年12月28日提交的标题为“INTERACTIVE SURGICAL PLATFORM”的美国临时专利申请序列62/611,341的标题“Advanced Imaging Acquisition Module”下更详细地描述,该临时专利申请的公开内容全文以引用方式并入本文。在完成外科任务以对处理过的组织执行一个或多个先前所述测试之后,多光谱监测可以是用于重新定位外科场地的有用工具。

[0102] 不言自明的是,在任何外科期间都需要对手术室和外科设备进行严格灭菌。在“外科室”(即,手术室或治疗室)中所需的严格的卫生和灭菌条件需要所有医疗装置和设备的最高可能的无菌性。该灭菌过程的一部分是需要对接触患者或穿透无菌区的任何物质进行灭菌,包括成像装置124及其附接件和部件。应当理解,无菌区可被认为是被认为不含微生物的指定区域,诸如在托盘内或无菌毛巾内,或者无菌区可被认为是已准备用于外科规程的患者周围的区域。无菌区可包括被恰当地穿着的擦洗的团队成员,以及该区域中的所有设备和固定装置。

[0103] 在各种方面,可视化系统108包括一个或多个成像传感器、一个或多个图像处理单元、一个或多个存储阵列、以及一个或多个显示器,其相对于无菌区进行策略布置,如图2中所示。在一个方面,可视化系统108包括用于HL7、PACS和EMR的界面。可视化系统108的各种

部件在2017年12月28日提交的标题为“INTERACTIVE SURGICAL PLATFORM”的美国临时专利申请序列62/611,341的标题为“Advanced Imaging Acquisition Module”下有所描述,该临时专利申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0104] 如图2中所示,主显示器119被定位在无菌区中,以对在手术台114处的操作者可见。此外,可视化塔111被定位在无菌区之外。可视化塔111包括彼此背离的第一非无菌显示器107和第二非无菌显示器109。由集线器106引导的可视化系统108被配置成能够利用显示器107、109和119来将信息流协调到无菌区内侧和外侧的操作者。例如,集线器106可使可视化系统108在非无菌显示器107或109上显示由成像装置124记录的外科部位的快照,同时保持外科部位在主显示器119上的实时馈送。非无菌显示器107或109上的快照可允许非无菌操作者例如执行与外科规程相关的诊断步骤。

[0105] 在一个方面,集线器106被进一步配置成能够将由非无菌操作者在可视化塔111处输入的诊断输入或反馈路由至无菌区内的主显示器119,其中可由操作台上的无菌操作者查看。在一个示例中,输入可以是对显示在非无菌显示器107或109上的快照的修改形式,其可通过集线器106路由到主显示器119。

[0106] 参见图2,外科器械112作为外科系统102的一部分在外科规程中使用。集线器106被进一步配置成能够协调流向外科器械112的显示器的信息流。例如,在2017年12月28日提交的标题为“INTERACTIVE SURGICAL PLATFORM”的美国临时专利申请序列62/611,341,其公开内容全文以引用方式并入本文。由非无菌操作者在可视化塔111处输入的诊断输入或反馈可由集线器106路由至无菌区内的外科器械显示器115,其中外科器械112的操作者可观察到该输入或反馈。例如,适合与外科系统102一起使用的示例性外科器械描述于2017年12月28日提交的美国临时专利申请序列号62/611,341(标题为“交互式外科平台(INTERACTIVE SURGICAL PLATFORM)”,其公开内容以引用方式全文并入本文)的标题“外科器械硬件(SURGICAL INSTRUMENT HARDWARE)”下。

[0107] 现在参见图3,集线器106被描绘为与可视化系统108、机器人系统110和手持式智能外科器械112通信。集线器106包括集线器显示器135、成像模块138、发生器模块140、通信模块130、处理器模块132和存储阵列134。在某些方面,如图3中所示,集线器106还包括排烟模块126和/或抽吸/冲洗模块128。

[0108] 在外科规程期间,用于密封和/或切割的对组织的能量施加通常与排烟、抽吸过量流体和/或冲洗组织相关联。来自不同来源的流体管线、功率管线和/或数据管线通常在外科规程期间缠结。在外科规程期间解决该问题可丢失有价值的时间。断开管线可需要将管线与其相应的模块断开连接,这可需要重置模块。集线器模块化壳体136提供用于管理功率管线、数据管线和流体管线的统一环境,这减小了此类管线之间缠结的频率。

[0109] 本公开的各方面提供了用于外科规程中的外科集线器,该外科规程涉及将能量施加到外科部位处的组织。外科集线器包括集线器壳体和能够可滑动地接纳在集线器壳体的对接底座中的组合发生器模块。对接底座包括数据触点和功率触点。组合发生器模块包括座置在单个单元中的超声能量发生器部件、双极RF能量发生器部件和单极RF能量发生器部件中的两个或更多个。在一个方面,组合发生器模块还包括排烟部件,用于将组合发生器模块连接到外科器械的至少一根能量递送缆线、被配置成能够排出通过向组织施加治疗能量而产生的烟雾、流体和/或颗粒的至少一个排烟部件、以及从远程外科部位延伸至排烟部件

的流体管线。

[0110] 在一个方面,流体管线是第一流体管线,并且第二流体管线从远程外科部位延伸至可滑动地接纳在集线器壳体中的抽吸和冲洗模块。在一个方面,集线器壳体包括流体接口。

[0111] 某些外科规程可需要将多于一种能量类型施加到组织。一种能量类型可更有利于切割组织,而另一种不同的能量类型可更有利于密封组织。例如,双极发生器可用于密封组织,而超声发生器可用于切割密封的组织。本公开的各方面提供了一种解决方案,其中集线器模块化壳体136被配置成能够容纳不同的发生器,并且有利于它们之间的交互式通信。集线器模块化壳体136的优点之一是使得能够快速地移除和/或更换各种模块。

[0112] 本公开的方面提供了在涉及将能量施加到组织的外科规程中使用的模块化外科壳体。模块化外科壳体包括第一能量发生器模块,该第一能量发生器模块被配置成能够生成用于施加到组织的第一能量,和第一对接底座,该第一对接底座包括第一对接端口,该第一对接端口包括第一数据和功率触点,其中第一能量发生器模块可滑动地运动成与该功率和数据触点电接合,并且其中第一能量发生器模块可滑动地运动出与第一功率和数据触点的电接合,

[0113] 对上文进行进一步描述,模块化外科壳体还包括第二能量发生器模块,该第二能量发生器模块被配置成能够生成不同于第一能量的第二能量以用于施加到组织,和第二对接底座,该第二对接底座包括第二对接端口,该第二对接端口包括第二数据和功率触点,其中第二能量发生器模块可滑动地运动成与功率和数据触点电接合,并且其中第二能量发生器可滑动地运动出于第二功率和数据触点的电接触。

[0114] 此外,模块化外科壳体还包括在第一对接端口和第二对接端口之间的通信总线,其被配置成能够有利于第一能量发生器模块和第二能量发生器模块之间的通信。

[0115] 参见图3至图7,本公开的各方面被呈现为集线器模块化壳体136,其允许发生器模块140、排烟模块126和抽吸/冲洗模块128的模块化集成。集线器模块化壳体136还有利于模块140、126、128之间的交互式通信。如图5中所示,发生器模块140可为具有集成的单极部件、双极部件和超声部件的发生器模块,该部件被支撑在可滑动地插入到集线器模块化壳体136中的单个外壳单元139中。如图5中所示,发生器模块140可被配置成能够连接到单极装置146、双极装置147和超声装置148。另选地,发生器模块140可包括通过集线器模块化壳体136进行交互的一系列单极发生器模块、双极发生器模块和/或超声发生器模块。集线器模块化壳体136可被配置成能够有利于多个发生器的插入和对接到集线器模块化壳体136中的发生器之间的交互通信,使得发生器将充当单个发生器。

[0116] 在一个方面,集线器模块化壳体136包括具有外部和无线通信接头的模块化功率和通信底板149,以实现模块140、126、128的可移除附接以及它们之间的交互通信。

[0117] 在一个方面,集线器模块化壳体136包括对接底座或抽屉151(本文也称为抽屉),其被配置成能够可滑动地接纳模块140、126、128。图4示出了能够可滑动地接纳在外科集线器壳体136的对接底座151中的外科集线器壳体136和组合发生器模块145的局部透视图。在组合发生器模块145的背面上具有功率和数据触点的对接端口152被配置成能够当组合发生器模块145滑动到集线器模块壳体136的对应的对接底座151内的适当位置时,将对应的对接端口150与集线器模块化壳体136的对应对接底座151的功率和数据触点接合。在一个

方面,组合发生器模块145包括一起集成到单个外壳单元139中的双极、超声和单极模块以及排烟模块,如图5中所示。

[0118] 在各种方面,排烟模块126包括流体管线154,该流体管线将捕获/收集的烟雾和/或流体从外科部位传送到例如排烟模块126。源自排烟模块126的真空抽吸可将烟雾吸入外科部位处的公用导管的开口中。耦接到流体管线的公用导管可以是端接在排烟模块126处的柔性管的形式。公用导管和流体管线限定朝向接纳在集线器壳体136中的排烟模块126延伸的流体路径。

[0119] 在各种方面,抽吸/冲洗模块128耦接到包括吸出流体管线和抽吸流体管线的外科工具。在一个示例中,吸出流体管线和抽吸流体管线为从外科部位朝向抽吸/冲洗模块128延伸的柔性管的形式。一个或多个驱动系统可被配置成能够使冲洗到外科部位的流体和从外科部位抽吸流体。

[0120] 在一个方面,外科工具包括轴,该轴具有在其远侧端部处的端部执行器以及与端部执行器、吸出管和冲洗管相关联的至少一种能量处理。吸出管可在其远侧端部处具有入口,并且吸出管延伸穿过轴。类似地,吸出管可延伸穿过轴并且可具有邻近能量递送工具的入口。能量递送工具被配置成能够将超声能量和/或RF能量递送至外科部位,并且通过最初延伸穿过轴的缆线耦接到发生器模块140。

[0121] 冲洗管可与流体源流体连通,并且吸出管可与真空源流体连通。流体源和/或真空源可座置在抽吸/冲洗模块128中。在一个示例中,流体源和/或真空源可独立于抽吸/冲洗模块128座置在集线器壳体136中。在此类示例中,流体接口可被配置成能够将抽吸/冲洗模块128连接到流体源和/或真空源。

[0122] 在一个方面,集线器模块化壳体136上的模块140、126、128和/或其对应的对接底座可包括对准特征部,该对准特征部被配置成能够将模块的对接端口对准成与其在集线器模块化壳体136的对接底座中的对应端口接合。例如,如图4中所示,组合发生器模块145包括侧支架155,该侧支架被配置成能够与集线器模块化壳体136的对应的对接底座151的对应支架156可滑动地接合。支架配合以引导组合发生器模块145的对接端口触点与集线器模块化壳体136的对接端口触点电接合。

[0123] 在一些方面,集线器模块化壳体136的抽屉151为相同的或大体上相同的大小,并且模块的大小被调节为接纳在抽屉151中。例如,侧支架155和/或156可根据模块的大小而更大或更小。在其他方面,抽屉151的大小不同,并且各自被设计成容纳特定模块。

[0124] 此外,可对特定模块的触点进行键控以与特定抽屉的触点接合,以避免将模块插入到具有不匹配触点的抽屉中。

[0125] 如图4中所示,一个抽屉151的对接端口150可通过通信链路157耦接到另一个抽屉151的对接端口150,以有利于座置在集线器模块化壳体136中的模块之间的交互式通信。另选地或附加地,集线器模块化壳体136的对接端口150可有利于座置在集线器模块化壳体136中的模块之间的无线交互通信。可采用任何合适的无线通信,诸如例如Air Titan-Bluetooth。

[0126] 图6示出了用于横向模块化外壳160的多个横向对接端口的单个功率总线附接件,该横向模块化外壳被配置成能够接纳外科集线器206的多个模块。横向模块化外壳160被配置成能够横向接纳和互连模块161。模块161可滑动地插入到横向模块化外壳160的对接底

座162中,该横向模块化外壳160包括用于互连模块161的底板。如图6中所示,模块161横向布置在横向模块化外壳160中。另选地,模块161可竖直地布置在横向模块化外壳中。

[0127] 图7示出了被配置成能够接纳外科集线器106的多个模块165的竖直模块化外壳164。模块165可滑动地插入到竖直模块化外壳164的对接底座或抽屉167中,该竖直模块化外壳164包括用于互连模块165的底板。尽管竖直模块化外壳164的抽屉167竖直布置,但在某些情况下,竖直模块化外壳164可包括横向布置的抽屉。此外,模块165可通过竖直模块化外壳164的对接端口彼此交互。在图7的示例中,提供了用于显示与模块165的操作相关的数据的显示器177。此外,竖直模块化外壳164包括主模块178,该主模块座置可滑动地接纳在主模块178中的多个子模块。

[0128] 在各种方面,成像模块138包括集成视频处理器和模块化光源,并且适于与各种成像装置一起使用。在一个方面,成像装置由可装配有光源模块和相机模块的模块化外壳构成。外壳可为一次性外壳。在至少一个示例中,一次性外壳可移除地耦接到可重复使用的控制器、光源模块和相机模块。光源模块和/或相机模块可根据外科规程的类型选择性地选择。在一个方面,相机模块包括CCD传感器。在另一个方面,相机模块包括CMOS传感器。在另一个方面,相机模块被配置用于扫描波束成像。同样,光源模块可被配置成能够递送白光或不同的光,这取决于外科规程。

[0129] 在外科规程期间,从外科场地移除外科装置并用包括不同相机或不同光源的另一外科装置更换外科装置可为低效的。暂时失去对外科场地的视线可导致不期望的后果。本公开的模块成像装置被配置成能够允许在外科规程期间中流更换光源模块或相机模块,而不必从外科场地移除成像装置。

[0130] 在一个方面,成像装置包括具有多个通道的管状外壳。第一通道被配置成能够可滑动地接纳相机模块,该相机模块可被配置用于与第一通道按扣配合接合。第二通道被配置成能够可滑动地接纳光源模块,该光源模块可被配置用于与第二通道按扣配合接合。在另一个示例中,相机模块和/或光源模块可在其相应通道内旋转到最终位置。可采用螺纹接合代替按扣配合接合。

[0131] 在各种示例中,多个成像装置被放置在外科场地中的不同位置以提供多个视图。成像模块138可被配置成能够在成像装置之间切换以提供最佳视图。在各种方面,成像模块138可被配置成能够集成来自不同成像装置的图像。

[0132] 适用于本公开的各种图像处理器和成像装置描述于2011年8月9日公布的标题为“COMBINED SBI AND CONVENTIONAL IMAGE PROCESSOR”美国专利7,995,045中,该专利全文以引用方式并入本文。此外,2011年7月19日公布的标题为“SBI MOTION ARTIFACT REMOVAL APPARATUS AND METHOD”的美国专利7,982,776描述了用于从图像数据中移除运动伪影的各种系统,该专利全文以引用方式并入本文。此类系统可与成像模块138集成。此外,2011年12月15日公布的标题为“CONTROLLABLE MAGNETIC SOURCE TO FIXTURE INTRACORPOREAL APPARATUS”的美国专利申请公布2011/0306840和2014年8月28日公布的标题为“SYSTEM FOR PERFORMING A MINIMALLY INVASIVE SURGICAL PROCEDURE”的美国专利申请公布2014/0243597,以上专利中的每个全文以引用方式并入本文。

[0133] 图8示出了包括模块化通信集线器203的外科数据网络201,该模块化通信集线器被配置成能够将位于医疗设施的一个或多个手术室中的模块化装置或专门配备用于外科

操作的医疗设施中的任何房间连接到基于云的系统(例如,可包括耦接到存储装置205的远程服务器213的云204)。在一个方面,模块化通信集线器203包括与网络路由器通信的网络集线器207和/或网络交换机209。模块化通信集线器203还可耦接到本地计算机系统210以提供本地计算机处理和数据操纵。外科数据网络201可被配置为无源的、智能的或交换的。无源外科数据网络充当数据的管道,从而使得其能够从一个装置(或区段)转移到另一个装置(或区段)以及云计算资源。智能外科数据网络包括附加特征部,以使得能够监测穿过外科数据网络的流量并配置网络集线器207或网络交换机209中的每个端口。智能外科数据网络可被称为可管理的集线器或交换机。交换集线器读取每个包的目标地址,并且然后将包转发到正确的端口。

[0134] 位于手术室中的模块化装置1a-1n可耦接到模块化通信集线器203。网络集线器207和/或网络交换机209可耦接到网络路由器211以将装置1a-1n连接至云204或本地计算机系统210。与装置1a-1n相关联的数据可经由路由器传输到基于云的计算机,用于远程数据处理和操纵。与装置1a-1n相关联的数据也可被传输至本地计算机系统210以用于本地数据处理和操纵。位于相同手术室中的模块化装置2a-2m也可耦接到网络交换机209。网络交换机209可耦接到网络集线器207和/或网络路由器211以将装置2a-2m连接至云204。与装置2a-2n相关联的数据可经由网络路由器211传输到云204以用于数据处理和操纵。与装置2a-2m相关联的数据也可被传输至本地计算机系统210以用于本地数据处理和操纵。

[0135] 应当理解,可通过将多个网络集线器207和/或多个网络交换机209与多个网络路由器211互连来扩展外科数据网络201。模块化通信集线器203可被包含在模块化控制塔中,该模块化控制塔被配置成能够接纳多个装置1a-1n/2a-2m。本地计算机系统210也可包含在模块化控制塔中。模块化通信集线器203连接到显示器212以显示例如在外科规程期间由装置1a-1n/2a-2m中的一些获得的图像。在各种方面,装置1a-1n/2a-2m可包括例如各种模块,诸如耦接到内窥镜的成像模块138、耦接到基于能量的外科装置的发生器模块140、排烟模块126、抽吸/冲洗模块128、通信模块130、处理器模块132、存储阵列134、连接到显示器的外科装置、和/或可连接到外科数据网络201的模块化通信集线器203的其他模块化装置中的非接触传感器模块。

[0136] 在一个方面,外科数据网络201可包括将装置1a-1n/2a-2m连接至云的(一个或多个)网络集线器、(一个或多个)网络交换机和(一个或多个)网络路由器的组合。耦接到网络集线器或网络交换机的装置1a-1n/2a-2m中的任何一个或全部可实时收集数据并将数据传输到云计算机中以进行数据处理和操纵。应当理解,云计算依赖于共享计算资源,而不是使用本地服务器或个人装置来处理软件应用程序。可使用“云”一词作为“因特网”的隐喻,尽管该术语不受此限制。因此,本文可使用术语“云计算”来指“基于互联网的计算的类型”,其中将不同的服务(诸如服务器、存储器和应用程序)递送至位于外科室(例如,固定、运动、临时或现场手术室或空间)中的模块化通信集线器203和/或计算机系统210以及通过互联网连接至模块化通信集线器203和/或计算机系统210的装置。云基础设施可由云服务提供方维护。在这种情况下,云服务提供方可以是协调位于一个或多个手术室中的装置1a-1n/2a-2m的使用和控制的实体。云计算服务可基于由智能外科器械、机器人和位于手术室中的其他计算机化装置所收集的数据来执行大量计算。集线器硬件使得多个装置或连接能够连接到与云计算资源和存储器通信的计算机。

[0137] 对由装置1a-1n/2a-2m所收集的数据应用云计算机数据处理技术,外科数据网络提供改善的外科结果,减小的成本和改善的患者满意度。可采用装置1a-1n/2a-2m中的至少一些来观察组织状态以评估在组织密封和切割规程之后密封的组织的渗漏或灌注。可采用装置1a-1n/2a-2m中的至少一些来识别病理学,诸如疾病的效应,使用基于云的计算检查包括用于诊断目的的身体组织样本的图像的数据。这包括组织和表型的定位和边缘确认。可采用装置1a-1n/2a-2m中的至少一些使用与成像装置和技术(诸如重叠由多个成像装置捕获的图像)集成的各种传感器来识别身体的解剖结构。由装置1a-1n/2a-2m收集的数据(包括图像数据)可被传输到云204或本地计算机系统210或两者以用于数据处理和操纵,包括图像处理和操纵。可分析数据以通过确定是否可继续进行进一步治疗(诸如内窥镜式干预、新兴技术、靶向辐射、靶向干预和精确机器人对组织特异性位点和状况的应用来改善外科规程结果。此类数据分析可进一步采用结果分析处理,并且使用标准化方法可提供有益反馈以确认外科治疗和外科医生的行为,或建议修改外科治疗和外科医生的行为。

[0138] 在一个具体实施中,手术室装置1a-1n可通过有线信道或无线信道连接至模块化通信集线器203,这取决于装置1a-1n至网络集线器的配置。在一个方面,网络集线器207可被实现为在开放式系统互连(OSI)模型的物理层上工作的本地网络广播装置。该网络集线器提供与位于同一手术室网络中的装置1a-1n的连接。网络集线器207以包的形式收集数据,并以半双工模式将其发送至路由器。网络集线器207不存储用于传输装置数据的任何媒体访问控制/因特网协议(MAC/IP)。装置1a-1n中的仅一个可一次通过网络集线器207发送数据。网络集线器207没有关于在何处发送信息并在每个连接上广播所有网络数据以及通过云204向远程服务器213(图9)广播所有网络数据的路由表或智能。网络集线器207可以检测基本网络错误诸如冲突,但将所有信息广播到多个端口可带来安全风险并导致瓶颈。

[0139] 在另一个具体实施中,手术室装置2a-2m可通过有线信道或无线信道连接到网络交换机209。网络交换机209在OSI模型的数据链路层中工作。网络交换机209是用于将位于相同手术室中的装置2a-2m连接到网络的多点广播装置。网络交换机209以帧的形式向网络路由器211发送数据并且以全双工模式工作。多个装置2a-2m可通过网络交换机209同时发送数据。网络交换机209存储并使用装置2a-2m的MAC地址来传输数据。

[0140] 网络集线器207和/或网络交换机209耦接到网络路由器211以连接到云204。网络路由器211在OSI模型的网络层中工作。网络路由器211产生用于将从网络集线器207和/或网络交换机211接收的数据包发射至基于云的计算机资源的路由,以进一步处理和操纵由装置1a-1n/2a-2m中的任一者或所有收集的数据。可采用网络路由器211来连接位于不同位置的两个或更多个不同的网络,诸如例如同一医疗设施的不同手术室或位于不同医疗设施的不同手术室的不同网络。网络路由器211以包的形式向云204发送数据并且以全双工模式工作。多个装置可以同时发送数据。网络路由器211使用IP地址来传输数据。

[0141] 在一个示例中,网络集线器207可被实现为USB集线器,其允许多个USB装置连接到主机。USB集线器可以将单个USB端口扩展到多个层级,以便有更多端口可用于将装置连接到主机系统计算机。网络集线器207可包括用于通过有线信道或无线信道接收信息的有线或无线能力。在一个方面,无线USB短距离、高带宽无线无线电通信协议可用于装置1a-1n和位于手术室中的装置2a-2m之间的通信。

[0142] 在其他示例中,手术室装置1a-1n/2a-2m可经由蓝牙无线技术标准与模块化通信

集线器203通信,以用于在短距离(使用ISM频带中的2.4至2.485GHz的短波长UHF无线电波)从固定装置和运动装置交换数据以及构建个人局域网(PAN)。在其他方面,手术室装置1a-1n/2a-2m可经由多种无线或有线通信标准或协议与模块化通信集线器203通信,包括但不限于Wi-Fi(IEEE 802.11系列)、WiMAX(IEEE 802.16系列)、IEEE 802.20、长期演进(LTE)和Ev-DO、HSPA+、HSDPA+、HSUPA+、EDGE、GSM、GPRS、CDMA、TDMA、DECT、及其以太网衍生物、以及指定为3G、4G、5G和以上的任何其他无线和有线协议。计算模块可包括多个通信模块。例如,第一通信模块可专用于较短距离的无线通信诸如Wi-Fi和蓝牙,并且第二通信模块可专用于较长距离的无线通信,诸如GPS、EDGE、GPRS、CDMA、WiMAX、LTE、Ev-DO等。

[0143] 模块化通信集线器203可用作手术室装置1a-1n/2a-2m中的一者或全部的中心连接,并且处理被称为帧的数据类型。帧携带由装置1a-1n/2a-2m生成的数据。当模块化通信集线器203接收到帧时,其被放大并发射至网络路由器211,该网络路由器211通过使用如本文所述的多个无线或有线通信标准或协议将数据传输到云计算资源。

[0144] 模块化通信集线器203可用作独立装置或连接到兼容的网络集线器和网络交换机以形成更大的网络。模块化通信集线器203通常易于安装、配置和维护,使得其成为对手术室装置1a-1n/2a-2m进行联网的良好选项。

[0145] 图9示出了由计算机实现的交互式外科系统200。由计算机实现的交互式外科系统200在许多方面类似于由计算机实现的交互式外科系统100。例如,由计算机实现的交互式外科系统200包括在许多方面类似于外科系统102的一个或多个外科系统202。每个外科系统202包括与可包括远程服务器213的云204通信的至少一个外科集线器206。在一个方面,由计算机实现的交互式外科系统200包括模块化控制塔236,该模块化控制塔236连接到多个手术室装置,诸如例如智能外科器械、机器人和位于手术室中的其他计算机化装置。如图10中所示,模块化控制塔236包括耦接到计算机系统210的模块化通信集线器203。如图9的示例中所示,模块化控制塔236耦接到成像模块238(该成像模块耦接到内窥镜239)、耦接到能量装置241的发生器模块240、排烟器模块226、抽吸/冲洗模块228、通信模块230、处理器模块232、存储阵列234、任选地耦接到显示器237的智能装置/器械235和非接触传感器模块242。手术室装置经由模块化控制塔236耦接到云计算资源和数据存储。机器人集线器222也可连接到模块化控制塔236和云计算资源。装置/器械235、可视化系统208等等可经由有线或无线通信标准或协议耦接到模块化控制塔236,如本文所述。模块化控制塔236可耦接到集线器显示器215(例如,监测器、屏幕)以显示和叠加从成像模块、装置/器械显示器和/或其他可视化系统208接收的图像。集线器显示器还可结合图像和叠加图像来显示从连接到模块化控制塔的装置接收的数据。

[0146] 图10示出了包括耦接到模块化控制塔236的多个模块的外科集线器206。模块化控制塔236包括模块化通信集线器203(例如,网络连接性装置)和计算机系统210,以提供例如本地处理、可视化和成像。如图10中所示,模块化通信集线器203可以分层配置连接以扩展可连接到模块化通信集线器203的模块(例如,装置)的数量,并将与模块相关联的数据传输至计算机系统210、云计算资源或两者。如图10中所示,模块化通信集线器203中的网络集线器/交换机中的每个包括三个下游端口和一个上游端口。上游网络集线器/交换机连接至处理器以提供与云计算资源和本地显示器217的通信连接。与云204的通信可通过有线或无线通信信道进行。

[0147] 外科集线器206采用非接触传感器模块242来测量手术室的尺寸,并且使用超声或激光型非接触测量装置来生成外科室的标测图。基于超声的非接触传感器模块通过发射一阵超声波并在其从手术室的围墙弹回时接收回波来扫描手术室,如在2017年12月28日提交的标题为“INTERACTIVE SURGICAL PLATFORM”的美国临时专利申请序列号62/611,341中的标题“Surgical Hub Spatial Awareness Within an Operating Room”下所述,该临时专利申请全文以引用方式并入本文,其中传感器模块被配置成能够确定手术室的大小并调节蓝牙配对距离限制。基于激光的非接触传感器模块通过发射激光脉冲、接收从手术室的围墙弹回的激光脉冲,以及将发射脉冲的相位与所接收的脉冲进行比较来扫描手术室,以确定手术室的尺寸并调节蓝牙配对距离限制。

[0148] 计算机系统210包括处理器244和网络接口245。处理器244经由系统总线耦接到通信模块247、存储装置248、存储器249、非易失性存储器250和输入/输出接口251。系统总线可为若干类型的总线结构中的任一者,该总线结构包括存储器总线或存储器控制器、外围总线或外部总线、和/或使用任何各种可用总线架构的本地总线,包括但不限于9位总线、工业标准架构(ISA)、微型Charmel架构(MSA)、扩展ISA(EISA)、智能驱动电子器件(IDE)、VESA本地总线(VLB)、外围部件互连(PCI)、USB、高级图形端口(AGP)、个人计算机存储卡国际协会总线(PCMCIA)、小型计算机系统接口(SCSI)或任何其他外围总线。

[0149] 控制器244可为任何单核或多核处理器,诸如由德克萨斯器械公司(Texas Instruments)提供的商品名为ARM Cortex的那些处理器。在一个方面,处理器可为购自例如德克萨斯器械公司(Texas Instruments)LM4F230H5QR ARM Cortex-M4F处理器核心,其包括256KB的单循环闪存或其他非易失性存储器(高达40MHz)的片上存储器、用于改善40MHz以上的执行的预取缓冲器、32KB单循环序列随机存取存储器(SRAM)、装载有StellarisWare®软件的内部只读存储器(ROM)、2KB电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、和/或一个或多个脉宽调制(PWM)模块、一个或多个正交编码器输入(QEI)模拟、具有12个模拟输入信道的一个或多个12位模数转换器(ADC),其细节可见于产品数据表。

[0150] 在一个方面,处理器244可包括安全控制器,该安全控制器包括两个基于控制器的系列(诸如TMS570和RM4x),已知同样由德克萨斯器械公司(Texas Instruments)生产的商品名为Hercules ARM Cortex R4。安全控制器可被配置为专门用于IEC 61508和ISO 26262安全关键应用等等,以提供高级集成安全特征部,同时递送可定标的执行、连接性和存储器选项。

[0151] 系统存储器包括易失性存储器和非易失性存储器。基本输入/输出系统(BIOS)(包含诸如在启动期间在计算机系统内的元件之间传输信息的基本例程,)存储在非易失性存储器中。例如,非易失性存储器可包括ROM、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、EEPROM或闪存。易失存储器包括充当外部高速缓存存储器的随机存取存储器(RAM)。此外,RAM可以多种形式可用,诸如SRAM、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据速率SDRAM(DDR SDRAM)增强SDRAM(ESDRAM)、同步链路DRAM(SLDRAM)和直接Rambus RAM(DRRAM)。

[0152] 计算机系统210还包括可移除/不可移除的、易失性/非易失性的计算机存储介质,诸如例如磁盘存储器。磁盘存储器包括但不限于诸如装置如磁盘驱动器、软盘驱动器、磁带驱动器、Jaz驱动器、Zip驱动器、LS-60驱动器、闪存存储卡或内存条。此外,磁盘存储器可包括单独地或与其他存储介质组合的存储介质,包括但不限于光盘驱动器诸如光盘ROM装置

(CD-ROM)、光盘可记录驱动器(CD-R驱动器)、光盘可重写驱动器(CD-RW驱动器)或数字通用磁盘ROM驱动器(DVD-ROM)。为了有利于磁盘存储装置与系统总线的连接,可使用可移除或非可移除接口。

[0153] 应当理解,计算机系统210包括充当用户与在合适的操作环境中描述的基本计算机资源之间的中介的软件。此类软件包括操作系统。可存储在磁盘存储装置上的操作系统用于控制并分配计算机系统的资源。系统应用程序利用操作系统通过存储在系统存储器或磁盘存储装置中的程序模块和程序数据来管理资源。应当理解,本文所述的各种部件可用各种操作系统或操作系统的组合来实现。

[0154] 用户通过耦接到I/O接口251的(一个或多个)输入装置将命令或信息输入到计算机系统210中。输入装置包括但不限于指向装置,诸如鼠标、触控球、触笔、触摸板、键盘、麦克风、操纵杆、游戏垫、卫星盘、扫描仪、电视调谐器卡、数字相机、数字摄像机、幅材相机等。这些和其他输入装置经由(一个或多个)接口端口通过系统总线连接到处理器。(一个或多个)接口端口包括例如串口、并行端口、游戏端口和USB。(一个或多个)输出装置使用与(一个或多个)输入装置相同类型的端口。因此,例如,USB端口可用于向计算机系统提供输入并将信息从计算机系统输出到输出装置。提供了输出适配器来说明在其他输出装置中存在需要特殊适配器的一些输出装置(如监测器、显示器、扬声器和打印机。输出适配器以举例的方式包括但不限于提供输出装置和系统总线之间的连接装置的视频和声卡。应当指出,其他装置或装置诸如(一个或多个)远程计算机的系统提供了输入能力和输出能力两者。

[0155] 计算机系统210可使用与一个或多个远程计算机(诸如(一个或多个)云计算机)或本地计算机的逻辑连接在联网环境中操作。(一个或多个)远程云计算机可为个人计算机、服务器、路由器、网络PC、工作站、基于微处理器的器具、对等装置或其他公共网络节点等,并且通常包括相对于计算机系统所述的元件中的许多或全部。为简明起见,仅示出了具有(一个或多个)远程计算机的存储器存储装置。(一个或多个)远程计算机通过网络接口在逻辑上连接到计算机系统,并且然后经由通信连接物理连接。网络接口涵盖通信网络诸如局域网(LAN)和广域网(WAN)。LAN技术包括光纤分布式数据接口(FDDI)、铜分布式数据接口(CDDI)、以太网/IEEE 802.3、令牌环/IEEE 802.5等。WAN技术包括但不限于点对点链路、电路交换网络如综合业务数字网络(ISDN)及其变体、分组交换网络和数字用户管线(DSL)。

[0156] 在各种方面,图10的计算机系统210、成像模块238和/或可视化系统208、和/或图9至图10的处理器模块232可包括图像处理器、图像处理引擎、媒体处理器、或用于处理数字图像的任何专用数字信号处理器(DSP)。图像处理器可采用具有单个指令、多数据(SIMD)或多指令、多数据(MIMD)技术的并行计算以提高速度和效率。数字图像处理引擎可执行一系列任务。图像处理器可为具有多核处理器架构的芯片上的系统。

[0157] (一个或多个)通信连接是指用于将网络接口连接到总线的硬件/软件。虽然示出了通信连接以便在计算机系统内进行示例性澄清,但其也可位于计算机系统210的外部。连接到网络接口所必需的硬件/软件仅出于示例性目的包括内部和外部技术,诸如调制解调器,包括常规的电话级调制解调器、电缆调制解调器和DSL调制解调器、ISDN适配器和以太网卡。

[0158] 图11示出了根据本公开的至少一个方面的USB网络集线器300装置的一个方面的功能框图。在例示的方面,USB网络集线器装置300采用得克萨斯器械公司(Texas

Instruments)的TUSB2036集成电路集线器。USB网络集线器300是根据USB 2.0规范提供上游USB收发器端口302和多达三个下游USB收发器端口304、306、308的CMOS装置。上游USB收发器端口302为差分根数据端口,其包括与差分数据正(DM0)输入配对的差分数据负(DP0)输入。三个下游USB收发器端口304、306、308为差分数据端口,其中每个端口包括与差分数据负(DM1-DM3)输出配对的差分数据正(DP1-DP3)输出。

[0159] USB网络集线器300装置用数字状态机而不是微控制器来实现,并且不需要固件编程。完全兼容的USB收发器集成到用于上游USB收发器端口302和所有下游USB收发器端口304、306、308的电路中。下游USB收发器端口304、306、308通过根据附接到端口的装置的速度自动设置转换速率来支持全速度装置和低速装置两者。USB网络集线器300装置可被配置为处于总线通电模式或自通电模式,并且包括用于管理功率的集线器功率逻辑312。

[0160] USB网络集线器300装置包括串行接口引擎310(SIE)。SIE 310是USB网络集线器300硬件的前端,并处理USB规范第8章中描述的大多数协议。SIE 310通常包括多达交易级别的信令。其处理的功能可包括:包识别、事务排序、SOP、EOP、RESET和RESUME信号检测/生成、时钟/数据分离、不返回到零反转(NRZI)数据编码/解码和数位填充、CRC生成和校验(令牌和数据)、包ID(PID)生成和校验/解码、和/或串行并行/并行串行转换。310接收时钟输入314并且耦接到暂停/恢复逻辑和帧定时器316电路以及集线器中继器电路318,以通过端口逻辑电路320、322、324控制上游USB收发器端口302和下游USB收发器端口304、306、308之间的通信。SIE 310经由接口逻辑耦接到命令解码器326,以经由串行EEPROM接口330来控制来自串行EEPROM的命令。

[0161] 在各种方面,USB网络集线器300可将配置在多达六个逻辑层(层级)中的127功能连接至单个计算机。此外,USB网络集线器300可使用提供通信和电力分配两者的标准化四线电缆连接到所有外装置。功率配置为总线通电模式和自通电模式。USB网络集线器300可被配置成能够支持四种功率管理模式:具有单独端口功率管理或成套端口功率管理的总线通电集线器,以及具有单独端口功率管理或成套端口功率管理的自通电集线器。在一个方面,使用USB电缆将USB网络集线器300、上游USB收发器端口302插入USB主机控制器中,并且将下游USB收发器端口304、306、308暴露以用于连接USB兼容装置等。

[0162] 外科器械硬件

[0163] 图12示出了根据本公开的一个或多个方面的外科器械或工具的控制系统470的逻辑图。系统470包括控制电路。控制电路包括微控制器461,该微控制器包括处理器462和存储器468。例如,传感器472、474、476中的一个或多个向处理器462提供实时反馈。由马达驱动器492驱动的马达482可操作地耦接纵向可运动的位移构件以驱动夹持臂闭合构件。跟踪系统480被配置成能够确定纵向可运动的位移构件的位置。将位置信息提供给处理器462,该处理器462可被编程或配置成能够确定可纵向可运动的驱动构件的位置以及闭合构件的位置。可在工具驱动器接口处提供附加的马达以控制闭合管行进、轴旋转、关节运动、或夹持臂闭合、或上述的组合。显示器473显示器械的多种操作条件并且可包括用于数据输入的触摸屏功能。显示在显示器473上的信息可叠加有经由内窥镜式成像模块获取的图像。

[0164] 在一个方面,微处理器461可为任何单核或多核处理器,诸如已知的由德克萨斯器械公司(Texas Instruments)生产的商品名为ARM Cortex的那些。在一个方面,微控制器461可为购自例如德克萨斯器械公司(Texas Instruments)的LM4F230H5QR ARM Cortex-

M4F处理器核心,其包括256KB的单循环闪存或其他非易失性存储器(高达40MHz)的片上存储器、用于改善高于40MHz的性能的预取缓冲器、32KB单循环SRAM、装载有StellarisWare®软件的内部ROM、2KB电EEPROM、一个或多个PWM模块、一个或多个QEI模拟、具有12个模拟输入信道的一个或多个12位ADC,其细节可见于产品数据表。

[0165] 在一个方面,微控制器461可包括安全控制器,该安全控制器包括两个基于控制器的系列(诸如TMS570和RM4x),已知同样由德克萨斯器械公司(Texas Instruments)生产的商品名为Hercules ARM Cortex R4。安全控制器可被配置为专门用于IEC 61508和ISO 26262安全关键应用等等,以提供高级集成安全特征部,同时递送可定标的执行、连接性和存储器选项。

[0166] 微控制器461可被编程为执行各种功能,诸如精确控制刀、关节运动系统、夹持臂或上述的组合的速度和位置。在一个方面,微控制器461包括处理器462和存储器468。电动马达482可为有刷直流(DC)马达,其具有齿轮箱以及至关节运动或刀系统的机械链路。在一个方面,马达驱动器492可为可购自Allegro微系统公司(Allegro Microsystems,Inc)的A3941。其他马达驱动器可容易地被替换以用于包括绝对定位系统的跟踪系统480中。绝对定位系统的详细描述在2017年10月19日公布的标题为“SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING A SURGICAL STAPLING AND CUTTING INSTRUMENT”的美国专利申请公布2017/0296213中有所描述,该专利申请全文以引用方式并入本文。

[0167] 微控制器461可被编程为提供对位移构件和关节运动系统的速度和位置的精确控制。微控制器461可被配置成能够计算微控制器461的软件中的响应。将计算的响应与实际系统的所测量响应进行比较,以获得“观察到的”响应,其用于实际反馈决定。观察到的响应为有利的调谐值,该值使所模拟响应的平滑连续性质与所测量响应均衡,这可检测对系统的外部影响。

[0168] 在一个方面,马达482可由马达驱动器492控制并可被外科器械或工具的击发系统采用。在各种形式中,马达482可为具有大约25,000RPM的最大旋转速度的有刷DC驱动马达。在其他布置方式中,马达482可包括无刷马达、无绳马达、同步马达、步进马达或任何其他合适的电动马达。马达驱动器492可包括例如包括场效应晶体管(FET)的H桥驱动器。马达482可通过可释放地安装到柄部组件或工具外壳的功率组件来供应功率,以用于向外科器械或工具供应控制功率。功率组件可包括电池,该电池可包括串联连接的、可用作功率源以为外科器械或工具提供功率的多个电池单元。在某些情况下,功率组件的电池单元可为可替换的和/或可再充电的电池单元。在至少一个示例中,电池单元可为锂离子电池,其可耦接到功率组件并且可与功率组件分离。

[0169] 驱动器492可为可购自Allegro微系统公司(Allegro Microsystems,Inc)的A3941。A3941 492为全桥控制器,其用于与针对电感负载(诸如有刷DC马达)特别设计的外部N信道功率金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)一起使用。驱动器492包括独特的电荷泵调整器,其为低至7V的电池电压提供完整的(>10V)栅极驱动并且允许A3941在低至5.5V的减小的栅极驱动下操作。可采用自举电容器来提供N信道MOSFET所需的上述电池供电电压。高边驱动装置的内部电荷泵允许直流(100%占空比)操作。可使用二极管或同步整流在快衰减模式或慢衰减模式下驱动全桥。在慢衰减模式下,电流再循环可穿过高边FET或低边FET。通过电阻器可调式空载时间保护功率FET不被击穿。综合诊断提供欠压、过热和功

率桥故障的指示,并且可被配置成能够在大多数短路条件下保护功率MOSFET。其他马达驱动器可容易地被替换以用于包括绝对定位系统的跟踪系统480中。

[0170] 跟踪系统480包括根据本公开的一个方面的包括位置传感器472的受控马达驱动电路布置方式。用于绝对定位系统的位置传感器472提供对应于位移构件的位置的独特位置信号。在一个方面,位移构件表示纵向可运动的驱动构件,其包括用于与齿轮减速器组件的对应驱动齿轮啮合接合的驱动齿的齿条。在其他方面,位移构件表示击发构件,该击发构件可被适配和配置成能够包括驱动齿的齿条。在又一方面,位移构件表示用于打开和闭合夹持臂的纵向位移构件,该纵向位移构件可被适配和配置成能够包括驱动齿的齿条。在其它方面,位移构件表示夹持臂闭合构件,该夹持臂闭合构件被配置成能够闭合和打开缝合器的夹持臂、超声或电外科装置的夹持臂、或上述的组合。因此,如本文所用,术语位移构件一般用来指外科器械或工具(诸如驱动构件、夹持臂或任何可被位移的元件)的任何可运动构件。因此,绝对定位系统实际上可通过跟踪纵向可运动的驱动构件的线性位移来跟踪夹持臂的位移。在其它方面,绝对定位系统可被配置成能够跟踪夹持臂在闭合或打开过程中的位置。在各种其他方面,位移构件可耦接到适于测量线性位移的任何位置传感器472。因此,纵向可运动的驱动构件、或夹持臂或它们的组合可耦接到任何合适的线性位移传感器。线性位移传感器可包括接触式位移传感器或非接触式位移传感器。线性位移传感器可包括线性可变差分变压器(LVDT)、差分可变磁阻换能器(DVRT)、滑动电位计、包括可运动磁体和一系列线性布置的霍尔效应传感器的磁感测系统、包括固定磁体和一系列可运动的线性布置的霍尔效应传感器的磁感测系统、包括可运动光源和一系列线性布置的光电二极管或光电检测器的光学感测系统、包括固定光源和一系列可运动的线性布置的光电二极管或光电检测器的光学感测系统、或它们的任何组合。

[0171] 电动马达482可包括可操作地与齿轮组件交接的可旋转轴,该齿轮组件与驱动齿的组或齿条啮合接合安装在位移构件上。传感器元件可以可操作地耦接到齿轮组件,使得位置传感器472元件的单次旋转对应于位移构件的一些线性纵向平移。传动装置和传感器的布置方式可经由齿条和小齿轮布置方式连接至线性致动器,或者经由直齿齿轮或其他连接连接至旋转致动器。功率源为绝对定位系统供应功率,并且输出指示器可显示绝对定位系统的输出。位移构件表示纵向可运动驱动构件,该纵向可运动驱动构件包括形成于其上的驱动齿的齿条,以用于与齿轮减速器组件的对应驱动齿轮啮合接合。位移构件表示用于打开和闭合夹持臂的纵向可运动的击发构件。

[0172] 与位置传感器472相关联的传感器元件的单次旋转等同于位移构件的纵向线性位移d_1,其中d_1为在耦接到位移构件的传感器元素的单次旋转之后位移构件从点“a”运动到点“b”的纵向线性距离。可经由齿轮减速连接传感器布置方式,该齿轮减速使得位置传感器472针对位移构件的全行程仅完成一次或多次旋转。位置传感器472可针对位移构件的全行程完成多次旋转。

[0173] 可单独或结合齿轮减速采用一系列开关(其中n为大于一的整数)以针对位置传感器472的多于一次旋转提供独特位置信号。开关的状态被馈送回微控制器461,该微控制器461应用逻辑以确定对应于位移构件的纵向线性位移$d_1+d_2+\cdots d_n$的独特位置信号。位置传感器472的输出被提供给微控制器461。该传感器布置方式的位置传感器472可包括磁性传感器、模拟旋转传感器(如电位计)、模拟霍尔效应元件的阵列,该霍尔效应元件的阵列输出位

置信号或值的独特组合。

[0174] 位置传感器472可包括任何数量的磁性感测元件,诸如例如根据它们是否测量磁场的总磁场或矢量分量而被分类的磁性传感器。用于产生上述两种类型磁性传感器的技术涵盖物理学和电子学的多个方面。用于磁场感测的技术包括探查线圈、磁通门、光泵、核旋、超导量子干涉仪(SQUID)、霍尔效应、各向异性磁电阻、巨磁电阻、磁性隧道结、巨磁阻抗、磁致伸缩/压电复合材料、磁敏二极管、磁敏晶体管、光纤、磁光,以及基于微机电系统的磁性传感器等等。

[0175] 在一个方面,用于包括绝对定位系统的跟踪系统480的位置传感器472包括磁性旋转绝对定位系统。位置传感器472可被实现为AS5055EQFT单片磁性旋转位置传感器,其可购自澳大利亚奥地利微电子公司(Austria Microsystems,AG)。位置传感器472与微控制器461交接,以提供绝对定位系统。位置传感器472为低电压和低功率部件,并且包括位于磁体上方的位置传感器472的区域中的四个霍尔效应元件。在芯片上还提供了高分辨率ADC和智能功率管理控制器。提供了坐标旋转数字计算机(CORDIC)处理器(也被称为逐位法和Volder算法)以执行简单有效的算法来计算双曲线函数和三角函数,其仅需要加法、减法、数位位移和表格查找操作。角位置、报警位和磁场信息通过标准串行通信接口(诸如串行外围接口(SPI)接口)被传输到微控制器461。位置传感器472提供12或14位分辨率。位置传感器472可为以小QFN 16引脚4×4×0.85mm封装提供的AS5055芯片。

[0176] 包括绝对定位系统的跟踪系统480可包括并且/或者可被编程以实现反馈控制器,诸如PID、状态反馈和自适应控制器。功率源将来自反馈控制器的信号转换为对系统的物理输入:在这种情况下为电压。其他示例包括电压、电流和力的PWM。除了由位置传感器472所测量的位置之外,可提供一个或多个其他传感器来测量物理系统的物理参数。在一些方面,一个或多个其他传感器可包括传感器布置方式,诸如在2016年5月24日发布的标题为“STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM”的美国专利9,345,481中所述的那些,该专利全文以引用方式并入本文;2014年9月18日公布的标题为“STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM”的美国专利申请公布2014/0263552,该专利全文以引用方式并入本文;以及2017年6月20日提交的标题为“TECHNIQUES FOR ADAPTIVE CONTROL OF MOTOR VELOCITY OF A SURGICAL STAPLING AND CUTTING INSTRUMENT”的美国专利申请序列15/628,175,该专利申请全文以引用方式并入本文。在数字信号处理系统中,绝对定位系统耦接到数字数据采集系统,其中绝对定位系统的输出将具有有限分辨率和采样频率。绝对定位系统可包括比较和组合电路,以使用算法(诸如加权平均和理论控制环路)将计算响应与测量响应进行组合,该算法驱动计算响应朝向所测量的响应。物理系统的计算响应将特性如质量、惯性、粘性摩擦、电感电阻考虑在内,以通过得知输入预测物理系统的状态和输出。

[0177] 因此,绝对定位系统在器械上电时提供位移构件的绝对位置,并且不使位移构件回缩或推进至如常规旋转编码器可需要的复位(清零或本位)位置,这些编码器仅对马达482采取的向前或向后的步骤数进行计数以推断装置致动器、驱动棒、刀等等的位置。

[0178] 传感器474(诸如,例如应变仪或微应变仪)被配置成能够测量端部执行器的一个或多个参数,诸如例如在夹持操作期间施加在砧座上的应变的幅值,该幅值可以指示施加到砧座的闭合力。将测得的应变转换成数字信号并提供给处理器462。另选地或除了传感器

474之外,传感器476(诸如例如,负载传感器)可以测量由闭合驱动系统施加到超声或电外科器械中的缝合器或夹持臂中的砧座的闭合力。传感器476(诸如例如,负载传感器)可测量施加到耦接到外科器械或工具的夹持臂的闭合构件的击发力或由夹持臂施加到位于超声或电外科器械的钳口中的组织的力。另选地,可以采用电流传感器478来测量由马达482消耗的电流。位移构件还可被配置成能够接合夹持臂以打开或闭合夹持臂。力传感器可被配置成能够测量组织上的夹持力。推进位移构件所需的力可对应于例如由马达482消耗的电流。将测得的力转换成数字信号并提供给处理器462。

[0179] 在一种形式中,应变仪传感器474可用于测量由端部执行器施加到组织的力。应变计可耦接到端部执行器以测量被端部执行器处理的组织上的力。用于测量施加到由端部执行器抓握的组织的力的系统包括应变仪传感器474,诸如例如微应变仪,其被配置成能够测量例如端部执行器的一个或多个参数。在一个方面,应变仪传感器474可测量在夹持操作期间施加到端部执行器的钳口构件上的应变的幅值或量值,这可指示组织压缩。将测得的应变转换成数字信号并将其提供到微控制器461的处理器462。负载传感器476可测量用于操作刀元件例如以切割被捕获在砧座和钉仓之间的组织的力。负载传感器476可测量用于操作夹持臂元件例如以捕获夹持臂和超声刀之间的组织或捕获夹持臂和电外科器械的钳口之间的组织的力。可采用磁场传感器来测量捕获的组织的厚度。磁场传感器的测量值也可被转换成数字信号并提供给处理器462。

[0180] 微控制器461可使用分别由传感器474、476测量的组织压缩、组织厚度和/或闭合端部执行器所需的力的测量值来表征击发构件的所选择的位置和/或击发构件的速度的对应值。在一种情况下,存储器468可存储可由微控制器461在评估中所采用的技术、公式和/或查找表。

[0181] 外科器械或工具的控制系统470还可包括有线或无线通信电路以与模块化通信集线器通信,如图8至图11中所示。

[0182] 图13示出了控制电路500,该控制电路被配置成能够控制根据本公开的一个方面的外科器械或工具的各方面。控制电路500可被配置成能够实现本文所述的各种方法。控制电路500可以包括微控制器,该微控制器包括耦接到至少一个存储器电路504的一个或多个处理器502(例如,微处理器、微控制器)。存储器电路504存储机器可执行指令,这些机器可执行指令在由处理器502执行时使处理器502执行机器指令以实现本文所述的各种过程。处理器502可以是本领域中已知的多种单核或多核处理器中的任一种。存储器电路504可包括易失性存储介质和非易失性存储介质。处理器502可包括指令处理单元506和运算单元508。指令处理单元可被配置成能够从本公开的存储器电路504接收指令。

[0183] 图14示出了组合逻辑电路510,该组合逻辑电路被配置成能够控制根据本公开的一个方面的外科器械或工具的各方面。组合逻辑电路510可被配置成能够实现本文所述的各种方法。组合逻辑电路510可包括有限状态机,该有限状态机包括组合逻辑部件512,该组合逻辑部件被配置成能够在输入514处接收与外科器械或工具相关联的数据,通过组合逻辑部件512处理数据并提供输出516。

[0184] 图15示出了根据本公开的一个方面的被配置成能够控制外科器械或工具的各方面的时序逻辑电路520。时序逻辑电路520或组合逻辑部件522可被配置成能够实现本文所述的各种过程。时序逻辑电路520可包括有限状态机。时序逻辑电路520可包括例如组合逻

辑部件522、至少一个存储器电路524和时钟529。至少一个存储器电路524可存储有限状态机的当前状态。在某些情况下,时序逻辑电路520可以是同步的或异步的。组合逻辑522被配置成能够从输入526接收与外科器械或工具相关联的数据,通过组合逻辑522处理数据并提供输出528。在其他方面,电路可包括处理器(例如,处理器502,图13)和有限状态机的组合以实现本文的各种方法。在其他方面,有限状态机可包括组合逻辑电路(例如,组合逻辑电路510,图14)和时序逻辑电路520的组合。

[0185] 图16示出了包括可被激活以执行各种功能的多个马达的外科器械或工具。在某些情况下,第一马达可被激活以执行第一功能,第二马达可被激活以执行第二功能,并且第三马达可被激活以执行第三功能。在某些情况下,机器人外科器械600的多个马达可被单独地激活以导致端部执行器中的击发运动、闭合运动、和/或关节运动。击发运动、闭合运动、和/或关节运动可例如通过轴组件被传输到端部执行器。

[0186] 在某些情况下,外科器械系统或工具可包括击发马达602。击发马达602可操作地耦接到击发马达驱动组件604,该击发马达驱动组件604可被配置成能够将由马达602生成的击发运动传输到端部执行器,具体地用于移置夹持臂闭合构件。闭合构件可通过反转马达602的方向而回缩,这也导致夹持臂打开。

[0187] 在某些情况下,外科器械或工具可包括闭合马达603。闭合马达603可以可操作地耦接到闭合马达驱动组件605,该闭合马达驱动组件被配置成能够将由马达603生成的闭合运动传输到端部执行器,具体地用于移置闭合管以闭合砧座并且压缩砧座和钉仓之间的组织。闭合马达603可以可操作地耦接到闭合马达驱动组件605,该闭合马达驱动组件被配置成能够将由马达603生成的闭合运动传输到端部执行器,具体地用于移置闭合管以闭合夹持臂并且压缩夹持臂和电外科装置的超声刀或钳口构件之间的组织。闭合运动可使例如端部执行器从打开配置转变成接近配置以捕获组织。端部执行器可通过反转马达603的方向而转变到打开位置。

[0188] 在某些情况下,外科器械或工具可包括例如一个或多个关节运动马达606a、606b。马达606a、606b可以可操作地耦接到相应的关节运动马达驱动组件608a、608b,该关节运动马达驱动组件可被配置成能够将由马达606a、606b生成的关节运动传输到端部执行器。在某些情况下,关节运动可使端部执行器相对于轴进行关节运动,例如。

[0189] 如上所述,外科器械或工具可包括多个马达,该多个马达可被配置成能够执行各种独立功能。在某些情况下,外科器械或工具的多个马达可被单独地或独立地激活以执行一个或多个功能,而其他马达保持非活动的。例如,关节运动马达606a、606b可被激活以使端部执行器进行关节运动,而击发马达602保持非活动的。另选地,击发马达602可被激活以击发多个钉并且/或者推进切割边缘,而关节运动马达606保持非活动的。此外,闭合马达603可与击发马达602同时激活,以使闭合管或闭合构件朝远侧推进,如下文更详细地描述。

[0190] 在某些情况下,外科器械或工具可包括公共控制模块610,该公共控制模块可与外科器械或工具的多个马达一起使用。在某些情况下,公共控制模块610每次可调节多个马达中的一个。例如,公共控制模块610可单独地耦接到外科器械的多个马达并且可从外科器械的多个马达分离。在某些情况下,外科器械或工具的多个马达可共用一个或多个公共控制模块诸如公共控制模块610。在某些情况下,外科器械或工具的多个马达可独立地和选择性地接合公共控制模块610。在某些情况下,公共控制模块610可从与外科器械或工具的多个

马达中的一个交接切换到与外科器械或工具的多个马达中的另一个交接。

[0191] 在至少一个示例中,公共控制模块610可在可操作地接合关节运动马达606a、606b和可操作地接合击发马达602或闭合马达603之间选择性地切换。在至少一个示例中,如图16中所示,开关614可在多个位置和/或状态之间运动或转变。在第一位置616中,开关614可将公共控制模块610电耦接到击发马达602;在第二位置617中,开关614可将公共控制模块610电耦接到闭合马达603;在第三位置618a中,开关614可将公共控制模块610电耦接到第一关节运动马达606a;并且在第四位置618b中,开关614可将公共控制模块610电耦接到例如第二关节运动马达606b。在某些情况下,单独的公共控制模块610可同时电耦接到击发马达602、闭合马达603和关节运动马达606a、606b。在某些情况下,开关614可为机械开关、机电开关、固态开关、或任何合适的开关机构。

[0192] 马达602、603、606a、606b中的每个可包括扭矩传感器以测量马达的轴上的输出扭矩。可以任何常规方式感测端部执行器上的力,诸如通过钳口的外侧上的力传感器或通过用于致动钳口的马达的扭矩传感器来感测端部执行器上的力。

[0193] 在各种情况下,如图16中所示,公共控制模块610可包括马达驱动器626,该马达驱动器可包括一个或多个H桥FET。马达驱动器626可例如基于得自微控制器620(“控制器”)的输入来调制从功率源628传输到耦接到公共控制模块610的马达的功率。在某些情况下,当马达耦接到公共控制模块610时,可例如采用微控制器620来确定由马达消耗的电流,如上所述。

[0194] 在某些情况下,微控制器620可包括微处理器622(“处理器”)和一个或多个非暂态计算机可读介质或存储单元624(“存储器”)。在某些情况下,存储器624可存储各种程序指令,这些程序指令在被执行时可使处理器622执行本文所述的多个功能和/或计算。在某些情况下,存储器单元624中的一个或多个可例如耦接到处理器622。在各个方面,微控制器620可通过有线或无线信道或它们的组合进行通信。

[0195] 在某些情况下,功率源628可例如用于为微控制器620供应功率。在某些情况下,功率源628可包括电池(或者“电池组”或“功率组”),诸如锂离子电池,例如。在某些情况下,电池组可被配置成能够可释放地安装到柄部以用于给外科器械600供应功率。多个串联连接的电池单元可用作功率源628。在某些情况下,功率源628可为例如可替换的和/或可再充电的。

[0196] 在各种情况下,处理器622可控制马达驱动器626以控制耦接到公共控制器610的马达的位置、旋转方向、和/或速度。在某些情况下,处理器622可发信号通知马达驱动器626,以停止和/或停用耦接到公共控制器610的马达。应当理解,如本文所用的术语“处理器”包括任何合适的微处理器、微控制器、或将计算机的中央处理单元(CPU)的功能结合在一个集成电路或至多几个集成电路上的其他基础计算装置。处理器622是多用途的可编程装置,该装置接收数字数据作为输入,根据其存储器中存储的指令来处理输入,并且然后提供结果作为输出。因为处理器具有内部存储器,所以是时序数字逻辑的示例。处理器的操作对象是以二进制数字系统表示的数字和符号。

[0197] 在一种情况下,处理器622可为任何单核或多核处理器,诸如已知的由德克萨斯器械公司(Texas Instruments)生产的商品名为ARM Cortex的那些。在某些情况下,微控制器620可为例如可从德州器械公司(Texas Instruments)购得的LM 4F230H5QR。在至少一个示

例中,Texas Instruments LM4F230H5QR为ARM Cortex-M4F处理器芯,其包括:256KB的单循环闪存或其他非易失性存储器(高达40MHz)的片上存储器、用于改善高于40MHz的性能的预取缓冲器、32KB的单循环SRAM、装载有StellarisWare®软件的内部ROM、2KB的EEPROM、一个或多个PWM模块、一个或多个QEI模拟、具有12个模拟输入信道的一个或多个12位ADC、以及易得的其他特征部。可容易地换用其他微控制器,以与模块4410一起使用。因此,本公开不应限于这一上下文。

[0198] 在某些情况下,存储器624可包括用于控制可耦接到公共控制器610的外科器械600的马达中的每个的程序指令。例如,存储器624可包括用于控制击发马达602、闭合马达603和关节运动马达606a、606b的程序指令。此类程序指令可使处理器622根据来自外科器械或工具的算法或控制程序的输入来控制击发、闭合和关节运动功能。

[0199] 在某些情况下,一个或多个机构和/或传感器诸如传感器630可以用于警示处理器622应当在特定设定中使用的程序指令。例如,传感器630可警示处理器622使用与击发、闭合和关节运动端部执行器相关联的程序指令。在某些情况下,传感器630可包括例如可以用于感测开关614的位置的位置传感器。因此,处理器622可在例如通过传感器630检测到开关614处于第一位置616时使用与击发耦接到端部执行器的夹持臂的闭合构件相关联的程序指令;处理器622可在例如通过传感器630检测到开关614处于第二位置617时使用与闭合砧座相关联的程序指令;并且处理器622可在例如通过传感器630检测到开关614处于第三位置618a或第四位置618b时使用与使端部执行器进行关节运动相关联的程序指令。

[0200] 图17是根据本公开的一个方面的被配置成能够操作本文所述的外科工具的机器人外科器械700的示意图。机器人外科器械700可被编程或配置成能够控制位移构件的远侧/近侧平移、闭合管的远侧/近侧位移、轴旋转、以及具有单个或多个关节运动驱动连杆的关节运动。在一个方面,外科器械700可被编程或配置成能够单独地控制击发构件、闭合构件、轴构件、或一个或多个关节运动构件、或它们的组合。外科器械700包括控制电路710,该控制电路被配置成能够控制马达驱动的击发构件、闭合构件、轴构件、或一个或多个关节运动构件、或它们的组合。

[0201] 在一个方面,机器人外科器械700包括控制电路710,该控制电路被配置成能够控制端部执行器702的夹持臂716和闭合构件714部分、耦接到超声发生器721激发的超声换能器719的超声刀718、轴740、以及经由多个马达704a-704e的一个或多个关节运动构件742a、742b。位置传感器734可被配置成能够向控制电路710提供闭合构件714的位置反馈。其他传感器738可被配置成能够向控制电路710提供反馈。定时器/计数器731向控制电路710提供定时和计数信息。可提供能量源712以操作马达704a-704e,并且电流传感器736向控制电路710提供马达电流反馈。马达704a-704e可通过控制电路710在开环或闭环反馈控制中单独操作。

[0202] 在一个方面,控制电路710可包括用于执行使一个或多个处理器执行一个或多个任务的指令的一个或多个微控制器、微处理器或其他合适的处理器。在一个方面,定时器/计数器731向控制电路710提供输出信号,诸如耗用时间或数字计数,以将如由位置传感器734确定的闭合构件714的位置与定时器/计数器731的输出相关联,使得控制电路710可确定闭合构件714在相对于起始位置的特定时间(t)或闭合构件714处于相对于起始位置的特定位置时的时间(t)处的位置。定时器/计数器731可被配置成能够测量所耗用的时间、对外

部事件计数或对外部事件计时。

[0203] 在一个方面,控制电路710可被编程为基于一个或多个组织条件来控制端部执行器702的功能。控制电路710可以被编程为直接或间接地感测组织条件,诸如厚度,如本文所述。控制电路710可被编程为基于组织条件选择击发控制程序或闭合控制程序。击发控制程序可描述位移构件的远侧运动。可选择不同的击发控制程序以更好地处理不同的组织状况。例如,当存在更厚的组织时,控制电路710可被编程为以更低的速度和/或以更低的功率平移位移构件。当存在更薄的组织时,控制电路710可被编程为以更高的速度和/或以更高的功率平移位移构件。闭合控制程序可控制由夹持臂716施加到组织的闭合力。其他控制程序控制轴740和关节运动构件742a、742b的旋转。

[0204] 在一个方面,控制电路710可生成马达设定点信号。马达设定点信号可被提供给各种马达控制器708a-708e。马达控制器708a-708e可包括一个或多个电路,这些电路被配置成能够向马达704a-704e提供马达驱动信号,以驱动马达704a-704e,如本文所述。在一些示例中,马达704a-704e可为有刷DC电动马达。例如,马达704a-704e的速度可与相应的马达驱动信号成比例。在一些示例中,马达704a-704e可为无刷DC马达,并且相应的马达驱动信号可包括提供给马达704a-704e的一个或多个定子绕组的PWM信号。而且,在一些示例中,可省略马达控制器708a-708e,并且控制电路710可直接生成马达驱动信号。

[0205] 在一些示例中,控制电路710可最初针对位移构件的行程的第一开环部分以开环配置操作马达704a-704e中的每个。基于在行程的开环部分期间机器人外科器械700的响应,控制电路710可选择处于闭环配置的击发控制程序。器械的响应可包括在开环部分期间位移构件的平移距离、在开环部分期间耗用的时间、在开环部分期间提供给马达704a-704e中的一者的能量、马达驱动信号的脉冲宽度之和等。在开环部分之后,控制电路710可对位移构件行程的第二部分实现所选择的击发控制程序。例如,在行程的闭环部分期间,控制电路710可基于以闭环方式描述位移构件的位置的平移数据来调制马达704a-704e中的一者,以使位移构件以恒定速度平移。

[0206] 在一个方面,马达704a-704e可从能量源712接收功率。能量源712可为由主交流功率源、电池、超级电容器或任何其他合适的能量源驱动的DC功率源。马达704a-704e可经由相应的传动装置706a-706e机械地耦接到单独的可运动机械元件,诸如闭合构件714、夹持臂716、轴740、关节运动742a和关节运动742b。传动装置706a-706e可包括一个或多个齿轮或其他连杆部件,以将马达704a-704e耦接到可运动机械元件。位置传感器734可感测闭合构件714的位置。位置传感器734可为或包括能够生成指示闭合构件714的位置的位置数据的任何类型的传感器。在一些示例中,位置传感器734可包括编码器,该编码器被配置成能够在闭合构件714朝远侧和朝近侧平移时向控制电路710提供一系列脉冲。控制电路710可跟踪脉冲以确定闭合构件714的位置。可使用其他合适的位置传感器,包括例如接近传感器。其他类型的位置传感器可提供指示闭合构件714的运动的其他信号。而且,在一些示例中,可省略位置传感器734。在马达704a-704e是步进马达的情况下,控制电路710可通过聚集马达704已被指示执行的步骤的数量和方向来跟踪闭合构件714的位置。位置传感器734可位于端部执行器702中或器械的任何其他部分处。马达704a-704e中的每个的输出包括用于感测力的扭矩传感器744a-744e,并且具有用于感测驱动轴的旋转的编码器。

[0207] 在一个方面,控制电路710被配置成能够驱动击发构件诸如端部执行器702的闭合

构件714部分。控制电路710向马达控制708a提供马达设定点，该马达控制向马达704a提供驱动信号。马达704a的输出轴耦接到扭矩传感器744a。扭矩传感器744a耦接到传动装置706a，该传动装置耦接到闭合构件714。传动装置706a包括可运动的机械元件诸如旋转元件和击发构件，以控制闭合构件714沿端部执行器702的纵向轴线向远侧和近侧的运动。在一个方面，马达704a可耦接到刀齿轮组件，该刀齿轮组件包括刀齿轮减速组，该刀齿轮减速组包括第一刀驱动齿轮和第二刀驱动齿轮。扭矩传感器744a向控制电路710提供击发力反馈信号。击发力信号表示击发或移置闭合构件714所需的力。位置传感器734可被配置成能够将闭合构件714沿击发行程的位置或击发构件的位置作为反馈信号提供给控制电路710。端部执行器702可包括被配置成能够向控制电路710提供反馈信号的附加传感器738。当准备好使用时，控制电路710可向马达控制708a提供击发信号。响应于击发信号，马达704a可沿端部执行器702的纵向轴线将击发构件从近侧行程开始位置朝远侧驱动至行程开始位置远侧的行程结束位置。当闭合构件714朝远侧平移时，夹持臂716朝超声刀718闭合。

[0208] 在一个方面，控制电路710被配置成能够驱动闭合构件，诸如端部执行器702的夹持臂716部分。控制电路710向马达控制708b提供马达设定点，该马达控制向马达704b提供驱动信号。马达704b的输出轴耦接到扭矩传感器744b。扭矩传感器744b耦接到耦接到夹持臂716的传动装置706b。传动装置706b包括可运动机械元件诸如旋转元件和闭合构件，以控制夹持臂716从打开位置和闭合位置的运动。在一个方面，马达704b耦接到闭合齿轮组件，该闭合齿轮组件包括被支撑成与闭合正齿轮啮合接合的闭合减速齿轮组。扭矩传感器744b向控制电路710提供闭合力反馈信号。闭合力反馈信号表示施加到夹持臂716的闭合力。位置传感器734可被配置成能够将闭合构件的位置作为反馈信号提供给控制电路710。端部执行器702中的附加传感器738可向控制电路710提供闭合力反馈信号。可枢转夹持臂716被定位成与超声刀718相对。当准备好使用时，控制电路710可向马达控制708b提供闭合信号。响应于闭合信号，马达704b推进闭合构件以抓握夹持臂716和超声刀718之间的组织。

[0209] 在一个方面，控制电路710被配置成能够使轴构件诸如轴740旋转，以使端部执行器702旋转。控制电路710向马达控制708c提供马达设定点，该马达控制向马达704c提供驱动信号。马达704c的输出轴耦接到扭矩传感器744c。扭矩传感器744c耦接到耦接到轴740的传动装置706c。传动装置706c包括可运动机械元件诸如旋转元件，以控制轴740顺时针或逆时针旋转高达360°和360°以上。在一个方面，马达704c耦接到旋转传动装置组件，该旋转传动装置组件包括管齿轮区段，该管齿轮区段形成于(或附接到)近侧闭合管的近侧端部上，以通过可操作地支撑在工具安装板上的旋转齿轮组件可操作地接合。扭矩传感器744c向控制电路710提供旋转力反馈信号。旋转力反馈信号表示施加到轴740上的旋转力。位置传感器734可被配置成能够将闭合构件的位置作为反馈信号提供给控制电路710。附加传感器738诸如轴编码器可向控制电路710提供轴740的旋转位置。

[0210] 在一个方面，控制电路710被配置成能够使端部执行器702进行关节运动。控制电路710向马达控制708d提供马达设定点，该马达控制向马达704d提供驱动信号。马达704d的输出耦接到扭矩传感器744d。扭矩传感器744d耦接到耦接到关节运动构件742a的传动装置706d。传动装置706d包括可运动的机械元件诸如关节运动元件，以控制端部执行器702±65°的关节运动。在一个方面，马达704d耦接到关节运动螺母，该关节运动螺母可旋转地轴颈连接在远侧脊部的近侧端部部分上并且通过关节运动齿轮组件在其上可旋转地驱动。扭

矩传感器744d向控制电路710提供关节运动力反馈信号。关节运动力反馈信号表示施加到端部执行器702的关节运动力。传感器738(诸如关节运动编码器)可向控制电路710提供端部执行器702的关节运动位置。

[0211] 在另一方面,机器人外科系统700的关节运动功能可包括两个关节运动构件或连杆742a、742b。这些关节运动构件742a、742b由机器人接口(齿条)上的单独的盘驱动,所述单独的盘由两个马达708d、708e驱动。当提供单独的击发马达704a时,关节运动连杆742a、742b中的每个可相对于另一个连杆进行拮抗驱动,以便在头部未运动时向头部提供阻力保持运动和负载,并且在头部进行关节运动时提供关节运动。当头部旋转时,关节运动构件742a、742b以固定的半径附接到头部。因此,当头部旋转时,推拉连杆的机械优点发生变化。机械优点的该变化对于其他关节运动连杆驱动系统可更明显。

[0212] 在一个方面,一个或多个马达704a-704e可包括具有齿轮箱的有刷DC马达和与击发构件、闭合构件或关节运动构件的机械链路。另一个示例包括操作可运动机械元件诸如位移构件、关节运动连杆、闭合管和轴的电动马达704a-704e。外部影响是事物如组织、周围身体和摩擦对物理系统的未测量的、不可预测的影响。此类外部影响可被称为曳力,其相对电动马达704a-704e中的一个作用。外部影响诸如曳力可导致物理系统的操作偏离物理系统的期望操作。

[0213] 在一个方面,位置传感器734可被实现为绝对定位系统。在一个方面,位置传感器734可包括磁性旋转绝对定位系统,该磁性旋转绝对定位系统被实现为AS5055EQFT单片磁性旋转位置传感器,其可购自澳大利亚奥地利微电子公司(Austria Microsystems,AG)。位置传感器734可与控制电路710进行交互以提供绝对定位系统。位置可包括位于磁体上方并耦接到CORDIC处理器的霍尔效应元件,该CORDIC处理器也被已知为逐位方法和Volder算法,提供该CORDIC处理器以实现用于计算双曲线函数和三角函数的简单有效的算法,双曲线函数和三角函数仅需要加法操作、减法操作、数位位移操作和表格查找操作。

[0214] 在一个方面,控制电路710可与一个或多个传感器738通信。传感器738可被定位在端部执行器702上并且适于与机器人外科器械700一起操作以测量各种衍生参数,诸如间隙距离对时间、组织压缩与时间、以及砧座应变与时间。传感器738可包括磁性传感器、磁场传感器、应变仪、负荷传感器、压力传感器、力传感器、扭矩传感器、电感式传感器诸如涡流传感器、电阻式传感器、电容式传感器、光学传感器和/或用于测量端部执行器702的一个或多个参数的任何其他合适的传感器。传感器738可包括一个或多个传感器。传感器738可位于夹持臂716上,以使用分段电极来确定组织位置。扭矩传感器744a-744e可被配置成能够感测力诸如击发力、闭合力和/或关节运动力等。因此,控制电路710可感测(1)远侧闭合管所经历的闭合负荷及其位置,(2)在齿条处的击发构件及其位置,(3)超声刀718在其上具有组织的部分,以及(4)两个关节运动杆上的负载和位置。

[0215] 在一个方面,一个或多个传感器738可包括应变仪,诸如微应变仪,其被配置成能够在夹持条件期间测量夹持臂716中的应变的量值。应变仪提供电信号,该电信号的幅值随着应变量值而变化。传感器738可包括压力传感器,该压力传感器被配置成能够检测由夹持臂716和超声刀718之间的压缩组织的存在生成的压力。传感器738可被配置成能够检测位于夹持臂716和超声刀718之间的组织区段的阻抗,该阻抗指示位于其间的组织的厚度和/或填充度。

[0216] 在一个方面,传感器738可实现为一个或多个限位开关、机电装置、固态开关、霍尔效应装置、磁阻(MR)装置、巨磁电阻(GMR)装置、磁力计等等。在其他具体实施中,传感器738可被实现为在光的影响下操作的固态开关,诸如光学传感器、IR传感器、紫外线传感器等等。同样,开关可为固态装置,诸如晶体管(例如,FET、结型FET、MOSFET、双极型晶体管等)。在其他具体实施中,传感器738可包括无电导体开关、超声开关、加速度计和惯性传感器等等。

[0217] 在一个方面,传感器738可被配置成能够测量由闭合驱动系统施加在夹持臂716上的力。例如,一个或多个传感器738可位于闭合管和夹持臂716之间的交互点处,以检测由闭合管施加到夹持臂716的闭合力。施加在夹持臂716上的力可表示在夹持臂716和超声刀718之间捕获的组织区段所经受的组织压缩。一个或多个传感器738可以沿闭合驱动系统被定位在各种交互点处,以检测由闭合驱动系统施加到夹持臂716的闭合力。一个或多个传感器738可在夹持操作期间由控制电路710的处理器实时取样。控制电路710接收实时样本测量值以提供和分析基于时间的信息,并实时评估施加到夹持臂716的闭合力。

[0218] 在一个方面,电流传感器736可用于测量由马达704a-704e中的每个所消耗的电流。推进可运动的机械元件(诸如闭合构件714)中的任一者所需的力对应于由马达704a-704e中的一个所消耗的电流。将力转换成数字信号并提供给控制电路710。控制电路710可被配置成能够模拟器械的实际系统在控制器的软件中的响应。可致动位移构件以将端部执行器702中的闭合构件714以目标速度或接近目标速度运动。机器人外科系统700可包括反馈控制器,该反馈控制器可为任何反馈控制器中的一者,包括但不限于例如PID、状态反馈、线性平方(LQR)和/或自适应控制器。机器人外科器械700可包括功率源,以例如将来自反馈控制器的信号转换成物理输入,诸如外壳电压、PWM电压、频率调制电压、电流、扭矩和/或力。附加细节公开于2017年6月29日提交的标题为“CLOSED LOOP VELOCITY CONTROL TECHNIQUES FOR ROBOTIC SURGICAL INSTRUMENT”的美国专利申请序列15/636,829中,该专利全文以引用方式并入本文。

[0219] 图18示出了根据本公开的一个方面的被配置成能够控制位移构件的远侧平移的外科器械750的示意图。在一个方面,外科器械750被编程为控制位移构件诸如闭合构件764的远侧平移。外科器械750包括端部执行器752,该端部执行器752可包括夹持臂766、闭合构件764和耦接到由超声发生器771驱动的超声换能器769的超声刀768。

[0220] 线性位移构件诸如闭合构件764的位置、运动、位移和/或平移可通过绝对定位系统、传感器布置方式和位置传感器784来测量。由于闭合构件764耦接到纵向可运动的驱动构件,因此闭合构件764的位置可通过采用位置传感器784测量纵向可运动的驱动构件的位置来确定。因此,在以下描述中,闭合构件764的位置、位移和/或平移可通过本文所述的位置传感器784来实现。控制电路760可被编程为控制位移构件诸如闭合构件764的平移。在一些示例中,控制电路760可包括一个或多个微控制器、微处理器或其它合适的处理器,以用于执行使一个或多个处理器以所述方式控制位移构件(例如,闭合构件764)的指令。在一个方面,定时器/计数器781向控制电路760提供输出信号,诸如耗用时间或数字计数,以将如由位置传感器784确定的闭合构件764的位置与定时器/计数器781的输出相关联,使得控制电路760可确定闭合构件764在相对于起始位置的特定时间(t)处的位置。定时器/计数器781可被配置成能够测量所耗用的时间、对外部事件计数或对外部事件计时。

[0221] 控制电路760可生成马达设定点信号772。马达设定点信号772可被提供给马达控制器758。马达控制器758可包括一个或多个电路，这些电路被配置成能够向马达754提供马达驱动信号774，以驱动马达754，如本文所述。在一些示例中，马达754可为有刷DC电动马达。例如，马达754的速度可与马达驱动信号774成比例。在一些示例中，马达754可为无刷DC电动马达，并且马达驱动信号774可包括提供给马达754的一个或多个定子绕组的PWM信号。而且，在一些示例中，可省略马达控制器758，并且控制电路760可直接生成马达驱动信号774。

[0222] 马达754可从能量源762处接收功率。能量源762可为或包括电池、超级电容器或任何其他合适的能量源。马达754可经由传动装置756机械耦接到闭合构件764。传动装置756可包括一个或多个齿轮或其它连杆部件，以将马达754耦接到闭合构件764。位置传感器784可感测闭合构件764的位置。位置传感器784可为或包括能够生成指示闭合构件764的位置的位置数据的任何类型的传感器。在一些示例中，位置传感器784可包括编码器，该编码器被配置成能够在闭合构件764朝远侧和朝近侧平移时向控制电路760提供一系列脉冲。控制电路760可跟踪脉冲以确定闭合构件764的位置。可使用其他合适的位置传感器，包括例如接近传感器。其他类型的位置传感器可提供指示闭合构件764的运动的其他信号。而且，在一些示例中，可省略位置传感器784。在马达754是步进马达的情况下，控制电路760可通过聚集马达754已被指示执行的步骤的数量和方向来跟踪闭合构件764的位置。位置传感器784可位于端部执行器752中或器械的任何其他部分处。

[0223] 控制电路760可与一个或多个传感器788通信。传感器788可被定位在端部执行器752上并且适于与外科器械750一起操作以测量各种衍生参数，诸如间隙距离与时间、组织压缩与时间以及砧座应变与时间。传感器788可包括例如磁性传感器、磁场传感器、应变仪、压力传感器、力传感器、电感式传感器(诸如涡流传感器)、电阻式传感器、电容式传感器、光学传感器和/或用于测量端部执行器752的一个或多个参数的任何其他合适的传感器。传感器788可包括一个或多个传感器。

[0224] 在某些情况下，一个或多个传感器788可包括应变仪，诸如微应变仪，其被配置成能够在夹持条件期间测量夹持臂766中的应变的量值。应变仪提供电信号，该电信号的幅值随着应变量值而变化。传感器788可包括压力传感器，该压力传感器被配置成能够检测由夹持臂766和超声刀768之间的压缩组织的存在生成的压力。传感器788可被配置成能够检测位于夹持臂766和超声刀768之间的组织区段的阻抗，该阻抗指示位于其间的组织的厚度和/或填充度。

[0225] 传感器788可被配置成能够测量由闭合驱动系统施加在夹持臂766上的力。例如，一个或多个传感器788可位于闭合管和夹持臂766之间的交互点处，以检测由闭合管施加到夹持臂766的闭合力。施加在夹持臂766上的力可表示在夹持臂766和超声刀768之间捕获的组织区段所经受的组织压缩。一个或多个传感器788可以沿闭合驱动系统被定位在各种交互点处，以检测由闭合驱动系统施加到夹持臂766的闭合力。一个或多个传感器788可在夹持操作期间由控制电路760的处理器实时取样。控制电路760接收实时样本测量值以提供和分析基于时间的信息，并实时评估施加到夹持臂766的闭合力。

[0226] 电流传感器786可以用于测量由马达754消耗的电流。推进闭合构件764所需的力可对应于例如由马达754消耗的电流。将力转换成数字信号并提供给控制电路760。

[0227] 控制电路760可被配置成能够模拟器械的实际系统在控制器的软件中的响应。可致动位移构件以将端部执行器752中的闭合构件764以目标速度或接近目标速度运动。外科器械750可包括反馈控制器,该反馈控制器可为任何反馈控制器中的一者,包括但不限于例如PID、状态反馈、LQR和/或自适应控制器。外科器械750可包括功率源,以例如将来自反馈控制器的信号转换为物理输入,诸如外壳电压、PWM电压、频率调制电压、电流、扭矩和/或力。

[0228] 外科器械750的实际驱动系统被配置成能够通过具有齿轮箱和与关节运动和/或刀系统的机械链路的有刷DC马达驱动位移构件、切割构件或闭合构件764。另一个示例是操作例如可互换轴组件的位移构件和关节运动驱动器的电动马达754。外部影响是事物如组织、周围身体和摩擦对物理系统的未测量的、不可预测的影响。此类外部影响可以被称为与电动马达754相反地作用的曳力。外部影响诸如曳力可导致物理系统的操作偏离物理系统的期望操作。

[0229] 各个示例方面涉及外科器械750,其包括具有马达驱动的外科密封和切割具体实施的端部执行器752。例如,马达754可沿端部执行器752的纵向轴线朝远侧和朝近侧驱动位移构件。端部执行器752可包括可枢转的夹持臂766,并且当被配置用于使用时,超声刀768被与夹持臂766相对定位。临床医生可抓握夹持臂766和超声刀768之间的组织,如本文所述。当准备好使用器械750时,临床医生可例如通过按下器械750的触发器来提供击发信号。响应于击发信号,马达754可沿端部执行器752的纵向轴线将位移构件从近侧行程开始位置朝远侧驱动到行程开始位置远侧的行程结束位置。当位移构件朝远侧平移时,具有被定位在远侧端部处的切割元件的闭合构件764可切割超声刀768和夹持臂766之间的组织。

[0230] 在各个示例中,外科器械750可包括控制电路760,该控制电路760被编程为基于一个或多个组织条件控制位移构件(诸如闭合构件764)的远侧平移。控制电路760可以被编程为直接或间接地感测组织条件,诸如厚度,如本文所述。控制电路760可被编程为基于组织条件选择控制程序。控制程序可描述位移构件的远侧运动。可选择不同的控制程序以更好地处理不同的组织条件。例如,控制电路760可被编程为当存在更厚的组织时,以更低的速度和/或以更低的功率平移位移构件。控制电路760可被编程为当存在更薄的组织时,以更高的速度和/或以更高的功率平移位移构件。

[0231] 在一些示例中,控制电路760可最初针对位移构件的行程的第一开环部分以开环构型来操作马达754。基于在行程的开环部分期间器械750的响应,控制电路760可选择击发控制程序。器械的响应可包括在开环部分期间位移构件的平移距离、在开环部分期间耗用的时间、在开环部分期间提供给马达754的能量、马达驱动信号的脉冲宽度之和等。在开环部分之后,控制电路760可对位移构件行程的第二部分实施所选择的击发控制程序。例如,在行程的闭环部分期间,控制电路760可基于以闭环方式描述位移构件的位置的平移数据来调制马达754,以使位移构件以恒定速度平移。附加细节公开于2017年9月29日提交的标题为“SYSTEM AND METHODS FOR CONTROLLING A DISPLAY OF A SURGICAL INSTRUMENT”的美国专利申请序列15/720,852中,该专利申请全文以引用方式并入本文。

[0232] 图19是根据本公开的一个方面的被配置成能够控制各种功能的外科器械790的示意图。在一个方面,外科器械790被编程为控制位移构件诸如闭合构件764的远侧平移。外科器械790包括端部执行器792,该端部执行器792可包括夹持臂766、闭合构件764和超声刀

768,该超声刀768可与一个或多个RF电极796(以点划线示出)互换或结合一个或多个RF电极796工作。超声刀768耦接到由超声发生器771驱动的超声换能器769。

[0233] 在一个方面,传感器788可被实现为限位开关、机电装置、固态开关、霍尔效应装置、MR装置、GMR装置、磁力计等等。在其他具体实施中,传感器638可被实现为在光的影响下操作的固态开关,诸如光学传感器、IR传感器、紫外线传感器等等。同样,开关可为固态装置,诸如晶体管(例如,FET、结型FET、MOSFET、双极型晶体管等)。在其他具体实施中,传感器788可包括无电导体开关、超声开关、加速度计和惯性传感器等。

[0234] 在一个方面,位置传感器784可被实现为绝对定位系统,该绝对定位系统包括被实现为AS5055EQFT单片磁性旋转位置传感器,其可购自澳大利亚奥地利微电子公司(Austria Microsystems,AG)。位置传感器784可与控制电路760进行交互以提供绝对定位系统。位置可包括位于磁体上方并耦接到CORDIC处理器的霍尔效应元件,该CORDIC处理器也被已知为逐位方法和Volder算法,提供该CORDIC处理器以实现用于计算双曲线函数和三角函数的简单有效的算法,双曲线函数和三角函数仅需要加法操作、减法操作、数位位移操作和表格查找操作。

[0235] 在一些示例中,可省略位置传感器784。在马达754是步进马达的情况下,控制电路760可通过聚集马达已被指示执行的步骤的数量和方向来跟踪闭合构件764的位置。位置传感器784可位于端部执行器792中或器械的任何其他部分处。

[0236] 控制电路760可与一个或多个传感器788通信。传感器788可被定位在端部执行器792上并且适于与外科器械790一起操作以测量各种衍生参数,诸如间隙距离与时间、组织压缩与时间以及砧座应变与时间。传感器788可包括磁性传感器、磁场传感器、应变仪、压力传感器、力传感器、电感式传感器(诸如涡流传感器)、电阻式传感器、电容式传感器、光学传感器和/或用于测量端部执行器792的一个或多个参数的任何其他合适的传感器。传感器788可包括一个或多个传感器。

[0237] RF能量源794耦接到端部执行器792,并且当RF电极796设置在端部执行器792中以代替超声刀768或结合超声刀768工作时,RF能量源794被施加到RF电极796。例如,超声刀由导电金属制成,并且可用作电外科RF电流的返回路径。控制电路760控制RF能量到RF电极796的递送。

[0238] 附加细节公开于2017年6月28日提交标题为“SURGICAL SYSTEM COUPLABLE WITH STAPLE CARTRIDGE AND RADIO FREQUENCY CARTRIDGE,AND METHOD OF USING SAME”的美国专利申请序列15/636,096,该专利全文以引用方式并入本文。

[0239] 发生器硬件

[0240] 在各个方面,智能超声能量装置可包括用于控制超声刀的操作的自适应算法。在一个方面,超声刀自适应控制算法被配置成能够识别组织类型并调节装置参数。在一个方面,超声刀控制算法被配置成能够将组织类型参数化。本公开的以下区段描述了一种用于检测组织的胶原/弹性比以调谐超声刀的远侧末端的幅值的算法。本文结合例如图12至图19描述了智能超声能量装置的各个方面。因此,以下对自适应超声刀控制算法的描述应当结合图12至图19以及与其相关联的描述来阅读。

[0241] 在某些外科规程中,期望采用自适应超声刀控制算法。在一个方面,可采用自适应超声刀控制算法来基于与超声刀接触的组织的类型来调节超声装置的参数。在一个方面,

超声装置的参数可基于组织在超声端部执行器的钳口内的位置(例如,组织在夹持臂和超声刀之间的位置)来调节。超声换能器的阻抗可用于区分组织在端部执行器的远侧端部或近侧端部中的百分比。超声装置的反应可基于组织类型或组织的压缩率。在另一方面,超声装置的参数可基于所识别的组织类型或参数化来调节。例如,超声刀的远侧末端的机械位移幅值可基于在组织识别过程期间检测到的胶原与弹性蛋白组织的比而调谐。可使用多种技术检测胶原与弹性蛋白组织的比,包括红外(IR)表面反射率和比辐射率。由夹持臂和/或夹持臂的行程施加到组织的力以产生间隙和压缩。可采用横跨配备有电极的钳口的电连续性来确定被组织覆盖的钳口的百分比。

[0242] 图20为根据本公开的至少一个方面的被配置成能够在包括模块化通信集线器的外科数据网络中执行自适应超声刀控制算法的系统800。在一个方面,发生器模块240被配置成能够执行自适应超声刀控制算法802。在另一个方面,装置/器械235被配置成能够执行自适应超声刀控制算法804。在另一方面,发生器模块240和装置/器械235两者被配置成能够执行自适应超声刀控制算法802、804。

[0243] 发生器模块240可包括经由功率变压器与非隔离级通信的患者隔离级。功率变压器的二次绕组包含在隔离级中,并且可包括分接配置(例如,中心分接或非中心分接配置)以限定驱动信号输出,该驱动信号输出用于将驱动信号递送到不同的外科器械,诸如例如超声外科器械、RF电外科器械和包括能够单独或同时递送的超声能量模式和RF能量模式的多功能外科器械。具体地,驱动信号输出可将超声驱动信号(例如,420V均方根(RMS)驱动信号)输出到超声外科器械241,并且驱动信号输出可将RF电外科驱动信号(例如,100V RMS驱动信号)输出到RF电外科器械241。本文参考图21至图22描述了发生器模块240的各方面。

[0244] 发生器模块240或装置/器械235或两者耦接到模块化控制塔236,该模块化控制塔连接到多个手术室装置,诸如例如智能外科器械、机器人和位于手术室中的其它计算机化装置,如例如参考图8至图11所述。

[0245] 图21示出了发生器900的示例,该示例为发生器的一种形式,该发生器被配置成能够耦接到超声器械并且被进一步配置成能够在包括模块化通信集线器的外科数据网络中执行自适应超声刀控制算法,如图20中所示。发生器900被配置成能够将多个能量模态递送到外科器械。发生器900提供用于独立地或同时将能量递送到外科器械的RF信号和超声信号。RF信号和超声信号可单独或组合提供,并且可同时提供。如上所述,至少一个发生器输出端可通过单个端口递送多种能量模态(例如,超声、双极或单极RF、不可逆和/或可逆电穿孔和/或微波能量等等),并且这些信号可分开或同时被递送到端部执行器以处理组织。发生器900包括耦接到波形发生器904的处理器902。处理器902和波形发生器904被配置成能够基于存储在耦接到处理器902的存储器中的信息来生成多种信号波形,为了本公开清楚起见而未示出该存储器。与波形相关联的数字信息被提供给波形发生器904,该波形发生器包括一个或多个DAC电路以将数字输入转换成模拟输出。模拟输出被馈送到放大器1106以用于信号调节和放大。放大器906的经调节和放大的输出耦接到功率变压器908。信号通过功率变压器908耦接到患者隔离侧中的次级侧。第一能量模态的第一信号被提供给被标记为$ENERGY_1$和RETURN的端子之间的外科器械。第二能量模态的第二信号耦接到电容器910两端并被提供给被标记为$ENERGY_2$和RETURN的端子之间的外科器械。应当理解,可输出超过两种能量模态,并且因此下标“n”可被用来指定可提供多达n个$ENERGY_n$端子,其中n是大于1的

正整数。还应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可提供多达n个返回路径$RETURN_n$。

[0246] 第一电压感测电路912耦接到被标记为$ENERGY_1$和RETURN路径的端子的两端,以测量其间的输出电压。第二电压感测电路924耦接到被标记为$ENERGY_2$和RETURN路径的端子的两端,以测量其间的输出电压。如图所示,电流感测电路914与功率变压器908的次级侧的RETURN支路串联设置,以测量任一能量模态的输出电流。如果为每种能量模态提供不同的返回路径,则应在每个返回支路中提供单独的电流感测电路。第一电压感测电路912和第二电压感测电路924的输出被提供给相应的隔离变压器916、922,并且电流感测电路914的输出被提供给另一隔离变压器918。功率变压器908(非患者隔离侧)的初级侧上的隔离变压器916、928、922的输出被提供给一个或多个ADC电路926。ADC电路926的数字化输出被提供给处理器902用于进一步处理和计算。可采用输出电压和输出电流反馈信息来调节提供给外科器械的输出电压和电流,并且计算输出阻抗等参数。处理器902和患者隔离电路之间的输入/输出通信通过接口电路920提供。传感器也可通过接口电路920与处理器902电通信。

[0247] 在一个方面,阻抗可由处理器902通过将耦接在被标记为$ENERGY_1$/RETURN的端子两端的第一电压感测电路912或耦接在被标记为$ENERGY_2$/RETURN的端子两端的第二电压感测电路924的输出除以与功率变压器908的次级侧的RETURN支路串联设置的电流感测电路914的输出来确定。第一电压感测电路912和第二电压感测电路924的输出被提供给单独的隔离变压器916、922,并且电流感测电路914的输出被提供给另一隔离变压器916。来自ADC电路926的数字化电压和电流感测测量值被提供给处理器902以用于计算阻抗。例如,第一能量模态$ENERGY_1$可为超声能量,并且第二能量模态$ENERGY_2$可为RF能量。然而,除了超声和双极或单极RF能量模态之外,其他能量模态还包括不可逆和/或可逆电穿孔和/或微波能量等。此外,尽管图21中所示的示例示出了可为两种或更多种能量模态提供单个返回路径RETURN,但在其他方面,可为每种能量模态$ENERGY_n$提供多个返回路径$RETURN_n$。因此,如本文所述,超声换能器阻抗可通过将第一电压感测电路912的输出除以电流感测电路914的输出来测量,并且组织阻抗可通过将第二电压感测电路924的输出除以电流感测电路914的输出来测量。

[0248] 如图21中所示,包括至少一个输出端口的发生器900可包括具有单个输出端和多个分接头的功率变压器908,以例如根据正在被执行的组织处理类型以一种或多种能量模态(诸如超声、双极或单极RF、不可逆和/或可逆电穿孔和/或微波能量等等)的形式向端部执行器提供功率。例如,发生器900可用更高电压和更低电流递送能量以驱动超声换能器,用更低电压和更高电流递送能量以驱动RF电极以用于密封组织,或者用凝固波形递送能量以用于使用单极或双极RF电外科电极进行点凝固。来自发生器900的输出波形可被操纵、切换或滤波,以向外科器械的端部执行器提供频率。超声换能器与发生器900输出端的连接将优选地位于被标记为$ENERGY_1$和RETURN的输出端之间,如图21中所示。在一个示例中,RF双极电极与发生器900输出端的连接将优选地位于被标记为$ENERGY_2$和RETURN的输出端之间。在单极输出的情况下,优选的连接将是有源电极(例如,光锥(pencil)或其他探头)到$ENERGY_2$输出端的和连接至RETURN输出端的合适的返回垫。

[0249] 附加细节公开于2017年3月30日公布的标题为“TECHNIQUES FOR OPERATING GENERATOR FOR DIGITALLY GENERATING ELECTRICAL SIGNAL WAVEFORMS AND SURGICAL INSTRUMENTS”的美国专利申请公布2017/0086914中,该专利申请全文以引用方式并入本

文。

[0250] 如本说明书通篇所用,术语“无线”及其衍生物可用于描述可通过使用经调制的电磁辐射通过非固体介质来传送数据的电路、装置、系统、方法、技术、通信信道等。该术语并不意味着相关联的装置不包含任何电线,尽管在一些方面它们可能不包含。通信模块可实现多种无线或有线通信标准或协议中的任一种,包括但不限于Wi-Fi(IEEE 802.11系列)、WiMAX(IEEE 802.16系列)、IEEE 802.20、长期演进(LTE)、Ev-DO、HSPA+、HSDPA+、HSUPA+、EDGE、GSM、GPRS、CDMA、TDMA、DECT、蓝牙、及其以太网衍生物、以及被指定为3G、4G、5G和以上的任何其他无线和有线协议。计算模块可包括多个通信模块。例如,第一通信模块可专用于更短距离的无线通信诸如Wi-Fi和蓝牙,并且第二通信模块可专用于更长距离的无线通信诸如GPS、EDGE、GPRS、CDMA、WiMAX、LTE、Ev-DO等。

[0251] 如本文所用,处理器或处理单元是对一些外部数据源(通常为存储器或一些其他数据流)执行操作的电子电路。本文所用术语是指组合多个专门的“处理器”的一个或多个系统(尤其是片上系统(SoC))中的中央处理器(中央处理单元)。

[0252] 如本文所用,片上系统或芯片上系统(SoC或SOC)为集成了计算机或其他电子系统的所有部件的集成电路(也被称为“IC”或“芯片”)。它可包含数字、模拟、混合信号以及通常射频功能—全部在单个基板上。SoC将微控制器(或微处理器)与高级外围装置如图形处理单元(GPU)、Wi-Fi模块或协处理器集成。SoC可包含或可不包含内置存储器。

[0253] 如本文所用,微控制器或控制器为将微处理器与外围电路和存储器集成的系统。微控制器(或微控制器单元的MCU)可被实现为单个集成电路上的小型计算机。其可类似于SoC;SoC可包括作为其部件之一的微控制器。微控制器可包含一个或多个核心处理单元(CPU)以及存储器和可编程输入/输出外围装置。以铁电RAM、NOR闪存或OTP ROM形式的程序存储器以及少量RAM也经常包括在芯片上。与个人计算机或由各种分立芯片组成的其他通用应用中使用的微处理器相比,微控制器可用于嵌入式应用。

[0254] 如本文所用,术语控制器或微控制器可为与外围装置交接的独立式IC或芯片装置。这可为计算机的两个部件或用于管理该装置的操作(以及与该装置的连接)的外部装置上的控制器之间的链路。

[0255] 如本文所述的处理器或微控制器中的任一者可为任何单核或多核处理器,诸如由Texas Instruments提供的商品名为ARM Cortex的那些。在一个方面,处理器可为例如购自Texas Instruments的LM4F230H5QR ARM Cortex-M4F处理器内核,其包括:256KB的单循环闪存或其他非易失性存储器(高达40MHz)的片上存储器、用于使性能改善高于40MHz的预取缓冲器、32KB的单循环串行随机存取存储器(SRAM)、装载有StellarisWare® 软件的内部只读存储器(ROM)、2KB的电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、一个或多个脉宽调制(PWM)模块、一个或多个正交编码器输入(QEI)模拟、具有12个模拟输入信道的一个或多个12位模数转换器(ADC)、以及易得的其他特征。

[0256] 在一个示例中,处理器可包括安全控制器,该安全控制器包括两个基于控制器的系列,诸如同样由Texas Instruments提供的商品名为Hercules ARM Cortex R4的TMS570和RM4x。安全控制器可被配置为专门用于IEC 61508和ISO 26262安全关键应用等等,以提供高级集成安全特征部,同时递送可定标的执行、连接性和存储器选项。

[0257] 模块化装置包括能够接纳在外科集线器内的模块(如结合图3和图9所述)和外科

装置或器械,该外科装置或器械可连接到各种模块以便与对应的外科集线器连接或配对。模块化装置包括例如智能外科器械、医学成像装置、抽吸/冲洗装置、排烟器、能量发生器、呼吸机、吹入器和显示器。本文所述的模块化装置可通过控制算法来控制。控制算法可在模块化装置自身上、在与特定模块化装置配对的外科集线器上或在模块化装置和外科集线器两者上执行(例如,经由分布式计算架构)。在一些范例中,模块化装置的控制算法基于由模块化装置自身感测到的数据来控制装置(即,通过模块化装置之中、之上或连接到模块化装置的传感器)。该数据可与正在手术的患者(例如,组织特性或吹入压力)或模块化装置本身相关(例如,刀被推进的速率、马达电流或能量水平)。例如,外科缝合和切割器械的控制算法可根据刀在其前进时遇到的阻力来控制器械的马达驱动其刀穿过组织的速率。

[0258] 图22示出了包括发生器1100和可与其一起使用的各种外科器械1104、1106、1108的外科系统1000的一种形式,其中外科器械1104为超声外科器械,外科器械1106为RF电外科器械,并且多功能外科器械1108为超声/RF电外科器械的组合。发生器1100可配置用于与多种外科装置一起使用。根据各种形式,发生器1100可为可配置用于与不同类型的不同外科器械一起使用,该外科器械包括例如超声外科器械1104、RF电外科器械1106以及集成了从发生器1100同时递送的RF能量和超声能量的多功能外科器械1108。尽管在图22的形式中,发生器1100被示出为独立于外科器械1104、1106、1108,但在一种形式中,发生器1100可与外科器械1104、1106、1108中的任一者整体地形成,以形成一体式外科系统。发生器1100包括位于发生器1100控制台的前面板上的输入装置1110。输入装置1110可包括产生适用于对发生器1100的操作进行编程的信号的任何合适的装置。发生器1100可被配置用于有线或无线通信。

[0259] 发生器1100被配置成能够驱动多个外科器械1104、1106、1108。第一外科器械为超声外科器械1104并且包括手持件1105(HP)、超声换能器1120、轴1126和端部执行器1122。端部执行器1122包括声学地耦接到超声换能器1120的超声刀1128和夹持臂1140。手持件1105包括用于操作夹持臂1140的触发器1143和用于给超声刀1128供能和驱动超声刀1128或其他功能的切换按钮1134a、1134b、1134c的组合。切换按钮1134a、1134b、1134c可以被配置成能够用发生器1100给超声换能器1120供能。

[0260] 发生器1100还被配置成能够驱动第二外科器械1106。第二外科器械1106为RF电外科器械,并且包括手持件1107(HP)、轴1127和端部执行器1124。端部执行器1124包括夹持臂1142a、1142b中的电极并穿过轴1127的电导体部分返回。这些电极耦接到发生器1100内的双极能量源并由其供能。手持件1107包括用于操作夹持臂1142a、1142b的触发器1145和用于致动能量开关以给端部执行器1124中的电极供能的能量按钮1135。

[0261] 发生器1100还被配置成能够驱动多功能外科器械1108。多功能外科器械1108包括手持件1109(HP)、轴1129和端部执行器1125。端部执行器1125包括超声刀1149和夹持臂1146。超声刀1149声学地耦接到超声换能器1120。手持件1109包括用于操作夹持臂1146的触发器1147和用于给超声刀1149供能和驱动超声刀1149或其他功能的切换按钮1137a、1137b、1137c的组合。切换按钮1137a、1137b、1137c可以被配置成能够用发生器1100给超声换能器1120供能,并且用同样包含在发生器1100内的双极能量源给超声刀1149供能。

[0262] 发生器1100可配置用于与多种外科装置一起使用。根据各种形式,发生器1100可为可配置用于与不同类型的不同外科器械一起使用,该外科器械包括例如超声外科器械

1104、RF电外科器械1106和集成了从发生器1100同时递送的RF能量和超声能量的多功能外科器械1108。尽管在图22的形式中,发生器1100被示出为独立于外科器械1104、1106、1108,但在另一种形式中,发生器1100可与外科器械1104、1106、1108中的任一者整体地形成,以形成一体式外科系统。如上文所讨论的,发生器1100包括位于发生器1100控制台的前面板上的输入装置1110。输入装置1110可包括产生适用于对发生器1100的操作进行编程的信号的任何合适的装置。发生器1100还可包括一个或多个输出装置1112。用于数字生成电信号波形的发生器和外科器械的另外方面描述于美国专利公布US-2017-0086914-A1中,该专利全文以引用方式并入本文。

[0263] 态势感知

[0264] 尽管包括响应于感测数据的控制算法的“智能”装置可以是对在不考虑感测数据的情况下操作的“哑巴”装置的改进,但当孤立地考虑时,即在没有正在被执行的外科规程的类型或正在手术的组织的类型的背景下,一些感测数据可能是不完整的或不确定的。在不知道规程背景(例如,知道正在手术的组织的类型或正在被执行的规程的类型)的情况下,控制算法可能在给定的特定无背景感测数据的情况下错误地或次优地控制模块化装置。例如,用于响应于特定的感测参数来控制外科器械的控制算法的最佳方式可根据正在手术的特定组织类型而变化。这是由于以下事实:不同的组织类型具有不同的特性(例如,抗撕裂性),并且因此不同地响应于由外科器械采取的动作。因此,可能期望外科器械即使在感测到针对特定参数的相同测量值时也采取不同的动作。作为一个特定示例,响应于器械感测到用于闭合其端部执行器的意外高的力来控制外科缝合和切割器械的最佳方式将根据组织类型是易于撕裂还是抗撕裂而变化。对于易于撕裂的组织(诸如肺部组织),器械的控制算法将响应于用于闭合的意外高的力而最佳地使马达速度逐渐下降,从而避免撕裂组织。对于抗撕裂的组织(诸如胃组织),器械的控制算法将响应于用于闭合的意外高的力而最佳地使马达速度逐渐上升,从而确保端部执行器被正确地夹持在组织上。在不知道是肺部组织还是胃组织已被夹持的情况下,控制算法可做出次优决定。

[0265] 一种解决方案利用包括系统的外科集线器,该系统被配置成能够基于从各种数据源所接收的数据来导出关于正在被执行的外科规程的信息,然后相应地控制配对的模块化装置。换句话讲,外科集线器被配置成能够从所接收的数据推断关于外科规程的信息,然后基于所推断的外科规程的背景来控制与外科集线器配对的模块化装置。图23示出了根据本公开的至少一个方面的态势感知外科系统5100的图。在一些范例中,数据源5126包括例如模块化装置5102(其可包括被配置成能够检测与患者和/或模块化装置本身相关联的参数的传感器)、数据库5122(例如,包含患者记录的EMR数据库)和患者监测装置5124(例如,血压(BP)监测器和心电图(EKG)监测器)。外科集线器5104可被配置成能够例如基于所接收的数据的(一个或多个)特定组合或从数据源5126接收数据的特定顺序从数据导出与外科规程有关的背景信息。从所接收的数据推断的背景信息可包括例如正在被执行的外科规程的类型、外科医生正在执行的外科规程的特定步骤、正在手术的组织的类型或为规程的对象的体腔。外科集线器5104的一些方面从所接收的数据导出或推断与外科规程有关的信息的这种能力可被称为“态势感知”。在一个范例中,外科集线器5104可并入态势感知系统,该态势感知系统是与外科集线器5104相关联的从所接收的数据导出与外科规程有关的背景信息的硬件和/或程序设计。

[0266] 外科集线器5104的态势感知系统可被配置成能够以多种不同的方式从接收自数据源5126的数据导出背景信息。在一个范例中,态势感知系统包括已经在训练数据上进行训练以将各种输入(例如,来自数据库5122、患者监测装置5124和/或模块化装置5102的数据)与关于外科规程的对应背景信息相关联的模式识别系统或机器学习系统(例如,人工神经网络)。换句话讲,机器学习系统可被训练成从所提供的输入准确地导出关于外科规程的背景信息。在另一个范例中,态势感知系统可包括查找表,该查找表存储与对应于背景信息的一个或多个输入(或输入范围)相关联的关于外科规程的预先表征的背景信息。响应于利用一个或多个输入的查询,查找表可返回态势感知系统用于控制模块化装置5102的对应背景信息。在一个范例中,由外科集线器5104的态势感知系统接收的背景信息与用于一个或多个模块化装置5102的特定控制调节或一组控制调节相关联。在另一个范例中,态势感知系统包括当提供背景信息作为输入时生成或检索用于一个或多个模块化装置5102的一个或多个控制调节的另外的机器学习系统、查找表或其它此类系统。

[0267] 结合有态势感知系统的外科集线器5104为外科系统5100提供了许多益处。一个益处包括改进对感测和收集到的数据的解释,这将继而改进外科规程过程期间的处理精度和/或数据的使用。回到先前的示例,态势感知外科集线器5104可确定正在手术的组织的类型;因此,当检测到用于闭合外科器械的端部执行器的意外高的力时,态势感知外科集线器5104可正确地使用于组织类型的外科器械的马达速度逐渐上升或逐渐下降。

[0268] 作为另一个示例,正在手术的组织的类型可影响针对特定组织间隙测量值对外科缝合和切割器械的压缩率和负荷阈值进行的调节。态势感知外科集线器5104可推断正在被执行的外科规程是胸腔规程还是腹部规程,从而允许外科集线器5104确定被外科缝合和切割器械的端部执行器夹持的组织是肺部组织(对于胸腔规程)还是胃组织(对于腹部规程)。然后,外科集线器5104可针对组织的类型适当地调节外科缝合和切割器械的压缩率和负荷阈值。

[0269] 作为又一个示例,在吹入规程期间被操作的体腔的类型可影响排烟器的功能。态势感知外科集线器5104可确定外科部位是否处于压力下(通过确定外科规程正在利用吹入)并确定规程类型。由于一种规程类型通常在特定的体腔内执行,外科集线器5104然后可针对在其中进行操作的体腔适当地控制排烟器的马达速率。因此,态势感知外科集线器5104可提供对于胸腔和腹部规程两者一致的烟排出量。

[0270] 作为又一个示例,正在被执行的规程的类型可影响超声外科器械或射频(RF)电外科器械操作的最佳能量水平。例如,关节镜规程需要更高的能量水平,因为超声外科器械或RF电外科器械的端部执行器浸没在流体中。态势感知外科集线器5104可确定外科规程是否是关节镜规程。然后,外科集线器5104可调节发生器的RF功率水平或超声振幅(即“能量水平”)以补偿流体填充的环境。相关地,正在手术的组织的类型可影响超声外科器械或RF电外科器械操作的最佳能量水平。态势感知外科集线器5104可确定正在被执行的外科规程的类型,然后根据该外科规程的预期组织概况分别定制超声外科器械或RF电外科器械的能量水平。此外,态势感知外科集线器5104可被配置成能够在整个外科规程过程中而不是仅在逐个规程的基础上调节超声外科器械或RF电外科器械的能量水平。态势感知外科集线器5104可确定正在被执行或随后将要被执行的外科规程的步骤,然后更新用于发生器和/或超声外科器械或RF电外科器械的控制算法,以根据该外科规程步骤将能量水平设定在适合

于预期组织类型的值。

[0271] 作为又一个示例,可从附加数据源5126提取数据,以改进外科集线器5104从一个数据源5126提取的结论。态势感知外科集线器5104可用已从其它数据源5126构建的关于外科规程的背景信息来扩充其从模块化装置5102接收的数据。例如,态势感知外科集线器5104可被配置成能够根据从医学成像装置所接收的视频或图像数据来确定止血是否已经发生(即,在外科部位的出血是否已经停止)。然而,在一些情况下,视频或图像数据可能是不确定的。因此,在一个范例中,外科集线器5104可被进一步配置成能够将生理测量值(例如,由可通信地连接至外科集线器5104的BP监测器感测的血压)与止血的视觉或图像数据(例如,来自可通信地耦接到外科集线器5104的医学成像装置124(图2))进行比较,以确定缝合线或组织焊缝的完整性。换句话讲,外科集线器5104的态势感知系统可考虑生理测量数据以在分析可视化数据时提供附加的背景。当可视化数据本身可能是不确定的或不完整的时,附加背景可以是有用的。

[0272] 另一益处包括根据正在被执行的外科规程的特定步骤主动且自动地控制配对的模块化装置5102,以减少在外科规程过程期间医疗人员需要与外科系统5100交互或控制外科系统的次数。例如,如果态势感知外科集线器5104确定规程的后续步骤需要使用RF电外科器械,则其可主动地激活与该器械连接的发生器。主动地激活能量源允许器械在规程的先前步骤一完成就准备好使用。

[0273] 作为另一个示例,态势感知外科集线器5104可根据在外科部位处外科医生预期需要查看的(一个或多个)特征部来确定外科规程的当前步骤或后续步骤是否需要在显示器上的不同视图或放大程度。然后,外科集线器5104可相应地主动改变所显示的视图(例如,由用于可视化系统108的医学成像装置提供),使得在整个外科规程中自动调节显示器。

[0274] 作为又一个示例,态势感知外科集线器5104可确定外科规程的哪个步骤正在被执行或随后将要执行以及针对外科规程的该步骤是否需要特定数据或数据之间的比较。外科集线器5104可被配置成能够基于正在被执行的外科规程的步骤自动地调用数据屏幕,而无需等待外科医生请求该特定信息。

[0275] 另一个益处包括在外科规程的设置期间或在外科规程的过程期间检查错误。例如,态势感知外科集线器5104可确定手术室是否被正确地或最佳地设置以用于待执行的外科规程。外科集线器5104可被配置成能够确定正在被执行的外科规程的类型,(例如,从存储器中)检索对应的清单、产品位置或设置需求,然后将当前手术室布局与外科集线器5104确定的用于该正在被执行的外科规程类型的标准布局进行比较。在一个范例中,外科集线器5104可被配置成能够将用于规程的物品列表(例如,由扫描仪扫描)和/或与外科集线器5104配对的装置列表与用于给定外科规程的物品和/或装置的建议或预期清单进行比较。外科集线器5104可被配置成能够如果列表之间存在任何不连续性,则提供指示特定模块化装置5102、患者监测装置5124和/或其它外科物品缺失的警示。在一个范例中,外科集线器5104可被配置成能够例如经由接近传感器来确定模块化装置5102和患者监测装置5124的相对距离或位置。外科集线器5104可将装置的相对位置与用于特定外科规程的建议或预期布局进行比较。外科集线器5104可被配置成能够如果在布局之间存在任何不连续性,则提供指示用于该外科规程的当前布局偏离建议布局的警示。

[0276] 作为另一个示例,态势感知外科集线器5104可确定外科医生(或其它医疗人员)在

外科规程过程期间是否正在出错或以其它方式偏离预期的动作过程。例如,外科集线器5104可被配置成能够确定正在被执行的外科规程的类型,(例如,从存储器中)检索对应的步骤列表或设备使用的顺序,然后将在外科规程过程期间正在被执行的步骤或正在被使用的设备与外科集线器5104确定的针对该正在被执行的外科规程类型的预期步骤或设备进行比较。在一个范例中,外科集线器5104可被配置成能够提供指示在外科规程中的特定步骤处正在执行意外动作或正在利用意外装置的警示。

[0277] 总体而言,用于外科集线器5104的态势感知系统通过针对每种外科规程的特定背景调节外科器械(和其它模块化装置5102)(诸如针对不同的组织类型进行调节)并在外科规程期间验证动作来改善外科规程结果。态势感知系统还根据规程的特定背景通过自动建议下一步骤、提供数据以及调节显示器和手术室中的其它模块化装置5102来提高外科医生执行外科规程的效率。

[0278] 模块化能量系统

[0279] 由于执行外科规程所需的设备数量,世界上的每个地方的OR都是线绳、装置和人的缠结的网。外科固定设备往往是导致该问题的主要因素,因为大多数外科固定设备执行单个专门的任务。由于其专化的性质,并且外科医生在单次外科规程的过程期间需要使用多种不同类型的装置,因此可能会迫使OR常备两台或甚至更多台外科固定设备(诸如能量发生器)。这些外科固定设备中的每台外科固定设备必须分别插入功率源中,并且可连接到在OR人员之间经过的一个或多个其他装置,从而产生必须导航的线绳的缠结。现代OR中面临的另一个问题是,这些专门的外科固定设备中的每台外科固定设备都具有其自己的用户界面,并且必须独立于OR内的其他设备进行控制。这在正确地控制彼此连接的多个不同装置方面产生了复杂性,并且迫使用户接受训练并记住不同类型的用户界面(除了在每台固定设备之间进行更换之外,还可基于正在被执行的任务或外科规程来进行更换)。这种繁琐、复杂的过程可能需要在OR内安置更多的人员,并且如果多个装置不能正确地彼此串联控制,则可能产生危险。因此,将外科固定设备技术合并到能够灵活满足外科医生需求的单一系统中以减少OR内外科固定设备的占地面积将简化用户体验,减少OR中的混乱情况,并防止与同时控制多台固定设备相关联的困难和危险。此外,使此类系统可扩展或可定制将允许将新技术便利地结合到现有外科系统中,从而无需更换整个外科系统,也无需OR人员学习每种新技术的新用户界面或设备控制。

[0280] 如图1至图11所述,外科集线器106可被配置成能够互换地接纳多种模块,这些模块继而可与外科装置(例如,外科器械或排烟器)进行交互或提供各种其他功能(例如,通信)。在一个方面,外科集线器106可体现为模块化能量系统2000,该模块化能量系统结合图24至图30示出。模块化能量系统2000可包括能够以堆叠构型连接在一起的多种不同模块2001。在一个方面,模块2001可在堆叠或以其他方式连接在一起形成单个组件时物理地且能够通信地耦接在一起。另外,模块2001以不同的组合或布置可互换地连接在一起。在一个方面,模块2001中的每个模块可包括沿着其上表面和下表面设置的一致或通用的连接器阵列,从而允许任何模块2001以任何布置方式连接到另一个模块2001(不同的是,在一些方面,特定模块类型(诸如头模块2002)可被配置成能够用作例如堆叠内的最上面的模块。在另选的方面,模块化能量系统2000可包括被配置成能够接纳和保持模块2001的外壳,如图3和图4中所示。模块化能量系统2000还可包括还能够连接到模块2001或以其他方式与该模

块相关联的多种不同的部件或附件。在另一方面,模块化能量系统2000可体现为外科集线器106的发生器模块140、240(图3和图10)。在又一方面,模块化能量系统2000可以是与外科集线器106不同的系统。在此类方面,模块化能量系统2000能够可通信地耦接到外科集线器206以用于在其间传输和/或接收数据。

[0281] 模块化能量系统2000可由多种不同的模块2001组装而成,其一些示例在图24中示出。不同类型的模块2001中的每个模块可提供不同的功能,从而允许模块化能量系统2000组装成不同的构型,以通过定制包括在每个模块化能量系统2000中的模块2001来定制模块化能量系统2000的功能和能力。模块化能量系统2000的模块2001可包括例如头模块2002(其可包括显示屏2006)、能量模块2004、技术模块2040和可视化模块2042。在所示的方面,头模块2002被配置成能够用作模块化能量系统叠堆内的顶部或最上面的模块,并且因此沿着其顶表面可不含连接器。在另一方面,头模块2002可被配置成能够定位在模块化能量系统叠堆内的底部或最下面的模块处,并且因此沿着其底表面可不含连接器。在又一方面,头模块2002可被配置成能够定位在模块化能量系统叠堆内的中间位置处,并且因此可包括沿着其底表面和顶表面两者的连接器。头模块2002可被配置成能够通过头模块上的物理控件2011和/或在显示屏2006上呈现的图形用户界面(GUI)2008来控制每个模块2001和与其连接的部件的系统级设置。此类设置可包括模块化能量系统2000的激活、警报的量、脚踏开关设置、设置图标、用户界面的外观或构型、登录到模块化能量系统2000的外科医生档案和/或正在被执行的外科规程的类型。头模块2002还可被配置成能够为连接到头模块2002的模块2001提供通信、处理和/或功率。能量模块2004(其也可称为发生器模块140、240(图3和图10))可被配置成能够产生用于驱动与该能量模块连接的电外科器械和/或超声外科器械的一种或多种能量模态,诸如上文结合图21中所示的发生器900所述。技术模块2040可被配置成能够提供附加的或扩展的控制算法(例如,用于控制能量模块2004的能量输出的电外科控制算法或超声控制算法)。可视化模块2042可被配置成能够与可视化装置(即,观测设备)进行交互,并且因此提高可视化能力。

[0282] 模块化能量系统2000还可包括多种附件2029,这些附件能够连接到模块2001以用于控制其功能,或者以其他方式被配置成能够与模块化能量系统2000协同工作。附件2029可包括例如单踏板脚踏开关2032、双踏板脚踏开关2034和用于在其上支撑模块化能量系统2000的推车2030。脚踏开关2032、2034可被配置成能够控制例如由能量模块2004输出的特定能量模态的激活或功能。

[0283] 通过利用模块化部件,所描绘的模块化能量系统2000提供外科平台,该外科平台随着技术的可用性而优化并且能够根据设施和/或外科医生的需要进行定制。此外,模块化能量系统2000支持组合装置(例如,双电外科和超声能量发生器)并且支持用于定制组织效应的软件驱动算法。此外,外科系统架构通过将对于外科手术至关重要的多种技术组合到单个系统中来减少资本占地面积。

[0284] 能够结合模块化能量系统2000使用的各种模块化部件可包括单极能量发生器、双极能量发生器、双电外科/超声能量发生器、显示屏以及各种其他模块和/或其他部件,它们中的一些也在上文中结合图1至图11进行了描述。

[0285] 现在参见图25A,在一些方面,头模块2002可包括显示屏2006,该显示屏呈现GUI 2008以用于中继关于连接到头模块2002的模块2001的信息。在一些方面,显示屏2006的GUI

2008可提供构成模块化能量系统2000的特定构型的所有模块2001的合并控制点。下面结合图30更详细地讨论GUI2008的各个方面。在另选的方面,头模块2002可不含显示屏2006,或者显示屏2006可以可拆卸地连接到头模块2002的外壳2010。在此类方面,头模块2002能够可通信地耦接到外部系统,该外部系统被配置成能够显示由模块化能量系统2000的模块2001生成的信息。例如,在机器人外科应用中,模块化能量系统2000能够可通信地耦接到机器人推车或机器人控制台,该机器人推车或机器人控制台被配置成能够向机器人外科系统的操作人员显示由模块化能量系统2000生成的信息。又如,模块化能量系统2000能够可通信地耦接到移动显示器,该移动显示器可被携带或固定到外科工作人员以供其查看。在又一示例中,模块化能量系统2000能够可通信地耦接到外科集线器2100或可包括显示器2104的另一计算机系统,如图29中所示。在利用与模块化能量系统2000分开或以其他方式与该模块化能量系统不同的用户界面的方面,用户界面可与模块化能量系统2000整体或其一个或多个模块2001无线连接,使得用户界面可在其上显示来自所连接的模块2001的信息。

[0286] 仍然参见图25A,能量模块2004可包括端口组件2012,该端口组件包括多个不同的端口,这些端口被配置成能够将不同的能量模态递送到能够连接到其的对应的外科器械。在图24至图30中所示的具体方面,端口组件2012包括双极端口2014、第一单极端口2016a、第二单极端口2018b、中性电极端口2018(单极返回垫能够连接到该中性电极端口)和组合能量端口2020。然而,端口的这种特定组合仅仅是为了进行示意性的说明,并且端口和/或能量模态的另选组合对于端口组件2012是可能的。

[0287] 如上所述,模块化能量系统2000可组装成不同的构型。此外,模块化能量系统2000的不同构型也可用于不同的外科规程类型和/或不同的任务。例如,图25A和图25B示出了模块化能量系统2000的第一示例性构型,其包括连接在一起的头模块2002(包括显示屏2006)和能量模块2004。此类构型可适用于例如腹腔镜式和开放式外科规程。

[0288] 图26A示出了模块化能量系统2000的第二示例性构型,其包括连接在一起的头模块2002(包括显示屏2006)、第一能量模块2004a和第二能量模块2004b。通过堆叠两个能量模块2004a、2004b,模块化能量系统2000可提供一对端口组件2012a、2012b,用于使模块化能量系统2000能够从第一构型递送的能量模态阵列扩展。模块化能量系统2000的第二构型可因此容纳多于一个双极/单极电外科器械、多于两个双极/单极电外科器械等。此类构型可适用于特别复杂的腹腔镜式和开放式外科规程。图26B示出了与第二构型类似的第三示例性构型,不同的是头模块2002不含显示屏2006。该构型可适用于机器人外科应用或移动显示应用,如上所述。

[0289] 图27示出了模块化能量系统2000的第四示例性构型,其包括连接在一起的头模块2002(包括显示屏2006)、第一能量模块2004a、第二能量模块2004b和技术模块2040。此类构型可适用于其中需要特别复杂或计算密集型控制算法的外科应用。另选地,技术模块2040可以是补充或扩展先前释放的模块(诸如能量模块2004)的能力的新释放的模块。

[0290] 图28示出了模块化能量系统2000的第五示例性构型,其包括连接在一起的头模块2002(包括显示屏2006)、第一能量模块2004a、第二能量模块2004b、技术模块2040和可视化模块2042。此类构型可通过提供专用外科显示器2044而适用于内窥镜式规程,该专用外科显示器用于中继来自耦接到可视化模块2042的观测设备的视频馈送。应当指出的是,图25A至图29中所示的构型仅仅是为了示出模块化能量系统2000的各种概念,而不应解释为将模

块化能量系统2000限制于特定的前述构型。

[0291] 如上所述,模块化能量系统2000能够可通信地耦接到外部系统,诸如如图29中所示的外科集线器2100。此类外部系统可包括显示屏2104,该显示屏用于显示来自内窥镜(或相机或另一个此类可视化装置)的视觉馈送和/或来自模块化能量系统2000的数据。此类外部系统还可包括计算机系统2102,该计算机系统用于执行计算或以其他方式分析由模块化能量系统2000生成或提供的数据、控制模块化能量系统2000的功能或模式和/或将数据中继到云计算系统或另一个计算机系统。此类外部系统还可协调多个模块化能量系统2000和/或其他外科系统(例如,如结合图1和图2所述的可视化系统108和/或机器人系统110)之间的动作。

[0292] 现在参见图30,在一些方面,头模块2002可包括或支持被配置用于显示GUI 2008的显示器2006,如上所述。显示屏2006可包括用于除显示信息之外还接收来自用户的输入的触摸屏。GUI 2008上显示的控件可对应于连接到头模块2002的模块2001。在一些方面,GUI 2008的不同部分或区域可对应于特定模块2001。例如,GUI 2008的第一部分或区域可对应于第一模块,并且GUI 2008的第二部分或区域可对应于第二模块。由于不同和/或另外的模块2001连接到模块化能量系统堆叠,GUI 2008可调节以容纳每个新添加的模块2001的不同和/或附加的控件或移除被移除的每个模块2001的控件。显示器的对应于连接到头模块2002的特定模块的每个部分可显示对应于该模块的控件、数据、用户提示和/或其他信息。例如,在图30中,所描绘的GUI 2008的第一或上部部分2052显示与连接到头模块2002的能量模块2004相关联的控件和数据。具体地讲,用于能量模块2004的GUI 2008的第一部分2052提供对应于双极端口2014的第一桌面小程序2056a、对应于第一单极端口2016a的第二桌面小程序2056b、对应于第二单极端口2016b的第三桌面小程序2056c和对应于组合能量端口2020的第四桌面小程序2056d。这些桌面小程序2056a-d中的每个桌面小程序提供与其端口组件2012的对应端口相关的数据以及用于控制由能量模块2004通过端口组件2012的相应端口递送的能量模态的模式和其他特征部的控件。例如,桌面小程序2056a-d可被配置成能够显示连接到相应端口的外科器械的功率水平,改变连接到相应端口的外科器械的操作模式(例如,将外科器械从第一功率水平改变为第二功率水平和/或将单极外科器械从“喷雾”模式改变为“混合”模式)等等。

[0293] 在一个方面,头模块2002可包括除GUI 2008之外或代替GUI 2008的各种物理控件2011。此类物理控件2011可包括例如电源按钮,该电源按钮控制连接到模块化能量系统2000中的头模块2002的每个模块2001的激活。另选地,电源按钮可显示为GUI 2008的一部分。因此,头模块2002可用作单个接触点,并且无需单独地激活和去激活构成模块化能量系统2000的每个单独的模块2001。

[0294] 在一个方面,头模块2002可显示与构造模块化能量系统2000的外科模块2001或可通信地耦接到模块化能量系统2000的外科装置相关联的静止图像、视频、动画和/或信息。头模块2002显示的静止图像和/或视频可以从内窥镜或可通信地耦接到模块化能量系统2000的另一个可视化装置接收。GUI 2008的动画和/或信息可覆盖在图像或视频馈送上或与图像或视频馈送相邻显示。

[0295] 在一个方面,除头模块2002之外的模块2001可被配置成能够同样将信息中继给用户。例如,能量模块2004可包括围绕端口组件2012的每个端口设置的光组件2015。光组件

2015可被配置成能够根据其颜色或状态(例如,闪烁)向用户中继关于端口的信息。例如,当插头完全坐置在相应端口内时,光组件2015可以从第一颜色改变为第二颜色。在一个方面,光组件2015的颜色或状态可由头模块2002控制。例如,头模块2002可使每个端口的光组件2015显示对应于GUI 2008上的端口的颜色显示的颜色。

[0296] 图31是根据本公开的至少一个方面的模块化能量系统3000的独立集线器构型的框图,并且图32是根据本公开的至少一个方面的与外科控制系统3010集成的模块化能量系统3000的集线器构型的框图。如图31和32所示,模块化能量系统3000可用作独立单元或与控制一个或多个外科集线器单元和/或从一个或多个外科集线器单元接收数据的外科控制系统3010集成。在图31至图32中所示的示例中,模块化能量系统3000的集成头/UI模块3002包括一起集成为单个模块的头模块和UI模块。在其他方面,头模块和UI模块可作为通过数据总线3008通信地耦接的单独部件提供。

[0297] 如图31中所示,独立模块化能量系统3000的示例包括耦接到能量模块3004的集成头模块/用户界面(UI)模块3002。功率和数据通过功率接口3006和数据接口3008在集成头/UI模块3002与能量模块3004之间传输。例如,集成头/UI模块3002可通过数据接口3008将各种命令传输到能量模块3004。此类命令可基于来自UI的用户输入。又如,功率可通过功率接口3006被传输到能量模块3004。

[0298] 在图32中,外科集线器构型包括与控制系统3010和接口系统3022集成的模块化能量系统3000,用于管理到和/或来自模块化能量系统3000的数据和功率传输等等。图32所示的模块化能量系统包括集成头模块/UI模块3002、第一能量模块3004和第二能量模块3012。在一个示例中,数据传输路径通过数据接口3008通过第一能量模块3004和头/UI模块3002在控制系统3010的系统控制单元3024与第二能量模块3012之间建立。此外,功率路径通过功率接口3006通过第一能量模块3004在集成头/UI模块3002与第二能量模块3012之间延伸。换句话讲,在一个方面,第一能量模块3004被配置成能够通过功率接口3006和数据接口3008用作第二能量模块3012与集成头/UI模块3002之间的功率接口和数据接口。该布置方式允许模块化能量系统3000通过无缝地将附加能量模块连接到已经连接到集成头/UI模块3002的能量模块3004、3012而扩展,而无需集成头/UI模块3002内的专用功率接口和能量接口。

[0299] 系统控制单元3024(在本文中可称为控制电路、控制逻辑部件、微处理器、微控制器、逻辑部件或FPGA或它们的各种组合)经由能量接口3026和器械通信接口3028耦接到系统接口3022。系统接口3022经由第一能量接口3014和第一器械通信接口3016耦接到第一能量模块3004。系统接口3022经由第二能量接口3018和第二器械通信接口3020耦接到第二能量模块3012。当附加模块(诸如附加能量模块)堆叠在模块化能量系统3000中时,附加能量接口和通信接口提供在系统接口3022与附加模块之间。

[0300] 如下文更详细地描述的,能量模块3004、3012可连接到集线器并且能够被配置成能够产生用于多种能量外科器械的电外科能量(例如,双极或单极)、超声能量或它们的组合(在本文中称为“高级能量”模块)。一般来讲,能量模块3004、3012包括硬件/软件接口、超声控制器、高级能量RF控制器、双极RF控制器以及由控制器执行的控制算法,这些控制算法接收来自控制器的输出并相应地控制各种能量模块3004、3012的操作。在本公开的各个方面,本文所述的控制器可被实现为控制电路、控制逻辑部件、微处理器、微控制器、逻辑部件

或FPGA或它们的各种组合。

[0301] 图33至图35是根据本公开的至少一个方面的连接在一起以形成集线器的各种模块化能量系统的框图。图33至图35示出了集线器模块的各种图(例如,电路或控制图)。根据本公开的至少一个方面,模块化能量系统3000包括多个能量模块3004(图34)、3012(图35)、头模块3150(图35)、UI模块3030(图33)和通信模块3032(图33)。UI模块3030包括触摸屏3046,该触摸屏显示用于控制模块化能量系统3000的一个或多个参数的各种相关信息和各种用户控件。UI模块3030附接到顶部头模块3150,但被单独地接纳,使得其可独立于头模块3150被操纵。例如,UI模块3030可被用户拿起和/或重新附接到头模块3150。附加地或另选地,UI模块3030可相对于头模块3150略微运动以调节其位置和/或取向。例如,UI模块3030可相对于头模块3150倾斜和/或旋转。

[0302] 在一些方面,各种集线器模块可包括围绕物理端口的光导管,以传送器械状态并且还将屏幕上的元素连接到对应的器械。光导管是可用于向用户警示附接/连接到物理端口的外科器械的状态的照明技术的一个示例。在一个方面,利用特定光照亮物理端口来引导用户将外科器械连接到物理端口。在另一个示例中,利用特定光照亮物理端口来警示用户与外科器械的现有连接相关的错误。

[0303] 转到图33,示出了根据本公开的至少一个方面的经由直通集线器连接器3034耦接到通信模块3032的用户界面(UI)模块3030的框图。UI模块3030以与头模块3150(在图35中示出)分开的部件的形式被提供,并且可例如经由通信模块3032通信地耦接到头模块3150。在一个方面,UI模块3030可包括UI处理器3040,该UI处理器被配置成能够表示从其他连接模块接收的说明可视化和行为,以及执行其他集中式UI功能,诸如系统配置(例如,语言选择、模块关联等)。UI处理器3040可以是例如运行框架诸如Qt、.NET WPF、Web服务器等的处理器或模块上系统(SOM)。

[0304] 在例示的示例中,UI模块3030包括触摸屏3046、液晶显示器3048(LCD)和音频输出3052(例如,扬声器、蜂鸣器)。UI处理器3040被配置成能够从耦接在触摸屏3046与UI处理器3040之间的触摸控制器3044接收触摸屏输入。UI处理器3040被配置成能够将视觉信息输出到LCD显示器3048并且经由音频放大器3050将音频信息输出到音频输出3052。UI处理器3040被配置成能够经由耦接到直通集线器连接器3034的开关3042接口到通信模块3032,以接收数据、处理数据并将数据从源装置转发到目标装置,并控制它们之间的数据通信。DC功率经由DC/DC转换器模块3054提供给UI模块3030。DC功率通过功率总线3006通过直通集线器连接器3034传递到通信模块3032。数据通过数据总线3008通过直通集线器连接器3034传递到通信模块3032。开关3042、3056接收数据、处理数据并将数据从源装置转发到目标装置。

[0305] 继续参见图33,通信模块3032以及各种外科集线器和/或外科系统可包括网关3058,该网关被配置成能够在运行不同协议的两个不同网络(例如,内部网络和/或医院网络)之间穿梭选择流量(即,数据)。通信模块3032包括将通信模块3032耦接到其他模块的第一直通集线器连接器3036。在例示的示例中,通信模块3032耦接到UI模块3030。通信模块3032被配置成能够经由第二直通集线器连接器3038耦接到其他模块(例如,能量模块),以经由设置在第一直通集线器连接器3036与第二直通集线器连接器3038之间的开关3056将通信模块3032耦接到其他模块,以接收数据、处理数据并将数据从源装置转发到目标装置,

并控制它们之间的数据通信。开关3056还耦接到网关3058以在外部通信端口与UI模块3030和其他连接的模块之间传送信息。网关3058可耦接到各种通信模块,诸如用以与医院或其他本地网络通信的以太网模块3060、通用串行总线(USB)模块3062、WiFi模块3064和蓝牙模块3066等。通信模块可以是位于通信模块3032内的物理板,或者可以是耦接到远程通信板的端口。

[0306] 在一些方面,所有模块(即,可拆卸硬件)由设置在头模块上或与头模块成一整体的单个UI模块3030控制。图35示出了UI模块3030可附接到的独立头模块3150。图31、图32和图36示出了集成头/UI模块3002。现在返回图33,在各个方面,通过将所有模块合并成单个响应UI模块3002,该系统提供了同时控制和监测多件设备的更简单的方式。该方法显著减小了手术室(OR)中的占位面积和复杂性。

[0307] 转到图34,示出了根据本公开的至少一个方面的能量模块3004的框图。通信模块3032(图33)经由通信模块3032的第二直通集线器连接器3038和能量模块3004的第一直通集线器连接器3074耦接到能量模块3004。能量模块3004可经由第二直通集线器连接器3078耦接到其他模块,诸如图35中所示的第二能量模块3012。返回到图34,设置在第一直通集线器连接器3074与第二直通集线器连接器3078之间的开关3076接收数据、处理数据并将数据从源装置转发到目标装置,并控制它们之间的数据通信。数据通过数据总线3008被接收和传输。能量模块3032包括控制器3082以控制能量模块3004的各种通信和处理功能。

[0308] DC功率通过功率总线3006由能量模块3004接收和传输。功率总线3006耦接到DC/DC转换器模块3138以向可调式调整器3084、3107和隔离的DC/DC转换器端口3096、3112、3132供应功率。

[0309] 在一个方面,能量模块3004可包括超声宽带放大器3086,该超声宽带放大器在一个方面可为能够生成任意波形并以低总谐波失真(THD)水平驱动谐波换能器的线性H类放大器。超声宽带放大器3086由降压可调式调整器3084馈送以使效率最大化并且由控制器3082控制,该控制器可例如经由直接数字合成器(DDS)实现为数字信号处理器(DSP)。例如,DDS可嵌入DSP中或在现场可编程门阵列(FPGA)中实现。控制器3082经由数模转换器3106(DAC)控制超声宽带放大器3086。超声宽带放大器3086的输出被馈送到超声功率变压器3088,该超声功率变压器耦接到高级能量接收器3100的超声能量输出部分。可用于计算超声阻抗的超声电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过高级能量接收器3100的输入部分经由超声VI FB变压器3092反馈到控制器3082。超声电压和电流反馈信号通过模数转换器3102(A/D)路由回到控制器3082。隔离的DC/DC转换器端口3096和中带宽数据端口3098也通过高级能量接收器3100耦接到控制器3082,该隔离的DC/DC转换器端口从功率总线3006接收DC功率。

[0310] 在一个方面,能量模块3004可包括宽带RF功率放大器3108,该宽带RF功率放大器在一个方面可为能够生成任意波形并以一系列输出频率驱动RF负载的线性H类放大器。宽带RF功率放大器3108由可调式降压调整器3107馈送以使效率最大化并且由控制器3082控制,该控制器可经由DDS实现为DSP。例如,DDS可嵌入DSP中或在FPGA中实现。控制器3082经由DAC 3122控制宽带RF放大器3086。宽带RF功率放大器3108的输出可通过RF选择继电器3124馈送。RF选择继电器3124被配置成能够接收宽带RF功率放大器3108的输出信号并将其选择性地传输到能量模块3004的各种其他部件。在一个方面,宽带RF功率放大器3108的输

出信号可通过RF选择继电器3124馈送到RF功率变压器3110,该RF功率变压器耦接到双极RF能量接收器3118的RF输出部分。可用于计算RF阻抗的双极RF电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过双极RF能量接收器3118的输入部分经由RF VI FB变压器3114反馈到控制器3082。RF电压和电流反馈信号通过A/D 3120路由回到控制器3082。隔离的DC/DC转换器端口3112和低带宽数据端口3116也通过双极RF能量接收器3118耦接到控制器3082,该隔离的DC/DC转换器端口从功率总线3006接收DC功率。

[0311] 如上所述,在一个方面,能量模块3004可包括由控制器3082(例如,FPGA)以用于致动的额定线圈电流驱动的RF选择继电器3124,并且还可经由脉冲宽度调制(PWM)设定为较低的保持电流以限制稳态功率耗散。利用力引导(安全)继电器实现RF选择继电器3124的切换,并且由控制器3082感测接触状态的状态,以缓解任何单个故障状况。在一个方面,RF选择继电器3124被配置成能够处于第一状态,其中从RF源诸如宽带RF功率放大器3108接收的输出RF信号被传输到能量模块3004的第一部件,诸如双极能量接收器3118的RF功率变压器3110。在第二方面,RF选择继电器3124被配置成能够处于第二状态,其中从RF源诸如宽带RF功率放大器3108接收的输出RF信号被传输到第二部件,诸如单极能量接收器3136的RF功率变压器3128,如下文更详细描述的。在一般方面,RF选择继电器3124被配置成能够由控制器3082驱动以在多种状态(诸如第一状态和第二状态)之间切换,从而在能量模块3004的不同能量接收器之间传输从RF功率放大器3108接收的输出RF信号。

[0312] 如上所述,宽带RF功率放大器3108的输出也可通过RF选择继电器3124馈送到RF单极接收器3136的宽带RF功率变压器3128。可用于计算RF阻抗的单极RF电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过单极RF能量接收器3136的输入部分经由RF VI FB变压器3130反馈到控制器3082。RF电压和电流反馈信号通过A/D 3126路由回到控制器3082。隔离的DC/DC转换器端口3132和低带宽数据端口3134也通过单极RF能量接收器3136耦接到控制器3082,该隔离的DC/DC转换器端口从功率总线3006接收DC功率。

[0313] 宽带RF功率放大器3108的输出也可通过RF选择继电器3124馈送到高级能量接收器3100的宽带RF功率变压器3090。可用于计算RF阻抗的RF电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过高级能量接收器3100的输入部分经由RF VI FB变压器3094反馈到控制器3082。RF电压和电流反馈信号通过A/D 3104路由回到控制器3082。

[0314] 图35是根据本公开的至少一个方面的耦接到头模块3150的第二能量模块3012的框图。图34中所示的第一能量模块3004通过将第一能量模块3004的第二直通集线器连接器3078耦接到第二能量模块3012的第一直通集线器连接器3074而耦接到图35中所示的第二能量模块3012。在一个方面,第二能量模块3012可为与第一能量模块3004类似的能量模块,如图35中所示。在另一方面,第二能量模块2012可为与第一能量模块相比不同的能量模块,诸如更详细地示出于图37中的能量模块。将第二能量模块3012添加到第一能量模块3004为模块化能量系统3000增加了功能。

[0315] 第二能量模块3012通过将直通集线器连接器3078连接到头模块3150的直通集线器连接器3152而耦接到头模块3150。在一个方面,头模块3150可包括头处理器3158,该头处理器被配置成能够管理电源按钮功能3166、通过升级USB模块3162进行的软件升级、系统时间管理以及经由可运行不同协议的以太网模块3164到外部网络(即,医院或云)的网关。数据通过直通集线器连接器3152由头模块3150接收。头处理器3158还耦接到开关3160,以接

收数据、处理数据并将数据从源装置转发到目标装置,并控制它们之间的数据通信。头处理器3158还耦接到OTS功率源3156,该OTS功率源耦接到主功率输入模块3154。

[0316] 图36是根据本公开的至少一个方面的用于集线器(诸如图33中所示的头模块)的头/用户界面(UI)模块3002的框图。头/UI模块3002包括头功率模块3172、头无线模块3174、头USB模块3176、头音频/屏幕模块3178、头网络模块3180(例如,以太网)、底板连接器3182、头待机处理器模块3184和头脚踏开关模块3186。这些功能模块进行交互以提供头/UI 3002功能。头/UI控制器3170控制每个功能模块以及它们之间的通信,包括耦接在头/UI控制器3170与耦接到头脚踏开关模块3186的隔离通信模块3234之间的安全关键控制逻辑模块3230、3232。安全协处理器3188耦接到头/UI控制器3170。

[0317] 头功率模块3172包括耦接到OTS功率源单元3192(PSU)的主功率输入模块3190。低电压直流电(例如,5V)待机功率通过低电压功率总线3198从OTS PSU 3192提供到头/UI模块3002和其他模块。高电压直流电(例如,60V)通过高电压总线3200从OTS PSU 3192提供到头/UI模块3002。高电压DC提供DC/DC转换器模块3196以及隔离的DC/DC转换器模块3236。头/待机模块3184的待机处理器3204向OTS PSU 3192提供PSU/启用信号3202。

[0318] 头无线模块3174包括WiFi模块3212和蓝牙模块3214。WiFi模块3212和蓝牙模块3214两者耦接至头/UI控制器3170。蓝牙模块3214用于在不使用缆线的情况下连接设备,并且Wi-Fi模块3212提供对网络诸如互联网的高速访问,并且可用于产生无线网络,该无线网络可链接多个设备,诸如位于手术室中的多个能量模块或其他模块和外科器械以及其他装置。蓝牙是用于在短距离(诸如小于30英尺)内交换数据的无线技术标准。

[0319] 头USB模块3176包括耦接到头/UI控制器3170的USB端口3216。USB模块3176通过短距离数字数据通信为模块和其他电子器件提供标准缆线连接接口。USB模块3176允许包括USB装置的模块与USB缆线连接并通过USB缆线传输数字数据。

[0320] 头音频/屏幕模块3178包括耦接到触摸控制器3218的触摸屏3220。触摸控制器3218耦接到头/UI控制器3170以读取来自触摸屏3220的输入。头/UI控制器3170通过显示/端口视频输出信号3222来驱动LCD显示器3224。头/UI控制器3170耦接到音频放大器3226以驱动一个或多个扬声器3228。

[0321] 在一个方面,头/UI模块3002提供触摸屏3220用户界面,该触摸屏用户界面被配置成能够控制连接到模块化能量系统3000中的一个控件或头模块3002的模块。触摸屏3220可用于保持单个接入点以供用户调节连接在模块化能量系统3000内的所有模块。附加硬件模块(例如,排烟模块)可在它们连接到头/UI模块3002时出现在用户界面LCD显示器3224的底部,并且可在它们与头/UI模块3002断开连接时从用户界面LCD显示器3224消失。

[0322] 另外,用户触摸屏3220可提供对附接到模块化能量系统3000的模块的设置的访问。此外,用户界面LCD显示器3224布置可被配置成能够根据连接到头/UI模块3002的模块的数量和类型而改变。例如,第一用户界面可显示在LCD显示器3224上用于第一应用程序,其中一个能量模块和一个排烟模块连接到头/UI模块3002,并且第二用户界面可显示在LCD显示器3224上用于第二应用程序,其中两个能量模块连接到头/UI模块3002。此外,当模块与模块化能量系统3000连接和断开连接时,用户界面可改变其在LCD显示器3224上的显示。

[0323] 在一个方面,头/UI模块3002提供用户界面LCD显示器3224,该用户界面LCD显示器被配置成能够在LCD显示器上显示对应于端口照明的着色。在一个方面,器械面板的着色和

其对应端口周围的LED光将是相同的或以其他方式彼此对应。每种颜色可例如传达独特的含义。这样,用户将能够快速评估指示所涉及的器械以及指示的性质。此外,关于器械的指示可通过改变衬在其对应端口周围的LED光的颜色和其模块的着色来表示。更进一步地,屏幕和硬件/软件端口对准上的消息也可用于传达必须对硬件而不是接口采取动作。在各个方面,当在其他器械上发生警报时,可使用所有其他器械。这允许用户能够快速评估指示所涉及的器械以及指示的性质。

[0324] 在一个方面,头/UI模块3002提供用户界面屏幕,该用户界面屏幕被配置成能够在LCD显示器3224上显示以向用户呈现规程选项。在一个方面,用户界面可被配置成能够向用户呈现一系列选项(其可被布置成例如从广泛到具体)。在进行每个选择之后,模块化能量系统3000呈现下一层级,直到完成所有选择。这些设置可在本地管理并经由辅助装置(诸如USB拇指驱动器)传输。另选地,这些设置可经由门户管理并且自动分配到医院中的所有连接系统。

[0325] 规程选项可包括例如根据专业、规程和规程类型分类的出厂预设选项的列表。在完成用户选择时,头模块可被配置成能够将任何连接的器械设置为针对该具体规程的出厂预设设置。规程选项还可包括例如外科医生,然后是专业、规程和类型的列表。一旦用户完成选择,系统就可建议外科医生优选的器械,并根据外科医生的偏好(即,与存储外科医生偏好的每个外科医生相关联的配置文件)设定那些器械的设置。

[0326] 在一个方面,头/UI模块3002提供用户界面屏幕,该用户界面屏幕被配置成能够在LCD显示器3224上显示关键的器械设置。在一个方面,在用户界面的LCD显示器3224上显示的每个器械面板在位置和内容上对应于插入到模块化能量系统3000中的器械。当用户轻击面板时,其可展开以显示该特定器械的附加设置和选项,并且屏幕的其余部分可例如变暗或以其他方式不再强调。

[0327] 在一个方面,头/UI模块3002提供用户界面的器械设置面板,该器械设置面板被配置成能够包括/显示对器械而言是唯一的控件并且允许用户增大或减小其输出的强度,切换某些功能,将其与系统附件如连接到头脚踏开关模块3186的脚踏开关配对,访问高级器械设置,以及找到关于器械的附加信息。在一个方面,用户可轻击/选择“高级设置”控件以展开用户界面LCD显示器3224上显示的高级设置抽屉。在一个方面,用户然后可轻击/选择器械设置面板的右上角处的图标或轻击面板外部的任何位置,然后面板将缩小到其初始状态。在这些方面,用户界面被配置成能够在LCD显示器3224上仅在每个器械面板的就绪/主屏幕上显示最关键的器械设置,诸如功率水平和功率模式。这是为了从一定距离最大化系统的尺寸和可读性。在一些方面,面板和其中的设置可与连接到系统的器械的数量成比例地缩放,以进一步改善可读性。随着更多器械被连接,面板按比例缩放以容纳更大量的信息。

[0328] 头网络模块3180包括多个网络接口3264、3266、3268(例如,以太网)以将头/UI模块3002网络连接到模块化能量系统3000的其他模块。在例示的示例中,一个网络接口3264可以是第三方网络接口,另一个网络接口3266可以是医院网络接口,并且又一个网络接口3268可以位于底板网络接口连接器3182上。

[0329] 头待机处理器模块3184包括耦接到开/关开关3210的待机处理器3204。待机处理器3204通过检查以查看电流是否在连续性回路3206中流动来进行电气连续性测试。连续性

测试通过在连续性回路3206上施加小电压来执行。串行总线3208将待机处理器3204耦接到底板连接器3182。

[0330] 头脚踏开关模块3186包括分别通过多个对应的存在/ID和开关状态模块3242、3244、3246耦接到多个模拟脚踏开关端口3254、3256、3258的控制器3240。控制器3240还经由存在/ID和开关状态模块3248以及收发器模块3250耦接到附件端口3260。附件端口3260由附件功率模块3252供应功率。控制器3240经由隔离的通信模块3234以及第一安全关键控制模块3230和第二安全关键控制模块3232耦接到头/UI控制器3170。头脚踏开关模块3186还包括DC/DC转换器模块3238。

[0331] 在一个方面,头/UI模块3002提供用户界面屏幕,该用户界面屏幕被配置成能够在LCD显示器3224上显示以用于控制连接到模拟脚踏开关端口3254、3256、3258中的任一个模拟脚踏开关端口的脚踏开关。在一些方面,当用户将非手动激活的器械插入到模拟脚踏开关端口3254、3256、3258中的任一个模拟脚踏开关端口中时,器械面板出现在脚踏开关图标旁边的警告图标处。器械设置可为例如变灰的,因为器械不能在没有脚踏开关的情况下被激活。

[0332] 当用户将脚踏开关插入到模拟脚踏开关端口3254、3256、3258中的任一个模拟脚踏开关端口中时,出现指示脚踏开关已被分配到该器械的弹出窗口。脚踏开关图标指示脚踏开关已被插入并被分配到器械。然后,用户可轻击/选择该图标以分配、重新分配、取消分配或以其他方式改变与该脚踏开关相关联的设置。在这些方面,该系统被配置成能够使用逻辑部件自动地将脚踏开关分配给非手动激活的器械,该逻辑部件还可将单踏板脚踏开关或双踏板脚踏开关分配给适当的器械。如果用户想要手动分配/重新分配脚踏开关,则存在可利用的两个流程。

[0333] 在一个方面,头/UI模块3002提供全局脚踏开关按钮。一旦用户轻击全局脚踏开关图标(位于用户界面LCD显示器3224的右上方),脚踏开关分配叠层出现并且器械模块中的内容变暗。如果未分配给器械,则每个附接的脚踏开关(双踏板或单踏板)的(例如,照片般逼真的)表示出现在底部,或者出现在对应的器械面板上。因此,用户可将这些图示拖放到脚踏开关分配叠层中的加框图标中和从该加框图标中拖出,以将脚踏开关分配、取消分配和重新分配给他们相应的器械。

[0334] 在一个方面,根据本公开的至少一个方面,头/UI模块3002提供在LCD显示器3224上显示的指示脚踏开关自动分配的用户界面屏幕。如上所述,模块化能量系统3000可被配置成能够将脚踏开关自动分配给未进行手动激活的器械。在一些方面,头/UI模块3002可被配置成能够将用户界面LCD显示器3224上显示的颜色与模块自身上的光相关联,作为利用用户界面元素跟踪物理端口的方法。

[0335] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够描绘用户界面的各种应用程序,其中不同数量的模块连接到模块化能量系统3000。在各个方面,在LCD显示器3224上显示的用户界面元素的总体布局或比例可基于插入到头/UI模块3002中的器械的数量和类型。这些能够按比例缩放的图形可提供利用更多屏幕以更好地可视化的方法。

[0336] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上示出用户界面屏幕,以指示连接到模块化能量系统3000的模块的哪些端口是活动的。在一些方面,头/UI模块3002可被配置成能够通过突出显示活动端口和调暗不活动端口来示出活动端口与非活

动端口。在一个方面,端口可以在活动时用颜色表示(例如,单极组织切割用黄色表示,单极组织凝固用蓝色表示,双极组织切割用蓝色表示,高级能量组织切割用暖白色表示等)。此外,所显示的颜色将与端口周围的光导管的颜色匹配。着色还可指示用户在器械激活时不能改变其他器械的设置。又如,头/UI模块3002可被配置成能够将第一能量模块的双极端口、单极端口和超声端口示出为活动的,并且将第二能量模块的单极端口示出为同样活动的。

[0337] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上示出用户界面屏幕以显示全局设置菜单。在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上显示菜单以控制跨连接到模块化能量系统3000的任何模块的全局设置。全局设置菜单可例如始终显示在一致的位置(例如,始终可用于主屏幕的右上角)。

[0338] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上示出用户界面屏幕,该用户界面屏幕被配置成能够防止在使用外科器械时改变设置。在一个示例中,头/UI模块3002可被配置成能够防止设置在所连接的器械激活时经由所显示的菜单改变。用户界面屏幕可包括例如在打开设置菜单时被保留用于指示器械激活的区域(例如,左上角)。在一个方面,用户已在单极凝固激活时打开双极设置。在一个方面,一旦激活完成,就可使用设置菜单。在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够从不覆盖专用区域上的用于指示关键器械信息的任何菜单或其他信息,以便保持关键信息的显示。

[0339] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上示出被配置成能够显示器械错误的用户界面屏幕。在一个方面,器械错误警告可显示在器械面板自身上,从而允许用户在护士对错误进行故障诊断时继续使用其他器械。这允许用户继续外科手术,而无需停止外科手术来调试器械。

[0340] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上示出用户界面屏幕以显示可用于各种器械的不同模式或设置。在各个方面,头/UI模块3002可被配置成能够显示适合于连接到叠堆/集线器的外科器械的类型或应用的设置菜单。每个设置菜单可提供适合于特定器械类型的不同功率水平、能量递送分布曲线等的选项。在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够显示可用于双极、单极切割和单极凝固应用的不同模式。

[0341] 在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在LCD显示器3224上示出用户界面屏幕以显示预先选择的设置。在一个方面,头/UI模块3002可被配置成能够在插入器械之前接收对器械/装置设置的选择,使得模块化能量系统3000在患者进入手术室之前准备就绪。在一个方面,用户可简单地单击端口,然后改变该端口的设置。在所示出的方面,所选择的端口表现为淡出以指示设置被设置,但是没有器械插入到该端口中。

[0342] 图37是根据本公开的至少一个方面的用于集线器的能量模块3270(诸如图31、图32、图34和图35中所示的能量模块)的框图。能量模块3270被配置成能够经由第一直通集线器连接器3272和第二直通集线器连接器3276耦接到头模块、头/UI模块和其他能量模块。设置在第一直通集线器连接器3272与第二直通集线器连接器3276之间的开关3076接收数据、处理数据并将数据从源装置转发到目标装置,并控制它们之间的数据通信。数据通过数据总线3008被接收和传输。能量模块3270包括控制器3082以控制能量模块3270的各种通信和处理功能。

[0343] DC功率通过功率总线3006由能量模块3270接收和传输。功率总线3006耦接到DC/

DC转换器模块3138以向可调节调整器3084、3107和隔离的DC/DC转换器端口3096、3112、3132供应功率。

[0344] 在一个方面,能量模块3270可包括超声宽带放大器3086,该超声宽带放大器在一个方面可为能够生成任意波形并以低总谐波失真(THD)水平驱动谐波换能器的线性H类放大器。超声宽带放大器3086由降压可调式调整器3084馈送以使效率最大化并且由控制器3082控制,该控制器可例如经由直接数字合成器(DDS)实现为数字信号处理器(DSP)。例如,DDS可嵌入DSP中或在现场可编程门阵列(FPGA)中实现。控制器3082经由数模转换器3106(DAC)控制超声宽带放大器3086。超声宽带放大器3086的输出被馈送到超声功率变压器3088,该超声功率变压器耦接到高级能量接收器3100的超声能量输出部分。可用于计算超声阻抗的超声电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过高级能量接收器3100的输入部分经由超声VI FB变压器3092反馈到控制器3082。超声电压和电流反馈信号通过模拟多路复用器3280和双模数转换器3278(A/D)路由回到控制器3082。在一个方面,双A/D 3278具有80MSPS的采样率。隔离的DC/DC转换器端口3096和中带宽数据端口3098也通过高级能量接收器3100耦接到控制器3082,该隔离的DC/DC转换器端口从功率总线3006接收DC功率。

[0345] 在一个方面,能量模块3270可包括多个宽带RF功率放大器3108、3286、3288等,在一个方面,宽带RF功率放大器3108、3286、3288中的每个宽带RF功率放大器可为能够生成任意波形并以一系列输出频率驱动RF负载的线性H类放大器。宽带RF功率放大器3108、3286、3288中的每个宽带RF功率放大器由可调式降压调整器3107馈送以使效率最大化并且由控制器3082控制,该控制器可经由DDS实现为DSP。例如,DDS可嵌入DSP中或在FPGA中实现。控制器3082经由DAC 3122控制第一宽带RF功率放大器3108。

[0346] 与图34和35所示和所述的能量模块3004、3012不同,能量模块3270不包括被配置成能够从可调式降压调整器3107接收RF输出信号的RF选择继电器。此外,与图34和35所示和所述的能量模块3004、3012不同,能量模块3270包括多个宽带RF功率放大器3108、3286、3288而不是单个RF功率放大器。在一个方面,可调式降压调整器3107可在多个状态之间切换,其中可调式降压调整器3107将输出RF信号输出到与该可调式降压调整器连接的多个宽带RF功率放大器3108、3286、3288中的一个宽带RF功率放大器。控制器3082被配置成能够在多个状态之间切换可调式降压调整器3107。在第一状态下,控制器驱动可调式降压调整器3107以将RF能量信号输出到第一宽带RF功率放大器3108。在第二状态下,控制器驱动可调式降压调整器3107以将RF能量信号输出到第二宽带RF功率放大器3286。在第三状态下,控制器驱动可调式降压调整器3107以将RF能量信号输出到第三宽带RF功率放大器3288。

[0347] 第一宽带RF功率放大器3108的输出可被馈送到RF功率变压器3090,该RF功率变压器耦接到高级能量接收器3100的RF输出部分。可用于计算RF阻抗的RF电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过高级能量接收器3100的输入部分经由RF VI FB变压器3094反馈到控制器3082。RF电压和电流反馈信号通过RF VI FB变压器3094路由回到控制器3082,所述RF VI FB变压器耦接到模拟多路复用器3284和耦接到控制器3082的双A/D 3282。在一个方面,双A/D 3282具有80MSPS的采样率。

[0348] 第二RF宽带功率放大器3286的输出通过RF单极接收器3136的RF功率变压器3128馈送。可用于计算RF阻抗的单极RF电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过单极RF能量接收器3136的输入部分经由RF VI FB变压器3130反馈到控制器3082。RF电压和电流反馈信号通过

模拟多路复用器3284和双A/D 3282路由回到控制器3082。隔离的DC/DC转换器端口3132和低带宽数据端口3134也通过单极RF能量接收器3136耦接到控制器3082,该隔离的DC/DC转换器端口从功率总线3006接收DC功率。

[0349] 第三RF宽带功率放大器3288的输出通过双极RF接收器3118的RF功率变压器3110馈送。可用于计算RF阻抗的双极RF电压(V)和电流(I)反馈(FB)信号通过双极RF能量接收器3118的输入部分经由RF VI FB变压器3114反馈到控制器3082。RF电压和电流反馈信号通过模拟多路复用器3280和双A/D 3278路由回到控制器3082。隔离的DC/DC转换器端口3112和低带宽数据端口3116也通过双极RF能量接收器3118耦接到控制器3082,该隔离的DC/DC转换器端口从功率总线3006接收DC功率。

[0350] 接触监视器3290耦接到NE接收器3292。功率从单极接收器3136馈送到NE接收器3292。

[0351] 在一个方面,参考图31至图37,模块化能量系统3000可被配置成能够经由集成到接收器3100、3118、3136中的光断流器、磁传感器或其他非接触式传感器来检测接收器3100、3118、3136中器械的存在。该方法防止了将MTD连接器上的专用存在引脚分配给单个目的的必要性,而是允许MTD信号引脚6-9具有多用途功能,同时连续监测器械存在。

[0352] 在一个方面,参考图31至图37,模块化能量系统3000的模块可包括允许跨患者隔离边界高速通信(10Mb/s至50Mb/s)的光学链路。该链路将承载装置通信、抑制信号(监视器等)和低带宽运行时数据。在一些方面,光学链路将不包含可在非隔离侧上进行的实时采样数据。

[0353] 在一个方面,参考图31至图37,模块化能量系统3000的模块可以包括多功能电路块,该多功能电路块可以:(i)经由A/D和电流源读取存在电阻器值,(ii)经由手动开关Q协议与传统器械通信,(iii)经由本地总线单线协议与器械通信,以及(iv)与启用CAN FD的外科器械通信。当外科器械被能量发生器模块正确地识别时,相关的引脚功能和通信电路被启用,而其他未使用的功能被禁用并且被设置为高阻抗状态。

[0354] 在一个方面,参考图31至图37,模块化能量系统3000的模块可包括放大器脉冲/刺激/辅助DC放大器。这是基于全桥输出的灵活使用放大器,并且包含功能隔离。这允许其差分输出参考所施加部分(除了在一些方面的单极有源电极之外)上的任何输出连接。放大器输出可以是具有由DAC提供的波形驱动的小信号线性(脉冲/激励)或用于DC应用(诸如DC马达、照明、FET驱动器等)的中等输出功率的方波驱动。利用功能隔离的电压和电流反馈来感测输出电压和电流,以向FPGA提供准确的阻抗和功率测量值。与启用CAN FD的器械配对,该输出可提供马达/运动控制驱动,而位置或速度反馈由CAN FD接口提供以用于闭环控制。

[0355] 用于模块化外科系统的自动超声能量激活电路设计

[0356] 本公开的各方面呈现了一种为模块化外科系统提供自动超声能量激活的电路设计。在一些方面,超声外科器械中的控制电路可连接到模块化能量系统,该模块化能量系统在基于满足一些阈值标准自动激活超声功能之后允许治疗能量从发生器传递到超声外科器械。在一些方面,超声器械可包括电容触摸传感器,该电容触摸传感器在触摸传感器接触适当组织时发送信号以自动激活治疗超声能量。

[0357] 在外科环境中,许多器械可用于安全且干净地执行外科手术。多个出席者可以在不同的及时时刻为一个或多个外科医生在场提供不同的器械,其中定时对于提供最佳护理

可能是至关重要的。向不同外科器械提供功率的多个外科模块也可存在于患者周围。出错的机会增加了更多的器械、运动部件和它们所处的变量。为了改善安全性和外科操作,希望尽可能多地自动化功能,当然前提条件是自动化精确地配合在外科手术的适当环境内。

[0358] 因此,期望在适当的时间自动激活超声治疗能量,以及自动地正确关闭超声能量。因此,在一些方面,耦接到端部执行器的传感器可精确地提供准确的反馈,以用于何时应施加或关闭超声能量。在一些方面,提供了一种电容触摸传感器,该电容触摸传感器被配置成能够测量由于导电接触(诸如与患者组织或超声器械的用户的接触)而引起的电容式触摸屏的一部分上的电压降。这样,激活超声器械的定时可精确地对应于何时需要超声器械。

[0359] 图38示出了根据本公开的至少一个方面的超声能量的自动激活的示例性具体实施。这里,超声发生器17505电耦接到由用户握持的器械17510。在这种情况下,电容触摸表面17520被固定到超声器械的主体部分,其在使得用户能够在操纵器械时用手指触摸该主体部分的范围内。在其他情况下,电容触摸传感器17520可固定到端部执行器17515,这将在下文更详细地讨论。电容触摸传感器17520然后通过发送信号以激活视觉指示器诸如LED 17525来响应。这提供了电容式传感器被激活的反馈。在一些情况下,电容触摸传感器17520可以是响应于导电活动的电极,而在其他情况下,电容式传感器可以是类似于电容式触摸屏中的内容的表面或投影板。

[0360] 参见图39,示出了根据本公开的至少一个方面的使用电容触摸传感器17620的具有自动激活能力的超声器械17602的各种部件的框图图示。超声器械17602的外壳17610可包括控制电路17615,诸如ASIC或FPGA。控制电路17615可电耦接到超声发生器17605,该超声发生器能够激活超声换能器17604以将治疗超声能量施加到夹持在超声刀17630和夹钳17625之间的组织17635。夹钳17625可以包括导电垫17710或具有集成电极的垫。可在导电垫17710或具有集成电极的垫与导电超声刀17630之间施加非治疗电信号,以对组织17635电容17640充电并通过包括在外壳17610中的电容触摸传感器17620检测组织17635的存在。电容触摸传感器17620耦接至控制电路17615。可通过AVDD端口向电容触摸传感器17620供应电力,从而向模拟电容触摸传感器17620提供功率。当导电介质诸如组织17635接触导电垫17710和导电超声刀17630两者时,电容触摸传感器17620检测组织17635的存在并向控制电路17615提供信号以指示组织17635的存在。然后,控制电路17615可确定激活发生器17605以向超声换能器17604供应电能,从而激活端部执行器的超声刀17630以向夹持在超声刀17630和端部执行器的钳口17625之间的组织17635施加治疗能量。在由组织17635的存在适当触发电容触摸传感器17620之后,超声刀17630递送治疗超声能量。钳口17625和超声刀17630被示为夹持到患者的组织17635,并且该图示完成,示出了患者身体的电容17640。

[0361] 参见图40,示出了根据本公开的至少一个方面的具有自动超声激活的器械的另一变型,其中电容触摸传感器定位在端部执行器处。如图39所示,器械17610耦接到发生器17605并且包括控制电路17615。在这种情况下,电容触摸传感器17705可定位在端部执行器处,固定到例如钳口17625或超声刀17630中的任一者。传感器17705可被配置成能够在钳口17625打开时与患者的组织17635接触,然后夹持到组织17635的一部分上。当传感器17705的位置在超声刀17630下方时,在一个方面,传感器17705可定位在钳口17625的内部上,以便在钳口17625被向下夹持在组织17635上时面向患者组织17635。

[0362] 在一些情况下,一旦组织17635被夹持在钳口17625和超声刀17630之间,电容触摸

传感器的信号可在包括电容触摸传感器17705的电路完成时激活。导电垫17710或具有集成电极的垫可被配置成能够递送非治疗能量，一旦组织17635被夹持在钳口17625和超声刀17630之间，该非治疗能量将穿过到达电容触摸传感器。即，患者的组织17635可用于完成电流路径。随着电流路径的完成，则在导电垫17710、组织17635和超声刀17630之间流动的非治疗能量可用于激活电容触摸传感器17705，从而使传感器17705将信号作为输入发送回控制电路17615以激活到达超声刀17630的治疗能量。在该配置中，一个导体可耦接到超声刀17630，并且一个导体可耦接到导电垫17710以递送非治疗能量。

[0363] 在一些方面，端部执行器处的电容触摸传感器17705可绕过超声刀17630直接从控制电路17615接收功率。在这种情况下，电容触摸传感器17705可被激活并且准备好在电容触摸传感器触摸电容源诸如组织17635时作出响应。然后，电容传感器17705可将触发器或激活信号作为输入递送到控制电路17615，该控制电路然后可将治疗能量接通到超声刀17630。

[0364] 参见图41，在另一个变型中，在一些方面，一对电容触摸传感器17805、17705可能需要同时记录一些电容读数，以便使治疗能量自动激活。这里，还包括固定到夹钳17625的第二触摸传感器17805。虽然所示传感器17805的位置朝向夹钳17625的顶部，但传感器17805可定位在夹钳17625的底部上，其中在传感器17705也可触摸组织17635的同时传感器17805可接触组织17635(参见上文，其中讨论传感器17705的定位在钳口的内部部分上)。在这种情况下，非治疗能量可被供应到传感器17805、17705两者，并且这两者可被配置成能够向它们感测读数的控制电路17615提供输入。只有当两者向控制电路17615提供其信号输入时，控制电路17615才可向超声刀17630提供治疗能量。

[0365] 虽然在这些示例中讨论了超声刀，但是端部执行器处的其他类型的元件可用于供应治疗能量。这些可包括夹具、夹持件、齿、平板等。

[0366] 参见图42，其为根据本公开的至少一个方面的方法的逻辑图17900，该方法描绘了用于由器械自动激活治疗超声能量的控制程序或逻辑配置。这些步骤可与图38-41中的描述一致。外科器械的控制电路可将非治疗能量信号递送17905到电容触摸传感器。该信号可用于为触摸传感器通电。在一些情况下，电容触摸传感器可定位在外科器械的端部执行器处的适当位置，以感测患者的组织何时经由电容触摸传感器触摸端部执行器。在一些情况下，能量可被直接递送到电容触摸传感器，而在其他情况下，能量可通过端部执行器的导电部分(诸如超声刀)的电路的完成并且通过刀和电容触摸传感器与患者组织接触来递送。

[0367] 电容触摸传感器可例如通过触摸患者的组织来确定17910其已接收到电容读数。存在本领域技术人员已知的可实现这些读数的多种方式，诸如通过表面电容传感器或投射电容传感器，并且各方面不限于此。一旦获得读数，电容触摸传感器就可将激活信号作为输入传输17915回到控制电路。然后，响应于输入信号，控制电路可例如在被配置成能够利用治疗能量的超声刀或其他元件处自动地将治疗能量递送17920到端部执行器。

[0368] 如前所述，在一些情况下，控制电路可能需要来自多于一个源的多于一个激活信号，以便以甚至更安全的方式确认端部执行器正在多个位置处接触患者组织。一旦一个激活信号不再传输到控制电路，则控制电路可自动停止递送治疗能量。

[0369] 在一些方面，功率监测和定序电路可用于监测功率轨，该功率轨供应与用于向超声外科器械供应能量的能量模块相关联的电路。可采用功率监测和定序来避免由于非临界

功率供应故障而导致的某些电路的不正确关断的风险。在一个具体实施中,可采用集成的四通道电压监测和定序设备,诸如模拟设备的ADM1186-1和ADM1186-2,来监测多个电压供应轨。在上电序列期间,集成电路中的状态机继而启用每个功率源。监测供电输出电压以确定其是否在称为消隐时间的预定持续时间内上升到预定电压阈值上限以上。如果供应轨上升至高于电压阈值上限,则序列中的下一个启用输出被接通。除了消隐时间之外,用户还可在每个启用输出接通之前限定序列时间延迟。集成电路可单独使用或级联使用。

[0370] 实施例

[0371] 本文所述主题的各个方面在以下编号的实施例中陈述:

[0372] 实施例1:一种外科系统,包括:超声外科器械,所述超声外科器械包括:外壳;超声换能器;控制电路;端部执行器,所述端部执行器包括夹钳和超声刀,其中所述超声刀声学上耦接到所述超声换能器;以及电容触摸传感器,所述电容触摸传感器被配置成能够感测所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在并且向所述控制电路提供信号,其中所述信号指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在;以及发生器,所述发生器耦接到所述超声换能器,所述发生器被配置成能够将治疗超声能量递送到所述超声刀;其中所述控制电路被配置成能够基于指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的所述信号激活所述发生器以将超声治疗能量施加到所述超声刀。

[0373] 实施例2:根据实施例1所述的外科器械,其中,所述电容触摸传感器定位在所述外壳上。

[0374] 实施例3:根据实施例1至2中任一项所述的外科器械,其中,所述电容触摸传感器面向所述超声刀定位在所述夹钳上,以检测位于所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在。

[0375] 实施例4:根据实施例1至3中任一项所述的外科器械,还包括耦接在所述控制电路和所述电容触摸传感器之间的电导体,其中所述控制电路被配置成能够向所述电容触摸传感器供应功率。

[0376] 实施例5:根据实施例1至3中任一项所述的外科器械,其中,所述夹钳还包括耦接到所述电容触摸传感器的导电元件。

[0377] 实施例6:根据实施例5所述的外科器械,其中,所述电容触摸传感器还被配置成能够由施加在所述导电元件和所述超声刀之间的非治疗能量通电。

[0378] 实施例7:根据实施例5至6中任一项所述的外科器械,其中,所述导电元件是导电垫。

[0379] 实施例8:根据实施例5至6中任一项所述的外科器械,其中,所述导电元件是集成在垫中的电极。

[0380] 实施例9:根据实施例1至8中任一项所述的外科器械,其中,所述电容触摸传感器是第一电容触摸传感器,并且所述外科器械包括第二电容触摸传感器。

[0381] 实施例10:根据实施例9所述的外科器械,其中,所述第一电容触摸传感器定位在所述夹钳上并面向所述超声刀,并且所述第二电容触摸传感器定位在所述超声刀上并面向所述夹钳。

[0382] 实施例11:根据实施例10所述的外科器械,其中,指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的所述信号是指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的第一信号,并

且所述第二电容触摸传感器被配置成能够提供指示所述夹钳和所述超声刀之间的组织的存在的第二信号。

[0383] 实施例12:根据实施例11所述的外科器械,其中,所述控制电路还被配置成能够基于所述控制电路同时接收所述第一信号和所述第二信号两者来控制所述发生器向所述超声换能器供应电能以将治疗能量施加到所述超声刀,其中所述控制电路被配置成能够基于所述控制电路仅接收所述第一信号或所述第二信号中的一者来控制所述发生器以停止向所述发生器供应电能。

[0384] 实施例13:一种用于向超声外科器械的超声刀自动供应能量的外科器械的方法,所述方法包括:由所述外科器械的控制电路将非治疗能量递送到所述外科器械的电容触摸传感器;由所述电容触摸传感器接收来自导电组织的电容读数;由所述电容触摸传感器向所述控制电路传输指示接收到所述电容读数的信号输入;以及由所述控制电路将能量从超声发生器引导到耦接到所述超声刀的超声换能器。

[0385] 实施例14:根据实施例13所述的方法,其中,所述电容触摸传感器面向所述超声刀定位在夹钳上,以基于所述夹钳和所述超声刀之间导电组织的存在生成所述电容读数。

[0386] 实施例15:根据实施例14所述的方法,其中,所述外科器械还包括耦接在所述控制电路和所述电容触摸传感器之间的电导体,所述方法包括通过所述电导体使所述电容触摸传感器通电。

[0387] 实施例16:根据实施例15所述的方法,其中,所述夹钳包括导电元件,所述方法还包括通过所述电导体向所述导电元件供应非治疗能量。

[0388] 实施例17:根据实施例16所述的方法,还包括:将组织夹持在所述导电元件和所述超声刀之间;以及由所述非治疗能量经由所述控制电路至所述导电元件、至所述导电组织和至所述电容触摸传感器的完整电路路径对所述电容触摸传感器进行通电。

[0389] 实施例18:根据实施例13至17中任一项所述的方法,其中,所述电容触摸传感器是第一电容触摸传感器,所述外科器械包括第二电容触摸传感器;所述第一电容触摸传感器面向所述超声刀定位在夹钳上;所述第二电容触摸传感器面向所述夹钳定位在所述超声刀上;所述信号输入为第一信号输入;并且所述电容读数为第一电容读数;并且所述方法还包括:由所述第二电容触摸传感器接收第二电容读数;以及基于所述第二电容读数向所述控制电路提供第二信号输入。

[0390] 实施例19:根据实施例18所述的方法,还包括基于所述控制电路接收所述第一电容读数和所述第二电容读数两者,由所述控制电路控制向所述超声刀递送所述治疗能量。

[0391] 实施例20:根据实施例19所述的方法,还包括基于所述控制电路未接收到所述第一电容读数或所述第二电容读数中的一者来停止向所述端部执行器递送所述治疗能量。

[0392] 尽管已举例说明和描述了多个形式,但是申请人的意图并非将所附权利要求的范围约束或限制在此类细节中。在不脱离本公开的范围的情况下,可实现对这些形式的许多修改、变型、改变、替换、组合和等同物,并且本领域技术人员将想到这些形式的许多修改、变型、改变、替换、组合和等同物。此外,另选地,可将与所描述的形式相关联的每个元件的结构描述为用于提供由所述元件执行的功能的器件。另外,在公开了用于某些部件的材料的情况下,也可使用其他材料。因此,应当理解,上述具体实施方式和所附权利要求旨在涵盖属于本发明所公开的形式范围内的所有此类修改、组合和变型。所附权利要求旨在涵盖

所有此类修改、变型、改变、替换、修改和等同物。

[0393] 上述具体实施方式已经由使用框图、流程图和/或示例阐述了装置和/或方法的各种形式。只要此类框图、流程图和/或示例包含一个或多个功能和/或操作,本领域的技术人员就要将其理解为此类框图、流程图和/或示例中的每个功能和/或操作都可以单独和/或共同地通过多种硬件、软件、固件或实际上它们的任何组合来实施。本领域的技术人员将会认识到,本文公开的形式中的一些方面可作为在一台或多台计算机上运行的一个或多个计算机程序(例如,作为在一个或多个计算机系统上运行的一个或多个程序),作为在一个或多个处理器上运行的一个或多个程序(例如,作为在一个或多个微处理器上运行的一个或多个程序),作为固件,或作为实际上它们的任何组合全部或部分地在集成电路中等效地实现,并且根据本公开,设计电路系统和/或编写软件和/或硬件的代码将在本领域技术人员的技术范围内。另外,本领域的技术人员将会认识到,本文所述主题的机制能够作为多种形式的一个或多个程序产品进行分布,并且本文所述主题的例示性形式适用,而不管用于实际进行分布的信号承载介质的具体类型是什么。

[0394] 用于编程逻辑以执行各种所公开的方面的指令可存储在系统中的存储器内,诸如动态随机存取存储器(DRAM)、高速缓存、闪存存储器或其他存储器。此外,指令可经由网络或通过其他计算机可读介质来分发。因此,机器可读介质可包括用于存储或传输以机器(例如,计算机)可读形式的信息的任何机构,但不限于软盘、光学盘、光盘只读存储器(CD-ROM)、和磁光盘、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、磁卡或光卡、闪存存储器、或经由电信号、光学信号、声学信号或其他形式的传播信号(例如,载波、红外信号、数字信号等)在因特网上传输信息时使用的有形的、机器可读存储装置。因此,非暂态计算机可读介质包括适于以机器(例如,计算机)可读的形式存储或传输电子指令或信息的任何类型的有形机器可读介质。

[0395] 如本文任一方面所用,术语“控制电路”可指例如硬连线电路系统、可编程电路系统(例如,计算机处理器,该计算机处理器包括一个或多个单独指令处理内核、处理单元,处理器、微控制器、微控制器单元、控制器、数字信号处理器(DSP)、可编程逻辑装置(PLD)、可编程逻辑阵列(PLA)、场可编程门阵列(FPGA))、状态机电路系统、存储由可编程电路系统执行的指令的固件、以及它们的任何组合。控制电路可以集体地或单独地实现为形成更大系统的一部分的电路系统,例如集成电路(IC)、专用集成电路(ASIC)、片上系统(SoC)、台式计算机、膝上型计算机、平板计算机、服务器、智能电话等。因此,如本文所用,“控制电路”包括但不限于具有至少一个离散电路的电子电路、具有至少一个集成电路的电子电路、具有至少一个专用集成电路的电子电路、形成由计算机程序配置的通用计算设备的电子电路(如,至少部分地实施本文所述的方法和/或设备的由计算机程序配置的通用计算机,或至少部分地实施本文所述的方法和/或设备的由计算机程序配置的微处理器)、形成存储器设备(如,形成随机存取存储器)的电子电路,和/或形成通信设备(如,调节解调器、通信开关或光电设备)的电子电路。本领域的技术人员将会认识到,可以模拟或数字方式或它们的一些组合实施本文所述的主题。

[0396] 如本文的任何方面所用,术语“逻辑”可指被配置成能够执行前述操作中的任一者的应用程序、软件、固件和/或电路系统。软件可体现为记录在非暂态计算机可读存储介质

上的软件包、代码、指令、指令集和/或数据。固件可体现为在存储器装置中硬编码(例如,非易失性)的代码、指令或指令集和/或数据。

[0397] 如本文任一方面所用,术语“部件”、“系统”、“模块”等可指计算机相关实体、硬件、硬件和软件的组合、软件或执行中的软件。

[0398] 如本文任一方面中所用,“算法”是指导致所期望结果的有条理的步骤序列,其中“步骤”是指物理量和/或逻辑状态的操纵,物理量和/或逻辑状态可(但不一定)采用能被存储、转移、组合、比较和以其他方式操纵的电或磁信号的形式。常用于指这些信号,如位、值、元素、符号、字符、术语、数字等。这些和类似的术语可与适当的物理量相关联并且仅仅是应用于这些量和/或状态的方便的标签。

[0399] 网络可包括分组交换网络。通信装置可能够使用所选择的分组交换网络通信协议来彼此通信。一个示例性通信协议可包括可能够允许使用传输控制协议/因特网协议(TCP/IP)进行通信的以太网通信协议。以太网协议可符合或兼容电气和电子工程师学会(IEEE)于2008年12月发布的标题为“IEEE802.3Standard”的以太网标准和/或本标准的更高版本。另选地或附加地,通信装置可能够使用X.25通信协议彼此通信。X.25通信协议可符合或兼容由国际电信联盟电信标准化部门(ITU-T)发布的标准。另选地或附加地,通信装置可能够使用帧中继通信协议彼此通信。帧中继通信协议可符合或兼容由国际电报电话咨询委员会(CCITT)和/或美国国家标准学会(ANSI)发布的标准。另选地或附加地,收发器可能够使用异步传输模式(ATM)通信协议彼此通信。ATM通信协议可符合或兼容ATM论坛于2001年8月发布的名为“ATM-MPLS Network Interworking 2.0”的ATM标准和/或该标准的更高版本。当然,本文同样设想了不同的和/或之后开发的连接取向的网络通信协议。

[0400] 除非上述公开中另外明确指明,否则可以理解的是,在上述公开中,使用术语如“处理”、“估算”、“计算”、“确定”、“显示”的讨论是指计算机系统或类似的电子计算装置的动作和进程,其操纵表示为计算机系统的寄存器和存储器内的物理(电子)量的数据并将其转换成相似地表示为计算机系统存储器或寄存器或其他此类信息存储、传输或显示装置内的物理量的其他数据。

[0401] 一个或多个部件在本文中可被称为“被配置成能够”、“可配置成能够”、“可操作/可操作地”、“适于/可适于”、“能够”、“可适形/适形于”等。本领域的技术人员将会认识到,除非上下文另有所指,否则“被配置成能够”通常可涵盖活动状态的部件和/或未活动状态的部件和/或待机状态的部件。

[0402] 术语“近侧”和“远侧”在本文中是相对于操纵外科器械的柄部部分的临床医生来使用的。术语“近侧”是指最靠近临床医生的部分,术语“远侧”是指远离临床医生定位的部分。还应当理解,为简洁和清楚起见,本文可结合附图使用诸如“竖直”、“水平”、“上”和“下”等空间术语。然而,外科器械在许多取向和方位中使用,并且这些术语并非是限制性的和/或绝对的。

[0403] 本领域的技术人员将认识到,一般而言,本文、以及特别是所附权利要求(例如,所附权利要求的正文)中所使用的术语通常旨在为“开放”术语(例如,术语“包括”应解释为“包括但不限于”,术语“具有”应解释为“至少具有”,术语“包含”应解释为“包含但不限于”等)。本领域的技术人员还应当理解,如果所引入权利要求表述的具体数目为预期的,则此类意图将在权利要求中明确表述,并且在不存在此类叙述的情况下,不存在此类意图。例

如,为有助于理解,下述所附权利要求可含有对介绍性短语“至少一个”和“一个或多个”的使用以引入权利要求。然而,对此类短语的使用不应视为暗示通过不定冠词“一个”或“一种”引入权利要求表述将含有此类引入权利要求表述的任何特定权利要求限制在含有仅一个这样的表述的权利要求中,甚至当同一权利要求包括介绍性短语“一个或多个”或“至少一个”和诸如“一个”或“一种”(例如,“一个”和/或“一种”通常应解释为意指“至少一个”或“一个或多个”)的不定冠词时;这也适用于对用于引入权利要求表述的定冠词的使用。

[0404] 另外,即使明确叙述引入权利要求叙述的特定数目,本领域的技术人员应当认识到,此种叙述通常应解释为意指至少所叙述的数目(例如,在没有其他修饰语的情况下,对“两个叙述”的裸叙述通常意指至少两个叙述、或两个或更多个叙述)。此外,在其中使用类似于“A、B和C中的至少一者等”的惯例的那些情况下,一般而言,此类构造意在具有本领域的技术人员将理解所述惯例的意义(例如,“具有A、B和C中的至少一者的系统”将包括但不限于具有仅A、仅B、仅C、A和B一起、A和C一起、B和C一起和/或A、B和C一起等的系统)。在其中使用类似于“A、B或C中的至少一者等”的惯例的那些情况下,一般而言,此类构造意在具有本领域的技术人员将理解所述惯例的意义(例如,“具有A、B或C中的至少一者的系统”应当包括但不限于具有仅A、仅B、仅C、A和B一起、A和C一起、B和C一起和/或A、B和C一起等的系统)。本领域的技术人员还应当理解,通常,除非上下文另有指示,否则无论在具体实施方式、权利要求或附图中呈现两个或更多个替代术语的转折性词语和/或短语应理解为涵盖包括所述术语中的一者、所述术语中的任一个或这两个术语的可能性。例如,短语“A或B”通常将被理解为包括“A”或“B”或“A和B”的可能性。

[0405] 对于所附的权利要求,本领域的技术人员将会理解,其中表述的操作通常可以任何顺序进行。另外,尽管以一个或多个序列出了各种操作流程图,但应当理解,可以不同于所示顺序的其他顺序执行各种操作,或者可同时执行所述各种操作。除非上下文另有规定,否则此类替代排序的示例可包括重叠、交错、中断、重新排序、增量、预备、补充、同时、反向,或其他改变的排序。此外,除非上下文另有规定,否则像“响应于”、“相关”这样的术语或其他过去式的形容词通常不旨在排除此类变体。

[0406] 值得一提的是,任何对“一个方面”、“一方面”、“一范例”、“一个范例”的提及均意指结合所述方面所述的具体特征部、结构或特征包括在至少一个方面中。因此,在整个说明书的各种位置出现的短语“在一个方面”、“在一方面”、“在一范例中”、“在一个范例中”不一定都指同一方面。此外,具体特征部、结构或特征可在一个或多个方面中以任何合适的方式组合。

[0407] 本说明书提及和/或在任何申请数据表中列出的任何专利申请,专利,非专利公布或其他公开材料均以引用方式并入本文,只要所并入的材料在此不一致。因此,并且在必要的程度下,本文明确列出的公开内容代替以引用方式并入本文的任何冲突材料。据称以引用方式并入本文但与本文列出的现有定义、陈述或其他公开材料相冲突的任何材料或其部分,将仅在所并入的材料与现有的公开材料之间不产生冲突的程度下并入。

[0408] 概括地说,已经描述了由采用本文所述的概念产生的许多有益效果。为了举例说明和描述的目的,已经提供了一个或多个形式的上述具体实施方式。这些具体实施方式并非意图为详尽的或限定到本发明所公开的精确形式。可以按照上述教导内容对本发明进行修改或变型。选择和描述的一个或多个形式是为了说明原理和实际应用,从而使本领域的

普通技术人员能够利用适用于预期的特定用途的各种形式和各种修改。与此一同提交的权利要求书旨在限定完整范围。

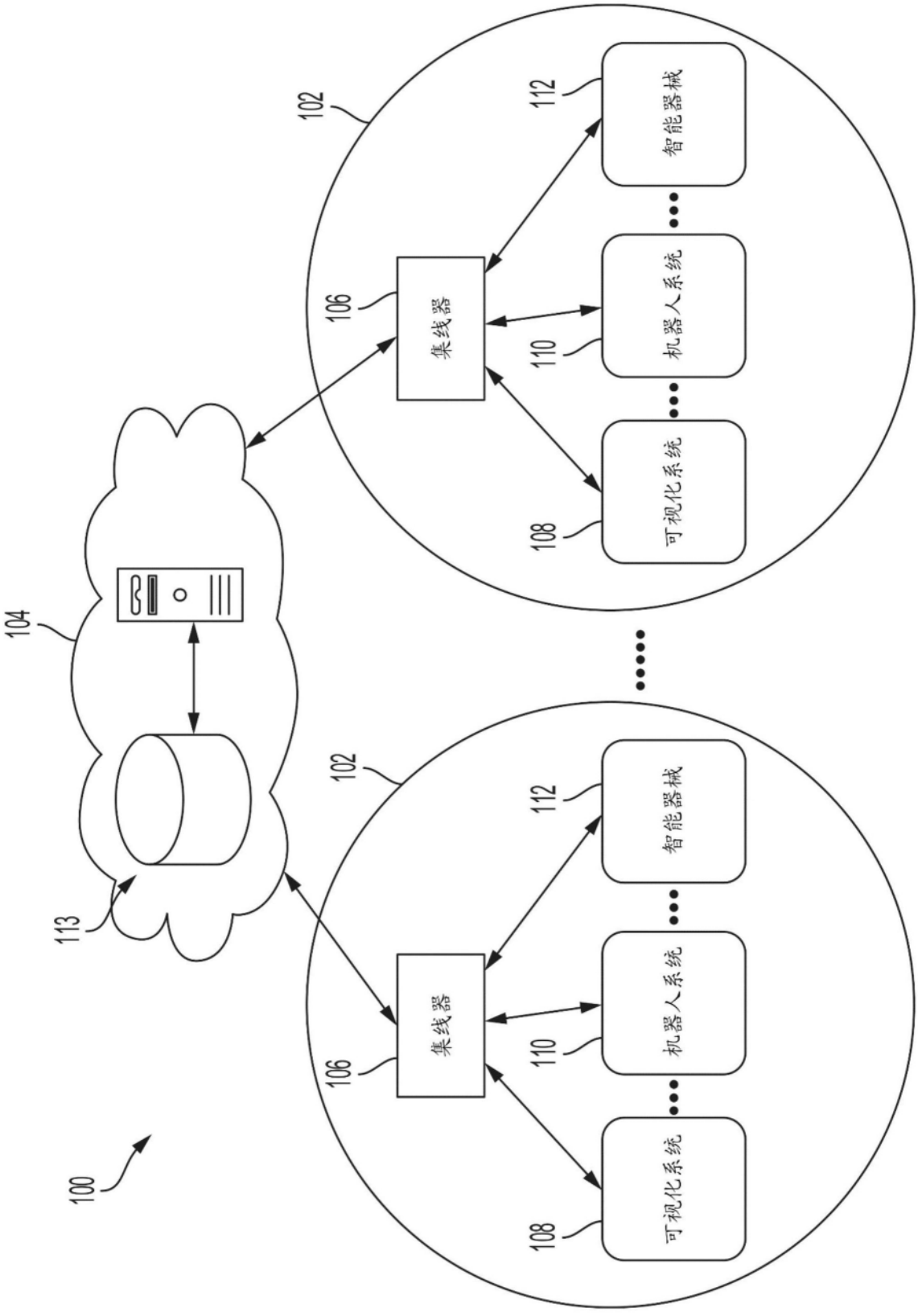


图1

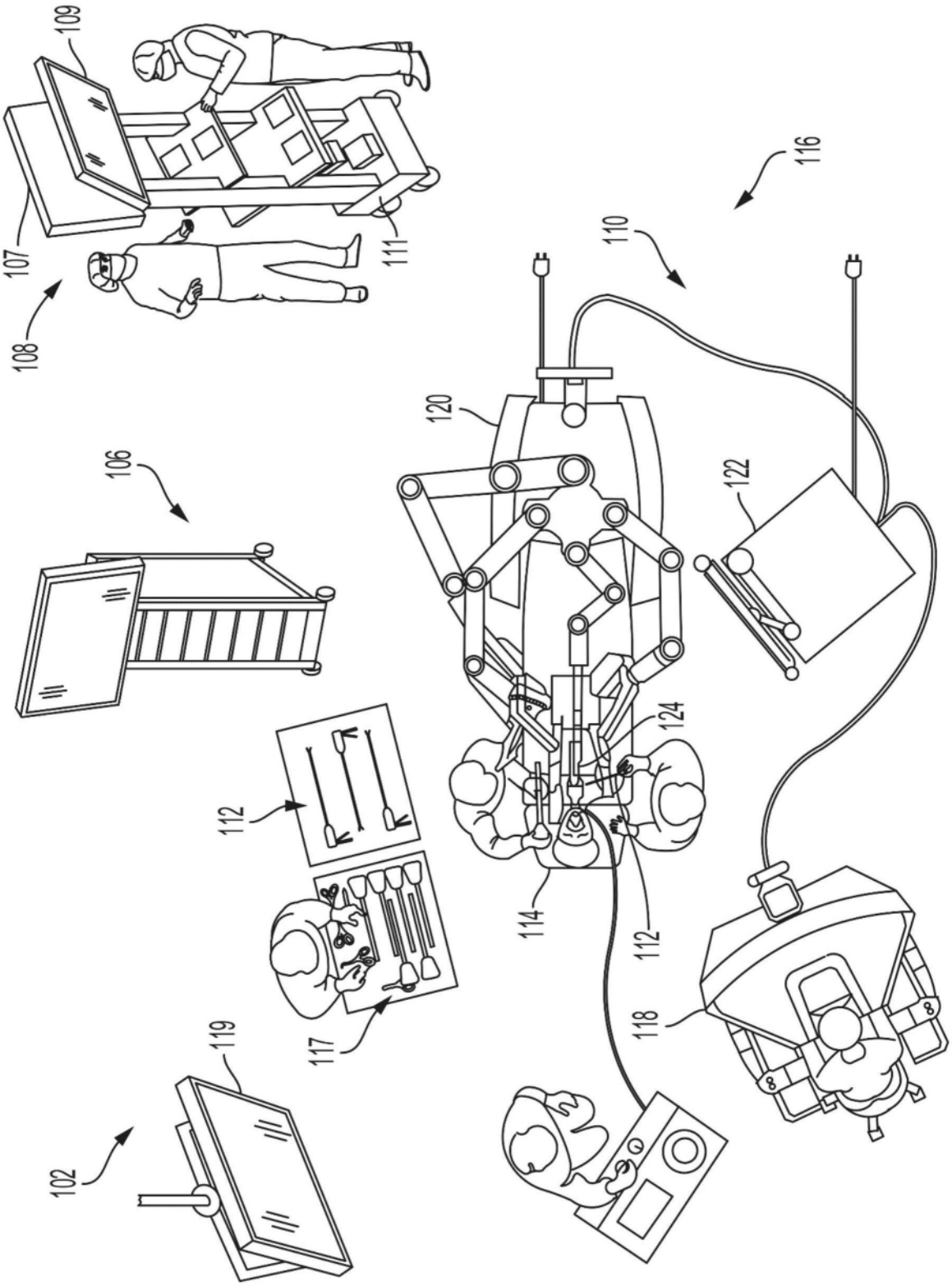

109
107
108
111
116
110
120
122
106
124
112
114
112
118
117
119
102

图2

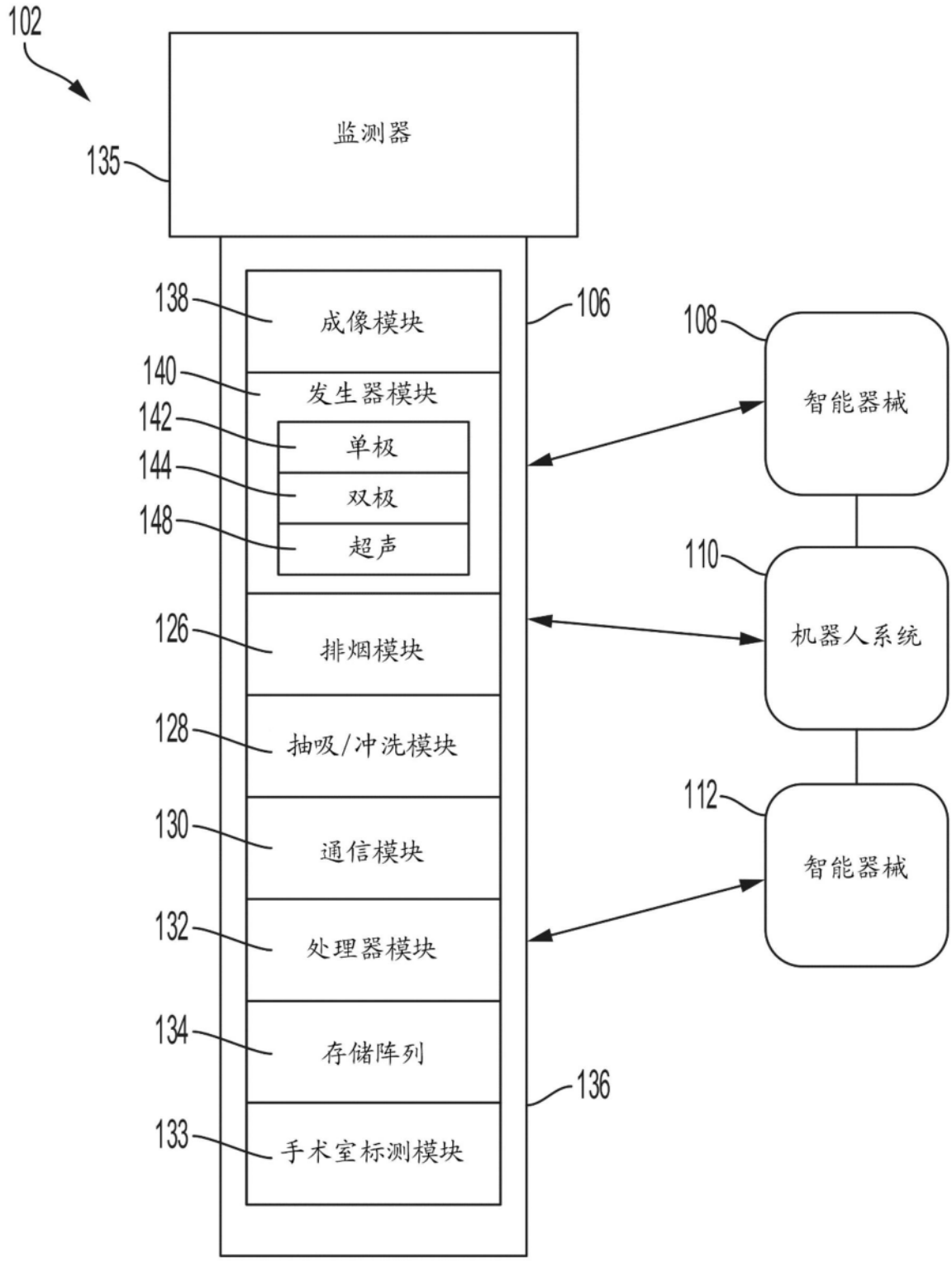

102
135
监测器
138
成像模块
106
108
智能器械
140
发生器模块
142
单极
144
双极
148
超声
110
机器人系统
126
排烟模块
128
抽吸/冲洗模块
112
智能器械
130
通信模块
132
处理器模块
134
存储阵列
136
133
手术室标测模块

图3

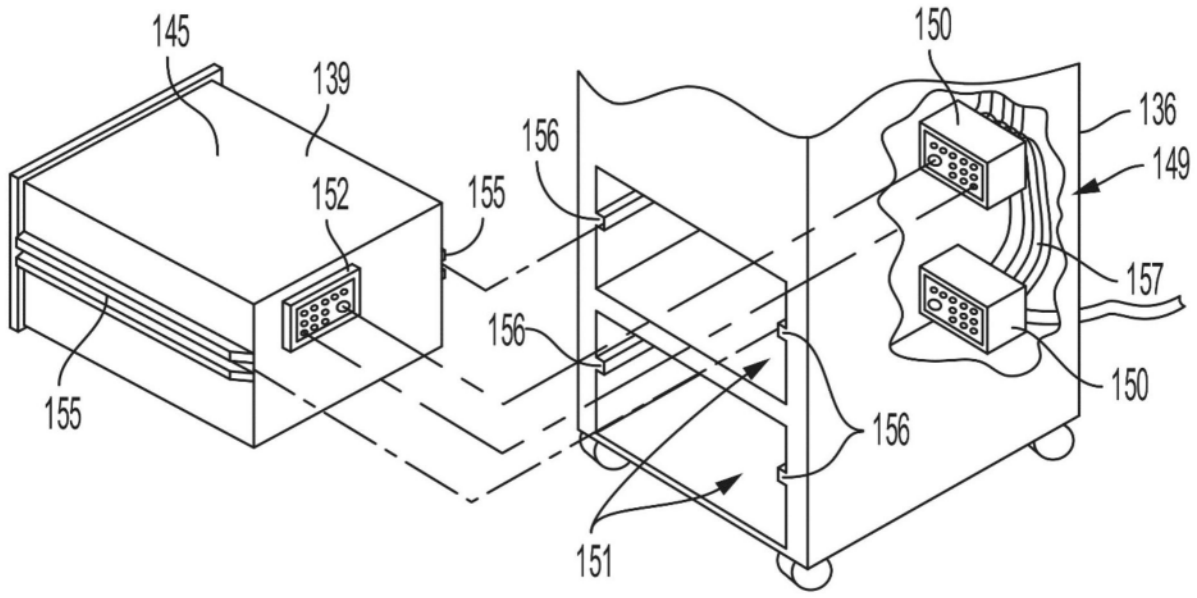

145
139
152
155
155
156
156
156
150
136
149
157
150
151

图4

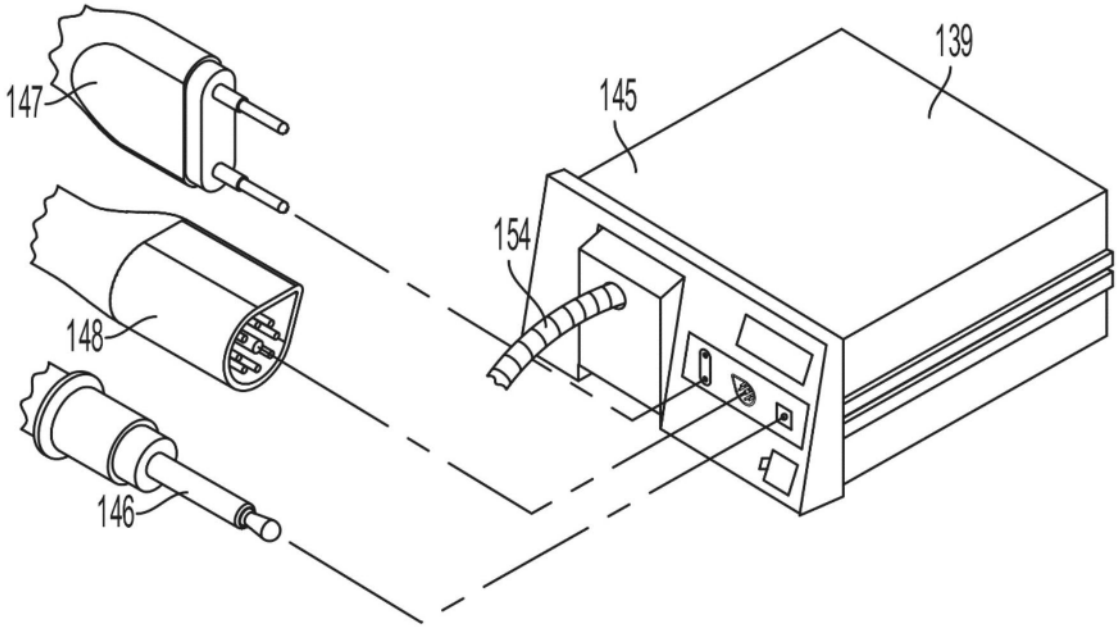

147
148
146
154
145
139

图5

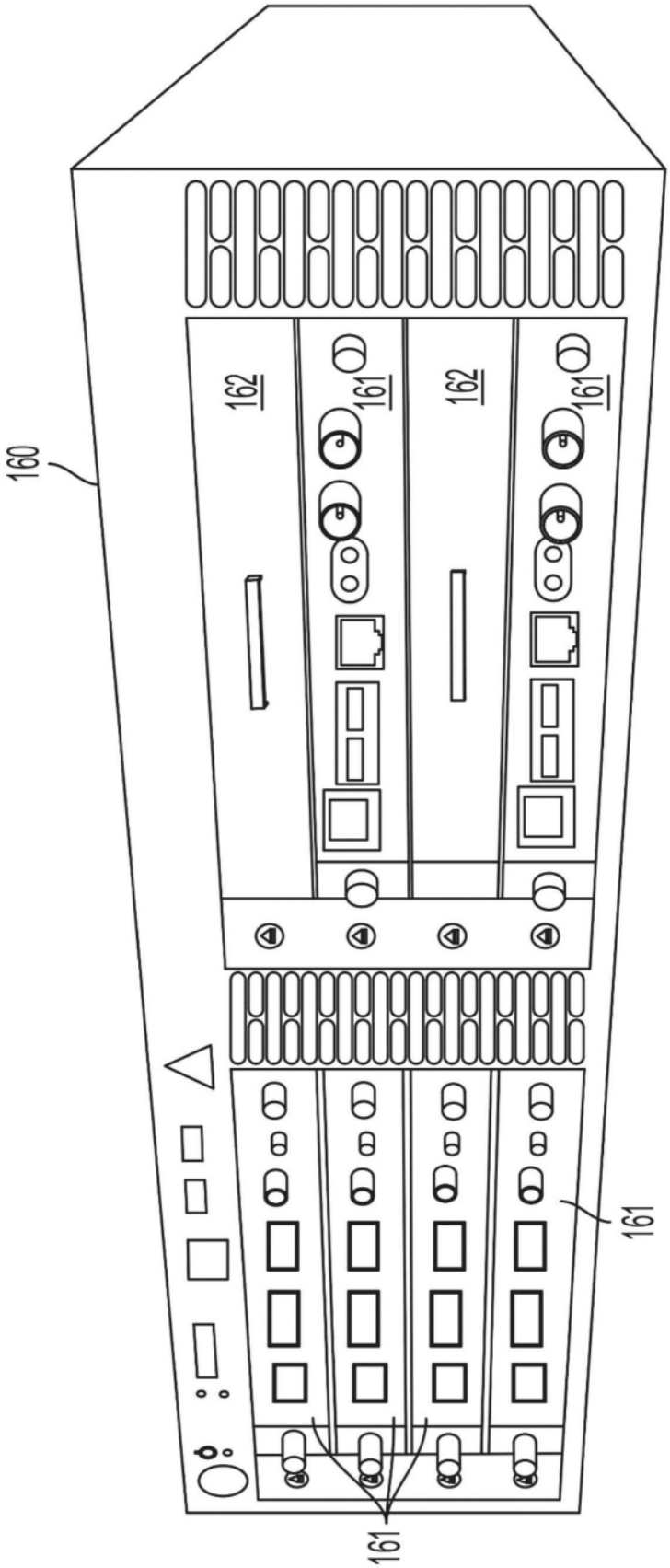


图6

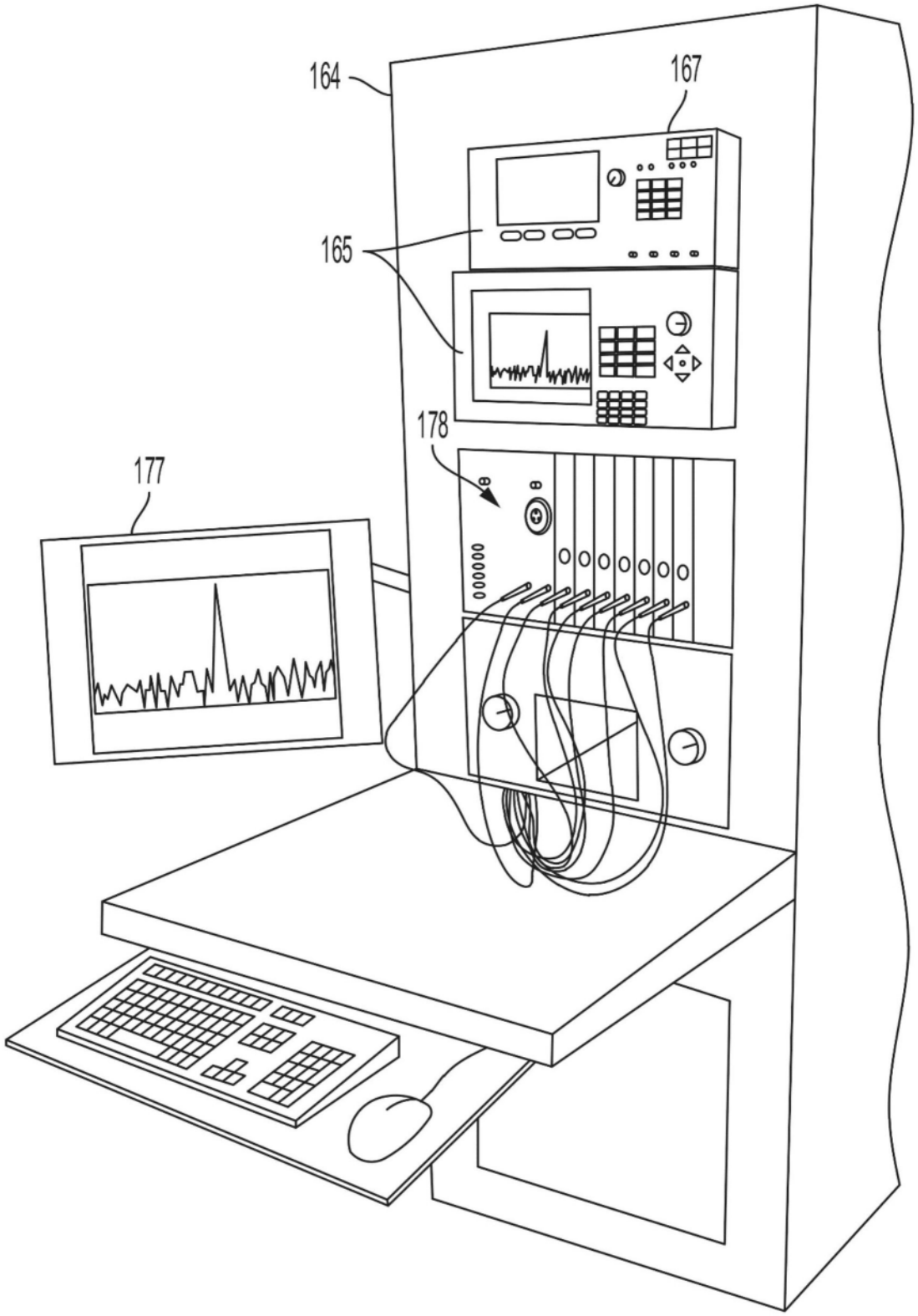


图7

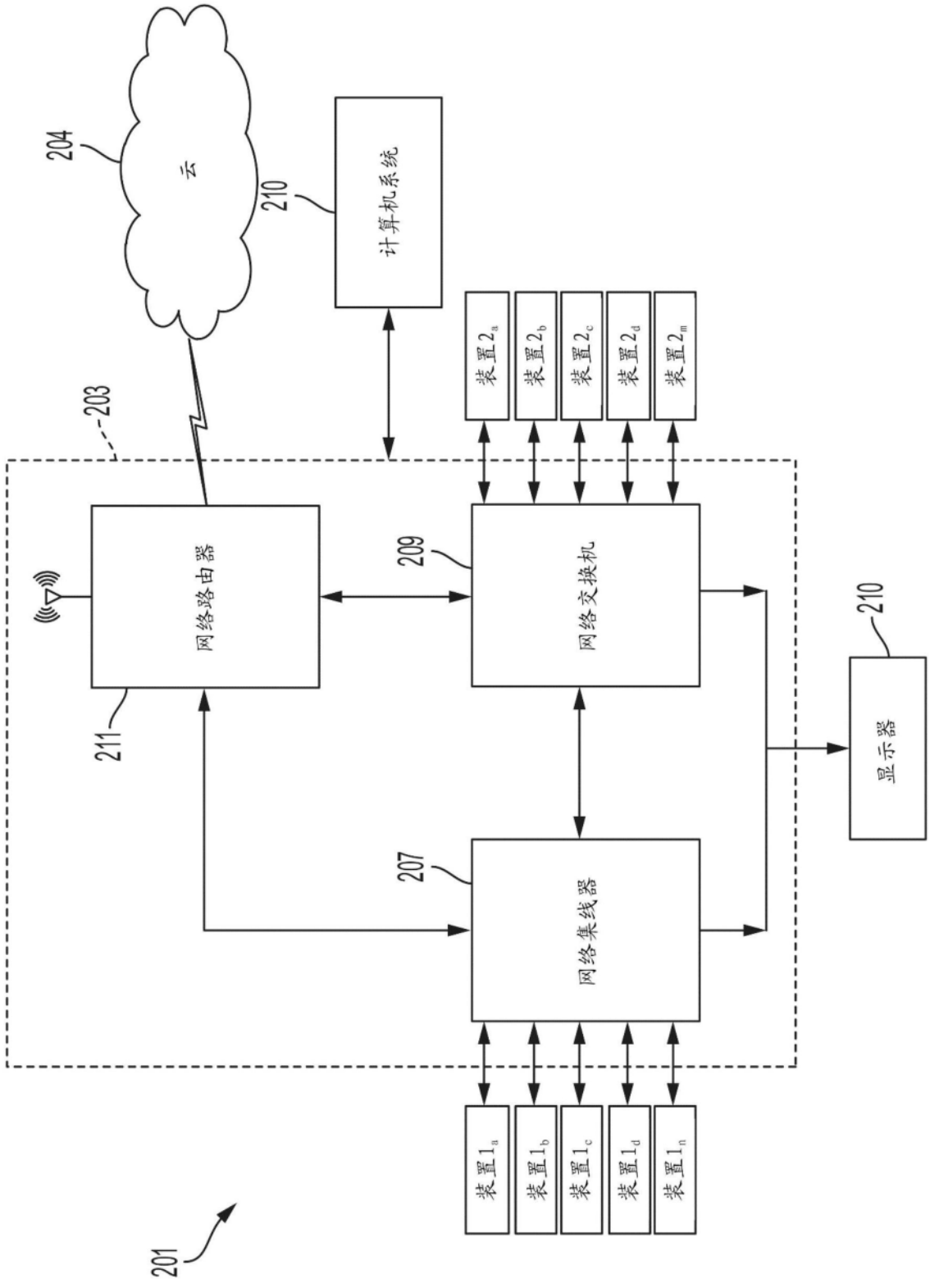

204
云
210
计算机系统
203
装置2a
装置2b
装置2c
装置2d
装置2m
网络路由器
211
209
网络交换机
210
显示器
207
网络集线器
装置1a
装置1b
装置1c
装置1d
装置1n
201

图8

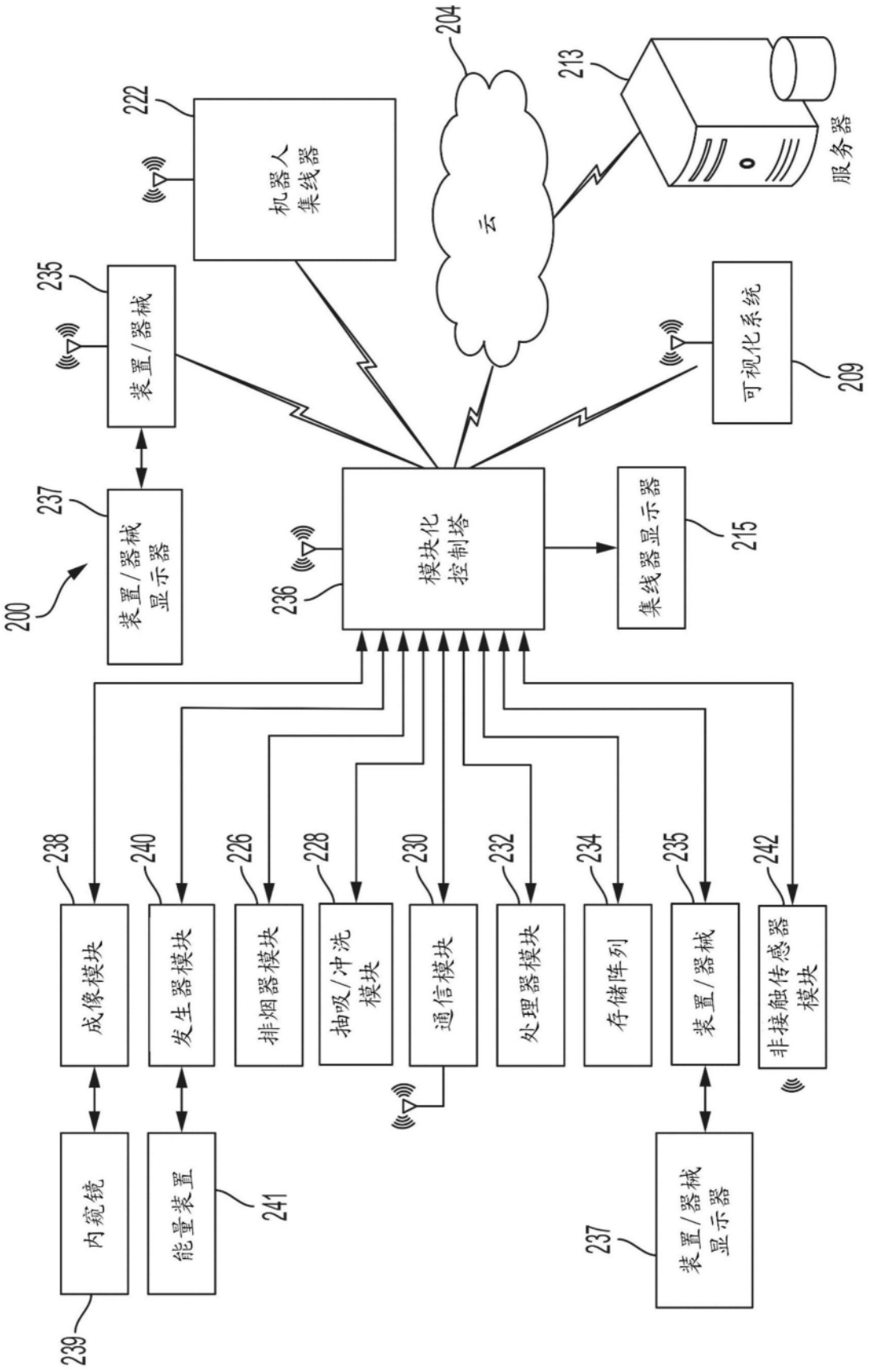

204
213
222
机器人集线器
云
服务器
235
装置/器械
可视化系统
209
237
装置/器械显示器
200
模块化控制塔
236
集线器显示器
215
238
240
226
228
230
232
234
235
242
成像模块
发生器模块
排烟器模块
抽吸/冲洗模块
通信模块
处理器模块
存储阵列
装置/器械
非接触传感器模块
内窥镜
能量装置
241
237
装置/器械显示器
239

图9

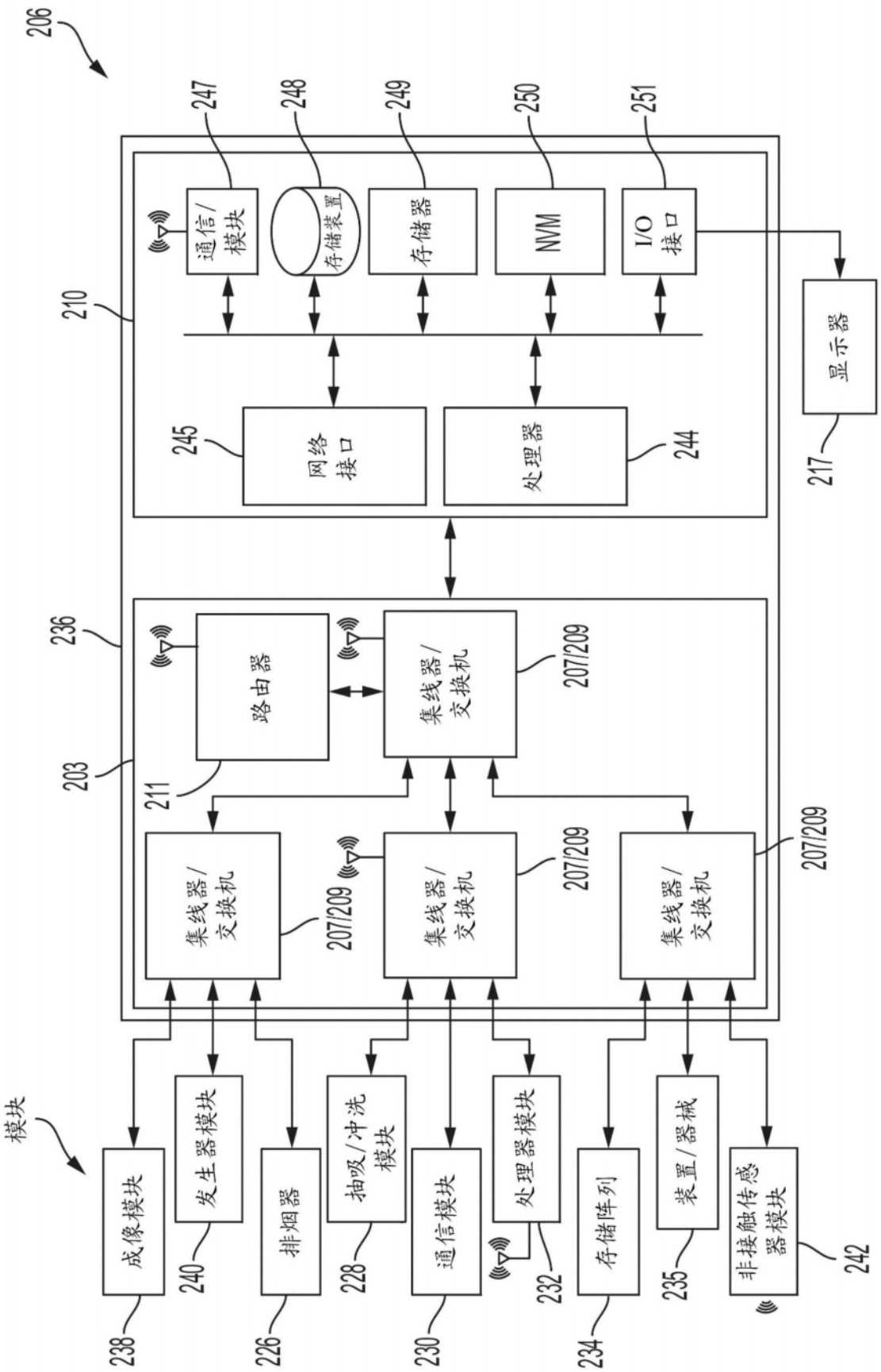

206
247
248
249
250
251
通信/模块
存储装置
存储器
NVM
I/O接口
显示器
210
245
网络接口
处理器
244
217
236
路由器
集线器/交换机
207/209
203
211
集线器/交换机
207/209
集线器/交换机
207/209
集线器/交换机
207/209
模块
成像模块
发生器模块
排烟器
抽吸/冲洗模块
通信模块
处理器模块
存储阵列
装置/器械
非接触传感器模块
238
240
226
228
230
232
234
235
242

图10

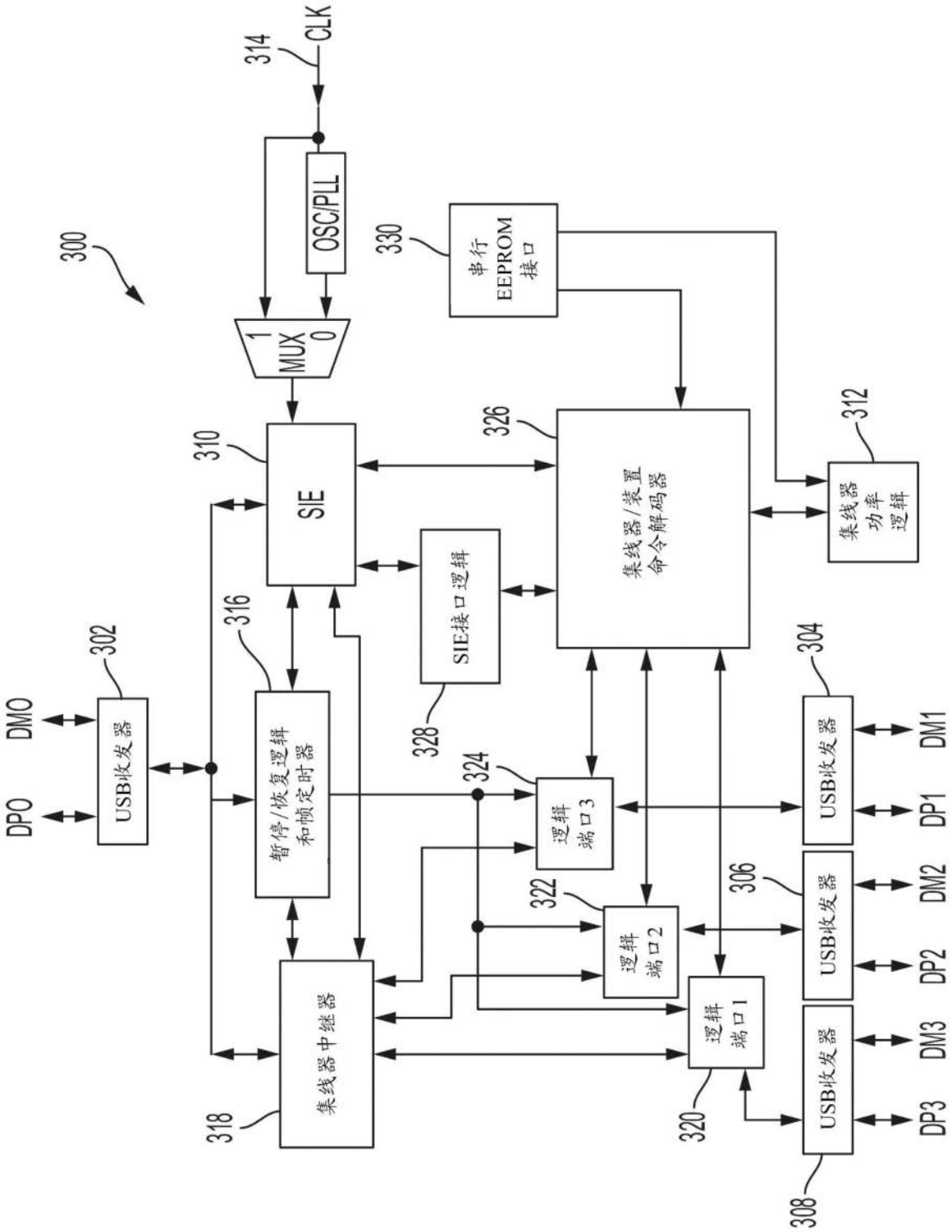

300
314
CLK
OSC/PLL
1
MUX
0
330
串行
EEPROM
接口
310
SIE
326
集线器/装置
命令解码器
312
集线器
功率
逻辑
SIE接口逻辑
328
316
302
DMO
DPO
USB收发器
暂停/恢复逻辑
和帧定时器
324
逻辑
端口3
304
USB收发器
DM1
DP1
322
逻辑
端口2
306
USB收发器
DM2
DP2
集线器中继器
318
逻辑
端口1
320
USB收发器
DM3
DP3
308

图11

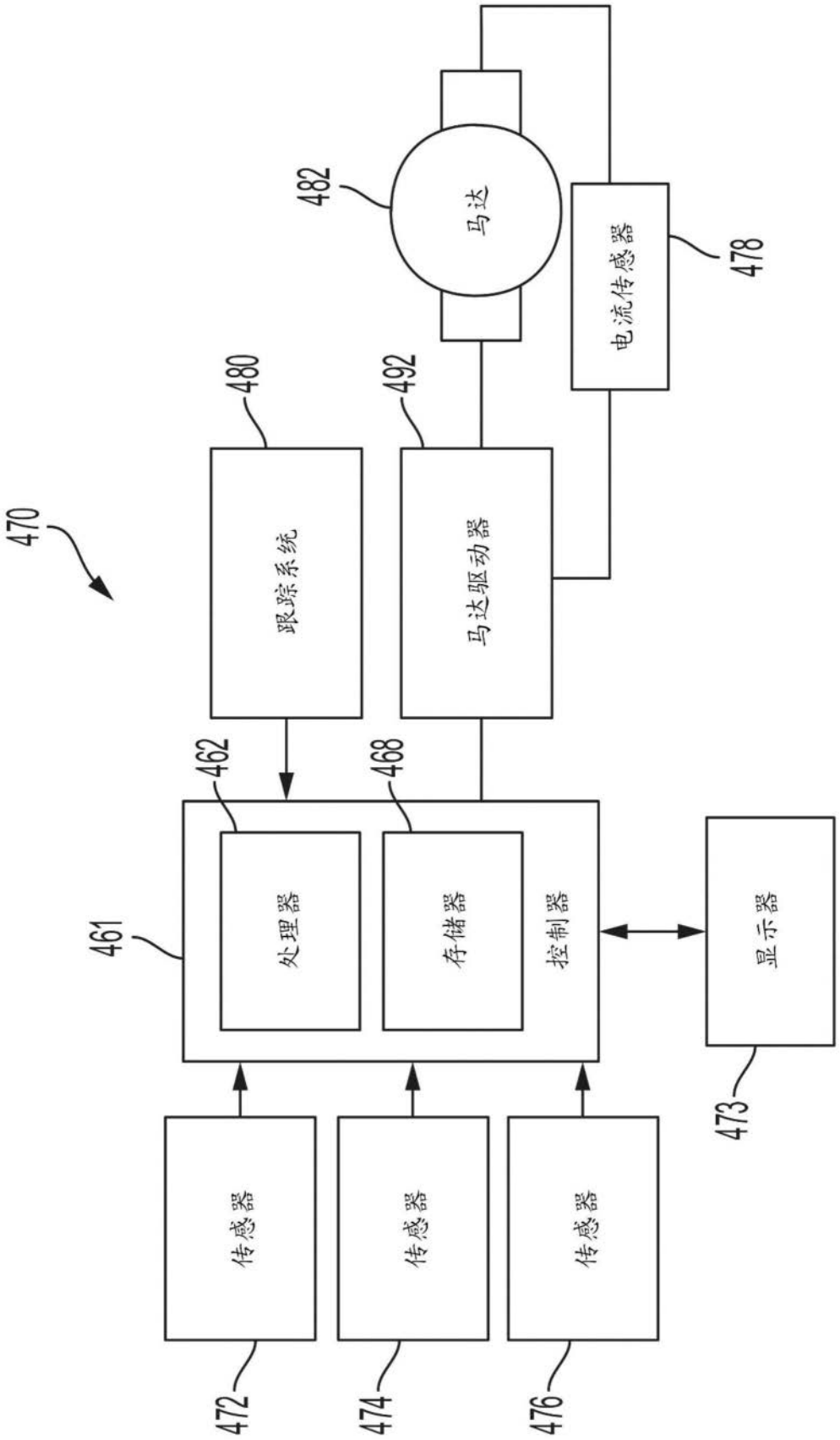

470
461
462
处理器
468
存储器
控制器
480
跟踪系统
492
马达驱动器
482
马达
478
电流传感器
473
显示器
472
传感器
474
传感器
476
传感器

图12

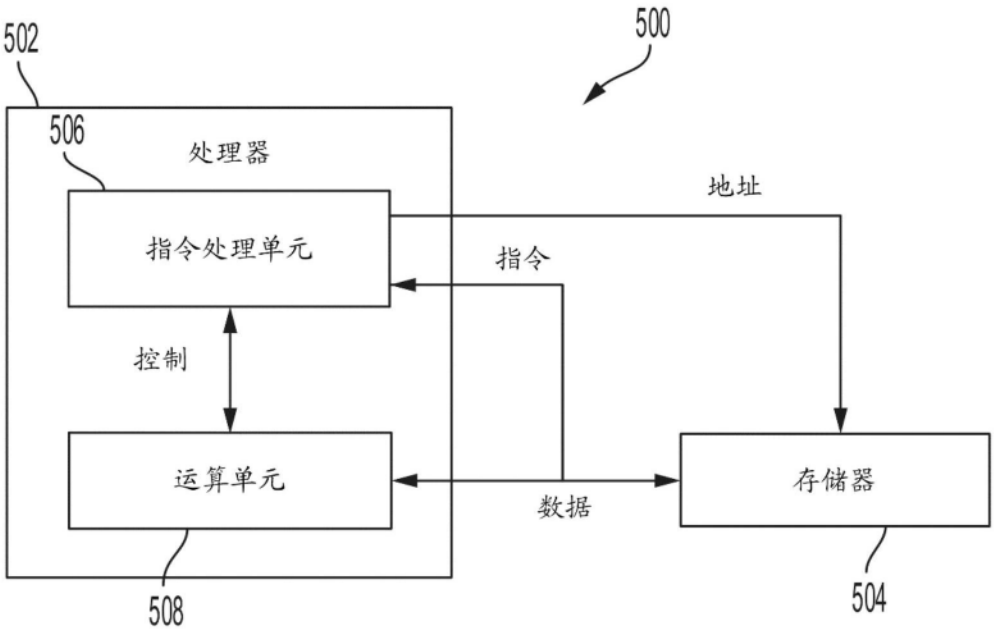

502
500
506
处理器
地址
指令处理单元
指令
控制
运算单元
数据
存储器
508
504

图13

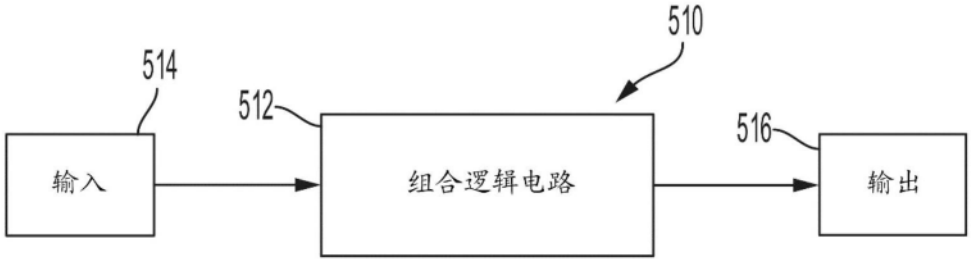

510
514
512
516
输入
组合逻辑电路
输出

图14

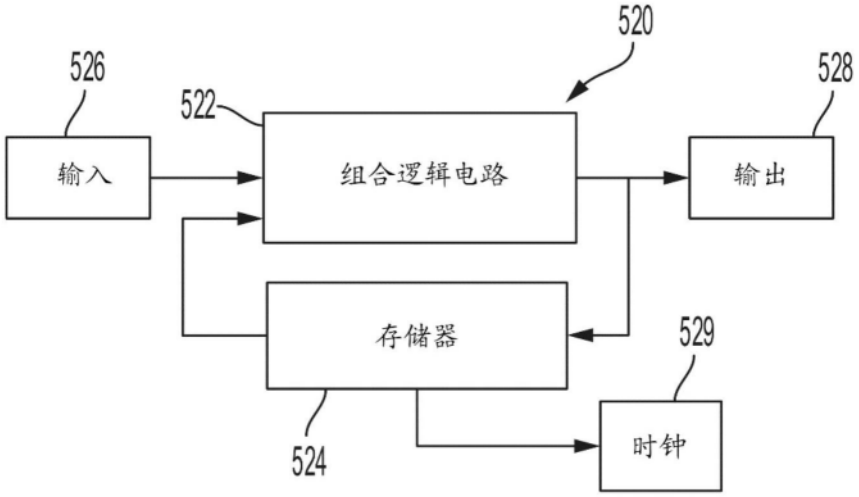

520
526
522
528
输入
组合逻辑电路
输出
存储器
529
524
时钟

图15

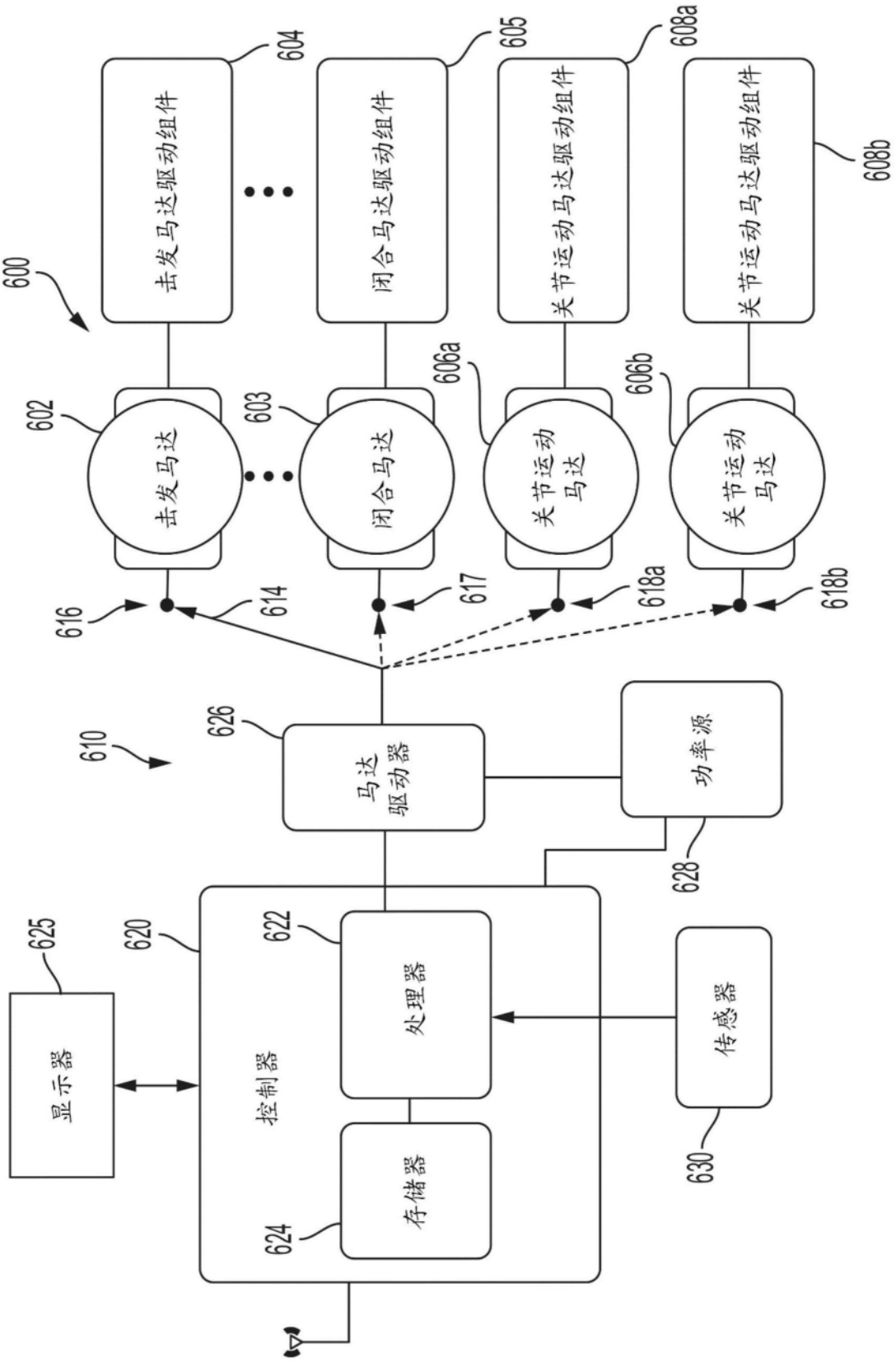

600
击发马达驱动组件
604
闭合马达驱动组件
605
关节运动马达驱动组件
608a
关节运动马达驱动组件
608b
602
击发马达
603
闭合马达
606a
关节运动马达
606b
关节运动马达
616
614
617
618a
618b
610
626
马达驱动器
功率源
628
625
显示器
620
控制器
622
处理器
存储器
624
传感器
630

图16

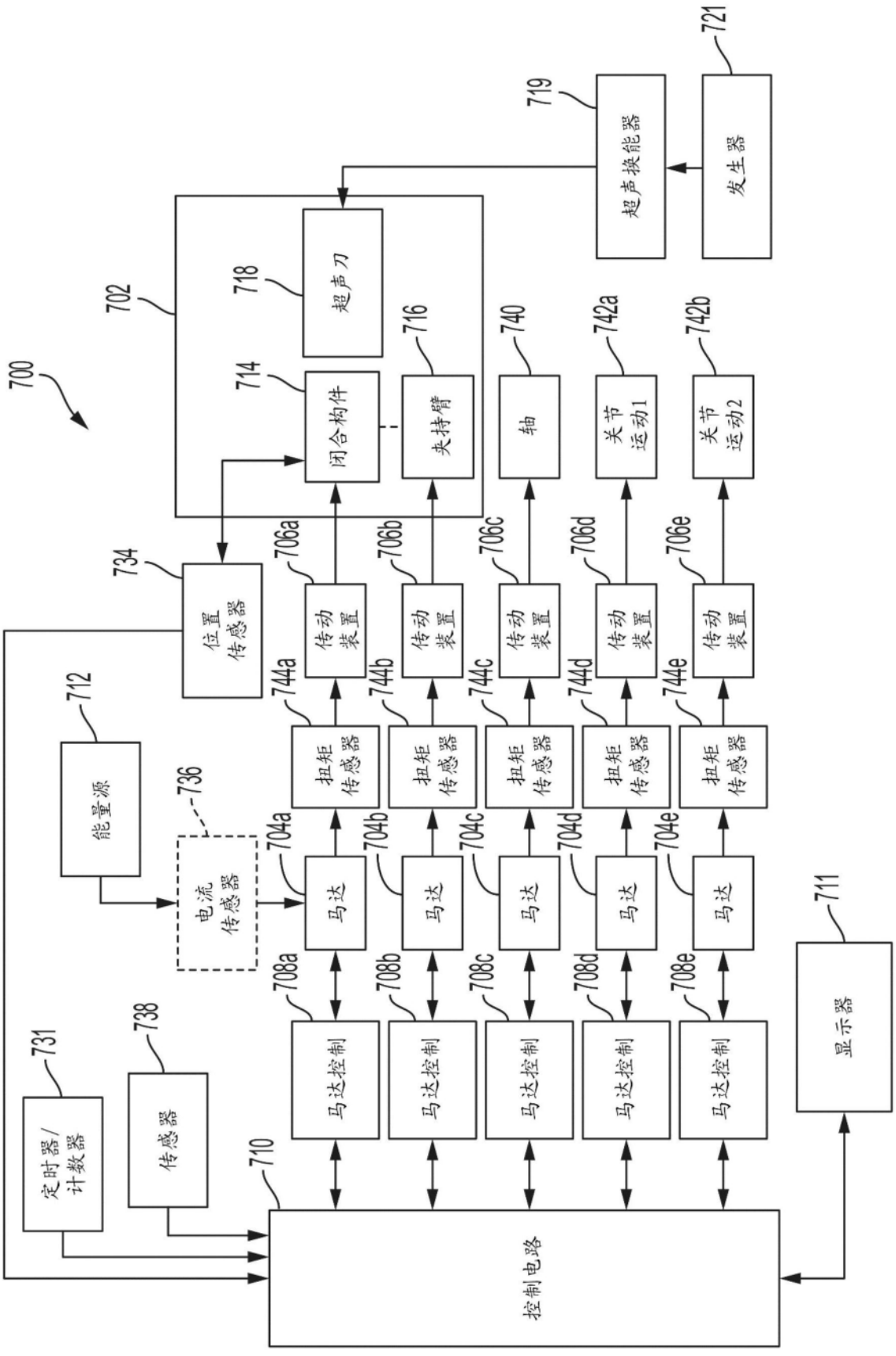

700
702
710
711
712
718
超声刀
719
超声换能器
721
发生器
714
闭合构件
716
夹持臂
740
轴
742a
关节运动1
742b
关节运动2
731
定时器/计数器
734
位置传感器
736
电流传感器
738
传感器
能量源
706a
706b
706c
706d
706e
传动装置
744a
744b
744c
744d
744e
扭矩传感器
704a
704b
704c
704d
704e
马达
708a
708b
708c
708d
708e
马达控制
显示器
控制电路

图17

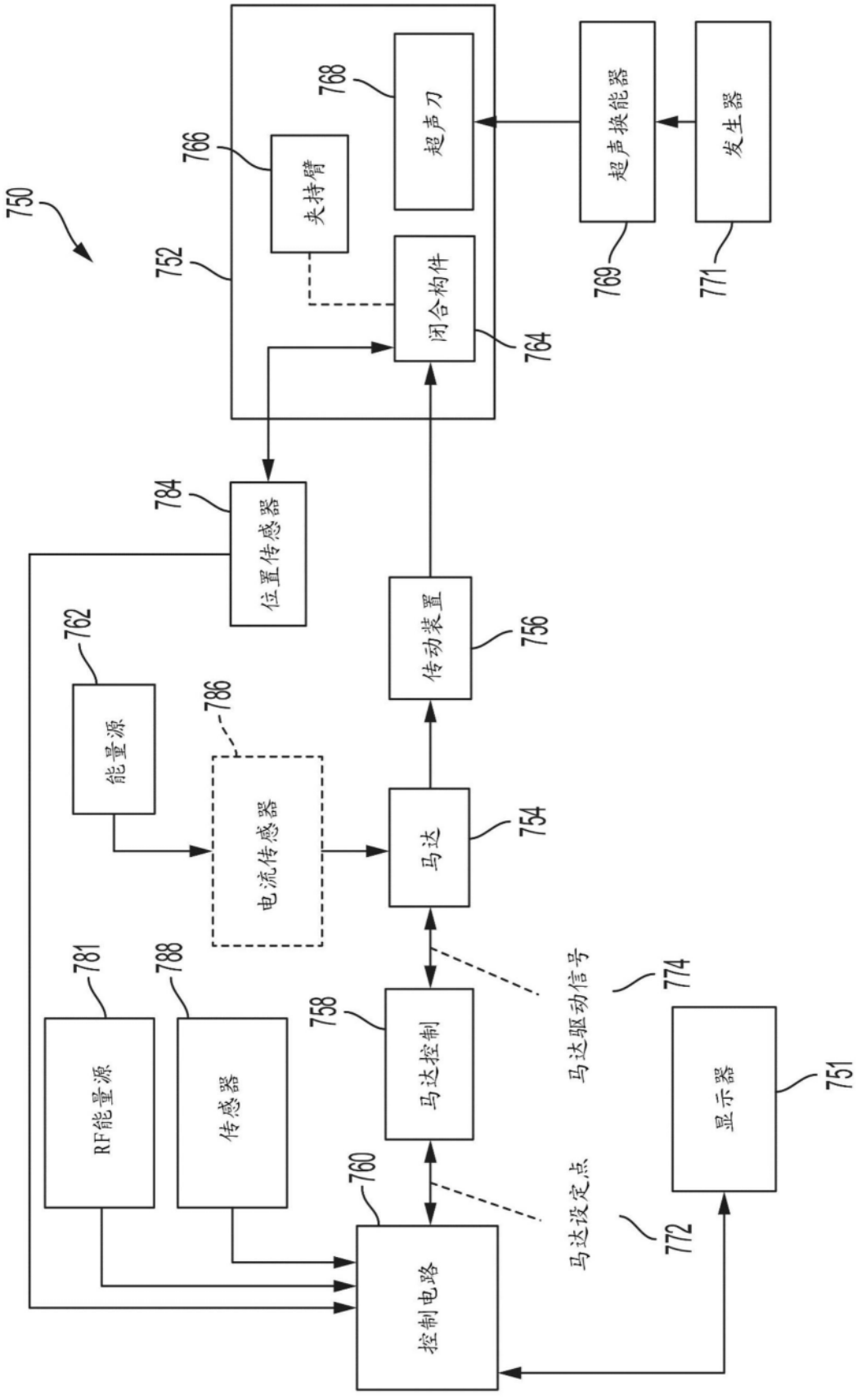

750
752
766
夹持臂
768
超声刀
764
闭合构件
769
超声换能器
771
发生器
784
位置传感器
762
能量源
786
电流传感器
756
传动装置
754
马达
781
RF能量源
788
传感器
758
马达控制
774
马达驱动信号
760
控制电路
772
马达设定点
751
显示器

图18

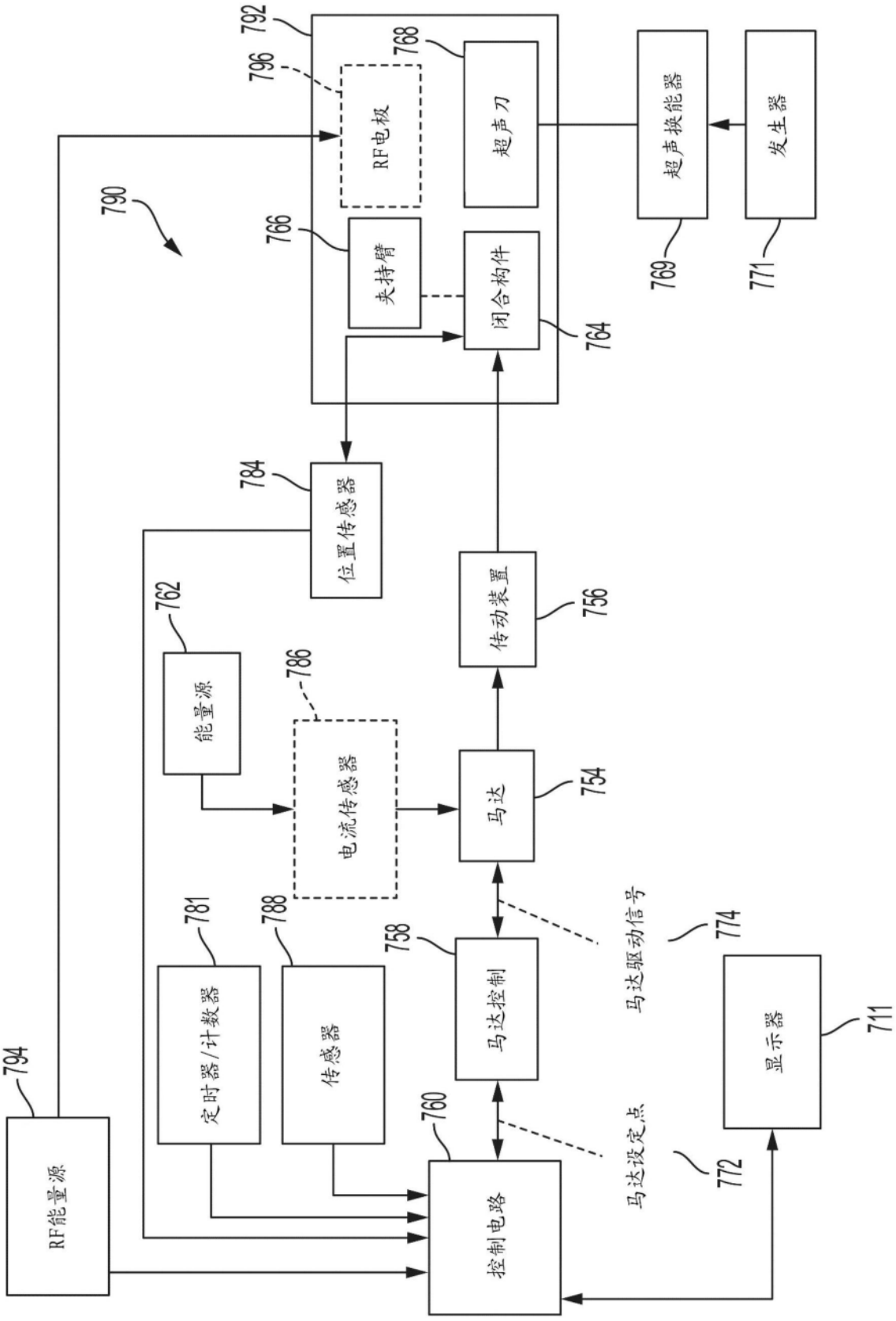

792
796
RF电极
768
超声刀
超声换能器
发生器
790
766
夹持臂
闭合构件
769
771
764
784
位置传感器
762
能量源
786
电流传感器
传动装置
756
马达
754
781
788
758
定时器/计数器
传感器
马达控制
马达驱动信号
774
794
760
RF能量源
控制电路
马达设定点
772
显示器
711

图19

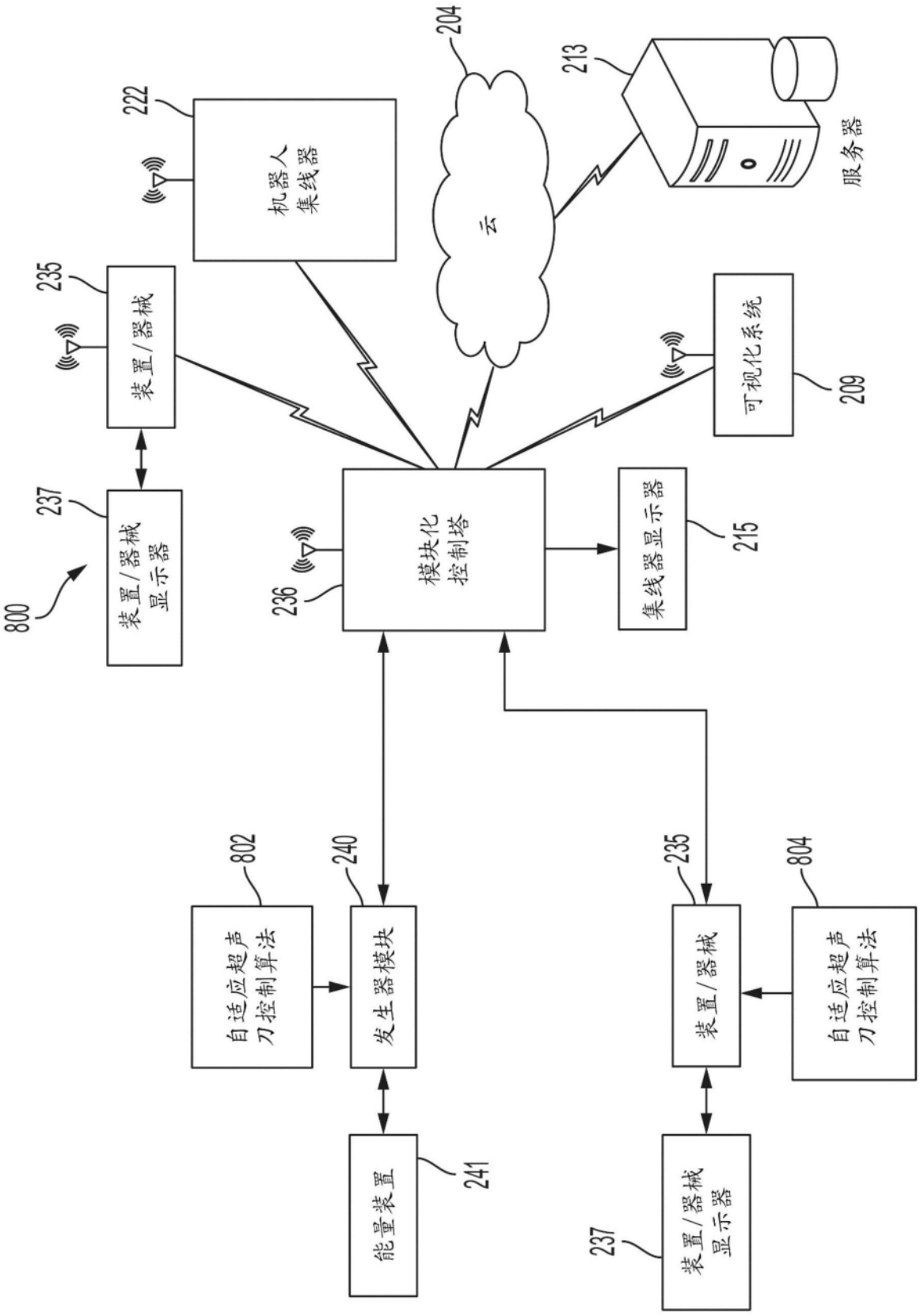

204
213
222
机器人集线器
云
服务器
235
装置/器械
可视化系统
209
237
装置/器械显示器
800
模块化控制塔
236
集线器显示器
215
802
240
235
804
自适应超声刀控制算法
发生器模块
装置/器械
自适应超声刀控制算法
能量装置
241
237
装置/器械显示器

图20

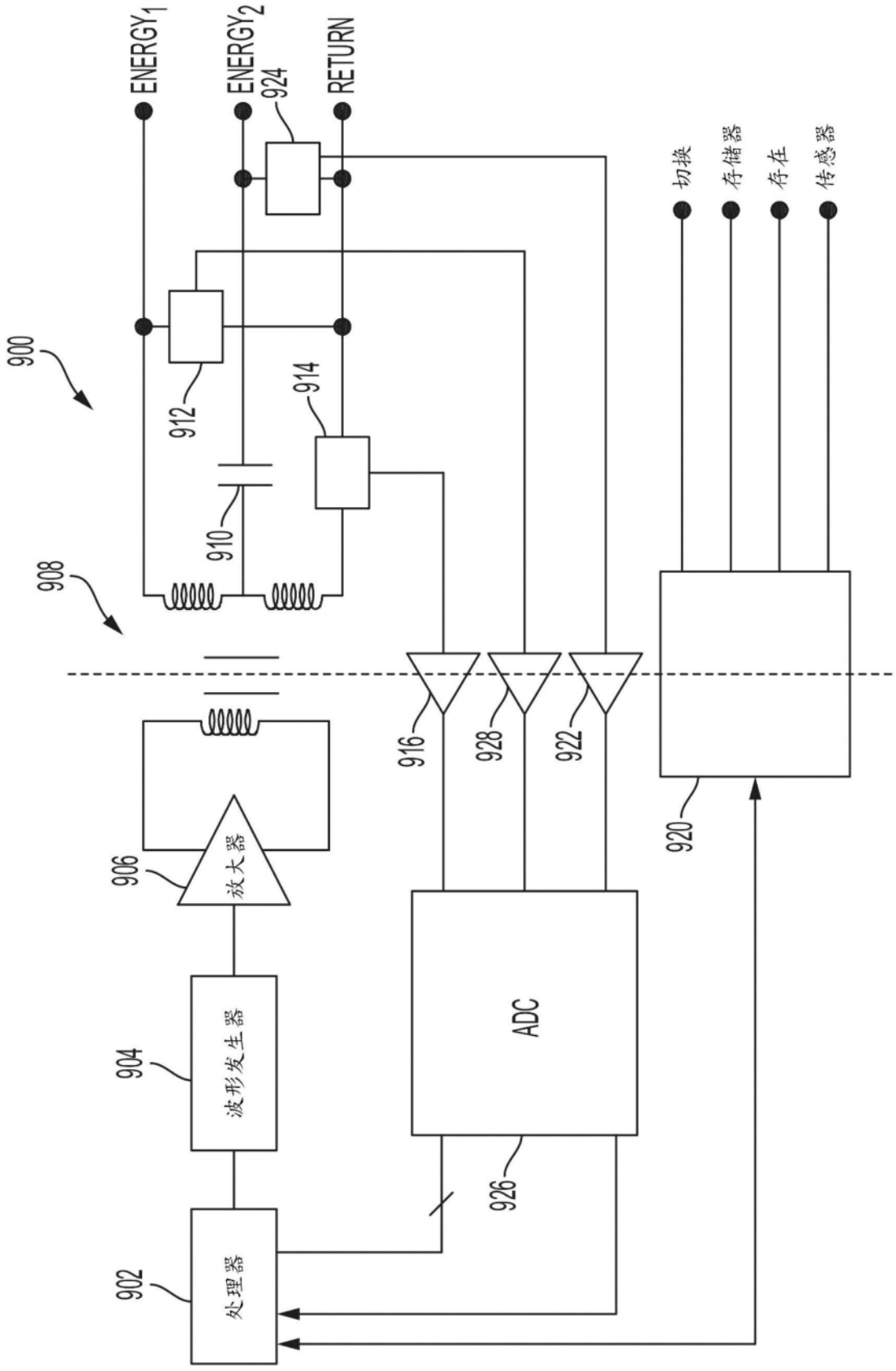

ENERGY1
ENERGY2
RETURN
924
900
912
914
910
908
916
928
922
切换
存储器
存在
传感器
920
906
放大器
904
波形发生器
ADC
926
902
处理器

图21

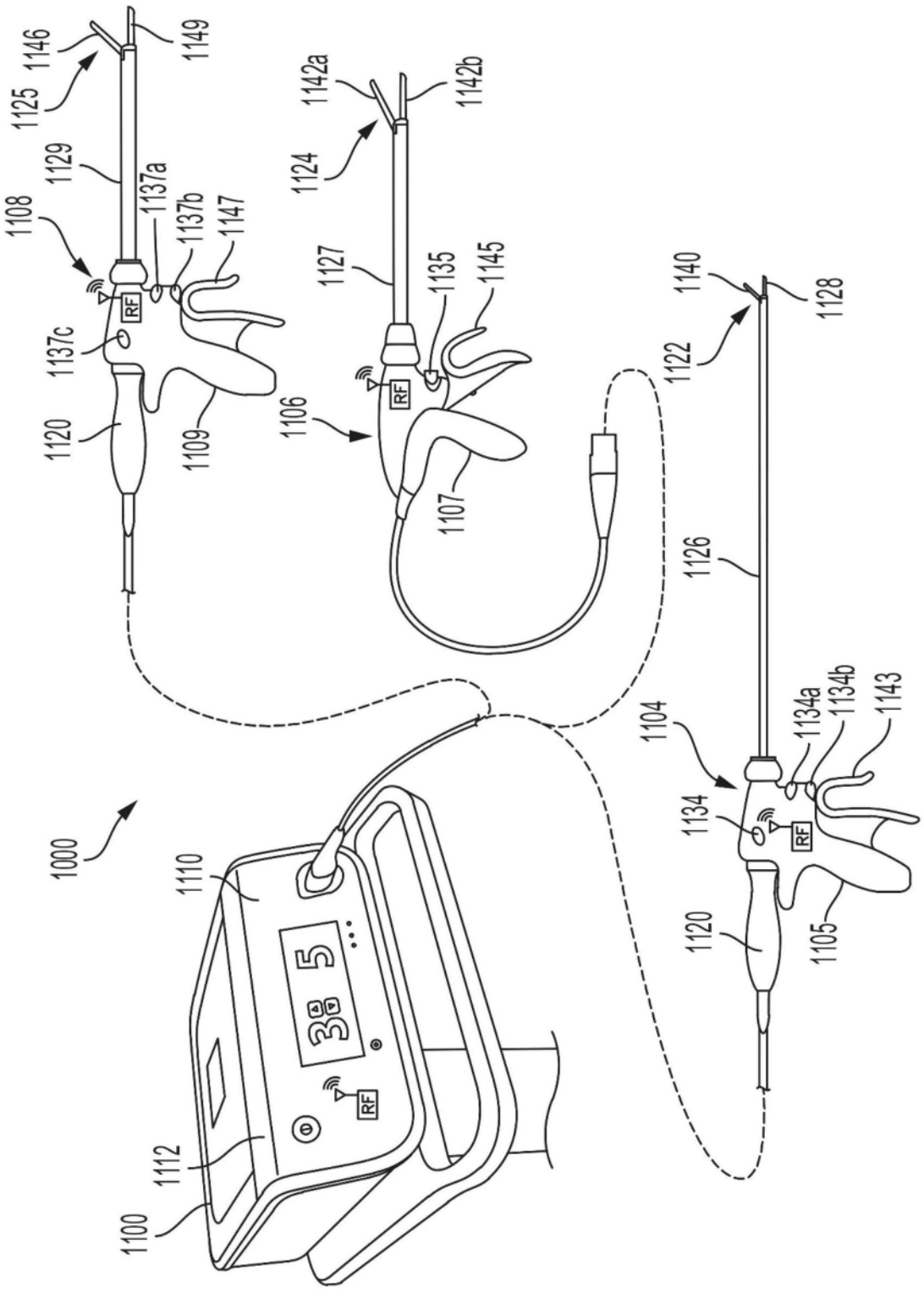

1146
1149
1125
1129
1137a
1108
1137b
1147
1137c
1120
1109
1142a
1142b
1124
1127
1135
1145
1106
1107
1140
1128
1122
1126
1104
1134a
1134b
1143
1134
1120
1105
1000
1110
1112
1100
RF

图22

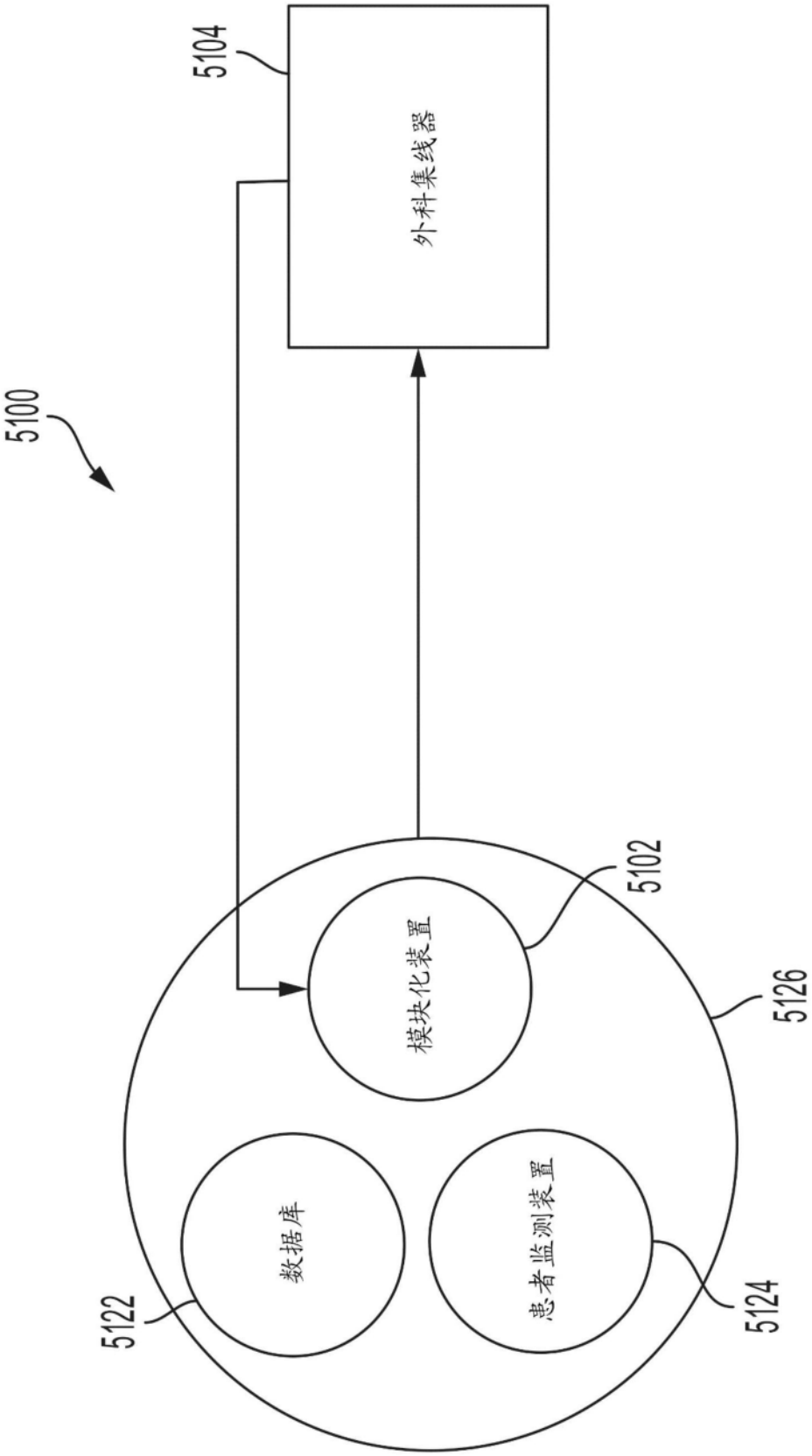


图23

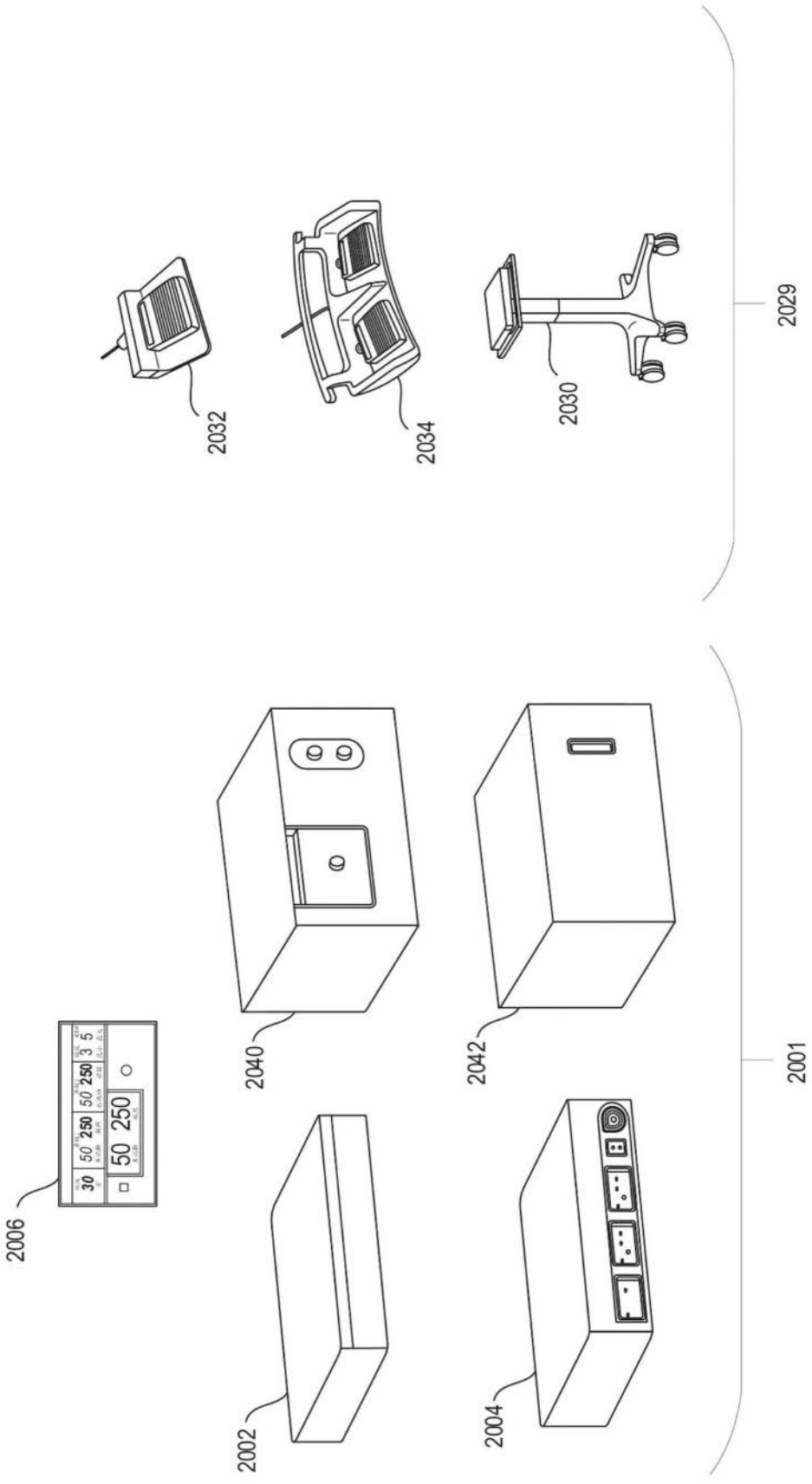


图24

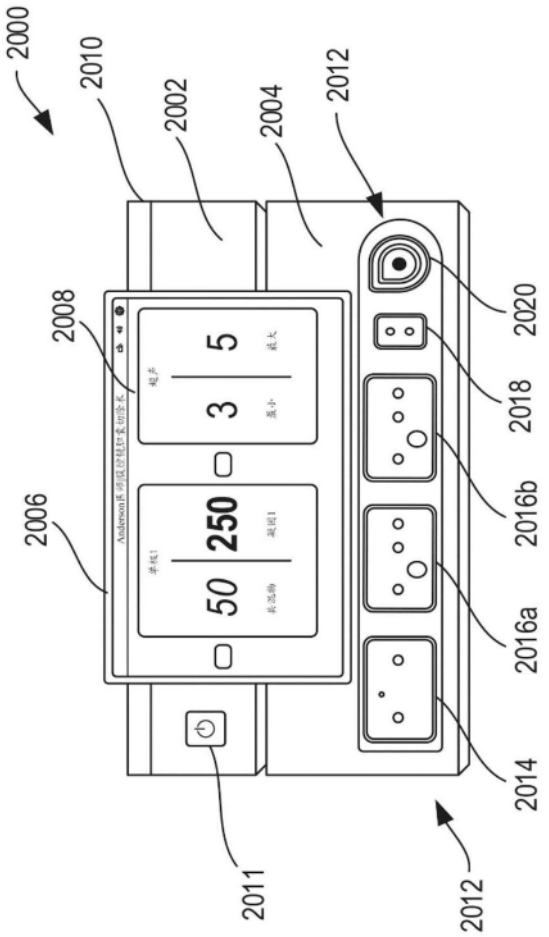

2000
2010
2002
2004
2012
2008
2006
2020
2018
2016b
2016a
2014
2011
2012
50
250
3
5

图25A

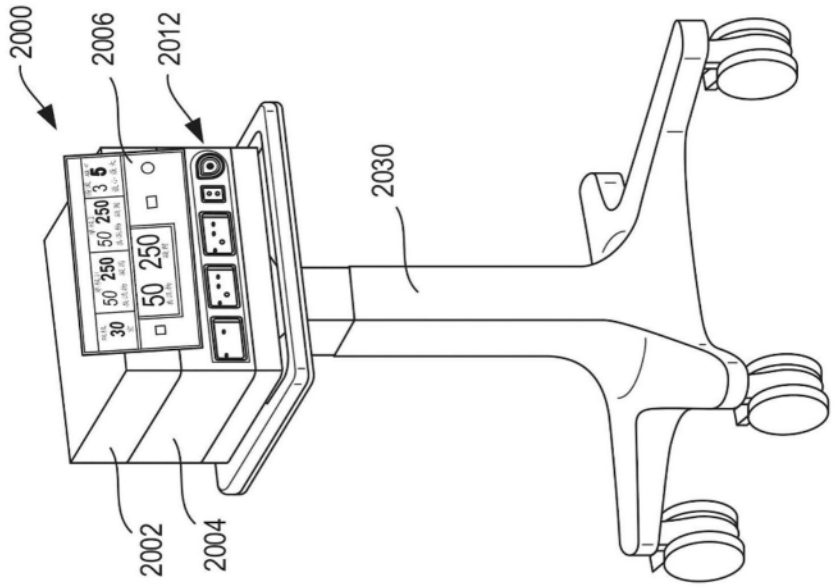

2000
2006
2012
2030
2002
2004

图25B

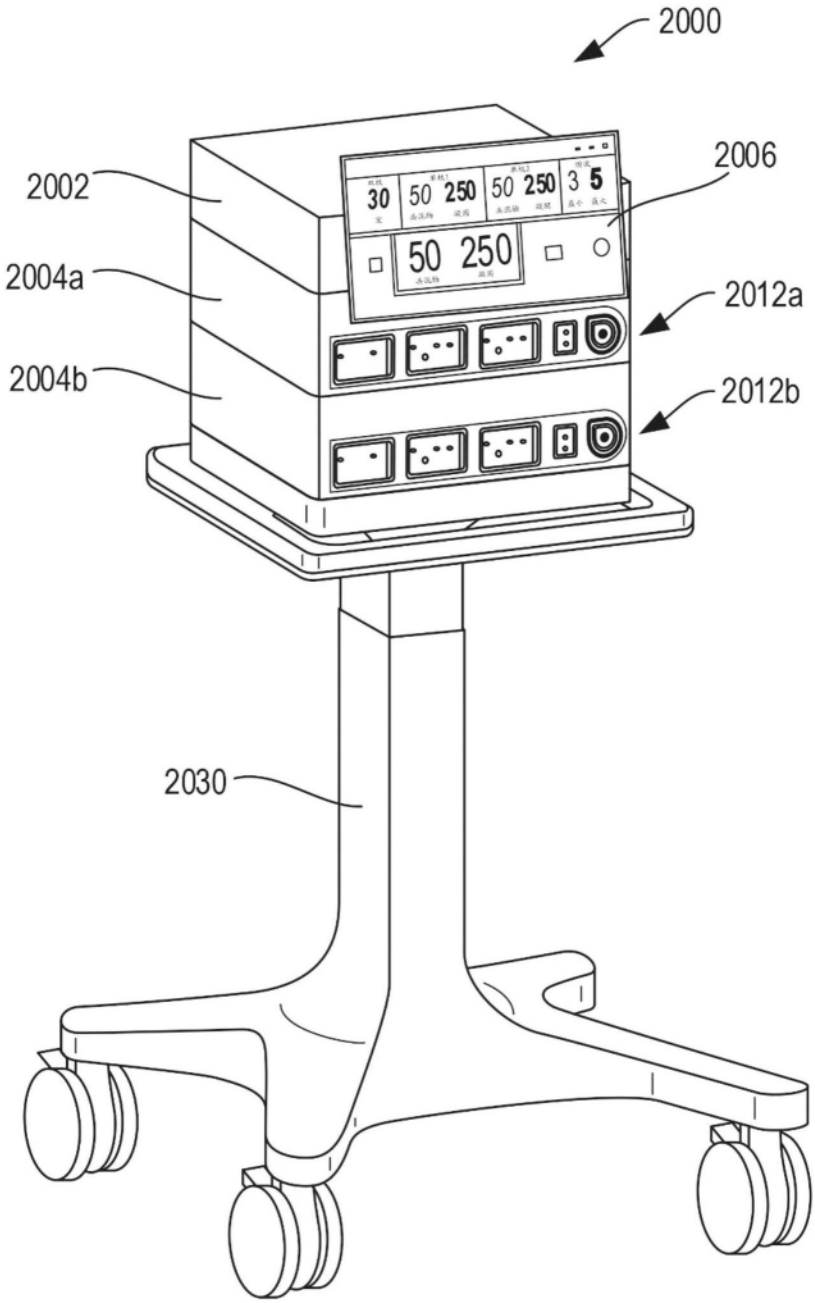

2000
2002
2004a
2004b
2006
2012a
2012b
2030
30
50 250
50 250
3 5
50 250

图26A

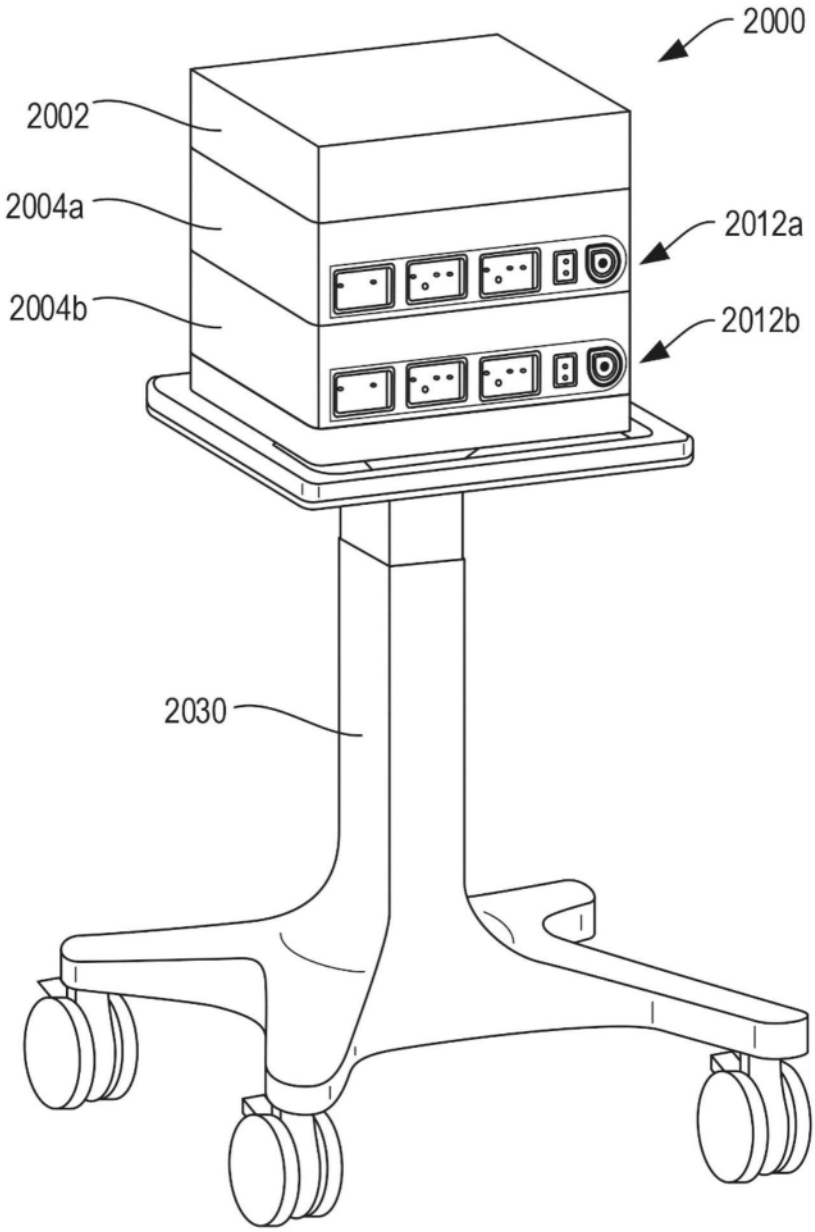


图26B

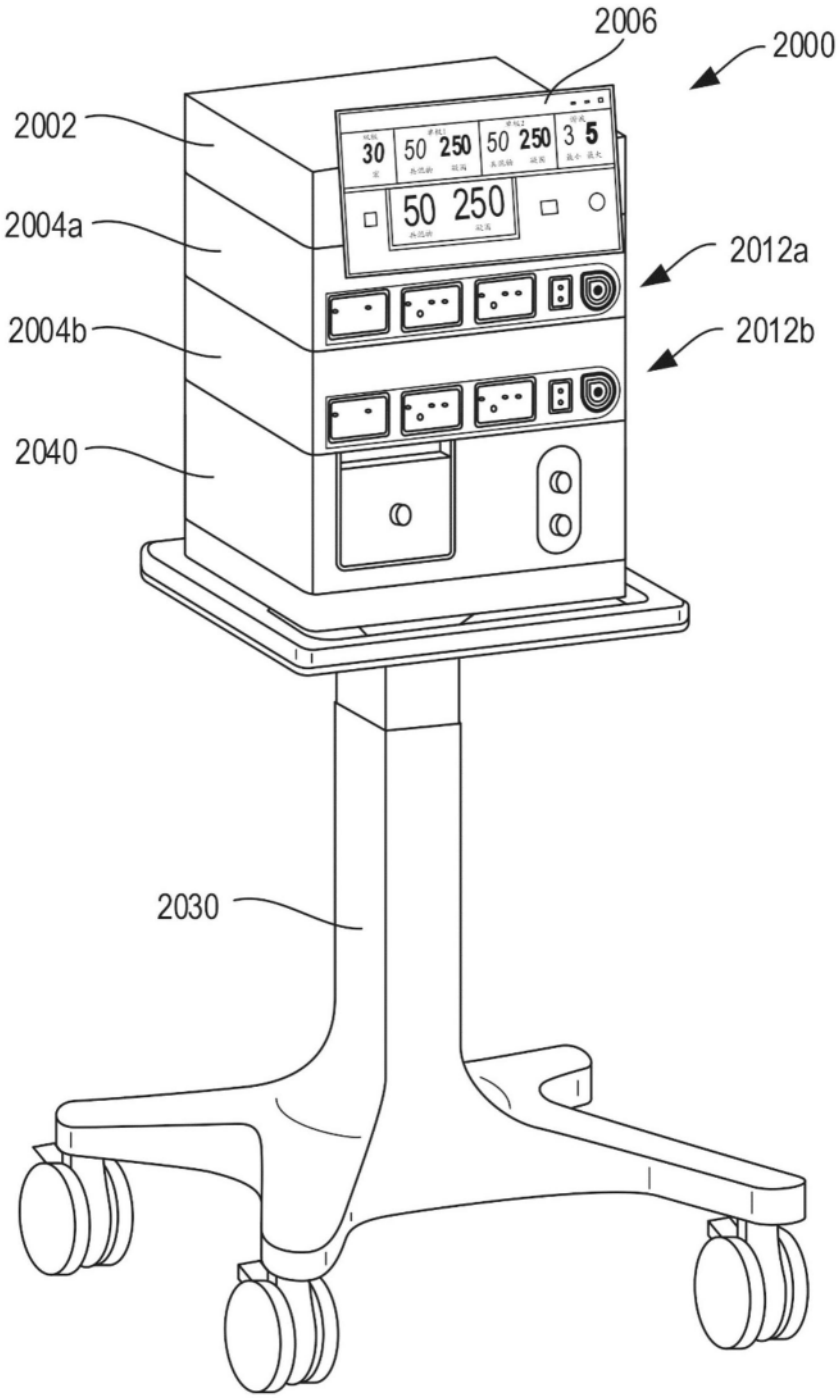


图27

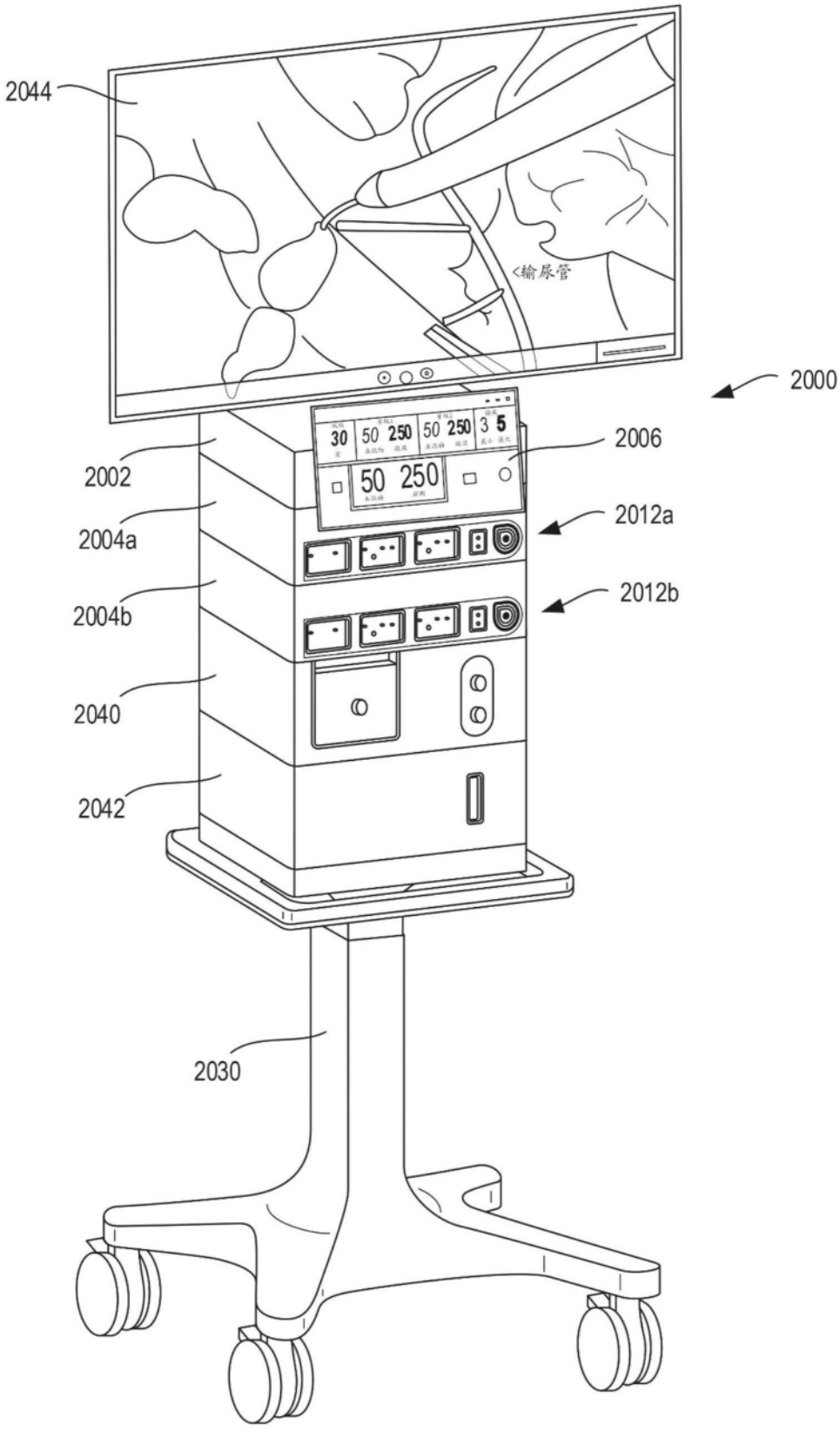

2044
<输尿管
2000
2002
2004a
2004b
2006
2012a
2012b
2040
2042
2030

图28

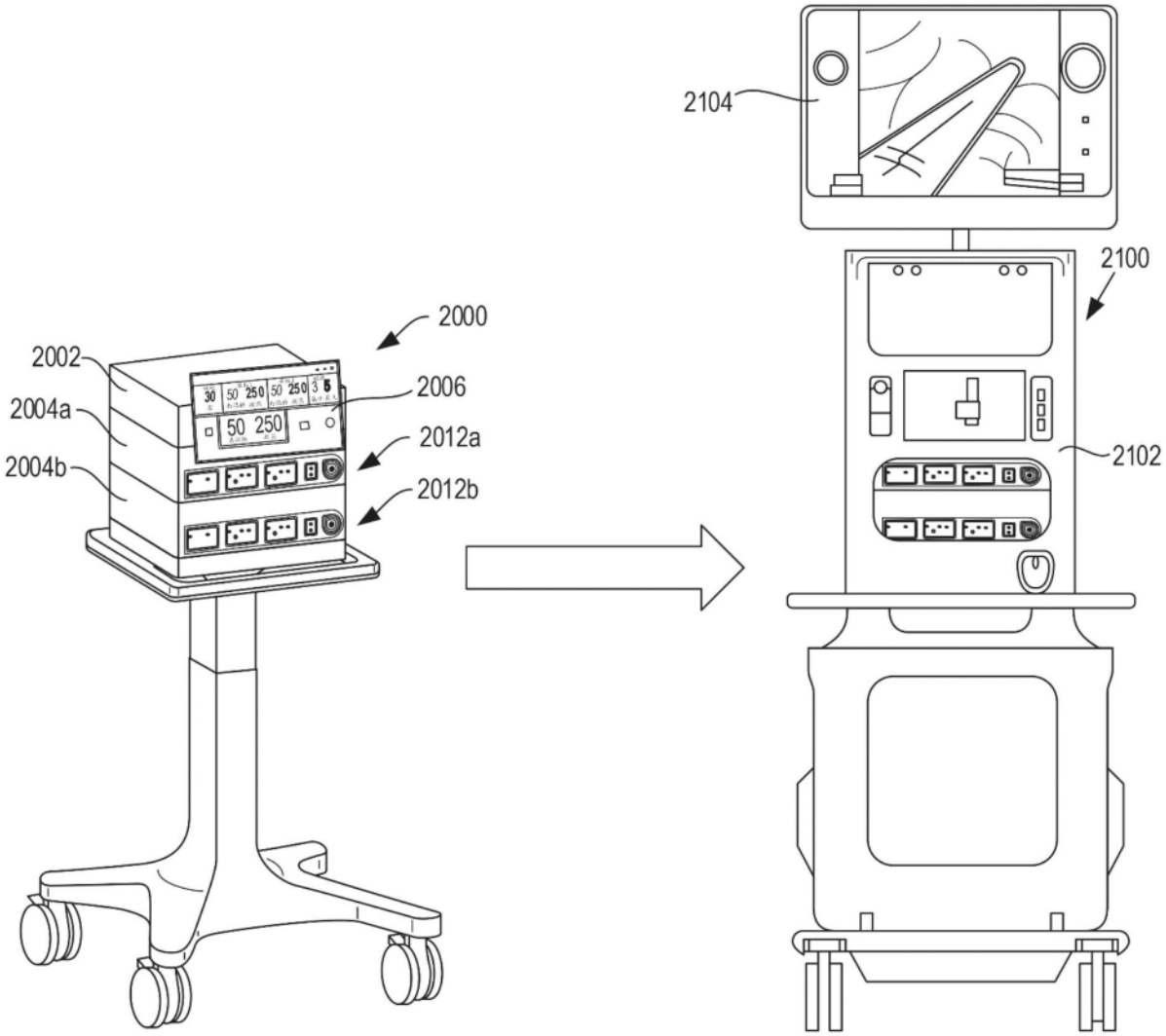


图29

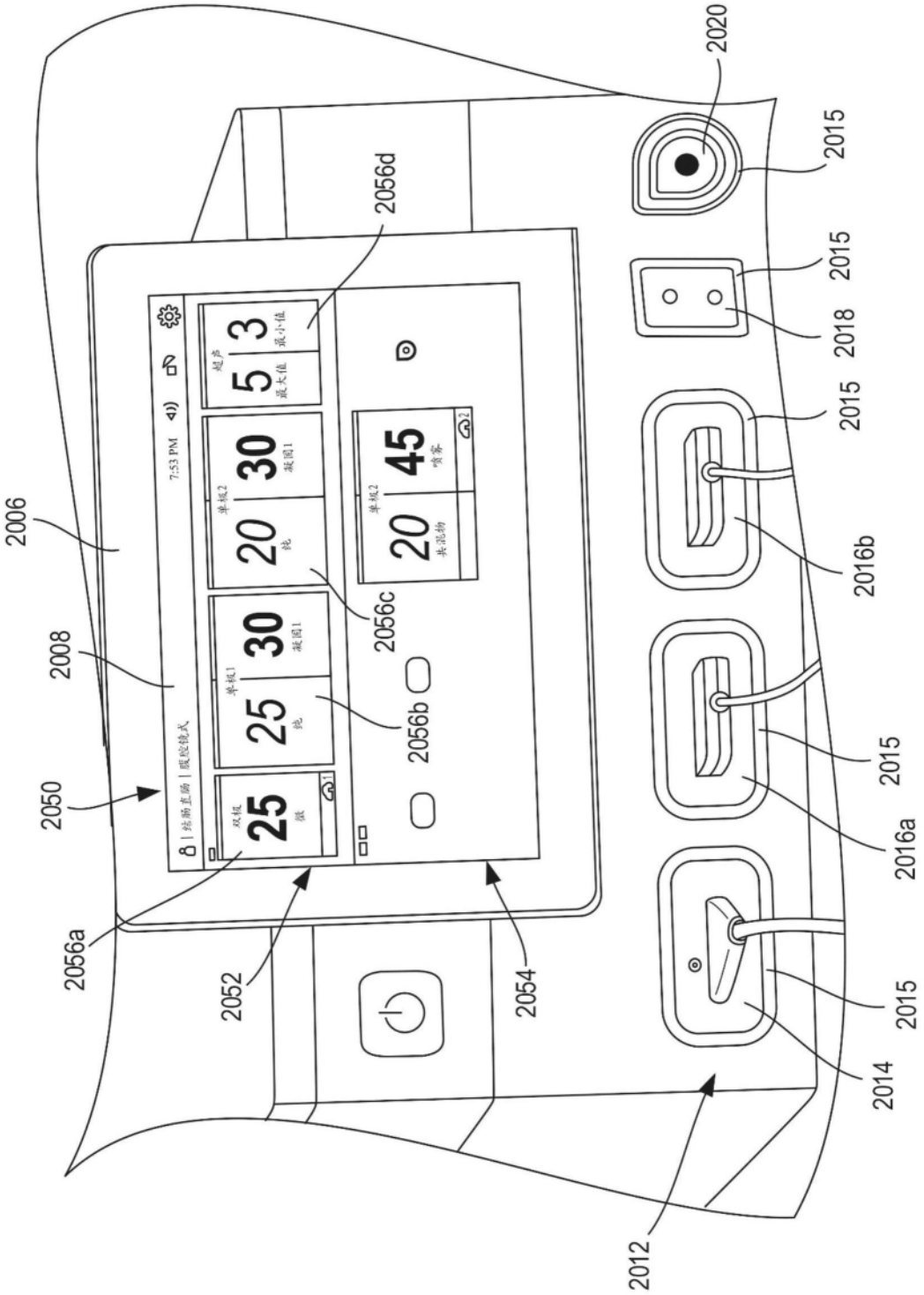

2020
2015
2056d
2015
2018
2015
2006
2016b
2008
2056c
2056b
2015
2050
2016a
2056a
2052
2054
2015
2014
2012

图30

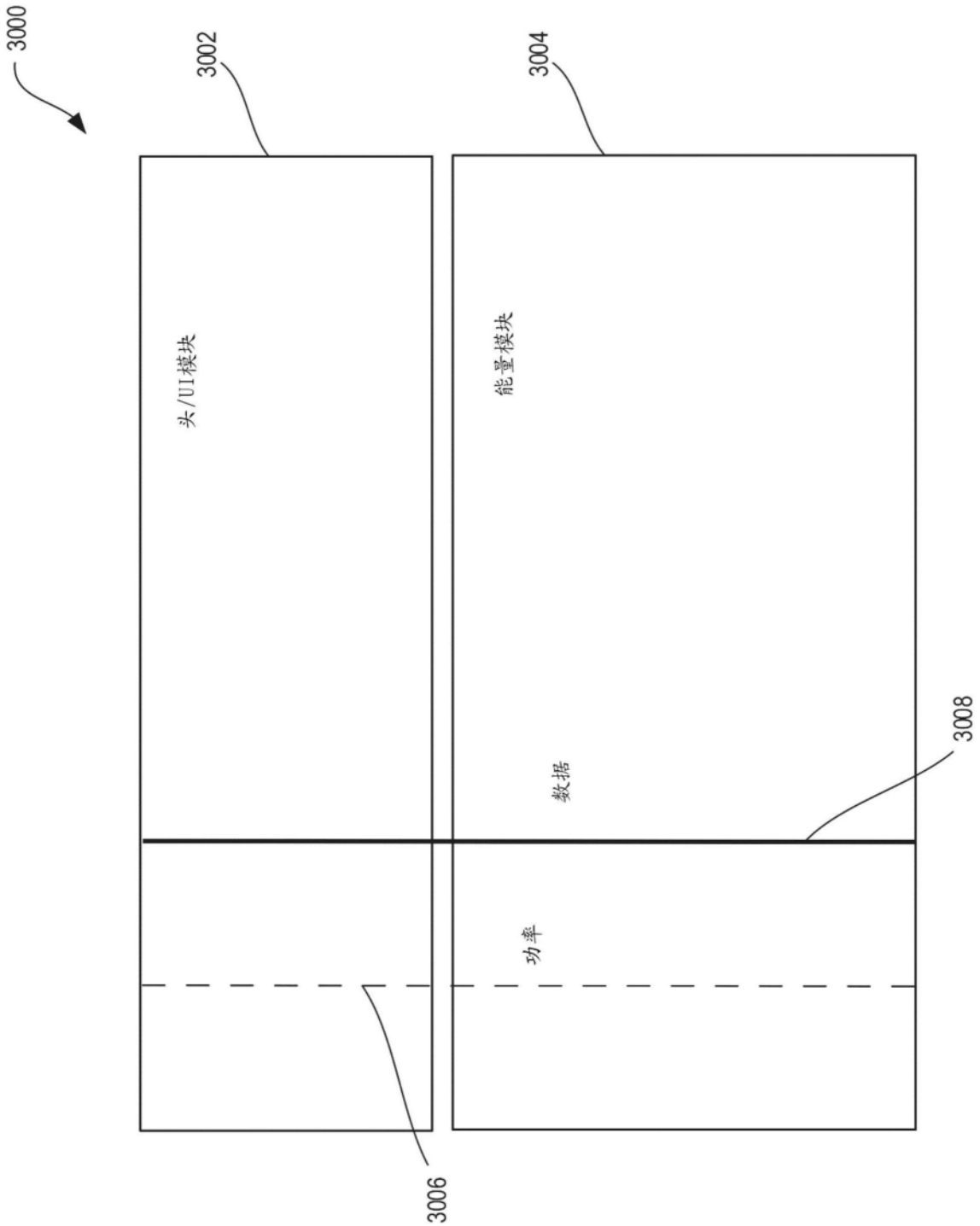


图31

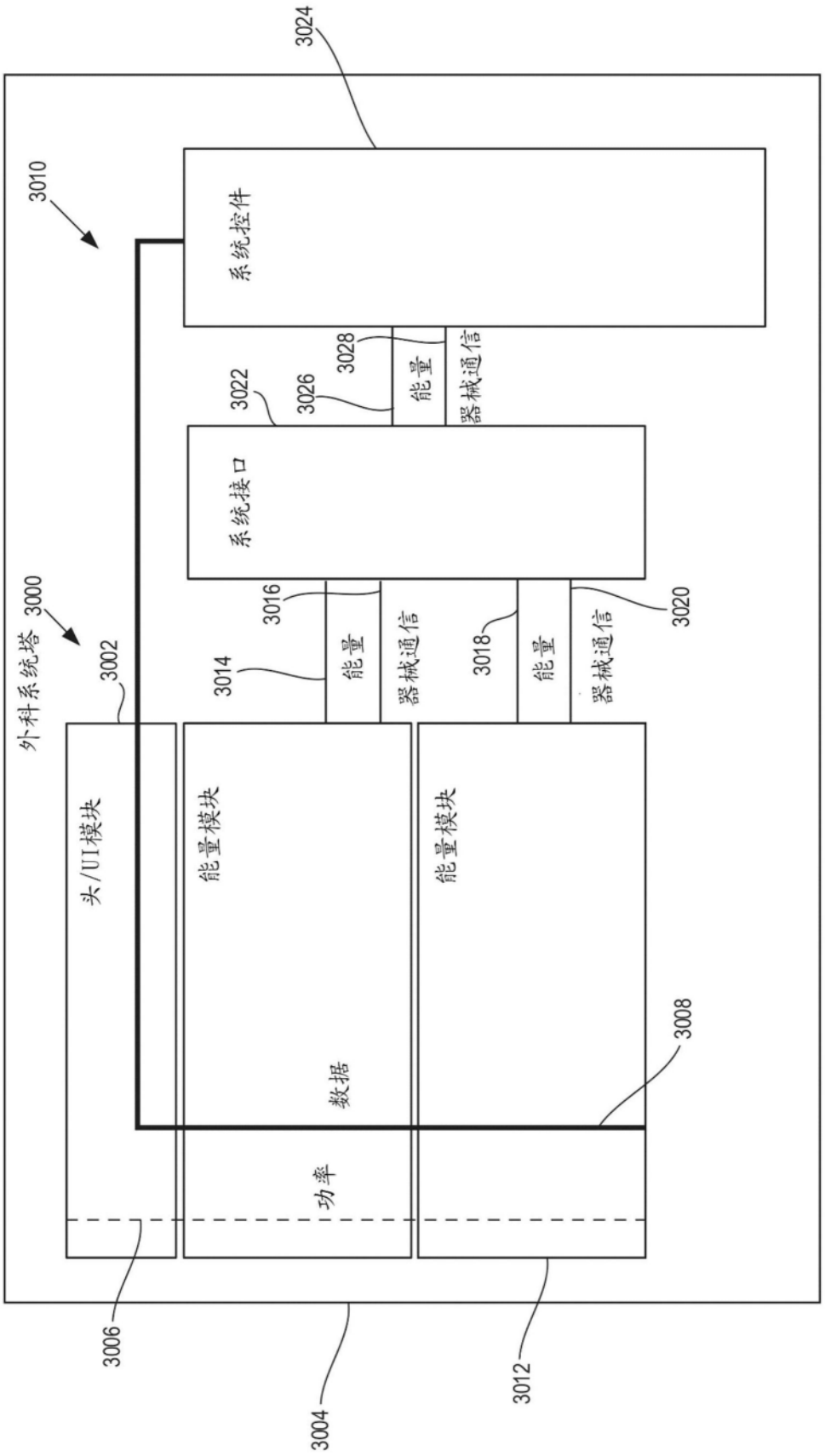

3024
3010
系统控件
3028
能量
器械通信
3022
3026
系统接口
3000
外科系统塔
3002
3016
能量
器械通信
3014
3018
能量
器械通信
3020
头/UI模块
能量模块
能量模块
数据
3008
功率
3006
3004
3012

图32

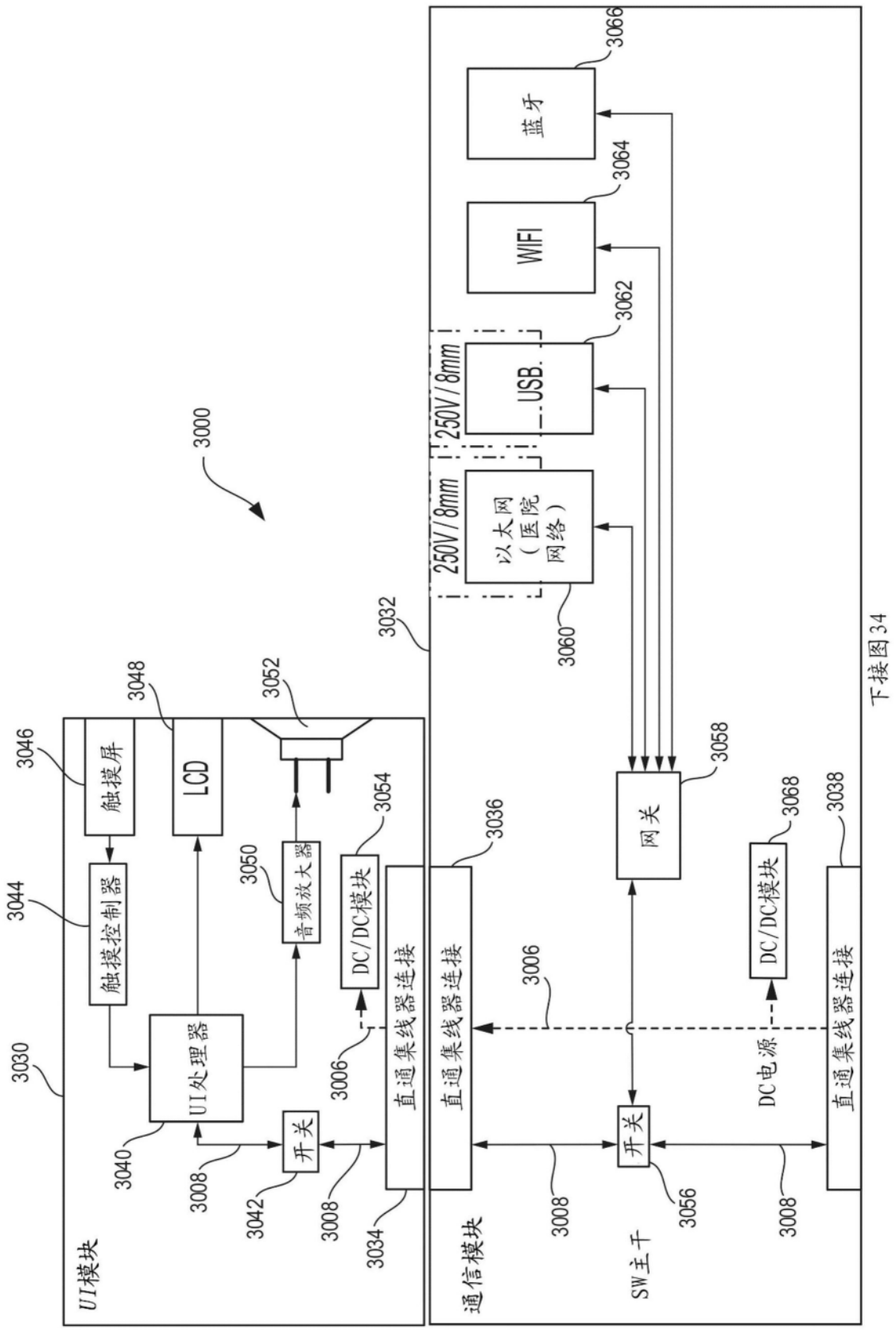

3000
UI模块
3030
触摸屏
3046
触摸控制器
3044
UI处理器
3040
LCD
3048
音频放大器
3050
扬声器
3052
开关
3042
直通集线器连接
3034
DC/DC模块
3054
3006
3008
通信模块
3032
直通集线器连接
3036
以太网（医院网络）
3060
250V/8mm
USB.
3062
WIFI
3064
蓝牙
3066
网关
3058
开关
3056
SW主干
DC/DC模块
3068
DC电源
直通集线器连接
3038
下接图34

图33

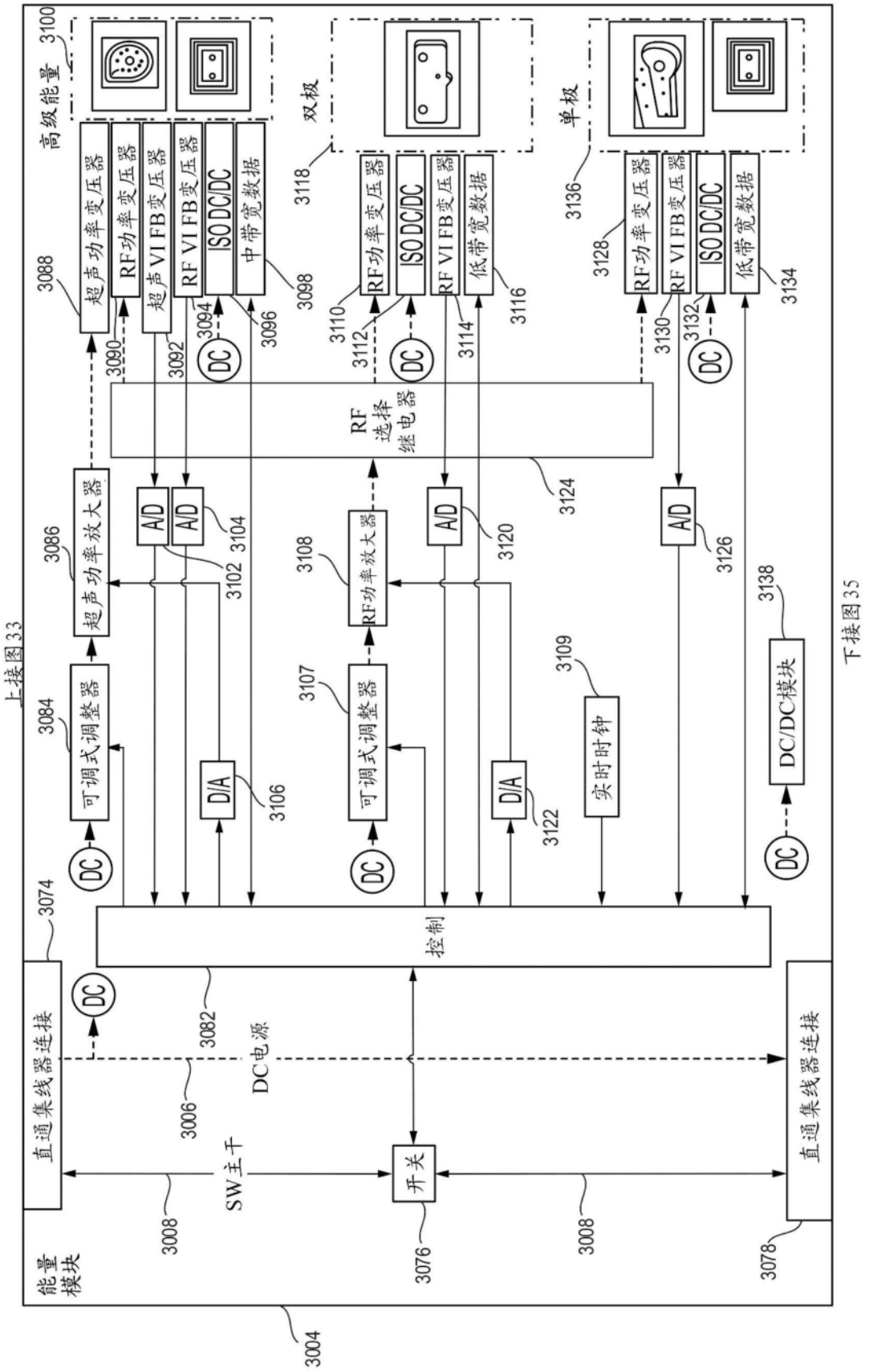

高级能量
3100
双极
单极
超声功率变压器
RF功率变压器
超声VI FB变压器
RF VI FB变压器
ISO DC/DC
中带宽数据
低带宽数据
3088
3090
3092
3094
3096
3098
3110
3112
3114
3116
3118
3128
3130
3132
3134
3136
RF选择继电器
3124
A/D
3104
3102
3120
3126
超声功率放大器
3086
RF功率放大器
3108
可调式调整器
3084
3107
D/A
3106
3122
实时时钟
3109
DC/DC模块
3138
DC
控制
3074
直通集线器连接
3082
DC电源
3006
SW主干
3008
开关
3076
3078
能量模块
3004
上接图33
下接图35

图34

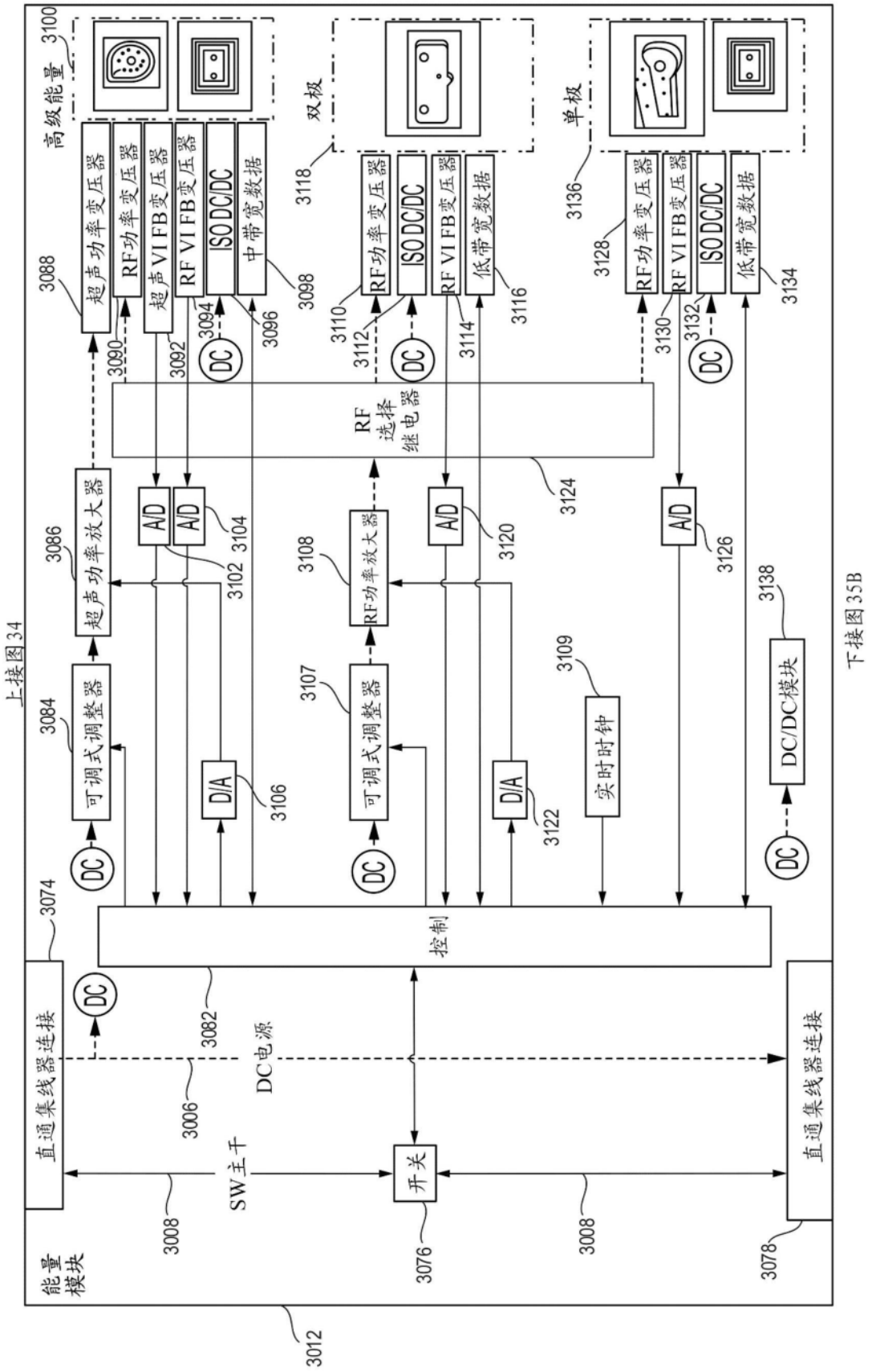

高级能量
3100
双极
单极
超声功率变压器
RF功率变压器
超声VI FB变压器
RF VI FB变压器
ISO DC/DC
中带宽数据
低带宽数据
3088
3090
3092
3094
3096
3098
3110
3112
3114
3116
3118
3128
3130
3132
3134
3136
RF选择继电器
3124
超声功率放大器
RF功率放大器
A/D
3086
3102
3104
3108
3120
3126
可调式调整器
3084
3107
D/A
3106
3122
实时时钟
3109
DC/DC模块
3138
控制
3074
直通集线器连接
3082
DC电源
3006
SW主干
3008
开关
3076
3078
能量模块
3012
上接图34
下接图35B

图35A

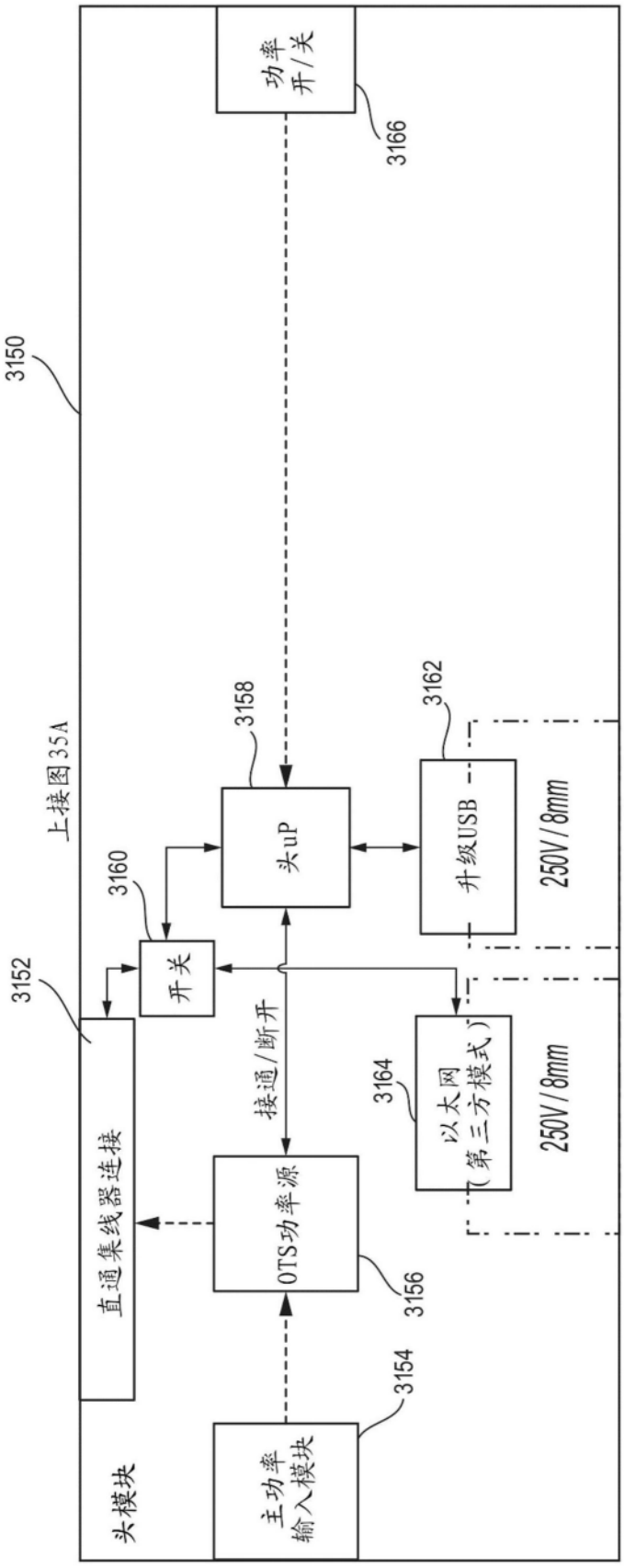

3150
头模块
主功率输入模块
3154
OTS功率源
3156
直通集线器连接
3152
接通/断开
开关
3160
上接图35A
头uP
3158
以太网（第三方模式）
3164
升级USB
3162
功率开/关
3166
250V/8mm
250V/8mm

图35B

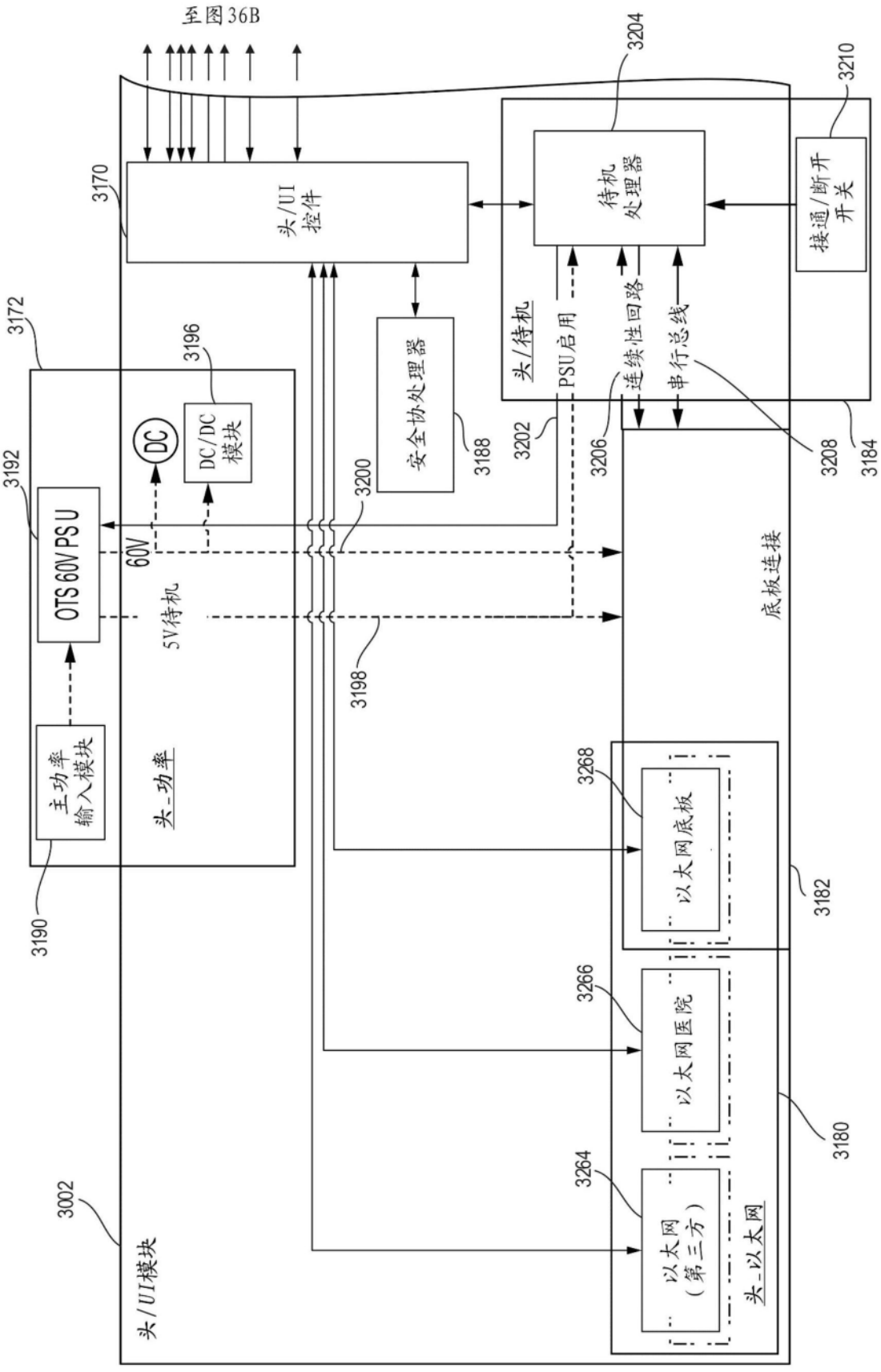

至图36B
3204
3210
3170
头/UI控件
待机处理器
接通/断开开关
3172
3196
头/待机
PSU启用
连续性回路
串行总线
安全协处理器
3188
3202
3206
3208
3184
3192
DC
DC/DC模块
3200
OTS 60V PSU
60V
5V待机
底板连接
3198
主功率输入模块
头_功率
3268
以太网底板
3182
3190
3266
以太网医院
3180
3264
以太网（第三方）
3002
头/UI模块
头_以太网

图36A

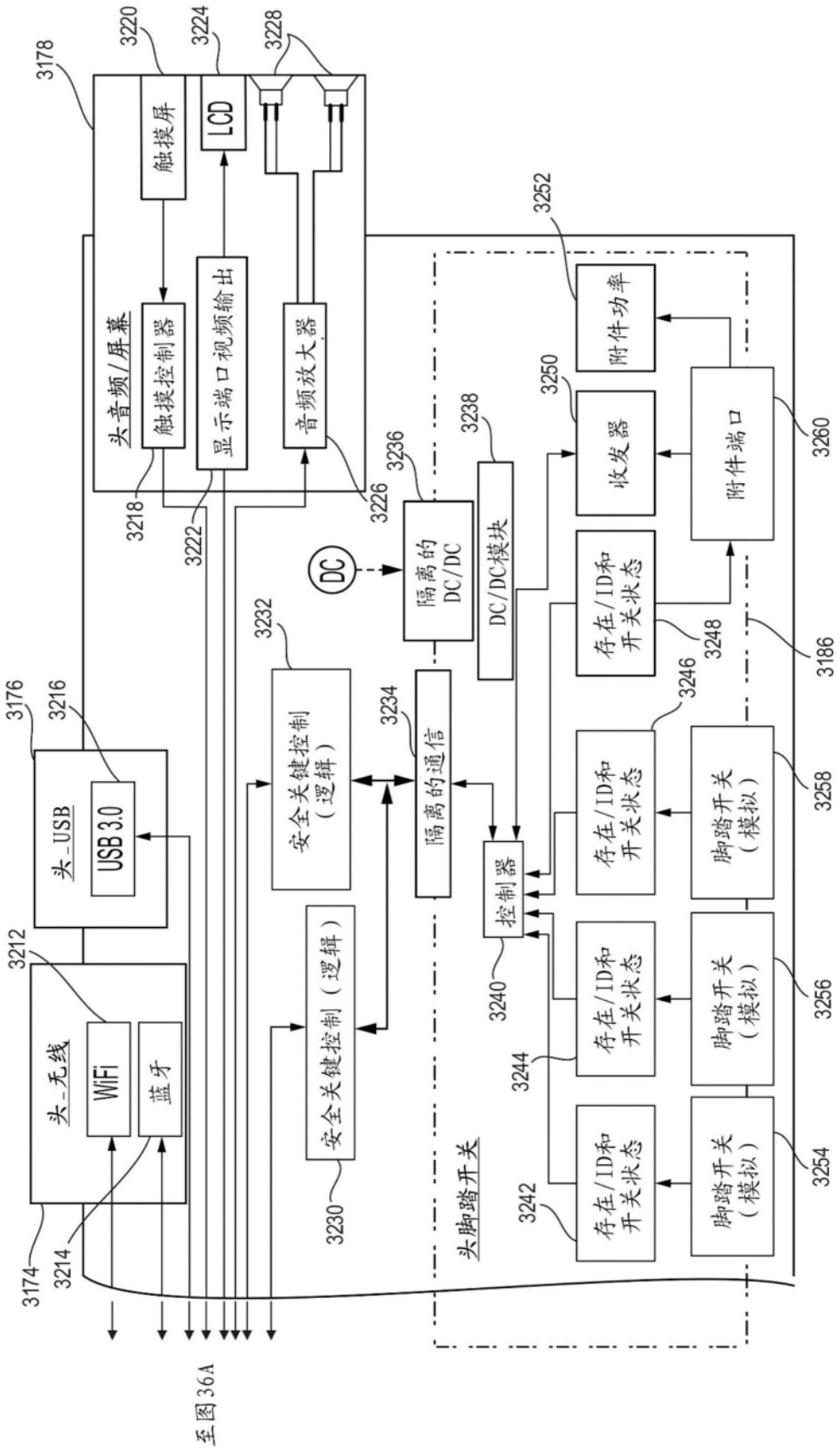

3178
3220
3224
3228
触摸屏
LCD
头音频/屏幕
触摸控制器
显示端口视频输出
音频放大器
3218
3222
3226
3252
附件功率
3250
收发器
3238
3236
隔离的DC/DC
DC/DC模块
DC
3260
附件端口
3232
安全关键控制（逻辑）
3234
隔离的通信
存在/ID和开关状态
3248
3186
3246
3176
3216
头_USB
USB 3.0
控制器
存在/ID和开关状态
脚踏开关（模拟）
3258
3212
头_无线
WiFi
蓝牙
3240
3244
存在/ID和开关状态
脚踏开关（模拟）
3256
3230
安全关键控制（逻辑）
头脚踏开关
3242
存在/ID和开关状态
脚踏开关（模拟）
3254
3174
3214
至图36A

图36B

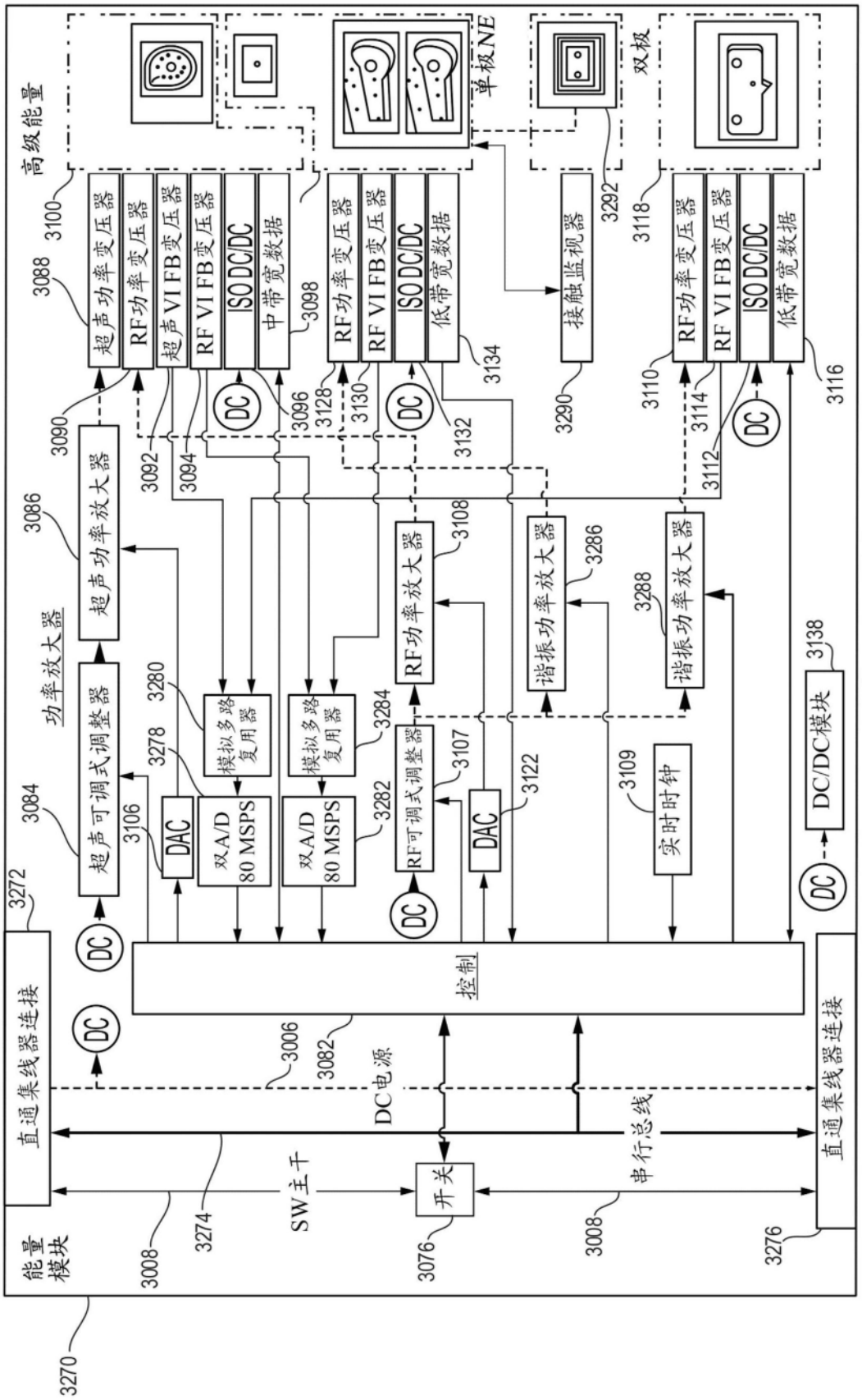

高级能量
单极NE
双极
超声功率变压器
RF功率变压器
超声VI FB变压器
RF VI FB变压器
ISO DC/DC
中带宽数据
RF功率变压器
RF VI FB变压器
ISO DC/DC
低带宽数据
接触监视器
RF功率变压器
RF VI FB变压器
ISO DC/DC
低带宽数据
超声功率放大器
功率放大器
超声可调式调整器
模拟多路复用器
模拟多路复用器
RF功率放大器
谐振功率放大器
谐振功率放大器
RF可调式调整器
DAC
双A/D 80 MSPS
双A/D 80 MSPS
DAC
实时时钟
DC/DC模块
控制
直通集线器连接
直通集线器连接
DC电源
串行总线
SW主干
开关
能量模块
DC
3100
3088
3098
3090
3092
3094
3096
3128
3130
3132
3134
3290
3292
3118
3110
3114
3112
3116
3086
3108
3286
3288
3138
3280
3284
3278
3107
3122
3109
3084
3106
3282
3272
3006
3082
3274
3076
3008
3008
3276
3270

图37

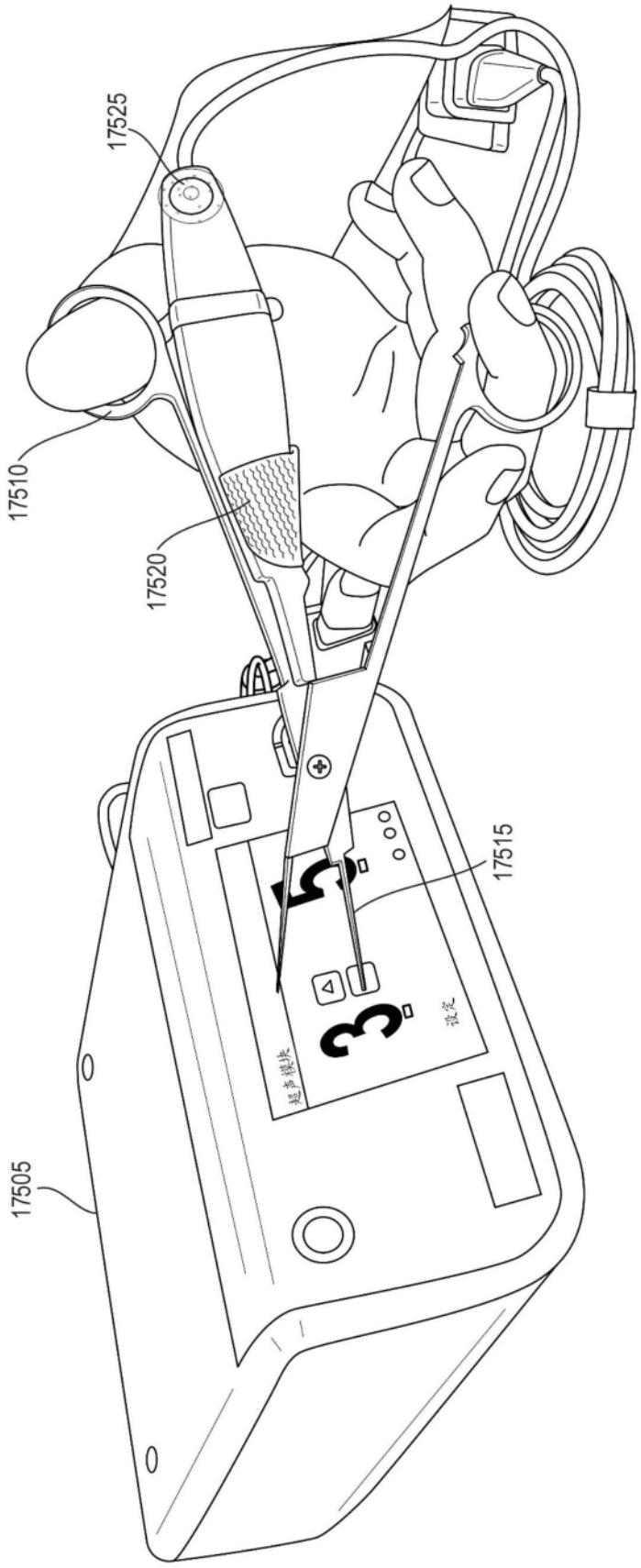


图38

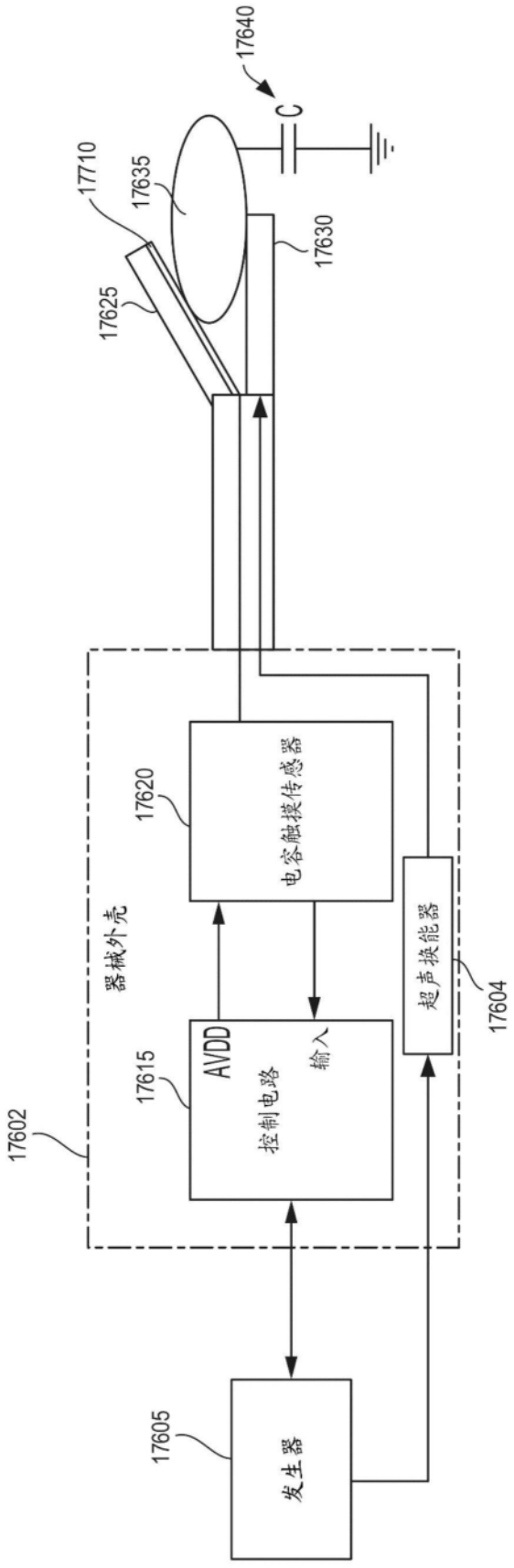

17640
C
17710
17635
17630
17625
17620
电容触摸传感器
器械外壳
超声换能器
17604
17615
AVDD
控制电路
输入
17602
17605
发生器

图39

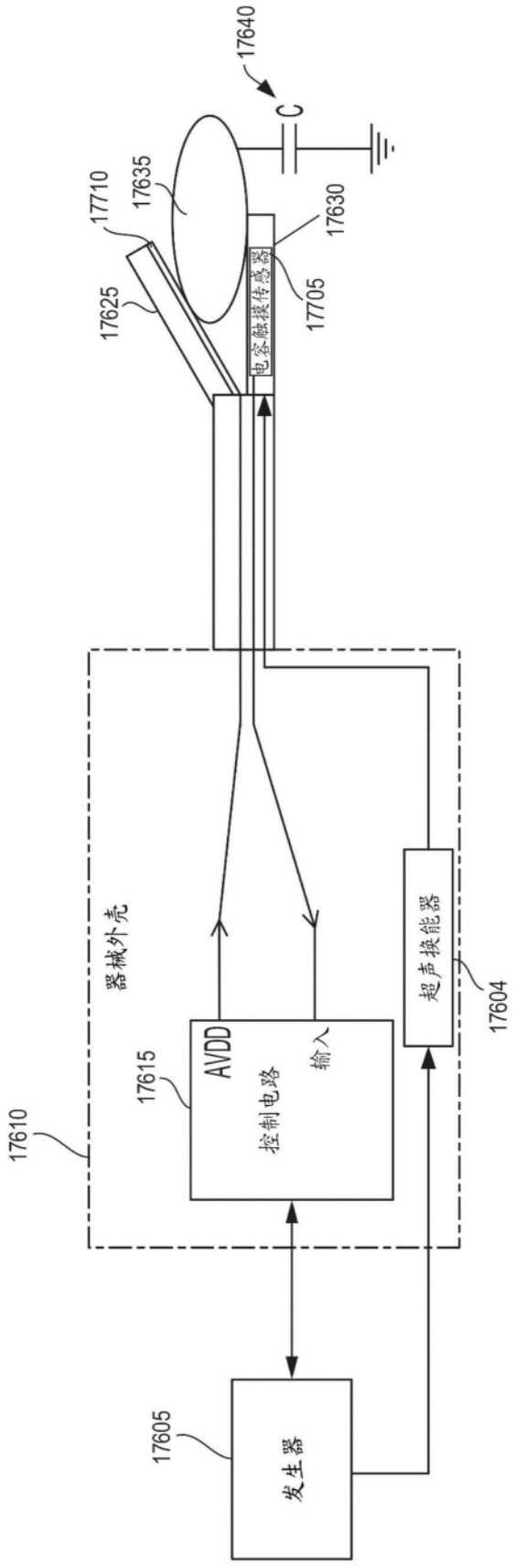

17640
C
17710
17635
17630
17625
电容触摸传感器
17705
器械外壳
AVDD
17615
控制电路
输入
超声换能器
17604
17610
17605
发生器

图40

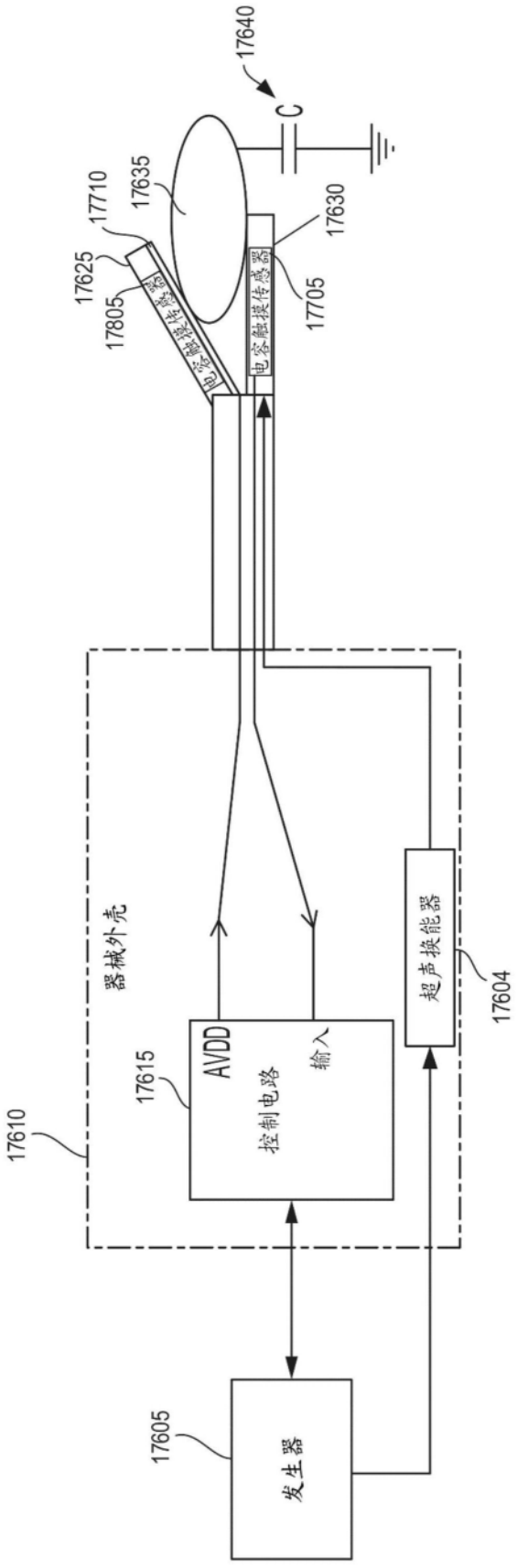

17640
C
17635
17710
17630
17625
17805
电容触摸传感器
17705
器械外壳
超声换能器
17604
AVDD
输入
17615
控制电路
17610
17605
发生器

图41

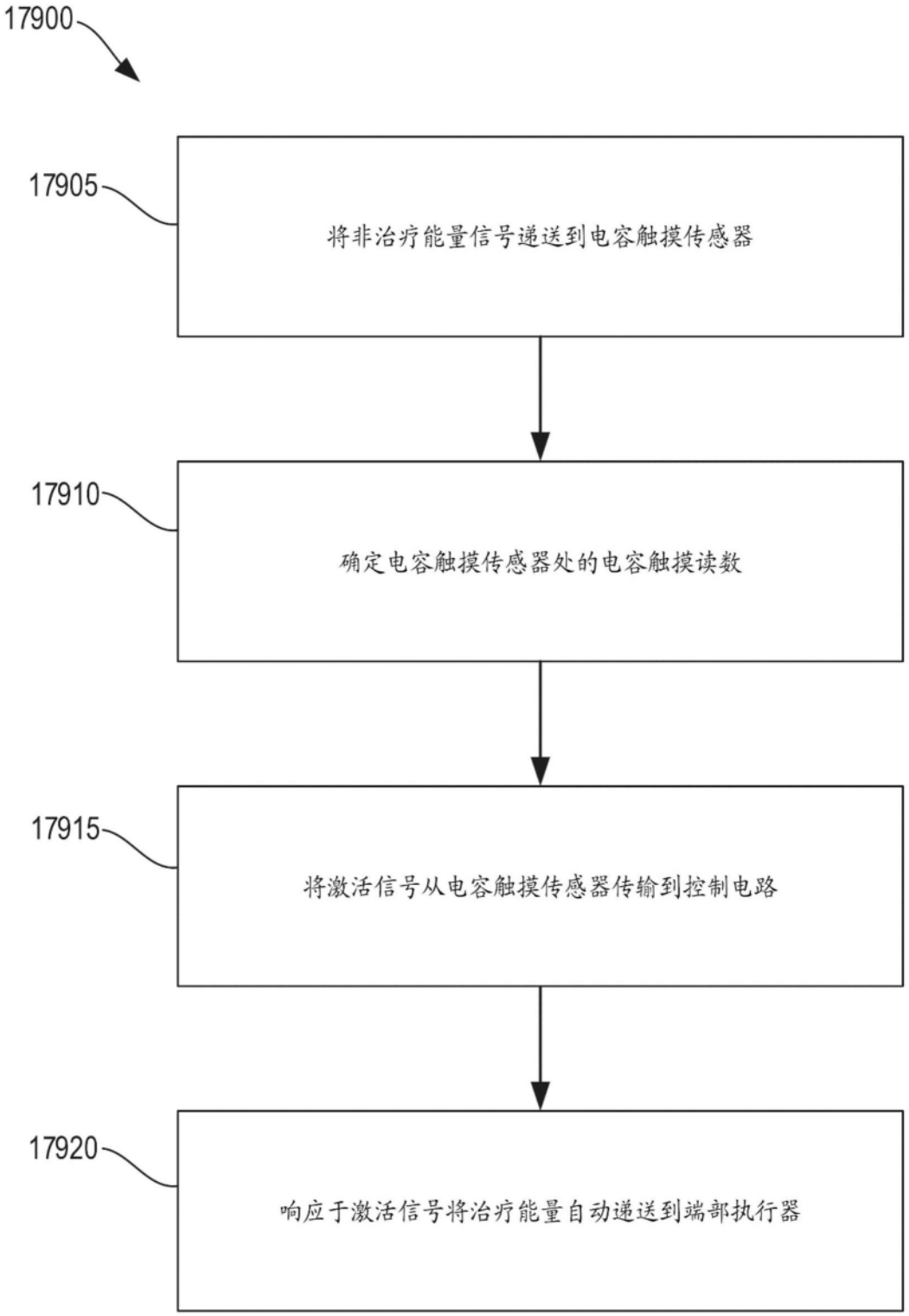

17900
17905
将非治疗能量信号递送到电容触摸传感器
17910
确定电容触摸传感器处的电容触摸读数
17915
将激活信号从电容触摸传感器传输到控制电路
17920
响应于激活信号将治疗能量自动递送到端部执行器

图42