



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1698177 B

(45) 授权公告日 2010.04.14

(21) 申请号 03824681.3

(22) 申请日 2003.09.26

(30) 优先权数据

60/414,108 2002.09.26 US

10/341,913 2003.01.13 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.04.27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/030426 2003.09.26

(87) PCT申请的公布数据

W02004/030016 EN 2004.04.08

(73) 专利权人 蓝姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 阿芒·阿沃扬

赛义德·加法尔·加法利安-德黑兰
尼

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限
责任公司 11287

代理人 王允方

(51) Int. Cl.

H01J 37/32(2006.01)

(56) 对比文件

US 5939886 A, 1999.08.17, 说明书第3栏第
45行至第4栏第16行/第8栏第57行至第9栏
第59行,附图5,6以及摘要.

审查员 徐春

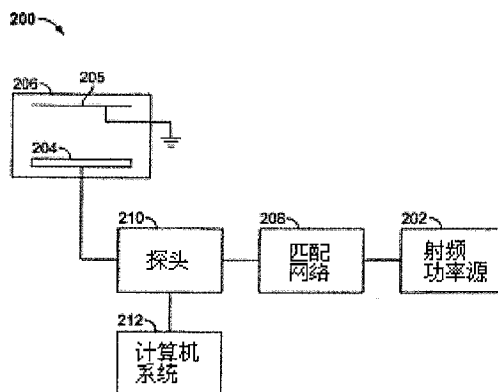
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于对一等离子处理系统进行工具匹配和故障排除的方法

(57) 摘要

本发明揭示一种测试一包括一腔室、一射频功率源以及一匹配网络的等离子处理系统的方法。从所述射频功率源向所述腔室生成一射频功率信号,但不触发所述腔室内的任何等离子。在影响所述腔室的其它参数均保持恒定的情况下,对所述腔室收到的所述射频功率信号的电压、所述射频功率信号的电流以及所述射频功率信号的相位进行测量。基于所述电压、电流和相位计算出代表所述腔室阻抗的一个数值。将所述数值与一个参考值加以对比,从而确定所述等离子处理系统内的任何缺陷。所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。



1. 一种测试一等离子处理系统的方法,所述系统具有一腔室、一射频功率源和一匹配网络,所述方法包括:

从所述射频功率源以一频率为 2MHz 或 27MHz 的预先确定的恒定等离子操作频率向所述腔室生成一射频功率信号,但不触发所述腔室内的任何等离子;

在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、所述射频功率信号的一电流值和所述射频功率信号的一相位;

基于所述电压值、所述电流值和所述相位,计算出代表所述腔室阻抗的一数值;及

将所述数值与一参考值加以对比,确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述射频功率信号包括一高频功率。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述射频功率信号包括一低频功率。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述生成进一步包括:

使所述射频功率信号的阻抗与所述腔室的阻抗相匹配。

5. 一种测试一等离子处理系统的方法,所述系统具有一腔室、一射频功率源和一匹配网络,所述方法包括:

从所述射频功率源向所述腔室生成一射频功率信号,但不触发所述腔室内的任何等离子;

在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、所述射频功率信号的一电流值和所述射频功率信号的一相位;

基于所述电压值、所述电流值和所述相位,计算出代表所述腔室阻抗的一数值;及

将所述数值与一参考值加以对比,确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗;及

当所述数值不处于所述参考值的至少 10% 内时,检查所述等离子处理系统。

6. 一种为多个等离子处理腔室进行工具匹配的方法,该方法包括:

以一频率为 2MHz 或 27MHz 的预先确定的恒定等离子操作频率为每一腔室生成一射频功率信号,但不触发每一腔室内的任何等离子;

在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量每一腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、所述射频功率信号的一电流值和所述射频功率信号的一相位;

基于所述电压值、所述电流值和所述相位,计算出代表每个腔室的阻抗的一数值;及

将每一腔室的所述计算值与其它腔室加以对比。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述功率包括一高频功率。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述功率包括一低频功率。

9. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述生成进一步包括:

使所述射频功率信号的阻抗与每一腔室的所述阻抗相匹配。

10. 一种为多个等离子处理腔室进行工具匹配的方法,该方法包括:

为每一腔室生成一射频功率信号,但不触发每一腔室内的任何等离子;

在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量每一腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、所述射频功率信号的一电流值和所述射频功率信号的一相位;

基于所述电压值、所述电流值和所述相位,计算出代表每个腔室的阻抗的一数值;及

将每一腔室的所述计算值与其它腔室加以对比,及

在一腔室的一计算值偏离其它腔室的平均值至少 10%时,隔离一等离子处理腔室。

11. 一种用于测试一等离子处理系统的设备,所述等离子处理系统包括一无等离子腔室、以一频率为 2MHz 或 27MHz 的预先确定的恒定等离子操作频率生成一射频功率信号的一射频功率源,以及一匹配网络,所述设备包括:

一耦合至所述无等离子腔室的传感器,所述传感器在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述无等离子腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、一电流值和一相位角;及

一耦合至所述传感器的计算机系统,所述计算机系统基于所述电压值、所述电流值以及所述相位角计算一代表所述腔室的一阻抗的数值,并将所述计算值与一参考值加以对比,以确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。

12. 根据权利要求 11 所述的设备,其中所述射频功率信号包括一高频功率。

13. 根据权利要求 11 所述的设备,其中所述射频功率信号包括一低频功率。

14. 一种用于测试一等离子处理系统的设备,所述等离子处理系统包括一无等离子腔室、一生成一射频功率信号的射频功率源以及一匹配网络,所述设备包括:

一耦合至所述无等离子腔室的传感器,所述传感器在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述无等离子腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、一电流值和一相位角;及

一耦合至所述传感器的计算机系统,所述计算机系统基于所述电压值、所述电流值以及所述相位角计算一代表所述腔室的一阻抗的数值,并将所述计算值与一参考值加以对比,以确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。

其中所述计算机系统在该计算值偏离所述参考值至少 10%时会发出警告。

15. 一种用于测试一等离子处理系统的设备,所述等离子处理系统包括一腔室、一射频功率源和一匹配网络,所述设备包括:

生成构件,其从所述射频功率源以一频率为 2MHz 或 27MHz 的预先确定的恒定等离子操作频率向所述腔室生成一射频功率信号,但不触发所述腔室内的任何等离子;

测量构件,其在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、所述射频功率信号的一电流值和所述射频功率信号的一相位角;

计算构件,其基于所述电压值、所述电流值和所述相位角,计算代表所述腔室的一阻抗的一数值;及

对比构件,其将所述计算值与一参考值加以对比,以确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。

16. 一种用以对多个等离子处理腔室进行工具匹配的设备,该设备包括:

生成构件,其以一频率为 2MHz 或 27MHz 的预先确定的恒定等离子操作频率为每一腔室生成一射频功率信号,但不触发每一腔室内的任何等离子;

测量构件,其在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量每一腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、所述射频功率信号的一电流值和所述射频功率信号的一相位;

计算构件,其基于所述电压值、所述电流值和所述相位,计算代表每一腔室的一阻抗的一数值;及

对比构件,其将每一腔室的所述计算值与其它腔室加以比较。

17. 一等离子反应器,该反应器包括:

一无等离子腔室;

以一频率为 2MHz 或 27MHz 的预先确定的恒定等离子操作频率生成一射频功率信号的一射频功率源;

一耦合至所述射频功率源的所述匹配网络;

一耦合至所述无等离子腔室的传感器,所述传感器在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述无等离子腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、一电流值和一相位角;及

一耦合至所述传感器的计算机系统,所述计算机系统基于所述电压值、所述电流值以及所述相位角计算一代表所述腔室的一阻抗的数值,并将所述计算值与一参考值加以对比,以确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。

18. 一等离子反应器,该反应器包括:

一无等离子腔室;

一生成一射频功率信号的射频功率源;

一耦合至所述射频功率源的所述匹配网络;

一耦合至所述无等离子腔室的传感器,所述传感器在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述无等离子腔室接收到的所述射频功率信号的一电压值、一电流值和一相位角;及

一耦合至所述传感器的计算机系统,所述计算机系统基于所述电压值、所述电流值以及所述相位角计算一代表所述腔室的一阻抗的数值,并将所述计算值与一参考值加以对比,以确定所述等离子处理系统内的任何缺陷,所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗,

其中所述计算机系统在所述计算值偏离所述参考值至少 10%时会发出警告。

用于对一等离子处理系统进行工具匹配和故障排除的方法

[0001] 相关申请

[0002] 本专利申请要求于 2002 年 9 月 26 日以发明人 Armen Avoyan 和 Seyed Jafar Jafarian-Tehrani 的名义提交并共同受让的第 60/414, 108 号美国临时专利的权利。

技术领域

[0003] 本发明系与一电子装置的制造有关。更具体而言,本发明系关于一种用以校验一等离子处理系统的方法及系统。

背景技术

[0004] 各种采用离子化气体的加工方式 - 例如等离子蚀刻和反应式离子蚀刻 - 之重要性正在不断增加,尤其是在半导体装置制造方面。尤其令人感兴趣的是用于蚀刻工艺的装置。电容式及感应式耦合的等离子蚀刻系统可以用于半导体装置的加工和制造。一等离子处理系统一般包括一个其中带有一等离子腔室的等离子反应器。一射频功率发生器向等离子腔室提供射频功率。

[0005] 作为等离子成型的主要驱动力,射频频率和功率应当是受到最细致控制的参数。令人遗憾的是,大多情况下并不能做到这一点。例如,图 1 显示为一电子装置和加工反应器生成射频功率的射频网络 10。具体而言,为实现射频等离子生成,射频功率发生器 12 通过电缆 16 连接至本地自动化匹配网络 14。从本地自动化匹配网络 14,机械射频连接线 18 接至处理腔室 20。处理腔室 20 包含阴极 22,该阴极通过影响等离子体鞘 26 中的处理气体 24 而生成一射频等离子。

[0006] 在射频网络 10 中,存在若干局限。例如,射频功率发生器 12,虽然包含固态技术,但仍然是一个庞大的系统,占据一过大的清洁室地面面积。因此,射频网络 10 的性能经常因发生器布置问题所引起的安装依赖性而受到负面影响。本地自动化匹配网络 14 之目的是通过对射频功率发生器 12 与处理腔室 20(射频负载)之间存有巨大差异的阻抗进行匹配,将射频功率有效地从射频功率发生器 12 传送至等离子处理气体 24 的射频负载。

[0007] 射频网络 10 的另一个局限涉及处理腔室 20 本身。在处理腔室 20 内,对电子装置,例如一半导体晶片,进行定位和处理,从而获得某种希望的结果,诸如蚀刻或沉积。关于处理腔室 20,存在两个重大局限。首先,即使在安装依赖性和因本地自动化匹配网络 14 所带来的多变性已知的前提下,对射频功率的控制仍然主要是基于在射频功率发生器上测得的数据。另外,尽管某一给定功率级的射频功率发生器 12 包括电压、电流和相位角三个变量,但已知的系统一般仅以瓦特单位来测量和控制射频功率。

[0008] 关于等离子处理腔室,可能存在许多其它问题。等离子处理腔室在经过长时间的使用后,由于腔室磨损和聚合物沉积,可能不能产生相同的结果。其它诸如不当的硬件组配及不足的力矩要求等问题可能亦会导致等离子处理腔室产生不一致的产量。

[0009] 为保证等离子处理腔室保持一致的结果,需要一种迅速而准确的方法来校验腔室硬件部件的正确组配,并排除腔室式等离子处理系统的故障。

发明内容

[0010] 一种测试一等离子处理系统的方法,其包括一腔室,一射频功率源和一匹配网络。从所述射频功率源向所述腔室生成一射频功率信号,但不触发所述腔室内的任何等离子。在影响所述腔室的其它参数保持恒定的情况下,测量所述腔室收到的所述射频功率信号的电压值、所述射频功率信号的电流值和所述射频功率信号的相位。基于所述电压值、电流值和相位,计算出代表所述腔室阻抗的一数值。然后,将所述计算值与一参考值加以对比,以确定所述等离子处理系统中的任何缺陷。所述参考值代表一无缺陷腔室的阻抗。

附图说明

[0011] 附图并入本说明书并构成本说明书的组成部分,其图解说明本发明的一个或多个实施例,并且与详细说明一起用以解释本发明的原理和实施方式。在附图中:

[0012] 图 1 系一示意图,其以图解方式显示用于在一等离子蚀刻设备中构建一种等离子处理环境的一常规射频网络。

[0013] 图 2 系一示意图,以图解方式显示根据本发明的一实施例用以校验一等离子处理系统的一系统。

[0014] 图 3 系一适合于实施本发明诸方面的计算机系统的框图。

[0015] 图 4 系一流程图,其以图解方式显示根据本发明的一实施例用以校验一等离子处理系统的一方法。

[0016] 图 5 系一流程图,其以图解方式显示根据本发明的一实施例对一等离子处理系统进行工具匹配的一方法。

[0017] 图 6 系一框图,其以图解方式显示根据本发明的一实施例一些腔室及其各自测量的阻抗。

具体实施方式

[0018] 本文借助一等离子处理系统说明本发明的实施例。所属领域的技术人员将会意识到,关于本发明的下列详细说明仅是举例说明性的,并无意于在任何意义上加以限制。此等技术人员受益于本说明的基础上可以很容易地联想到本发明的其它实施例。现在将详细参照附图中图解说明的本发明的实施方式。在所有图纸及下列详细说明中将采用相同的附图标记来表示相同或类似的部件。

[0019] 为清晰起见,文中没有显示和描述该些实施方式的所有常见特征。当然,应了解,在任何实际实施形式的开发中,必须做出无数针对实施形式的决策以实现开发者的特定目标,例如,符合与应用及商业有关的限制条件,且该些特定目标将因实施形式不同及开发者不同而有所不同。而且,应了解,此一开发工作可能既复杂又耗时,但对于受益于该揭示内容的所属领域的技术人员而言仍是一项常规工程设计任务。

[0020] 根据本发明的一实施例,部件、处理步骤及 / 或数据结构可以采用各种类型的操作系统 (OS)、计算平台、固件、计算机程序、计算机语言及 / 或通用机器加以实施。该方法可以作为一在电路运行的已编程过程来运行。该处理电路可以采用处理器与操作系统的多种组合方式,或者亦可作为一独立的装置。该过程可以作为由此种硬件、独立硬件或硬件的任何组合执行的指令来加以实施。软件可以存储在可由一机器读取的一程序存储装

置中。

[0021] 此外,所属领域的技术人员将会看到,亦可使用一具较低通用性质的装置,例如硬接线装置、现场可编程逻辑装置(FPLD),包括现场可编程逻辑门阵列(FPGA)及复杂可编程逻辑装置(CPLD)、特定用途集成电路(ASIC)等,此不偏离本文所揭示之发明性概念的范围和精神。

[0022] 根据本发明的一实施例,该方法可以实施于一数据处理计算机上,例如一个人计算机、工作站计算机、主计算机或高性能服务器,该等计算机其运行于一操作系统(OS)上,例如:可从美国加利福尼亚州帕洛阿尔托市的Sun Microsystems Inc. 购买的Solaris®、可从华盛顿州雷蒙德市的微软公司购买的Microsoft® XP 和Windows® 2000、或各种版本的Unix 操作系统,例如可从若干提供商购买的Linux。该方法亦可实施于一多处理器系统上,或一计算环境中,该计算环境包括各种外围设备,例如输入装置、输出装置、显示器、指示装置、存储器、存储装置、用于向和自(一或多个)处理器传输数据的媒体接口等。另外,此种计算机系统或计算环境可以接入局域网或因特网。

[0023] 图2是一示意图,其以图解方式描述根据本发明的一实施例用以校验一等离子处理系统的一系统200。在该系统200中,射频(RF)功率发生器202向安装于一等离子处理腔室206内的底部电极204提供射频功率。射频电流可在底部电极204与顶部接地电极205之间流动。根据本发明的一实施例,该射频功率发生器202可以是一双频发生器,例如2MHz和27MHz。所属领域的技术人员应当了解,上述实例无限定意义,亦可使用其它频率,而此并不偏离本文所揭示的发明性概念。

[0024] 一匹配网络208将射频功率发生器202连接至腔室206。为将射频功率有效地从射频功率发生器202转送到腔室206(射频负载),匹配网络208对射频功率发生器202与腔室206之间的阻抗进行匹配。所属领域的技术人员将会看到,匹配网络208有各种各样的设计形式,所有设计形式均通过调整至一最小反射功率来运作。

[0025] 在腔室206与匹配网络208之间,一传感器210在腔室206的输入端耦合至系统200。该传感器210测量腔室206接收到的射频功率信号的电压、电流和相位角。根据本发明的一实施例,该传感器210可以是,例如,一电压/电流探头(VI探头)或一网络分析仪。所属领域的技术人员将会知道,有许多种类的电压、电流及相位传感器可以应用于本发明。

[0026] 一计算机系统212自传感器210接收测量数据(电压、电流及相位)。该计算机系统212允许一用户通过分析所接收到的数据验证该等离子处理系统是否存在任何缺陷,以及腔室硬件部件是否正确组配。该计算机系统212的算法将在图4的流程图下进行进一步的讨论。图3是一适合于实施本发明诸发明的一计算机系统300的框图。如图3所示,计算机系统300包括一总线302,该总线将主要的子系统连接在一起,例如:一中央处理器304、一系统存储器306(一般为随机存取存储器RAM)、一输入输出(I/O)控制器308、一外接设备,例如通过显示适配器312连接的一个显示屏310、串行接口314及316、一键盘318、一固定磁盘驱动器320、一用于接纳一软磁盘324的软盘驱动器322、一用于接纳一光盘328的光盘驱动器326。系统存储器306可以包含图4所述的算法。系统可以接入许多其它装置,例如一通过串行接口314接入的指示装置(如一鼠标器)和一通过串行接口316接入的调制解调器332。调制解调器332可以通过一电话链路提供与一远端服务器的直接连接,或通过一POP(接入点)提供与因特网的直接连接。或者,可以通过一网络接口适配器334,

采用所属领域的技术人员已知的任何网络接口系统（如 Ethernet, xDSL, AppleTalk™）接入一局域或广域网络。

[0027] 许多其它装置或子系统（图中未显示）亦可以一类似方式接入本系统。另外，如下文所述，实施本发明不一定需要图 3 所示的全部装置。此外，亦可使用与图 3 所示方式不同的方式连接装置及子系统。由于诸如图 3 所示的一计算机系统的运行已为所属领域的技术人员所熟知，故本申请中不做详尽讨论，以免使本讨论内容变得过于复杂。资以实施本发明的代码可以实用方式放置在系统存储器 306 中，或者存储在诸如固定磁盘 320、软磁盘 324 或光盘 328 等存储媒体上。

[0028] 图 4 系一流程图，其根据本发明的一实施例以图解方式说明一用于排除一等离子处理系统故障的方法。从 402 开始，用大约 0mTorr 的压力在腔室 206 中形成一真空。该腔室 206 可以是“清洁”腔室，其中没有待处理的任何晶片或流动的气体。在 404，一射频功率信号正在没有流动气体的腔室内生成。例如，一约 10 瓦或以下、频率为 2MHz 或 27MHz 的较低功率可不触发任何等离子的情况下通过腔室 206 生成。在 406，传感器 210 测量无等离子的腔室 206 所接收到的射频功率信号的电压、电流以及相位角。在 408，计算机系统 212 接收和记录射频功率信号的实测电压值、电流值和相位角。计算机系统 212 依据实测数据计算出腔室阻抗。

[0029] 所属领域的技术人员将会看到，腔室阻抗是一个复杂的量，其与射频功率发生器 202 的交流电流（正向功率）以及电阻和电抗（腔室部件）之间的互相作用相关。下列等式可以说明上述关系：

$$[0030] \quad Z = R + jX \quad \text{等式 1}$$

$$[0031] \quad R = |Z| \cos \theta \quad \text{等式 2}$$

$$[0032] \quad X = |Z| \sin \theta \quad \text{等式 3}$$

$$[0033] \quad |Z| = V/I$$

[0034] 其中，Z 代表腔室的阻抗，R 代表电阻，X 代表电抗， θ 是相位角，V 是实测电压值，I 是实测电流值。

[0035] 腔室阻抗可受许多因素影响，例如：气体压力、气体类型、射频功率、腔壁状况、射频接地、晶片类型、晶片放置以及功率耦合。因此，如果射频负载发生任何变化，例如腔壁发生聚合，或处理腔室各种部件的阳极氧化涂层磨蚀，则电压值和电流值就会发生变化，腔室阻抗亦会相应发生改变。

[0036] 由于腔室 206 被设定至真空状态，该射频功率信号通过真空腔室的相位角 θ 大约为 90° 。由于相位角 θ 大约是 90° ，电阻 R 大约为零。因此，腔室阻抗大部分是电抗。所计算的数值可以代表阻抗的绝对值。

[0037] 在 410，计算机系统将所计算的腔室阻抗与一阻抗基线加以对比，确定是否存在任何缺陷。该阻抗基线是同类型等离子处理腔室在制造时在真空条件下的平均阻抗。为举例说明之目的，一无等离子腔室的平均阻抗可以是，例如， 15Ω 。如果一同类型的无等离子腔室的实测阻抗偏离 15Ω 至少约 10%，例如达到 19Ω ，则表明可能存在缺陷。在此种情况下，在 412，需要检查腔室是否存在问题。潜在缺陷包括但不限于下列情况：不当的硬件组配、不足的力矩要求、采用了不合标准的部件、硬件部件缺失、腔室磨损和飞弧、聚合物沉积。在 414 处识别并确定了潜在问题之后，可在 402 处开始反复执行故障排除过程，对系统进行校

验。

[0038] 可能有必要进行工具匹配,以确保所生产的全部等离子腔室均没有缺陷。通过对比相同型号、类型或设计的所有处理腔室的腔室阻抗,可以识别任何有缺陷的等离子腔室。图 5 系一流程图,其根据本发明的一实施例以图解方式说明一等离子处理系统的工具匹配方法。从 502 开始,使用,例如,一大约 0mTorr 的压力在各腔室 206 中形成一真空。各腔室 206 可以是“清洁”腔室,其中没有待处理的任何晶片或流动的气体。在 504,一射频功率信号正在没有气体流动且因而亦没有等离子体的各腔室内生成。例如,一约 10 瓦或以下、频率为 2MHz 或 27MHz 的较低功率可在不触发任何等离子体的情况下通过各腔室 206 生成。在 506,各腔室传感器 210 测量无等离子体的各腔室 206 所接收到的射频功率信号的电压、电流以及相位角。在 508,各腔室计算机系统 212 接收和记录射频功率信号的实测电压值、电流值和相位角。各腔室计算机系统 212 依据实测数据计算各腔室阻抗值。

[0039] 由于腔室 206 被设定至一真空状态,该射频功率信号通过真空腔室的相位角 θ 大约为 90° 。由于相位角 θ 大约是 90° ,电阻 R 大约为零。因此,腔室阻抗大部分是电抗。所计算的数值可以代表阻抗的绝对值。

[0040] 在 510,计算机系统将各腔室阻抗加以对比,确定是否存在任何缺陷。为举例说明之目的,以一 27MHz 的射频功率信号给数个相同类型无任何等离子体的腔室 602、604、606、608 和 610,其计算阻抗值可能分别是 $15.8\ \Omega$ 、 $19.2\ \Omega$ 、 $14.9\ \Omega$ 、 $16.2\ \Omega$ 和 $15.9\ \Omega$ 。如果某个腔室的计算阻抗值偏离计算阻值之平均值至少约 10%,则可能存在缺陷。在上述说明中,需要对计算阻抗值为 $19.2\ \Omega$ 的腔室 604 进行检查,确定是否存在缺陷。在此种情况下,需要在 512 处对上述腔室进行检查,确定是否存在缺陷。潜在缺陷可能包括但不限于下列情况:不当的硬件组配、不足的力矩要求、采用了不合标准的部件、硬件部件缺失、腔室磨损和飞弧、聚合物沉积。在 514 处识别并确定潜在的问题之后,可从 502 处开始反复执行工具匹配过程,以确保所有腔室均无缺陷。

[0041] 虽然本文已对本发明的实施例和应用做了展示和描述,但获益于本发明揭示内容的所属领域的技术人员可以明显地看出,在不偏离本文发明性概念的前提下可以有比上述更多的修改。因此,本发明仅受随附权利要求精神的限制。

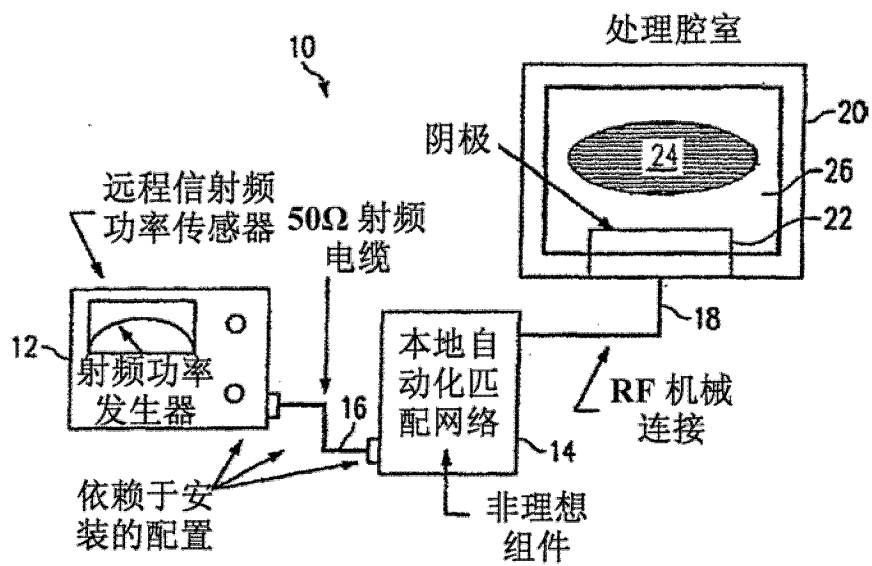


图 1

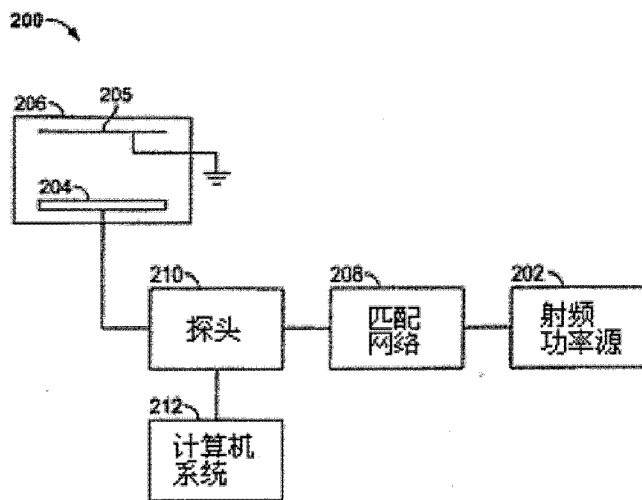


图 2

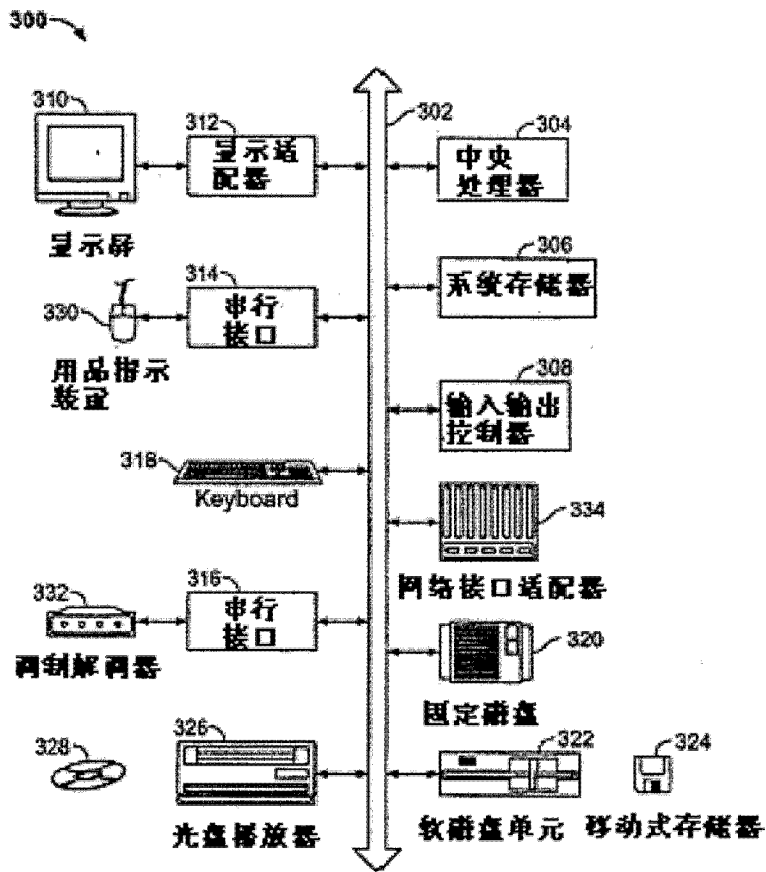


图 3

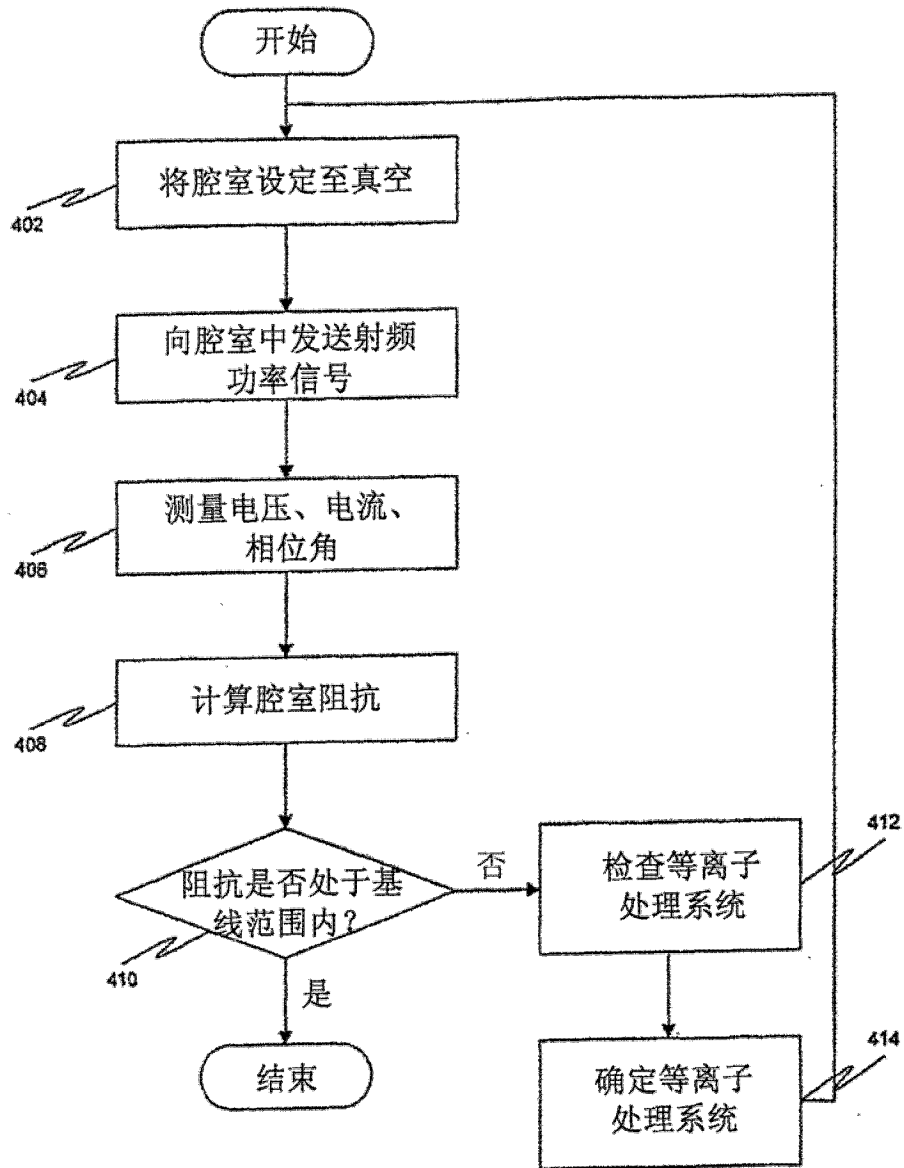


图 4

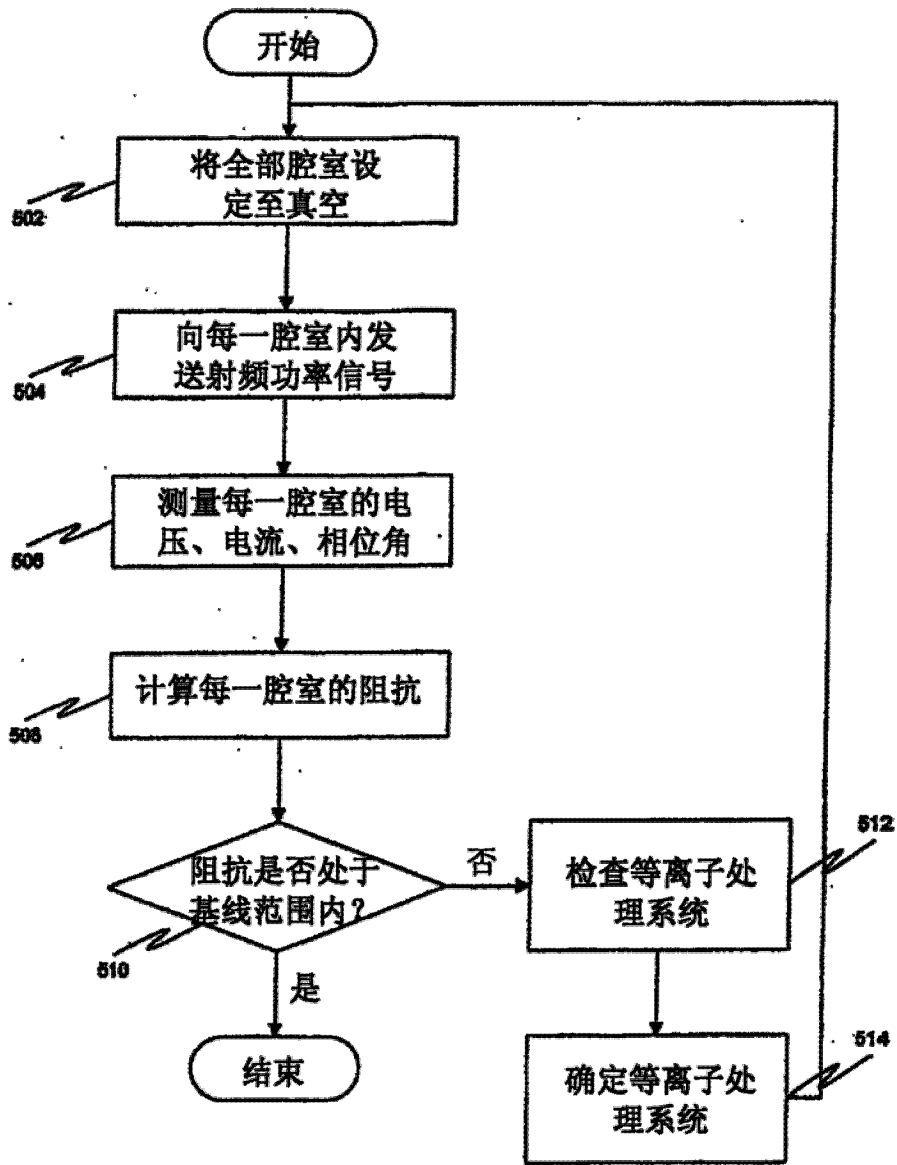


图 5

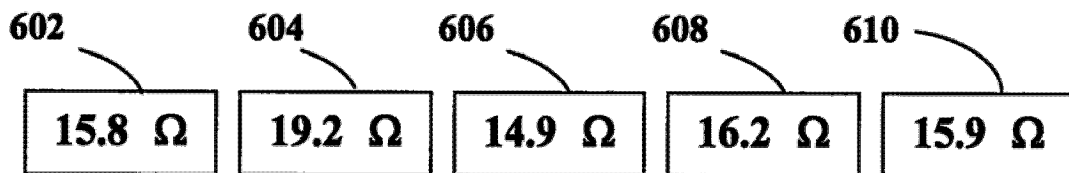


图 6