

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01R 33/54

A61B 5/055



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99802377.9

[45] 授权公告日 2004 年 2 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1138155C

[22] 申请日 1999.11.23 [21] 申请号 99802377.9

[30] 优先权

[32] 1998.11.25 [33] US [31] 09/200144

[86] 国际申请 PCT/US99/27744 1999.11.23

[87] 国际公布 WO00/31558 英 2000.6.2

[85] 进入国家阶段日期 2000.7.25

[71] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 J·P·德宾斯 R·J·普罗洛克

W·J·巴洛尼

审查员 王晓萍

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

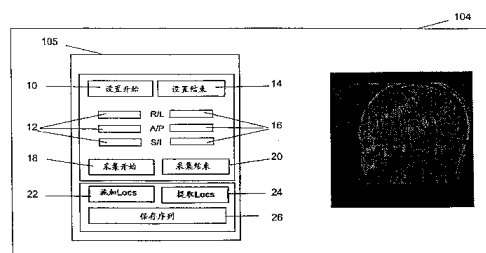
代理人 梁 永 张志醒

权利要求书 7 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 带有交互式磁共振几何形状指定控制的磁共振成像系统

[57] 摘要

在这里公开一种具有实时成像能力的磁共振(MR)成像系统和交互式指定感兴趣结构的激发形状的方法。MR成像系统包括图形用户界面用于显示和提取指示命令,显示屏幕用于显示MR图像和图形用户界面,和输入设备用于输入指示命令。该MR成像系统允许操作员指定后续图象容积的边界几何形状,并且在开始采集后续图象容积之前,迅速观看指定边界的成像区。该MR成像系统也允许操作员提取先前指定的图象容积的边界几何形状,并且在开始采集图象容积之前迅速观看对应于提取的边界几何形状的成像区。



1. 一种指定位于一个磁共振 (MR) 成像系统的感兴趣结构的图象容积的几何形状的方法, 包括:
 - a) 选择感兴趣结构的第一边界平面, 其中第一边界平面由感兴趣结构的第一成像部分指定;
 - b) 决定对应于感兴趣结构的第一成像部分的第一几何形状信息;
 - c) 在 MR 成像系统中存储第一几何形状信息;
 - d) 选择感兴趣结构的第二边界平面, 其中第二边界平面由感兴趣结构的第一成像部分指定;
 - e) 决定对应于感兴趣结构的第二成像部分的第二几何形状信息;
 - f) 在 MR 成像系统中存储第二几何形状信息;
 - g) 分别应用第一和第二成像部分的第一和第二几何形状信息, 指定边界几何形状, 限定感兴趣结构的后续图象容积。
2. 权利要求 1 所述的方法, 进一步包括显示感兴趣的结构的的第一和第二成像区。
3. 权利要求 1 所述的方法, 进一步包括显示第一和第二几何形状信息。
4. 权利要求 1 所述的方法, 其中至少一个几何形状信息用中心点 RAS 坐标定义。
5. 权利要求 1 所述的方法, 其中至少一个几何形状信息存储在文本缓冲器内。
6. 权利要求 1 所述的方法, 其中后续图象容积是一个三维 MR 采集结果。
7. 权利要求 1 所述的方法, 其中后续图象容积由多个二维 MR 采集结果的堆栈组成。
8. 权利要求 1 所述的方法, 进一步包含使用由第一和第二几何形状信息指定的边界形状来启动 MR 成像系统采集后续图象容积。
9. 权利要求 8 所述的方法, 其中采集的图象容积是 MR 扫描的, 从包括实时采集和非实时采集的一组中选择。
10. 权利要求 1 所述的方法, 其中至少一个成像区是平面截面,

从包括实时采集和非实时采集的一组中选择。

11. 权利要求 1 所述的方法，其中步骤 (a) 和 (d) 通过输入设备操作，输入设备从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语音控制器的一组中选择。

5 12. 权利要求 1 所述的方法，其中第一和第二边界平面互相平行。

13. 权利要求 1 所述的方法，其中定义后续图象容积的其余边界，由至少一个成像区的平面内视角指定。

14. 权利要求 1 所述的方法，其中定义所述图象容积的其余边界，通过对第一和第二边界平面的施加最佳拟合算法指定。

10 15. 一种用于提取位于磁共振 (MR) 成像系统中的感兴趣结构的图象容积的几何形状指定的方法，包括：

a) 选择感兴趣的结构的先前指定的图象容积；

b) 确定第一和第二几何形状信息，该几何形状信息分别代表先前指定的图象容积的第一和第二边界平面；

15 c) 在至少一个缓冲器内载入分别代表第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息；

d) 存储代表 MR 成像系统中先前指定的图象容积的第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息；和

e) 选择至少一个几何形状信息；

20 f) 发送选定的至少一个几何形状信息到 MR 成像系统，以使对应于选定几何形状信息的成像部分被采集和显示。

16. 权利要求 15 所述的方法，其中成像部分是从包括实时采集和非实时采集的组中采集的平面截面。

25 17. 权利要求 15 所述的方法，其中步骤 (a) 和 (e) 通过从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语音控制的一组中选择的输入设备操作。

18. 权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

g) 指定感兴趣的结构的不同的成像区；

h) 决定对应于感兴趣结构的不同成像区的不同几何形状信息；

30 i) 用对应于不同成像区的不同几何形状信息，代替存储在 MR 成像系统中的至少一个几何形状信息。

19. 权利要求 15 所述的方法，其中先前指定的图象容积是从侦察

图像中指定的。

20. 一种图形用户界面装置，用于交互地指定位于磁共振（MR）成像系统中的感兴趣结构的激发轮廓几何形状，包括：

显示感兴趣结构的图像的装置；

5 设定开始边界的装置；

设定结束边界的装置；

确定和显示开始边界几何形状信息的装置；

确定和显示结束边界几何形状信息的装置；

10 发送开始和结束边界几何形状信息给 MR 成像系统，以采集后续感兴趣结构的图象容积的装置，其中限定后续图象容积的边界几何形状由开始和结束边界几何形状信息指定；

从先前限定的图象容积中提取先前限定的开始和结束边界几何形状信息的装置；

显示先前限定的开始和结束边界几何形状信息的装置；

15 发送先前限定的开始边界几何形状信息给 MR 成像系统，以采集和显示开始成像区，其中限定开始成像区的边界几何形状信息由先前限定的开始边界几何形状信息采集；

20 发送先前限定的结束边界几何形状信息给 MR 成像系统，以采集和显示结束成像区，其中限定结束成像区的边界几何形状信息由先前限定的结束边界几何形状信息采集。

21. 权利要求 20 所述的装置，进一步包括最终准备后续图象容积以便采集的装置。

22. 权利要求 20 所述的装置，进一步包括多个图标，显示可用的边界几何形状信息。

25 23. 权利要求 20 所述的装置，其中设定装置、发送装置和提取装置，通过从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语音控制的一组选择的输入设备启动。

24. 一种磁共振（MR）成像系统，用于指定感兴趣结构的图象容积的几何形状，包括：

30 a) 选择感兴趣结构的第一边界平面的装置，其中第一边界平面由感兴趣结构的第一成像区指定；

b) 决定对应于感兴趣结构第一成像区的第一几何形状信息的装

置;

c) 在 MR 成像系统中存储第一几何形状信息的装置;

d) 选择感兴趣结构的第二边界平面的装置, 其中第二边界平面由感兴趣结构的第一成像区指定;

5 e) 决定对应于感兴趣结构第二成像区的第二几何形状信息的装置;

f) 在 MR 成像系统中存储第二几何形状信息的装置;

g) 分别应用第一和第二成像区的第一和第二几何形状信息, 指定边界几何形状, 限定感兴趣结构的后续图象容积。

10 25. 权利要求 24 所述的系统, 进一步包含显示感兴趣结构的第一和第二成像区的装置。

26. 权利要求 24 所述的系统, 进一步包含显示第一和第二几何形状信息。

15 27. 权利要求 24 所述的系统, 其中至少一个几何形状信息用中心点 RAS 坐标定义。

28. 权利要求 24 所述的系统, 其中至少一个几何形状信息存储在文本缓冲器内。

29. 权利要求 24 所述的系统, 其中所述后续图象容积是三维 MR 采集的。

20 30. 权利要求 24 所述的系统, 其中所述后续图象容积由多个二维 MR 采集堆栈而成。

31. 权利要求 24 所述的系统, 进一步包含使用由第一和第二几何形状信息指定的边界几何形状信息启动 MR 成像系统采集后续图象容积的装置。

25 32. 权利要求 31 所述的系统, 其中采集的图象容积是 MR 扫描的, 从包括实时采集和非实时采集的组中选择。

33. 权利要求 24 所述的系统, 其中至少一个成像区是从包括实时采集和非实时采集的组中选择的平面截面。

30 34. 权利要求 24 所述的系统, 其中至少一个选择装置, 是通过从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语言控制的一组中选择的输入设备操作的。

35. 权利要求 24 所述的系统, 其中第一和第二边界平面互相平

行。

36. 权利要求 24 所述的系统，其中限定后续图象容积的剩余边界，由至少一个成像区的平面内视角指定。

37. 权利要求 24 所述的系统，其中限定所述图象容积的剩余边界，由对第一和第二边界平面应用最佳拟合算法来指定。

38. 一种磁共振（MR）成像系统，能够提取感兴趣结构的图象容积的指定的几何形状，包括：

a) 选择先前指定的感兴趣结构的图象容积的装置；

b) 决定分别代表先前指定的图象容积的第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息的装置；

c) 载入分别代表第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息，到至少一个缓冲器内的装置；

d) 存储代表 MR 成像系统中先前指定的图象容积的第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息的装置。

e) 选择至少一个几何形状信息的装置；和

f) 发送选定的至少一个几何形状信息到 MR 成像系统，以使对应于选定几何形状信息的成像部分被采集和显示的装置。

39. 权利要求 38 所述的系统，其中成像截面是从包括实时采集和非实时采集中采集的平面截面。

40. 权利要求 38 所述的系统，其中至少一种选择装置，是通过从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语言控制的一组中选择的输入设备操作的。

41. 权利要求 38 所述的系统，进一步包括：

g) 指定感兴趣结构的不同成像区的装置；

h) 决定对应于感兴趣结构的不同成像区的不同几何形状信息的装置；

i) 用对应于不同成像区的不同几何形状信息，代替存储在 MR 成像系统中的至少一个几何形状信息的装置。

42. 权利要求 38 所述的系统，其中先前指定的图象容积是从侦察图像中指定的。

43. 一种用于指定感兴趣结构的图象容积的几何形状的磁共振（MR）成像系统，包括：

一个 MR 成像设备,配置成能实时采集和重建感兴趣的结构的至少一个第一和第二成像区,和能实时显示感兴趣结构的至少一个第一和第二成像区;

5 一个操作员界面,配置成能发送至少一个选择信号,响应于操作员在操作员界面上选择感兴趣结构的第一边界平面,其中第一边界平面由感兴趣结构的第一成像区指定,也响应于操作员在操作员界面上选择感兴趣结构的第二边界平面,其中第二边界平面由感兴趣结构的第二成像区指定;

10 一个耦合到操作员界面的计算机系统,其中计算机系统配置成能响应至少一个选择信号,决定分别对应于感兴趣结构的第一和第二成像区的第一和第二几何形状信息,和其中计算机系统配置成能保存第一和第二几何形状信息在 MR 成像系统中。

44. 权利要求 43 所述的系统,其中操作员界面包括电子显示器,配置成能显示感兴趣结构的第一和第二成像区。

15 45. 权利要求 43 所述的系统,其中操作员界面包括电子显示器,配置成能显示第一和第二几何结构信息。

46. 权利要求 43 所述的系统,其中后续的图象容积,是从包括三维 MR 采集和多个二维 MR 采集的堆栈中选择的。

20 47. 权利要求 43 所述的系统,进一步包括系统控制,配置成能接收从操作员界面发出的启动信号,以使用由第一和第二几何形状信息指定的边界几何形状启动后续图象容积的采集。

48. 权利要求 47 所述的系统,其中采集的图象容积是从包括实时采集和非实时采集中选择的 MR 扫描结果。

25 49. 权利要求 43 所述的系统,其中至少一个成像区是从包括实时采集和非实时采集中选择的平面截面。

50. 权利要求 43 所述的系统,其中操作员界面包括输入设备,从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语音控制器的一组中选择。

30 51. 权利要求 43 所述的系统,其中第一和第二边界平面互相平行。

52. 权利要求 43 所述的系统,其中限定后续图象容积的剩余边界,由至少一个成像区的平面内视图指定。

53. 权利要求 43 所述的系统，其中限定所述图象容积的剩余边界，由对第一和第二边界平面应用最佳拟合算法来指定。

54. 一种磁共振（MR）成像系统，能够提取感兴趣结构的图象容积预先指定的几何形状，包括：

5 计算机系统，配置成能存储至少一个感兴趣结构的先前指定的图象容积；

耦合到计算机系统的操作员界面，操作员界面配置成能响应于操作员在操作员界面上选择至少一个感兴趣结构的先前指定的图象容积而发送至少一个选择信号；

10 耦合到计算机系统和操作员界面的系统控制，其中响应从操作员界面发出的至少一个选择信号，计算机系统决定分别代表先前指定的图象容积的第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息，并在系统控制中存储表示第一和第二边界平面的第一和第二几何形状信息，

15 其中操作员界面包括电子显示器，配置成能显示第一和第二几何形状信息。

55. 权利要求 54 所述的系统，其中操作员界面配置成能从操作员接收至少一个几何形状信息，和能经由到系统控制的连接将至少一个几何形状信息发送给操作员，以使对应于选定几何形状信息的成像区被采集和显示。

20 56. 权利要求 54 所述的系统，其中操作员界面包括从包括鼠标、键盘、操纵杆、跟踪球、触摸屏、光笔和语音控制器的一组中选择的输入设备。

57. 权利要求 54 所述的系统，其中先前指定的图象容积是从侦察图像中指定的。

带有交互式磁共振几何形状指定控制的磁共振成像系统

技术领域

- 5 本发明总的涉及磁共振 (MR) 成像系统和方法。特别的, 本发明涉及一种为实时成像装备的 MR 成像系统, 和为辅助操作员交互指定感兴趣结构的激发轮廓的几何形状的方法, 为了后续采集感兴趣结构的 MR 图像。

背景技术

- 10 当一种物质如人体组织处于均匀磁场 (偏振场 B_0) 中, 组织内的单个自旋磁矩试图与该偏振场一致, 但该过程是随机的, 处在它们的特征拉莫回旋频率上。如果物质或组织处于一个磁场 (激发场 B_1) 中, B_1 是在 x-y 平面上, 并且邻近拉莫回旋频率, 净对准力矩, M_z , 可能旋转或 '倾斜' 到 x-y 平面, 产生净横向磁距 M 。在激发信号 B_1 结束之后, 由激发的自旋发射出一个信号, 而且这信号可以被接收和处理, 形成图像。

- 当利用这些信号产生图像时, 磁场梯度 (G_x, G_y 和 G_z) 被采用。典型的, 要成像的区域用一测量周期序列扫描, 其中这些梯度按照使用的特殊定位方法而变化。接收的 NMR 信号结果被数字化和处理, 使用许多众所周知的重建技术重建图像。

- 20 当企图限定 MR 成像扫描覆盖的体积时, NMR 系统操作员可能希望快速观察一幅所覆盖体积内的解剖断面的 MR 图像预览 (例如一幅实时 MR 图像)。这个过程当指定三维成象体积时特别有用, 其中期望的高空间分辨率需要尽可能薄的片。要求定位这薄片, 以使采集覆盖体积内的解剖断面, 例如覆盖整个要求的血管网。因此, 在开始三维成像之前快速观察薄片的每一边是有用的, 以保证要求的整个解剖断面在限定的覆盖体积之内。

- 典型地, 二维轴向的、径向的和冠状 '搜索' 图像首先被采集。这样的搜索图像保存为以后使用。使用时, 操作员调出搜索图像, 以图形的或明确的 (使用几何坐标) 方式直接在搜索图像上指定成像容积。成像容积可以是二维薄片堆栈或三维的感兴趣的结构的厚片。这种技术的缺点是操作员不能实际看到指定的几何形状的结果, 直到采集后

续成像容积。指定时的错误不能被检测，也不能修正，直到完成成像容积采集。因此，当指定错误存在时，操作员被要求重新指定和采集要求的解剖断面的成像容积。

发明概述

- 5 本发明的一个实例涉及具有交互 MR 几何形状指定控制的 MR 成像系统。该 MR 成像系统提供一种方法，指定几何形状给后续感兴趣的结构的成像容积。操作员使用输入设备，交互式采集和显示第一实时成像部分。使用这输入设备，操作员设定第一几何形状信息，限定扫描平面相当于 MR 成像系统的缓冲器中的第一实时成像部分。第一
- 10 几何形状信息指定后续成像容积的‘开始’边界几何形状。下一步，操作员使用输入设备采集和显示第二实时成像部分。类似的，操作员设定第二几何形状信息，限定扫描平面相当于 MR 成像系统的缓冲器中的第二实时成像部分。第二几何形状信息指定后续成像容积的‘结束’边界几何形状。自此以后，在开始采集要求的成像容积之前，边
- 15 界几何形状限定要求的后续成像容积，其中包含感兴趣的结构，如血管网，能被有效的和快速的检查和指定。

- 本发明的另一个实例涉及接收预先指定的成像容积的几何形状信息。使用输入设备，操作员选定预先指定的成像容积，并且系统装载‘开始’和‘结束’边界几何形状信息相当于选定的预先指定的成像
- 20 容积到缓冲器中。使用从预先指定的成像容积收到的‘开始’和‘结束’边界几何形状信息，操作员然后能采集和显示实时成像部分。操作员典型地使用图形用户界面与输入设备和显示屏幕一起，交互指定感兴趣的结构的激发区 MR 几何形状。

- 本发明的一个目标是提供一个功能，允许操作员利用实时成像切片采集的速度并显示，以在提交成像容积采集之前准确和有效地指定要求的成像容积边界几何形状。本发明的另外一个目标是允许操作员提取为成像容积预先指定的边界几何形状，快速观察对应接收的边界几何形状的成像切片，和如果必要在提交成像容积采集之前改变边界几何形状。

- 30 本发明的其他基本特征和优点，对本领域技术人员来说，在回顾下面的附图、详细描述和附加权利要求之后，是显然的。

附图简述

本发明能从下面的详细描述中得到更全面的理解,与伴随的附图一起,在其中同样的数字代表同样的部分,其中:

图 1 是采用本发明的 MR 成像系统的方框图;

图 2 是组成图 1 所示 MR 成像系统一部分的收发器的电路框图;

5 图 3 是描述图 1 所示 MR 成像系统的操作员控制板的显示屏幕上的图形用户界面。

优选实施例详述

首先参考图 1,表示出结合本发明的优选 MR 成像系统的主要部件。系统的操作从操作员控制板 100 控制,操作员控制板包括输入设备 101,控制面板 102 和显示器 104。控制板 100 通过连接 116 与独立的计算机系统 107 通信,使操作员能控制制作和显示图像在显示器 104 上。计算机系统 107 包括多个模块,它们通过底板互相通信。这些包括图像处理模块 106, CPU 模块 108 和存储器模块 113,作为帧缓存器来存储图像数据阵列。计算机系统 107 连接到磁盘存储器 111 和磁
10 带驱动器 112,存储图像数据和程序,而且它通过高速串行连接 115 与独立的系统控制 122 通信。

系统控制 122 包括一套模块用底板连接在一起。这些包括 CPU 模块 119 和脉冲发生器模块 121,它通过串行连接 125 连接到操作员控制板 100。就是通过连接 125,系统控制 122 从操作员处接收命令,指出
20 要执行的扫描序列。脉冲发生器模块 121 操作系统部件执行要求的扫描序列。它产生数据指出产生的 RF 脉冲的定时、强度和形状,和数据采集窗口的定时和长度。脉冲发生器模块 121 连接到一套梯度放大器 127,表示出扫描期间产生的梯度脉冲的定时和形状。脉冲发生器 121 也从生理采集控制器 129 接收病人数据,控制器 129 从连接到病人的
25 不同的探测器接收信号,比如从电极采集的 ECG 信号,或从膜盒采集的呼吸信号。最后,脉冲发生器 121 连接到扫描室接口电路 133,接口电路 133 从与病人和磁系统联系的各种探测器接收信号。通过扫描室接口电路 133,病人定位系统 134 接收命令,移动病人到扫描要求的位置。

30 由脉冲发生器模块 121 产生的梯度波形,应用到包含 G_x 、 G_y 和 G_z 放大器的梯度放大器系统 127。每一个梯度放大器激励组件中以 139 表示的相应的梯度线圈,产生磁场梯度用于定位编码采集的信号。梯度

线圈组件 139 形成磁体组件 141 的一部分,磁体组件 141 包括偏振磁体 140 和整体 RF 线圈 152。

系统控制 122 中的收发器模块 150 产生脉冲,被 RF 放大器 151 放大,并通过发送/接收开关 154 耦合到 RF 线圈 152。结果的信号由病人的激发核子辐射出来,可以被相同的 RF 线圈 152 探测并通过发送/接收开关 154 耦合到前置放大器 153。放大的 NMR 信号在收发器 150 的接收部分被解调、滤波和数字化。发送/接收开关 154 由脉冲发生器 121 的一个信号控制,在发送模式期间电气连接 RF 放大器 151 到线圈 152,而在接收模式期间连接前置放大器 153。发送/接收开关 154 也使独立的 RF 线圈(例如,头部线圈或表面线圈)在发送和接收模式都能使用。

由 RF 线圈 152 拾取的 NMR 信号由收发器模块 150 数字化,并传送到系统控制 122 中的存储器模块 160。当扫描完成和全部数据阵列采集到存储器模块 160 中时,阵列处理器 161 把这些数据傅立叶变换成为图像数据阵列。该图像数据通过串行连接 115 传输到计算机系统 107,并存储在其中的磁盘存储器 111 中。作为对从操作员控制板 100 收到的命令的响应,该图像数据可以存储在磁带驱动器 112 中,或由图像处理器 106 进一步处理并传输到操作员控制板 100,显示在显示器 104 上。

特别参考图 1 和图 2,收发器 150 通过功率放大器 151 在线圈 152A 产生激发场 B_1 ,并接收 152B 中引入的结果信号。如上面所述,线圈 152A 和 B 可以是独立的,如图 2 所示,或者它们是单个整体线圈,如图 1 所示。RF 激发场的基频或载波频率在频率合成器 200 的控制下产生,频率合成器 200 从 CPU 模块 119 和脉冲发生器模块 121 接收一套数字信号(CF)。这些数字信号表示输出 201 处产生的 RF 载波信号的频率和位相。控制的 RF 载波应用到调制器和上变换器 202,其中载波的振幅被信号 $R(t)$ 调制,信号 $R(t)$ 也是从脉冲发生器 121 收到的。信号 $R(t)$ 限定产生的 RF 激发脉冲的包络,并且是在模块 121 中顺序读出一系列存储的数字值而产生的。这些存储的数字值又可以从操作员控制板 100 更改,使任何需要的 RF 脉冲包络能被产生。

输出 205 产生的 RF 激发脉冲的振幅被激励衰减电路 206 衰减,激励衰减电路 206 从底板 118 接收数字命令 TA。衰减的 RF 激发脉冲应用到功率放大器 151,驱动 RF 线圈 152A。对于收发器 122 的这部分更

详细的描述，参考美国专利 4, 952, 877。

仍然参考图 1 和图 2，由被查对象产生的 NMR 信号被接收器线圈 152B 拾取，并通过前置放大器 153 应用到接收衰减器 207 的输入端。接收衰减器 207 进一步放大信号，放大的量由从底板 118 收到的数字
5 衰减信号 (RA) 决定。

收到的信号就在拉莫回旋频率或在其附近，这样高频率的信号由下变换器 208 分两步向下变换，首先混合 NMR 信号和线 201 上的载波信号，然后混合第一步的结果差信号与线 204 上的 2.5MHz 参考信号。向下变换的 NMR 信号应用到模-数 (A/D) 变换器 209 的输入端，变换
10 器 209 采样和数字化模拟信号并应用到数字探测器和信号处理器 210，数字探测器和信号处理器 210 相对于收到的信号产生 16 位同相 (I) 值和 16 位正交 (Q) 值。收到的信号的 I 和 Q 值的结果流通过底板 118 输出到存储器模块 160，在那里它们按照本发明被归一化，然后用于重建图像。

15 2.5MHz 参考信号以及 250kHz 取样信号，和 5, 10 和 60MHz 参考信号由参考频率发生器 203 从共同的 20MHz 主时钟信号产生。对于接收器更详细的描述，参考美国专利 4, 992, 736。

在本发明的一个实例中，操作员交互地指定几何形状，限定后续的 MR 图象容积，或从预先限定的感兴趣的结构的 MR 图象容积接收几
20 何形状信息，例如解剖结构。这样的交互式的几何形状指定，从操作员控制板 100 (也称为操作员接口) 使用设备 101 实现。输入设备 101 能从一组设备中选择，包括鼠标、操纵杆、键盘、跟踪球、触摸屏、光笔和语音控制，但并不限于这些。本发明的 MR 成像系统能在感兴趣的结构的任意要求的方向上成像，并装备得能执行实时采集和非
25 实时采集。特别地，实时指的是连续采集，并且 MR 图像数据的重建与它被采集的速度一样快。实时 MR 图像能在大约一秒或更少的时间被采集和显示，由 MR 成像系统性能约束。

图 3 表示本发明的一个实例中使用的图形用户界面 105。图形用户界面 105 和感兴趣的结构的 MR 图像显示在 MR 成像系统的显示器 104
30 上 (也指电子显示器)。操作员使用输入设备 101 与图形用户界面 105 交互。图形用户界面 105 包括一个设定开始边界图标 10，一个三点开始边界形状图标 12，一个设定结束图标 14，和一个三点结束边界形状

图标 16。三点开始和结束边界形状图标 12, 16 各自包含几何坐标, 限定图象容积内感兴趣的结构的平面部分的位置。这些坐标在病人的右-左方向 (R/L), 病人的前-后方向 (A/P), 和病人的上-下方向 (S/I) 上定义, 以下参照中心点 RAS 坐标。图形用户界面 105 也包括
5 一个采集开始边界图标 18, 一个采集结束边界图标 20, 一个应用位置图标 22, 一个提取位置图标 24 和一个保存系列图标 26。

第一步, 为指定后来的或提议的图象容积的边界几何形状, 在提交那些成像断面作为后续图象容积的边界之前, 要求操作员观察对应于限定要求的后续图象容积的边界的实时成像断面, 最好是二维平面断面。
10 典型地, 操作员操纵 MR 成像系统采集和在显示器 104 上显示关于感兴趣的结构的实时成像断面, 所述感兴趣的结构限定要求的后续图象容积的一个边界。操作员然后通过‘点击’图形用户界面 105 上的设定开始边界图标 10, 登记这个实时成像断面作为后续图象容积的一个边界。这个成像断面的扫描平面的几何表示被确定和存储为 (在
15 文本缓冲器中) 中心点 RAS 坐标的文本。开始边界的几何表示也显示在图形用户界面 105 上的三点开始边界形状图标 12 中。

然后, 操作员操纵 MR 成像系统采集和在显示器 104 上显示关于感兴趣的结构另一个实时成像断面, 所述感兴趣的结构限定要求的后续图象容积的另一个边界。操作员通过点击图形用户界面 105 上的设定
20 结束图标 14 登记这个当前的实时成像断面作为后续图象容积的另一个边界。与上面类似, 这个当前的成像断面的扫描平面的几何表示, 被确定、存储和显示为中心点 RAS 坐标, 也显示在图形用户界面 105 上的三点结束边界形状图标 16 中。

应该理解非实时成像断面也能用来设定开始和结束边界。实时成像断面的优点是操作员能非常迅速地观察多个感兴趣的成像断面, 为了
25 指定后续图象容积的目的。此外, 操作员能通过采集和显示一个新的成像断面重复地设定开始和/或结束边界平面, 然后按需要点击设定开始边界图标 10 或设定结束图标 14。这样, 本发明实例提供给操作员更精确的几何形状指定控制。

30 余下的限定后续图象容积的边界形状, 能与当前实时成像断面的相应边界相同, 也就是, 平面内视角。作为替换, 余下的边界几何形状能独立地限定, 通过图形用户界面 105 上的附加图标, 使用输入设备

101 (图3中未表示出来)。更进一步,在两个边界平面不互相平行的情况,MR成像系统能对开始和结束边界应用最佳拟合算法,或其他适合的算法,计算余下的边界形状。

5 现在操作员能点击应用位置图标22,转移包含在图标12,16中的开始和结束边界几何形状信息到后续图象容积。一旦开始和结束边界几何形状信息被应用,操作员能点击保存系列图标26。这样发信号通知MR成像系统检查完成的边界形状指定,并准备采集指定的图象容积。

10 第二步,提取预先指定的或限定的图象容积的边界形状,利用提取的几何信息核对指定的边界形状,或使用它作为指定后续图象容积的开始点,操作员通过从列表或显示器104上的一个或多个预先指定的图象容积显示中,选择预先指定的图象容积开始(图3中未表示)。预先指定的图象容积能是,但不限于,先前存储的实时采集结果,先前存储的非实时采集结果,或从侦察图像先前存储的图形地或明确地(使用几何坐标)指定的图象容积。然后操作员点击提取位置图标15 24,装载以中心点RAS坐标的边界几何信息到对应于图标12,16的缓冲器中。图标12,16显示这两个边界平面几何信息。

20 使用采集开始边界图标18或采集结束边界图标20,操作员命令MR成像系统采集和显示实时成像断面,典型地为二维平面断面,分别由从三点开始边界形状图标12或从三点结束边界形状图标16提取的几何信息限定。作为替换,提取的几何信息能用来采集和显示非实时成像断面。体现在采集开始和结束边界图标18,20中的这个功能,对于检查和预览预先指定的图象容积的边界特别有用,此时预先指定的图象容积没有被采集,例如使用搜索图像指定的图象容积。25 积。

在本发明的另一个实例中,能改变作为点击采集开始和结束图标18,20的结果的采集和显示成像断面,以使新的成像断面的采集发生,并且所说的断面被显示(替换当前显示的成像断面)。所述改变,例如能通过图形地或明确地(使用几何坐标)改变当前成像断面的扫描平面实现。这个新的成像断面,能通过分别点击设定开始或结束边界图标10或14被用来替换存储在图标12或16中的提取的几何信息。照30 这样,预先指定的图象容积的几何信息能用作开始点,从它开始指定

后续图象容积或改进一个预先指定的图象容积。

显而易见，按照本发明的一个实例，已经提供一种方法使用至少两个二维 MR 成像断面来准确和有效地指定后续感兴趣的结构的图象容积的几何形状。而且，本发明的一个实例也提供一种方法，用于从先前指定的图象容积提取几何信息和操纵这些信息。虽然在上面图示和描述的实施例是优选的，应该理解这些实例只是通过例子给出。例如设定开始或结束边界可能用直接输入几何坐标实现，而不是通过显示图像断面并从中截取或决定几何坐标。因此，本发明不限定于特定的例子，而是扩展到包括落在所附权利要求的精神和范围中的替换，修改和变化。

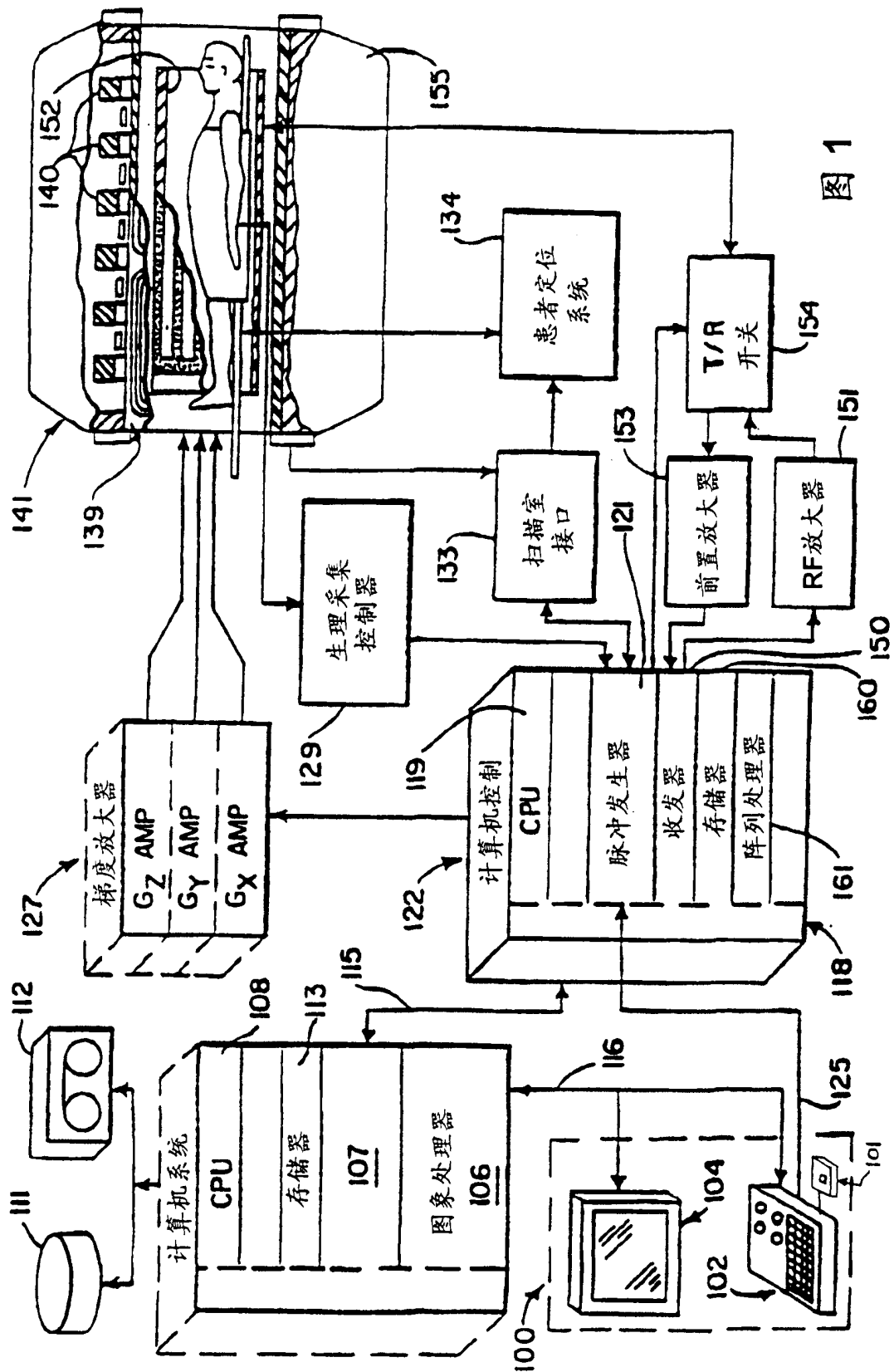


图 1

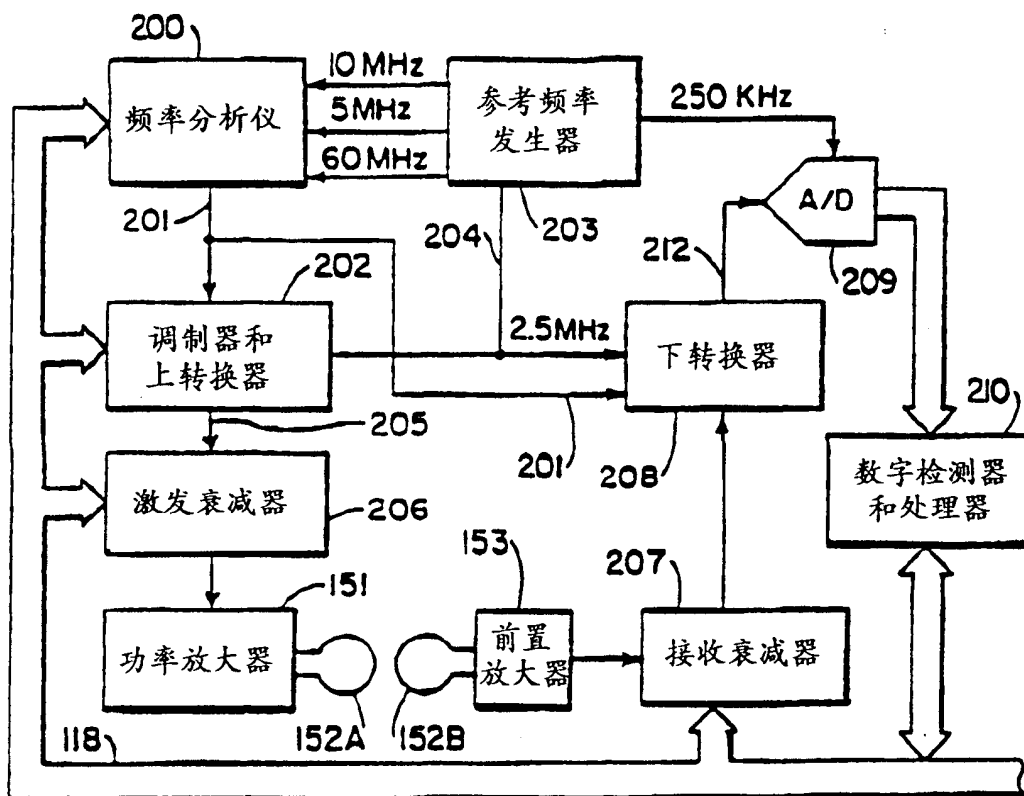


图 2

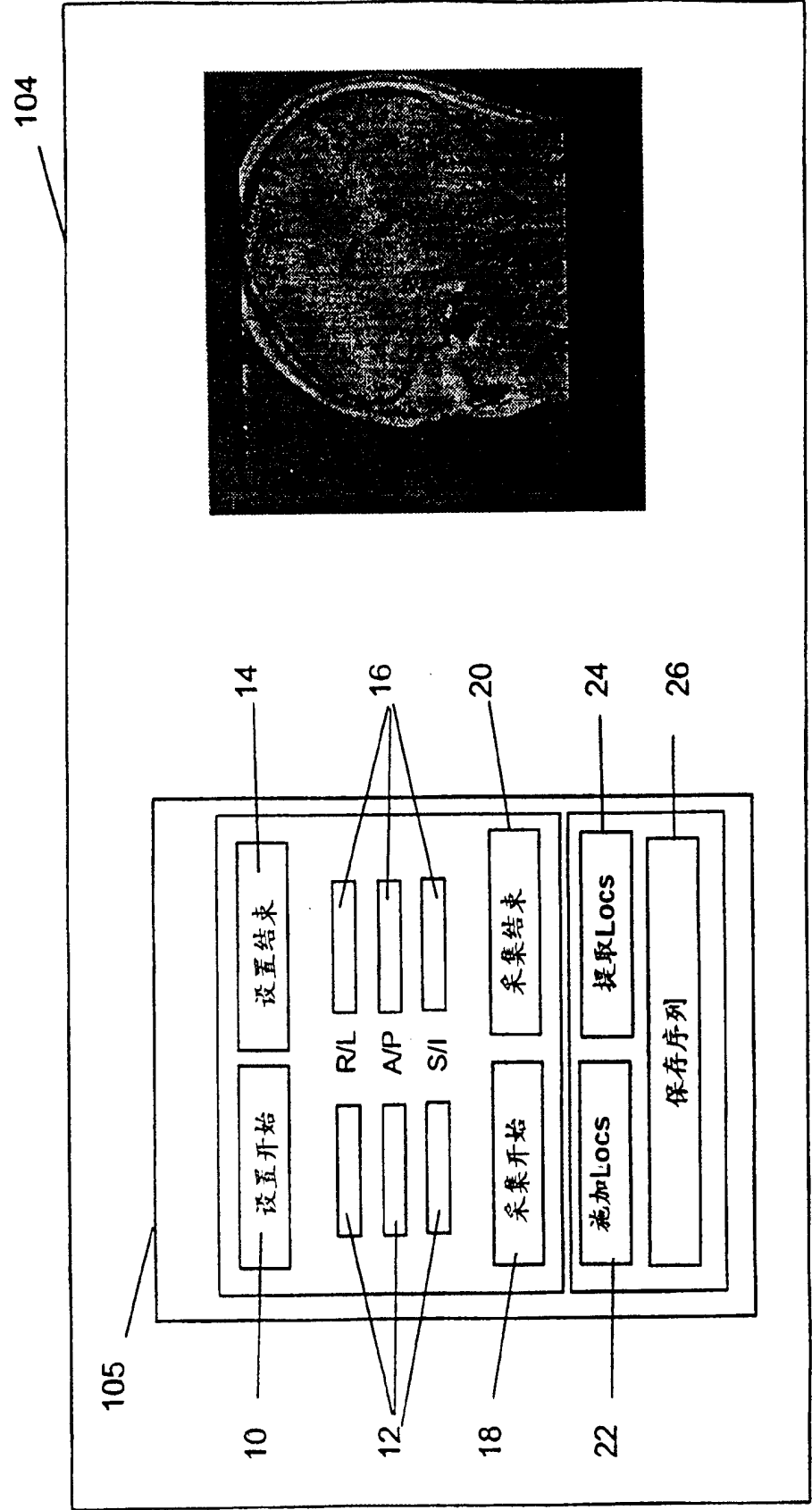


图 3