



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109561851 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780048377.6

G·L·T·F·豪特瓦斯特

(22)申请日 2017.08.02

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(30)优先权数据

72002

62/369784 2016.08.02 US

代理人 王英 刘炳胜

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2019.02.01

A61B 5/055(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

A61B 5/00(2006.01)

PCT/EP2017/069537 2017.08.02

A61B 5/06(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/024773 EN 2018.02.08

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 W·波泽 P·C·M·弗里森

A·梅亨达尔 J·L·库斯特拉

P·普林森

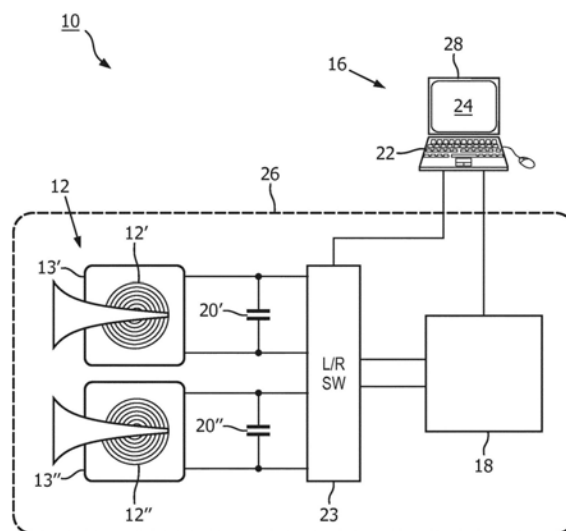
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

MRI检查之前患者眼睛中的金属物品的检测

(57)摘要

一种被配置为检测患者眼睛中的金属物品的存在的设备(10)包括头部安装件(14),所述头部安装件被配置为接收所述患者的头部的至少一部分。至少一个电感器线圈(12)被设置在所述头部安装件上或所述头部安装件中,并且被定位为与被接收到所述头部安装件中的所述患者的头部的至少一只眼睛感应地耦合。电感计(18)被可操作地连接到所述至少一个电感器线圈,以随着所述至少一个电感器线圈的频率变化测量电感。处理器(22)被编程为:确定电感是否大于电感阈值;并且当电感大于电感阈值时,生成至少一个金属物品的指示。显示部件(24)被配置为显示所述指示。



1. 一种被配置为检测患者的眼睛中金属物品的存在的设备 (10), 所述设备包括:
头部安装件 (14), 其被配置为接收所述患者的头部的至少一部分;
至少一个电感器线圈 (12), 其被设置在所述头部安装件上或所述头部安装件中, 并且被定位为与被接收到所述头部安装件中的所述患者的头部的至少一只眼睛感应地耦合;
电感计 (18), 其被可操作地连接到所述至少一个电感器线圈, 以随着所述至少一个电感器线圈的频率变化而测量电感;
处理器 (22), 其被编程为:
确定所述电感是否大于电感阈值; 并且
当所述电感大于所述电感阈值时, 生成至少一个金属物品的指示; 以及
显示部件 (24), 其被配置为显示所述指示。
2. 根据权利要求1所述的设备 (10), 其中, 所述电感器线圈是被定位为覆盖一只眼睛的圆形印刷电路板 (PCB) 螺旋线圈。
3. 根据权利要求2所述的设备 (10), 其中, 所述电感阈值的范围从约0.5pH到约2.0pH。
4. 根据权利要求1-3中的任一项所述的设备 (10), 还包括与所述至少一个电感器线圈 (12) 并联地电连接的电容 (20), 以形成LC谐振电路。
5. 根据权利要求4所述的设备 (10), 其中, 所述电容 (20) 比由可操作地连接到所述至少一个电感器线圈的所述电感计 (18) 所见到的所述至少一只眼睛的所述电容大至少10倍。
6. 根据权利要求4-5中的任一项所述的设备 (10), 其中, 所述电感计包括电感-数字转换器 (LDC), 所述电感-数字转换器在由所述电感和与所述至少一个电感器线圈并联电连接的所述电容控制的a.c. 频率处操作。
7. 根据权利要求1-6中的任一项所述的设备 (10), 其中, 所述至少一个电感器线圈 (12) 包括第一电感器线圈 (12') 和第二电感器线圈 (12''), 所述第一电感器线圈被配置为覆盖所述患者的左眼并且所述第二电感器线圈被配置为覆盖所述患者的右眼。
8. 根据权利要求1-7中的任一项所述的设备 (10), 还包括可透磁法拉第笼 (26), 所述可透磁法拉第笼被布置为至少部分地包围所述至少一个电感器线圈 (12) 和所述电感计。
9. 一种用于检测患者的眼睛中金属物品的存在的方法 (30), 所述方法包括:
测量所述患者的眼睛的电感; 并且
当测得的电感大于阈值电感值时, 显示检测到眼中碎片的指示。
10. 根据权利要求9所述的方法 (30), 其中, 所述测量包括:
将被设置在头部安装件上或头部安装件中的至少一个电感器线圈 (12) 定位为覆盖所述患者的至少一只眼睛; 并且
利用被可操作地连接到所述至少一个电感器线圈的电感计 (18) 来测量所述至少一个电感器线圈的电感测量结果。
11. 根据权利要求10所述的方法 (30), 其中, 所述电感阈值的范围从约0.5pH到约2.0pH。
12. 根据权利要求9-11中的任一项所述的方法 (30), 还包括:
利用与所述至少一个电感器线圈 (12) 电并联的至少一个电容 (20) 来补偿所述患者的所述至少一只眼睛的电容。
13. 根据权利要求12所述的方法 (30), 还包括:

利用所述至少一个电感器线圈 (12) 来测量所述至少一只眼睛的电容;并且

利用所述至少一个电容 (20) 来生成比由所述至少一个电感器线圈测量的所述至少一只眼睛的所述电容大至少10-100倍的电容。

14. 根据权利要求9-13中的任一项所述的方法 (30), 还包括:

在所述患者的第一只眼睛上方覆盖第一电感器线圈 (12'); 并且

在所述患者的第二只眼睛上方覆盖第二电感器线圈 (12");

其中, 针对所述第一只眼睛使用所述第一电感器线圈并且针对所述第二只眼睛使用所述第二电感器线圈来执行所述测量和显示。

15. 根据权利要求9-14中的任一项所述的方法 (30), 还包括:

利用可透磁法拉第笼 (26) 来包围所述至少一个电感器线圈 (12)。

16. 一种被配置为检测患者的眼睛中金属物品的存在的设备 (10), 所述设备包括:

第一电感器线圈 (12') 和第二电感器线圈 (12"), 所述第一电感器线圈被布置为覆盖所述患者的左眼并且所述第二电感器线圈被布置为覆盖所述患者的右眼, 所述第一电感器线圈和所述第二电感器线圈与金属检测器电路 (16) 相连接; 以及

显示部件 (24), 其被配置为响应于所述金属检测器电路的输出满足眼中碎片标准而显示眼中碎片的指示。

17. 根据权利要求16所述的设备 (10), 其中, 所述金属检测器电路包括:

电感计 (18), 其被可操作地连接到所述第一电感器线圈 (12') 和所述第二电感器线圈 (12"), 并且被配置为测量来自所述第一电感器线圈和所述第二电感器线圈中的每个的电感测量结果输出;

电容器 (20), 其与所述电感器线圈并联电连接; 以及

至少一个处理器 (22), 其被编程为:

确定来自所述第一电感器线圈或所述第二电感器线圈中的任一个或两者的所述电感测量结果输出是否大于电感阈值; 并且

操作所述显示部件 (24) 以 (i) 在来自所述第一电感器线圈的所述电感测量结果输出大于所述电感阈值的情况下生成所述左眼中的眼中碎片的指示并且 (ii) 在来自所述第二电感器线圈的所述电感测量结果输出大于所述电感阈值的情况下生成所述右眼中的眼中碎片的指示。

18. 根据权利要求16和17中的任一项所述的设备 (10), 还包括头部安装件 (14), 所述头部安装件被配置为接收所述患者的头部的一部分, 所述第一电感器线圈和所述第二电感器线圈被设置在所述头部安装件上。

19. 根据权利要求16-18中的任一项所述的设备 (10), 还包括可透磁法拉第笼 (26'、26"), 所述可透磁法拉第笼被配置为至少部分地包围所述第一电感器线圈 (12') 和所述第二电感器线圈 (12") 以及所述电感计。

20. 根据权利要求17-19中的任一项所述的设备 (10), 其中, 所述电感计包括电感-数字转换器 (LDC), 所述电感-数字转换器在由所述电感和与所述电感器线圈 (12'、12") 并联电连接的所述电容控制的a.c. 频率处操作。

MRI检查之前患者眼睛中的金属物品的检测

技术领域

[0001] 以下总体涉及磁共振(MR)成像安全筛查领域,MR成像金属物品(metal artifact)筛查领域,等等。

背景技术

[0002] 计划进行磁共振成像(MRI)检查并且处于特定风险类别的患者必须对体内的导电和磁性物体(例如小金属物体)进行筛查。对于特定患者,例如金属工人,这种筛查包括筛查眼睛中的金属碎片。由MRI装备生成的磁场将对金属物体施加力。物体上的这种力必须通过金属物体与周围组织之间的界面处的接触力来抵消。如果该接触力小于由磁场生成的物体上的力,则物体将穿过身体并损坏和/或破坏周围组织。特别是,眼睛中的导电和磁性碎片可能会进入大脑,造成严重甚至致命的后果。

[0003] 或者,可能通过高频交变磁场在导电和磁性物体中生成涡电流。物体中的这些涡流导致物体中的热量产生(能量耗散)。通过传导(并且可能是对流)将该热量从物体传递到周围组织。发生的温度升高可能损坏和/或破坏周围组织。特别是,眼睛中的碎片的温度升高会损坏和/或破坏眼睛。因此,如果患者经历MRI检查,则在身体内具有导电和/或磁性物体的患者可能受伤。

[0004] 传统上,患者必须接受X射线检查以检测体内可能的导电和磁性物体。X射线的照射应尽可能小,因为X射线一般对人体组织有害。X射线对眼睛的损伤特别令人担忧。具有避免使用X射线的成本有效的检查方法对患者非常有益。

[0005] 以下公开了解决上述问题和其他问题的新的且改进的系统和方法。

发明内容

[0006] 在一个公开的方面中,一种被配置为检测患者眼睛中的金属物品的存在的设备包括头部安装件,所述头部安装件被配置为接收所述患者的头部的至少一部分。至少一个电感器线圈被设置在所述头部安装件上或所述头部安装件中,并且被定位为与被接收到所述头部安装件中的患者的头部的至少一只眼睛感应地耦合。电感计被可操作地连接到所述至少一个电感器线圈,以随着所述至少一个电感器线圈的频率变化测量电感。处理器被编程为:确定电感是否大于电感阈值;并且当电感大于电感阈值时,生成至少一个金属物品的指示。显示部件被配置为显示所述指示。

[0007] 在另一个公开的方面中,一种用于检测患者眼睛中金属物品的存在的方法包括:测量患者的眼睛的电感;并且当测量的电感大于阈值电感值时,显示检测到眼中碎片的指示。

[0008] 在另一个公开的方面中,一种被配置为检测患者眼睛中金属物品的存在的设备包括第一电感器线圈和第二电感器线圈。所述第一电感器线圈被布置为覆盖所述患者的左眼,并且所述第二电感器线圈被布置为覆盖所述患者的右眼。所述第一电感器线圈和所述第二电感器线圈与金属检测器电路连接。显示部件被配置为响应于满足眼中碎片标准的金

属检测器电路的输出而显示眼中碎片的指示。

[0009] 一个优点在于提供一种设备以用于在对患者进行MRI检查之前检测患者眼睛中的金属物品。

[0010] 另一个优点在于提供这样的不会使眼睛暴露于X射线的设备。

[0011] 另一个优点在于提供这样的补偿患者眼睛的电容以确定眼睛中金属物品的存在的设备。

[0012] 另一个优点在于提供这样的设备,其具有可透磁的法拉第屏蔽以阻挡电场,同时不传导电流回路,因此不阻挡磁场,从而允许准确测量眼睛的电感。

[0013] 给定实施例可以不提供前述优点,提供前述优点中的一个、两个、更多或全部,和/或可以提供其它优点,对于本领域普通技术人员而言,在阅读和理解了本公开后,这将变得显而易见。

附图说明

[0014] 本公开可以采取各种部件和部件的布置以及各个步骤和步骤的安排的形式。附图仅出于图示优选实施例的目的,且不应被解释为限制本发明。

[0015] 图1示意性地示出了根据本公开内容的一个方面的被配置为检测患者眼睛中的金属物品的存在的设备。

[0016] 图2示出了图1的设备的部件。

[0017] 图3示出了图1的设备的示例操作的示例性流程图。

具体实施方式

[0018] MRI的患者安全性筛查的重要部分是针对金属物品(例如含金属的假体)的存在来对患者进行评估。另一种可能的金属物品来源是眼睛中的金属碎片。虽然这种情况相对罕见,但在特定类别的患者中可能更常见,例如焊工或金属加工车间工人。即使是1毫米量级的小碎片也可能是危险的,因为MRI磁场可以移动碎片,从而损坏眼睛,甚至将碎片移动到脑中。

[0019] 通常,金属碎片的检测作为整体安全筛查过程的一部分进行,其中,使用X射线扫描来检测患者体内的金属物品。如果患者处于眼中金属碎片的风险中,则可以执行额外的X射线头部扫描以检测任何眼中碎片。如果检测到眼中碎片,则患者不符合MRI条件(除非通过手术切除碎片)。X射线检测方法的缺点是增加了对敏感眼组织的X射线暴露。

[0020] 本文公开了一种采用电感式金属检测器的专用眼中碎片检测器设备。电感器线圈(或双目设计中的两个线圈)被布置在头部安装件中以保持在靠近眼睛的固定位置。电感-数字转换器(LDC)与线圈连接,以测量由于碎片引起的电感。

[0021] 为了考虑眼睛的电容,可以将大电容器与电感器线圈并联放置。在一些实施例中,可以使用比线圈所见的眼睛电容大至少10-100倍的电容;更一般地,最佳电容值将取决于特定线圈配置见到多少电容,这继而取决于诸如眼线圈分离度和线圈尺寸/几何形状的因素。

[0022] LDC是商业上可获得的部件,其通常以编程的交流(a.c.)频率激励线圈并检测电感。一些商业LDC提供单独的激励和接收线圈。通常,在所公开的眼中碎片筛选设备中可以

使用宽范围的频率,例如,在一些实施例中,在几十kHz到MHz范围的范围内。频率应足够高,以便从尺寸为1毫米左右的碎片提供可检测信号(低于约0.1毫米的碎片预计在MRI期间不会经受足够成为危险的力)。然而,如果频率太高,则眼电容可以限制穿透深度,并且因此限制检测碎片的有效性。

[0023] 任选地,可透磁的法拉第笼可以部分地包围电感器线圈和相关的电子器件。法拉第笼可以例如由叉指式金属指状物构成,以阻挡电场,同时不导通电流回路并且因此不阻挡磁场。

[0024] 在MRI检查之前,可以对在金属碎片环境中工作的患者进行主动筛查。传统上,在MRI检查之前的筛查方法中,X射线用于检测体内可能的导电和磁性物体,特别是在眼睛中的。在所提出的筛选方法中,避免了将患者的眼睛暴露于X射线以检测眼睛碎片的传统流程。该流程还耗时少、成本低。可以通过测量眼睛的电感来实现导电和磁性眼中碎片的检测。通过这种技术,例如,仅检测眼睛中碎片的存在而不检测确切位置。也可以检测非铁金属眼中碎片(例如铝),但灵敏度更低。然而,非铁金属眼中碎片不会受到MRI引起的力并且不会移动-它们仅是感应加热的风险,并且然后仅对能够支撑大的涡流的较大尺寸的碎片进行检测。因此,非铁金属碎片的灵敏度较低是可以接受的。由于碎片位于眼睛内部,因此需要补偿环境(组织)的电容。通过所公开的方法,可以在几厘米的距离处检测到通常尺寸 $<1\text{mm}^3$ 的小金属物品。

[0025] 参考图1,示意性地示出了被配置为检测患者眼睛中金属物品的存在的设备10。设备10包括至少一个电感器线圈12,电感器线圈12被配置为与患者的至少一只眼感应地耦合。在一些示例中,至少一个电感器线圈12包括第一和第二电感器线圈12'、12"。第一电感器线圈12'被布置为覆盖患者的左眼或右眼中的一个,并且第二电感器线圈12"被布置为覆盖患者的左眼或右眼中的另一个。在一些示例中,第一电感器线圈12'和/或第二电感器线圈12"可以是被定位为覆盖患者的相应眼睛的螺旋线圈。在该示例中,圆形螺旋生成更对称的磁场,其根据电感对电阻考虑而提供最佳形状。因此,圆形电感器线圈12对于最高可能的感测能力是优选的。在说明性实施例中,第一电感器线圈12'是第一印刷电路板(PCB) 13'上的印刷电路,同样第二电感器线圈12"是第二PCB 13"上的印刷电路。这种基于PCB的螺旋线圈可以廉价地构造并且具有紧密的公差,并且PCB的平面特性便于放置在靠近眼睛的位置。

[0026] 在一些实施例中,设备10包括头部安装件14(如图2中所示),头部安装件14被配置为接收患者的头部的至少一部分。第一电感器线圈12'和/或第二电感器线圈12"被设置在头部安装件14的一部分上,使得电感器线圈被定位为当患者的头部被接收到所述头部安装件中时与所述患者的相应眼睛感应地耦合。

[0027] 返回参考图1,至少一个电感器线圈12与金属检测器电路16电连接。金属检测器电路16可包括电感计18,电容20'、20" (针对每个电感12'、12"一个,形成相应的LC谐振电路),以及至少一个处理器22。电感计18被可操作地连接到至少一个电感器线圈12,以根据至少一个电感器线圈的频率变化来测量电感。在图1中,电感计18经由L/R开关23电连接到第一电感器线圈12' (或者,连接到第一电容器电路12'、20') 或者电连接到第二电感器线圈12" (或者连接到第二电容器电路12"、20") 并且被配置为测量从连接的第一电感器线圈或第二电感器线圈输出的电感测量值,如下面更详细地描述的。例如,电感计18可以是与至少一个电感器线圈12连接的电感数字转换器(LDC) (可从Texas Instruments, Inc., Dallas, TX获

得),以测量由于患者眼中的金属物品引起的电感(即,碎片)。L/R开关23可以单独进行筛选:左眼通过将第一或左LC谐振电路12'、20'连接到电感计18;并且右眼通过第二或右LC谐振电路12''、20''连接到连接到电感计18。在变型实施例(未示出)中,两个电容20'、20''可以由位于电感计与L/R开关之间的单个电容代替,这通过消除一个电容器来降低部件成本,但是该电路设计预期会提供较不准确的结果,因为将电容定位在靠近其相应的电感器线圈的位置是有利的。在另一个变型实施例中,省略了L/R开关23,以利于提供单独的第一电感计和第二电感计,针对测量左和右LC振荡回路中的每个提供一个电感计。该方法可以同时测量左眼和右眼,但代价是额外的部件(第二电感计)是一种相对昂贵的部件。

[0028] 在另一变型实施例(未示出)中,可以省略L/R开关23并且两个电感器线圈12'、12''串联连接(使得测量的电感是它们的总和),其中,电容跨串联的电感而并联地电连接。该布置提供了对双眼的同时筛查。然而,该布置不允许区分哪个眼睛包含检测到的金属物品。

[0029] 电容20'、20''与相应的电感器线圈12'、12''并联电连接,以形成LC谐振电路。电容被配置为在(一个或多个)电感器线圈12的测量期间考虑被筛查的眼睛(或在采用左和右电感器线圈的串联连接的实施例的情况下的眼睛)的电容。例如,如电感耦合的电感器线圈12所见,电容比眼睛的电容(或者如果使用串联连接的左和右电感器线圈,则是双眼的电容)大至少10倍。例如,电容20的范围可以从300皮法(pF)到2nF。在一些示例中,电感计18包括由电感控制的a.c.频率操作的电感-数字转换器(LDC)和与至少一个电感器线圈12并联电连接的电容20。电感和电容决定了至少一个电感器线圈12的频率。这种关系基于公式1:

[0030]
$$f = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

[0031] 其中,f是至少一个电感器线圈12的频率,L是由电感计18测量的电感,并且C是电容20'、20''的电容。至少一个电感器线圈12的频率可以在1kHz至10MHz的范围内。频率可以根据目标的位置而改变。例如,如果至少一个电感器线圈12相对于相应的眼睛移动,则至少一个电感器线圈12的频率相应地改变。为了使每只眼睛相对于其相应的电感器线圈12'、12''均匀的定位,优选使用图2的头部安装件14。例如,说明性头部安装件14包括前额支架25f和下巴支架25c,使得当患者将他或她的前额和下巴靠在相应的支架25f、25c上时,眼睛被适当地定位。可以为支架和/或包含左和右电感器线圈12'、12''的双目组件27提供任选的根据患者的调节。图2仅仅是说明性示例,并且提供可接受的头部稳定性的任何其他头部安装件配置是合适的。

[0032] 在一些实施例中,所述至少一个处理器22可以是计算机处理器(例如,所述至少一个处理器22是计算机28的部件)。例如,所述至少一个处理器22被编程为确定电感是否大于电感阈值;并且当电感大于电感阈值时,生成至少一个金属物品的指示。为此,至少一个处理器22被编程为通过将测量的电感值与阈值电感值进行比较来确定电感测量输出是否大于电感阈值。电感测量输出是来自至少一个电感器线圈12的电感输出。电感阈值的范围可以从约0.5皮亨(pH)到约2.0pH。例如,在一些实施例中,电感阈值约为1.0pH,但是给定设备的精确值取决于诸如电感器线圈12'、12''的尺寸和电感以及诸如眼睛/线圈间距的几何考虑因素。在一些示例中,约1.0mm的导线给出大约1nH的电感。在人眼的机械尺度上,期望有效地解决比1pH更精细的任何东西是没有意义的。然后,如果电感测量输出大于电感阈值,则将至少一个处理器22编程不生成眼中碎片的指示。例如,所述指示可以是一系列发光二极管(LED),其中,例如,红色LED指示患者眼睛中存在一个或多个金属物品(即,金属碎片),

而绿色LED表示眼睛中没有金属物品。额外地或替代地,指示可以是电感的数值,或者基于测量电感和假设的碎片材料(例如,钢)而被转换成碎片质量计算的估计的碎片尺寸。在另一个示例中,所述指示可以包括确定在哪个眼睛中找到了碎片。例如,可以针对头部安装件14中的每只眼睛包括一组红色和绿色LED。绿色LED可以针对任一眼睛中都没有发现碎片而被激活,而红色LED可以针对任一眼睛中发现碎片而被激活。

[0033] 设备10还可以包括被配置为显示指示的显示部件24。例如,显示部件24可以被配置为响应于金属检测器电路16的输出满足眼中碎片标准(即,患者眼睛中不存在金属物品)来显示眼中碎片的指示。在一些实施例中,如果电感测量输出大于电感阈值,则至少一个处理器22可以被编程为操作显示部件以生成眼中碎片的指示。例如,所述指示可以是“检测到碎片”或“没有检测到碎片”或其等同的消息。

[0034] 在诸如图1的那些允许分别测量左眼和右眼的实施例中,针对每只眼睛重复测量,并且可以关于检测到碎片的眼睛识别任何指示。这有助于帮助医学专业人员对适当的眼睛进行眼科检查以评估(并且如果合适的话,处置,例如移除)金属物品。在图1的实施例中,左眼和右眼的测量是相继地进行的,但由于它们可以通过操作L/R开关23来执行,这可以快速相继地进行,使得患者感知到两只眼睛的单次测试。可以注意到,所述测试不涉及将光发射到(一只或两只)眼睛中,因此对患者而言表现为完全非侵入性的。

[0035] 在一些实施例中,设备10可包括可透磁的法拉第笼26,其被布置为至少部分地包围电感器线圈12'、12"和患者部分或所有相关的金属检测器电路16。图示的法拉第笼26包围电感器线圈12'、12",电容20'、20"、L/R开关23和电感计18。为了使笼具有能够透磁,法拉第笼26可以例如由叉指式金属指状物构成,以阻挡电场,同时不导通电流回路并且因此不阻挡磁场。有利地,可以通过电感计18来测量眼睛的电感。在一些示例中,当存在第一和/或第二电感器线圈12'、12"时,设备10包括第一和第二可透磁的法拉第笼(未示出),每个笼被配置为至少部分地包围第一和第二电感器线圈中的相应一个以及其电子器件的相应部分。替代地,单个笼可以包围两个元件,例如,在图2的头部安装件14中,单个法拉第笼26可以包围双目组件27,其中,电感器线圈12'、12"电容20'、20"、L/R开关23和电感计18全部安装在屏蔽双目组件27内。

[0036] 图3示出了设备10的操作的方法30的示例性流程图,所述方法用于检测患者的至少一只眼睛中的金属物品的存在。方法30包括:在患者的至少一只眼睛上方覆盖至少一个电感器线圈12(步骤32);测量患者的至少一只眼睛的电感(步骤34);在测量期间,经由电容20'或电容20"来补偿患者的至少一只眼睛的电容(步骤36);在测量期间,任选地经由法拉第笼26电屏蔽至少一个电感器线圈12和相关的电子器件(步骤38);将测得的电感值与阈值电感值进行比较(步骤40);并且当测量的电感大于阈值电感值时,显示检测到眼中碎片的指示(步骤42)。在图1的实施例中,针对左眼和右眼中的每个重复步骤32、34、36、38、40,并且步骤42可以适当地显示双眼的结果。

[0037] 在说明性的更详细的示例中,在步骤32中,将至少一个电感器线圈12覆盖在患者的至少一只眼睛上。在一个示例中,至少一个电感器线圈12被设置在头部安装件14中以覆盖患者的至少一只眼睛。在另一示例中,第一电感器线圈12'覆盖在患者的左眼或右眼中的一个上,并且第二电感器线圈12"覆盖在左眼或右眼中的另一个上。第一电感器线圈和第二电感器线圈12'、12"可以被设置在头部安装件14中。

[0038] 在34处,测量患者眼睛中的至少一个的电感。为此,利用可操作地连接到至少一个电感器线圈的电感计18测量来自至少一个电感器线圈12的电感测量输出。

[0039] 在36处,补偿患者的至少一只眼睛的电容。为此,利用至少一个电感器线圈12来测量至少一只眼睛的电容。利用至少一个电容20来生成比由至少一个电感器线圈12测量的至少一只眼睛的电容大至少10-100倍的电容。

[0040] 在38处,任选地包围至少一个电感器线圈12和患者的至少一只眼睛。为此,至少一个电感器线圈12和至少一只眼睛被至少一个可透磁的法拉第笼26包围。在一些示例中,第一和第二法拉第笼26、26"均被配置为至少部分地包围第一和第二电感器线圈12'、12"中的相应的一个以及患者的第一和第二眼睛中的相应的一只。

[0041] 在40处,将测量的电感值与阈值电感值进行比较。为此,至少一个处理器被编程为将测量的电感值与阈值电感值进行比较。在一个实例中,电感阈值为1.0pH。然后,如果电感测量输出大于电感阈值,则将至少一个处理器22编程不生成眼中碎片器的指示。例如,所述指示可以是一系列发光二极管(LED),其中,例如,红色LED指示患者眼睛中存在一个或多个金属物品(即,金属碎片),而绿色LED表示眼睛中没有金属物品。

[0042] 在42处,并且当测量的电感大于阈值电感值时,显示检测到眼中碎片的指示。在一些示例中,指示可以是“检测到碎片”或“没有检测到碎片”或其等同的消息,其可以被显示在显示部件24上。

[0043] 返回参考图1,设备10可包括金属检测和计算机系统领域中已知的部件。在一个示例中,设备10、电感计18、至少一个处理器22和显示部件24均包括存储器。如本文中所使用的,存储器包括以下中的中的一个或多个:非瞬态计算机可读介质;磁盘或其他磁存储介质;光盘或其他光学存储介质;随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)或其他电子存储设备或芯片或可操作地互连的芯片的集合。如本文中所使用的,设备10可以包括通信网络(未示出),所述通信网络包括因特网/内联网服务器,可以经由因特网/内联网或局域网从其检索所存储的指令;等等。另外,如在本文中所使用的,所述至少一个处理器22包括微处理器、微控制器、图形处理单元(GPU)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等中的一个或多个。在另一示例中,可以提供计算机(未示出),其包括用户输入设备,所述用户输入设备包括鼠标、键盘、触摸屏显示器、一个或多个按钮、一个或多个开关、一个或多个切换器等等中的一个或多个。在另一个示例中,所述计算机可以包括具有一个或多个存储器的数据库。在另外的范例中,显示部件24包括LCD显示器、LED显示器、等离子体显示器、投影显示器、触屏显示器等中的一个或多个,包括这些显示器的3D能力版本。在另一示例中,设备10、电感计18、至少一个处理器22和显示部件24均包括通信单元和/或至少一个系统总线。通信单元向相应的处理器提供到至少一个通信网络(例如无线网络)的接口。系统总线允许在部件的子部件之间的交换。子部件包括处理器、存储器、传感器、显示设备、通信单元等。此外,至少一个处理器30可以包括一个或多个处理器。

[0044] 已经参考优选实施例描述了本公开。本领域技术人员通过阅读和理解前述的详细描述,可以进行各种修改和变型。目的是,本发明被理解为包括所有这样的修改和变动,只要它们落了权利要求书或其等价方案的范围之内。

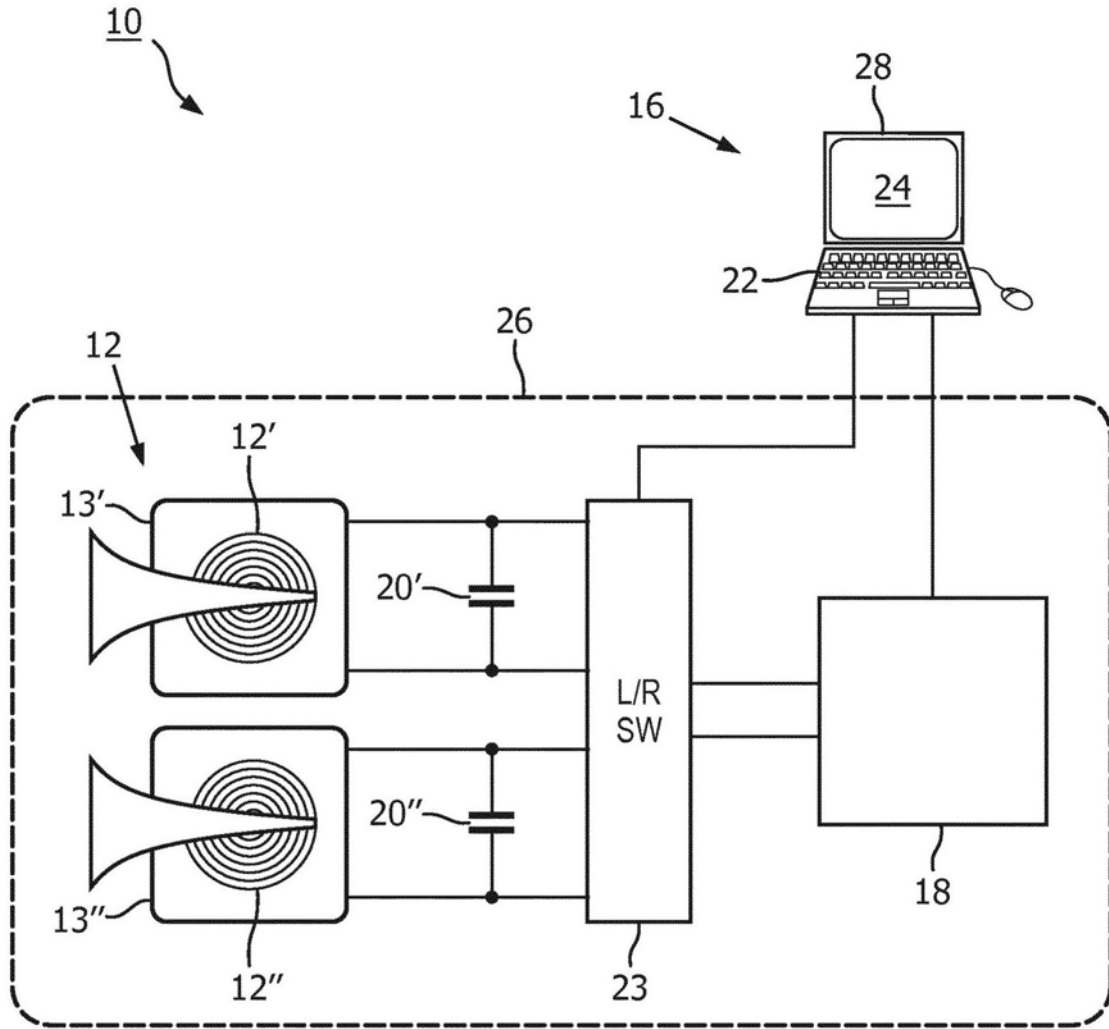


图1

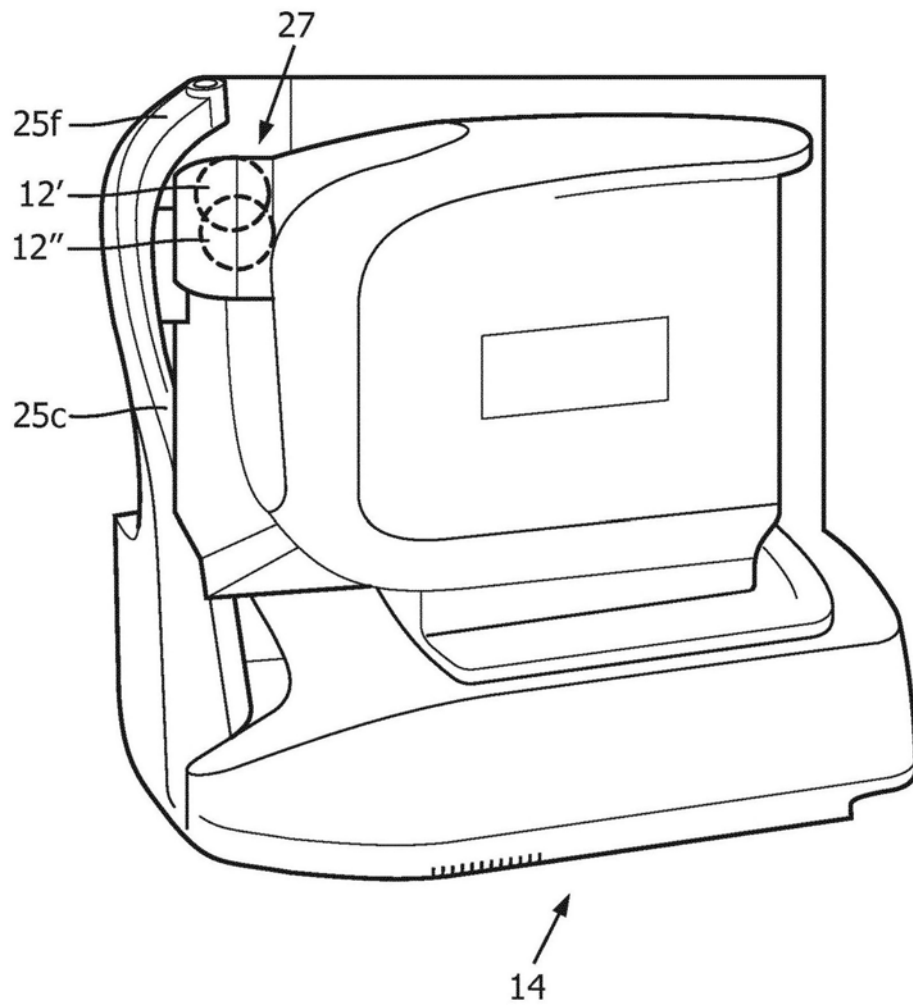


图2

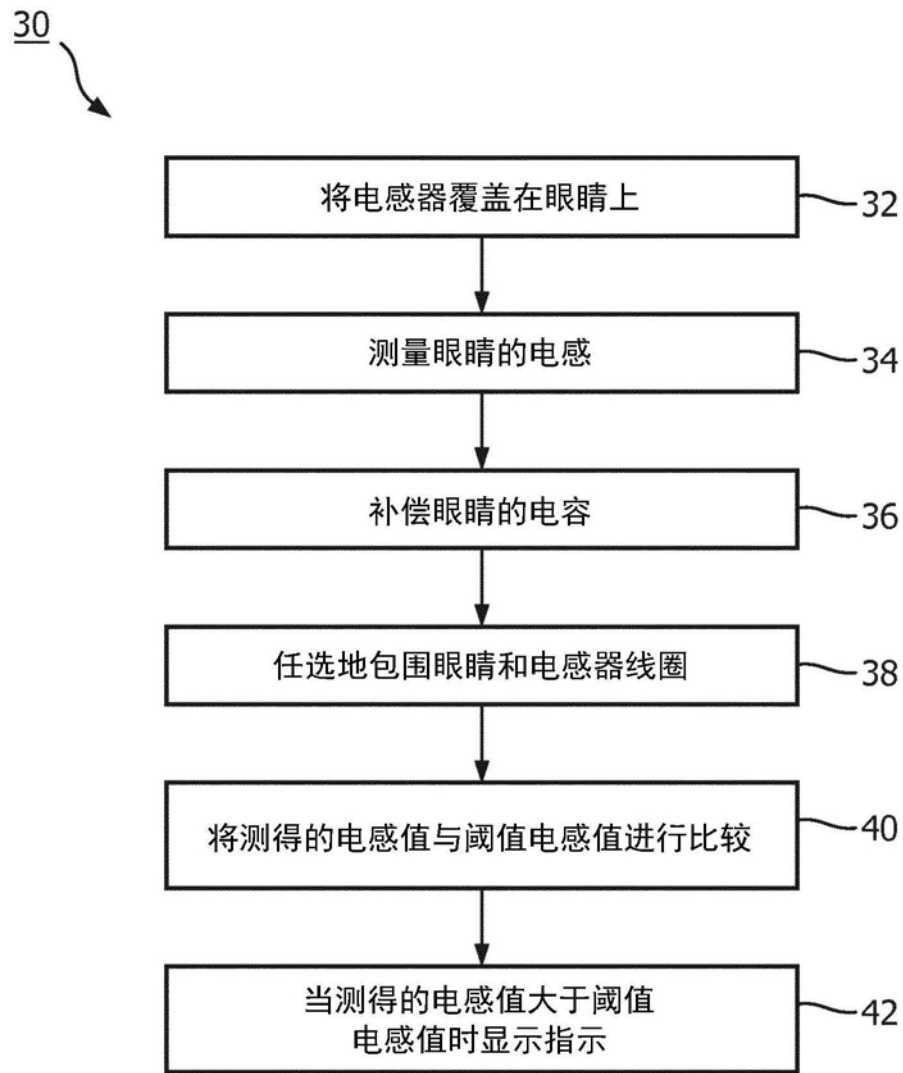


图3