



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101937025 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 05

(21) 申请号 201010227292. 4

(22) 申请日 2010. 06. 29

(30) 优先权数据

12/493283 2009. 06. 29 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 S·G·M·克雷默

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 朱铁宏 谭祐祥

(51) Int. Cl.

G01R 29/08 (2006. 01)

F03D 7/04 (2006. 01)

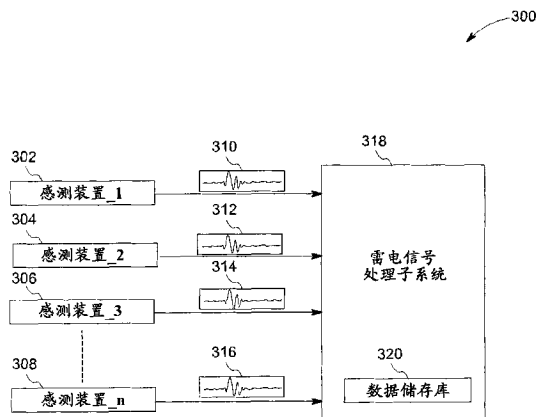
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于检测雷电的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于检测雷电的系统和方法。具体而言,提供了一种雷电检测系统 300,其包括多个感测装置 302、304、306、308,该多个感测装置构造成用以生成表示物体 100 的一个或多个工作状态参数的传感器信号 310、312、314、316。雷电检测系统 300 还包括雷电信号处理子系统 318,其构造成用以结合从该多个感测装置接收到的表示一个或多个工作状态参数的传感器信号而生成复合信号,从该复合信号提取噪音信号,并且将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以判断所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号,其中,该雷电噪音信号是响应物体 100 上的雷击 126 而在传感器信号中感生的。



1. 一种雷电检测系统 (300), 包括 :

多个感测装置 (302, 304, 306, 308), 其构造成用以生成表示物体 (100) 的一个或多个工作状态参数的传感器信号 (310, 312, 314, 316) ;

雷电信号处理子系统 (318), 其构造成用以 :

结合表示从所述多个感测装置 (302, 304, 306, 308) 接收到的所述一个或多个工作状态参数的传感器信号 (310, 312, 314, 316) 而生成复合信号 ;

从所述复合信号提取噪音信号 ; 以及

将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比, 用以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号。

2. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述雷电噪音信号是响应于在所述物体 (100) 上的雷击 (126) 而在所述传感器信号 (310, 312, 314, 316) 中感生的。

3. 根据权利要求 2 所述的系统, 其特征在于, 所述雷电噪音信号包括雷击感生电流、雷击感生电压、雷击感生磁场、雷击感生电场, 或它们的组合。

4. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述一个或多个雷电信号轮廓包括雷击感生电流、雷击感生电压、雷击感生磁场、雷击感生电场, 或它们的组合。

5. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述一个或多个工作状态参数包括风速、风向、每分钟转数、应力、温度、发电绕组、叶片振动、塔架振动、功率测量、发电机电力电缆的扭绞, 或它们的组合。

6. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述雷电信号处理子系统 (318) 通过利用数据融合方法而结合表示所述一个或多个工作状态参数的传感器信号 (310, 312, 314, 316)。

7. 根据权利要求 6 所述的系统, 其特征在于, 所述数据融合方法包括利用相关函数、神经网络、人工智能、统计估计、贝叶斯推理法、加权平均法、图象识别法, 或它们的组合。

8. 一种雷电检测系统 (400), 包括 :

多个感测装置 (402, 404, 406, 408), 其构造成用以生成表示物体 (100) 的一个或多个工作状态参数的传感器信号 (410, 412, 414, 416) ;

感测系统 (418), 其包括一个或多个感测模块 (420, 422, 424, 426) 并且构造成用以 :

从所述传感器信号 (410, 412, 414, 416) 提取噪音信号, 所述传感器信号 (410, 412, 414, 416) 表示从所述多个感测装置 (402, 404, 406, 408) 接收到的所述物体 (100) 的一个或多个工作状态参数 ;

将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比, 用以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号 ; 以及

雷电信号处理子系统 (430), 其与所述感测子系统 (418) 操作通信并且构造成用以结合从所述感测子系统 (418) 接收到的所提取的噪音信号, 以基于对在所提取的噪音信号中的至少一个中雷电噪音信号的判断而生成复合噪音信号,

其中, 所述雷电噪音信号是响应于在所述物体 (100) 上的雷击 (126) 而在所述传感器信号 (410, 412, 414, 316) 中感生的。

9. 一种雷电检测方法, 包括 :

结合表示一个或多个工作状态参数的一个或多个传感器信号 (310, 312, 314, 316) 用

以生成复合信号,其中,从设置在物体(100)上的多个感测装置(302,304,306,308)接收所述一个或多个传感器信号(310,312,314,316);

借助于雷电信号处理子系统(318)的使用从所述复合信号提取噪音信号;以及

将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以借助于所述雷电信号处理子系统(318)的使用而判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号,

其中,在所述物体(100)上的雷击(126)在所述传感器信号(310,312,314,316)中感生出表示所述一个或多个工作状态参数的雷电噪音信号。

10. 一种风力涡轮机(100),包括:

多个感测装置(110,112,114,116,118,120,124,302,304,306,308),其设置在所述风力涡轮机的各个构件上,并且构造成用以生成表示所述风力涡轮机(100)的一个或多个工作状态参数的传感器信号(310,312,314,316);

雷电信号处理子系统(130),其构造成用以:

结合从所述多个感测装置(302,304,306,308)接收到的表示所述一个或多个工作状态参数的传感器信号(310,312,314,316)用以生成复合信号;

从所述复合信号提取噪音信号;以及

将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,用以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号;

其中,所述雷电噪音信号是响应于在所述风力涡轮机(100)上的雷击(126)而在所述传感器信号(310,312,314,316)中感生的。

用于检测雷电的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及雷电检测系统,并且更具体而言,涉及用于风力涡轮机的雷电检测系统。

背景技术

[0002] 雷电是自然界中的一种偶然现象。如将认识到的那样,雷电参数根据地理条件以及雷电在强度和对物体的冲击方面的性质而变化。具体而言,风力涡轮机由于它们优先安置在高而多风的场地用以实现高产量而通常遭受很高的雷击风险。

[0003] 目前,存在多种结合风力涡轮机使用的雷电检测系统。这些技术可宽泛地分为两个类别。在第一类雷电检测系统中,检测系统包括定位在风力涡轮机叶片的各个部分中用以检测通过的雷电电流的磁卡。在雷电冲击后,通过读卡器单元手动读取磁卡以测量电流的峰值。然而,该系统不能检测在两次磁卡读取的时段之间冲击风力涡轮机的雷电序列数量。

[0004] 此外,在第二类雷电检测系统中,雷电检测系统包括固定在风力涡轮机塔架主体上的小型天线。这些天线用来检测通过风力涡轮机塔架的雷电电流和磁场。来自天线的信号由电信号转换成光信号并且经由光纤传送到控制箱。进一步而言,控制箱的输出指示雷电冲击。遗憾的是,在大多数情形中,该系统必须通过应答信号重置。而且,受影响的叶片不能借助于这些雷电检测系统的使用来自动识别。

[0005] 此外,常规的雷电检测系统,包括上述两类雷电检测系统,通常需要安装用于检测雷击的专门的传感器,例如小型天线、磁卡等。安装增补的传感器因此导致用于检测雷击的额外成本。而且,常规的雷电检测系统构造成用以记录雷电事件的发生。然而,这些常规的系统无法记录雷电事件参数或对冲击的测位(localization)。因此,需要一种可克服一个或多个上述问题的改进的雷电检测系统。

发明内容

[0006] 简而言之,按照本技术的一方面,提出一种雷电检测系统。该雷电检测系统包括多个感测装置,其构造成用以产生表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号。该雷电检测系统还包括雷电信号处理子系统,其构造成用以结合从多个感测装置所接收到的表示一个或多个工作状态参数的传感器信号而生成复合信号,从该复合信号提取噪音信号,以及将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓(profile)进行对比,用以判断所提取的噪音信号中是否存在雷电信号。

[0007] 按照本技术的另一方面,提出一种雷电检测系统。该雷电检测系统包括多个感测装置,其构造成用以产生表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号。该雷电检测系统还包括感测子系统,其包括一个或多个感测模块并且构造成用以从由多个感测装置所接收到的表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号提取噪音信号,并且将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以判断所提取的噪音信号中是否存在雷

电噪音信号。该雷电检测系统还包括雷电信号处理子系统,其与感测子系统操作通信并且构造成用以结合从感测子系统接收到的所提取的噪音信号,以基于在所提取的噪音信号中的至少一个中对雷电噪音信号的判断而生成复合噪音信号,其中,雷电噪音信号是响应于在物体上的雷击而在传感器信号中感生的。

[0008] 按照本技术的又一实施例,提出一种雷电检测方法。该方法包括结合表示一个或多个工作状态参数的一个或多个传感器信号以生成复合信号,其中,从设置在物体上的多个感测装置接收该一个或多个传感器信号,借助于雷电信号处理子系统的使用从复合信号提取噪音信号,以及将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以借助于雷电信号处理子系统的使用判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号,其中,物体上的雷击在传感器信号中感生出表示一个或多个工作状态参数的雷电噪音信号。

[0009] 按照本技术的再一实施例,提出一种雷电检测方法。该方法包括从表示物体的一个或多个工作状态参数的一个或多个传感器信号提取噪音信号,其中,从设置在物体上的一个或多个传感器接收该一个或多个传感器信号,将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以判断所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号,以及结合所提取的噪音信号,以基于在所提取的噪音信号中对雷电噪音信号的判断而生成复合噪音信号,其中,雷电噪音信号是响应于在物体上的雷击而在传感器信号中感生的。

[0010] 按照本技术的另一实施例,提出一种风力涡轮机。该风力涡轮机包括:多个感测装置,其设置在风力涡轮机的各种构件上,并且构造成用以生成表示风力涡轮机的一个或多个工作状态参数的传感器信号;雷电信号处理子系统,其构造成用以结合从多个感测装置所接收到的表示一个或多个工作状态参数的传感器信号,以生成复合信号,从该复合信号提取噪音信号,以及将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号,其中,雷电噪音信号是响应于在风力涡轮机上的雷击而在传感器信号中感生的。

[0011] 按照本技术的又一实施例,提出一种用于检测雷电的套件。该套件包括雷电信号处理子系统,其与设置在物体上的多个感测装置操作性地相关联并且构造成用以结合从多个感测装置所接收到的表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号,以生成复合信号,从该复合信号提取噪音信号,以及将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号。

附图说明

[0012] 当参照附图阅读以下详细描述时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,全部附图中同样的符号表示同样的零件,其中:

[0013] 图 1 是按照本技术的方面的包括示例性雷电检测系统的风力涡轮机的示意图;

[0014] 图 2 是按照本技术的方面的示例性雷电检测系统的框图;

[0015] 图 3 是按照本技术的方面的另一雷电检测系统的框图;

[0016] 图 4 是示出按照本技术的方面的示例性雷电检测方法的流程图;以及

[0017] 图 5 是示出按照本技术的方面的另一雷电检测方法的流程图。零件清单

[0018] 100 用于实施雷电检测系统的风力涡轮机的示意图

[0019] 102 风力涡轮机的叶片

- [0020] 104 风力涡轮机的叶片
- [0021] 106 风力涡轮机的叶片
- [0022] 108 风力涡轮机的塔架
- [0023] 110-124 感测装置
- [0024] 126 雷击
- [0025] 128 冲击点
- [0026] 300 示例性雷电检测系统的框图
- [0027] 302 感测装置_1
- [0028] 304 感测装置_2
- [0029] 306 感测装置_3
- [0030] 308 感测装置_n
- [0031] 310 传感器信号
- [0032] 312 传感器信号
- [0033] 314 传感器信号
- [0034] 316 传感器信号
- [0035] 318 雷电信号处理子系统
- [0036] 320 储存库
- [0037] 400 另一示例性雷电检测系统的框图
- [0038] 402 感测装置_1
- [0039] 404 感测装置_2
- [0040] 406 感测装置_3
- [0041] 408 感测装置_n
- [0042] 410 第一传感器信号
- [0043] 412 第二传感器信号
- [0044] 414 第三传感器信号
- [0045] 416 第 n 传感器信号
- [0046] 418 感测子系统
- [0047] 420 感测模块_1
- [0048] 422 感测模块_2
- [0049] 424 感测模块_3
- [0050] 426 感测模块_n
- [0051] 428 数据储存库
- [0052] 430 雷电信号处理子系统
- [0053] 500 示出示例性雷电检测方法的流程图
- [0054] 502 接收多个传感器信号
- [0055] 504 生成复合信号
- [0056] 506 从复合信号提取噪音信号
- [0057] 508 将噪音信号 (NS) 与一个或多个雷电信号轮廓 (LSP) 进行对比
- [0058] 510 NS 是否与 LSP 相似?

- [0059] 512 确认不存在雷击
- [0060] 514 确认存在雷电噪音信号
- [0061] 516 雷击
- [0062] 600 示出另一雷电检测方法的流程图
- [0063] 602 接收多个传感器信号
- [0064] 604 从多个传感器信号提取噪音信号
- [0065] 606 将噪音信号 (NS) 与一个或多个雷电信号轮廓 (LSP) 进行对比
- [0066] 608 NS 中的任一个是否与 LSP 相似?
- [0067] 610 生成复合噪音信号 (CLS)
- [0068] 612 确认不存在雷击
- [0069] 614 CLS 是否与 LSP 相似?
- [0070] 616 确认存在雷击
- [0071] 618 无雷击

具体实施方式

[0072] 如将认识到的那样,风力涡轮机容易受到雷击。雷击可损坏风力涡轮机,并且更具体而言损坏风力涡轮机叶片,从而导致停机期和修理。因此,希望开发一种雷电检测系统以及及时的方式检测雷击,并从而减少风力涡轮机的修理和停机期。

[0073] 图 1 是按照本技术的方面的包括示例性雷电检测系统的风力涡轮机 100 的示意图。如文中所用,用语“风力涡轮机”可用来指代将风的动能转换成机械能的旋转机器。机械能然后可转换成电能。

[0074] 在示例性实施例中,风力涡轮机 100 包括塔架 108、叶片 102、104 和 106、机舱 109 以及轮毂(图 1 中未示出)。在目前构想出的构造中,叶片 102 包括感测装置 110、112。此外,叶片 104 可包括感测装置 114、116,以及叶片 106 可包括感测装置 118、120。同样,在特定实施例中,塔架 108 可包括感测装置 122、124,如图 1 所示。例如,感测装置 110、112、114、116、118、120、122、124 可包括风速计、电压传感器、温度传感器、接近传感器、测速转子传感器、测速发电机传感器、偏航传感器、扭绞电缆传感器,或它们的组合。应注意的是,虽然在目前构想出的实施例中,风力涡轮机 100 的叶片 102、104、106 和塔架 108 中的各者均示为包括两个感测装置,但在特定实施例中,风力涡轮机 100 中传感器的数量和传感器的定位可以变化。还应注意的是,虽然在目前构想出的实施例中,机舱 109 和轮毂不包括任何感测装置,但在特定实施例中,机舱 109 和轮毂也可包括一个或多个感测装置。

[0075] 此外,在一个实施例中,感测装置 110、112、114、116、118、120、122、124 可构造成用以生成表示风力涡轮机 100 的一个或多个工作状态参数的传感器信号。如文中所用,用语“工作状态参数”可用来指代可用于确定风力涡轮机 100 的工况的参数。另外,工作状态参数还可包括影响风力涡轮机 100 的工况和输出的参数。例如,工作状态参数可包括风速、风向、每分钟转数、应力、温度、发电绕组、叶片振动、塔架振动、功率测量、发电机电力电缆的扭绞,或它们的组合。

[0076] 此外,在一个实施例中,传感器信号可包括因外部因素引起的噪音信号。如文中所用,用语“噪音信号”可用来指代在传感器信号中可促使由该传感器信号所携带的信息失真

的不合需要的干扰。例如,噪音信号可包括非雷电噪音信号和雷电噪音信号。如文中所用,用语“非雷电噪音”可用来指代因不同于雷击的外部因素而在传感器信号中感生的噪音信号。非限制性实例中的外部因素可包括热效应、电磁干扰、机械误差等。如文中所用,用语“雷电噪音”可用来指代因雷击而在传感器信号中感生的噪音信号。

[0077] 注意的是,雷击 126 可引起在传感器信号中感生出雷电噪音信号。例如,雷电噪音信号可包括雷击感生电流、雷击感生电压、雷击感生磁场、雷击感生电场,或它们的组合。

[0078] 如图 1 所示,雷击 126 在冲击点 128 处冲击风力涡轮机 100。雷击 126 包括可引起产生雷击感生电流的高振幅电流脉冲。在一个实施例中,雷击感生电流可从冲击点 128 流向地面。雷击感生电流的流动可引起在传感器信号中感生出雷电噪音信号。另外,雷击感生电流的流动还可引起在风力涡轮机 100 中产生雷击感生磁场,从而在传感器信号中形成雷电噪音信号。

[0079] 此外,如图 1 所示,风力涡轮机可与雷电信号 (LS) 处理子系统 130 可操作地联接。在特定实施例中,雷电信号处理子系统 130 可构造成用以从感测装置 110、112、114、116、118、120、122、124 接收传感器信号。此外,雷电信号处理子系统 130 可构造成用以处理传感器信号来判断存在或不存在雷击 126。参照图 2,将更详细地描述借助于处理由感测装置 110、112、114、116、118、120、122、124 所产生的传感器信号而判断存在或不存在雷击 126。

[0080] 此外,在特定实施例中,雷电信号处理子系统 130 可进一步构造成用以基于对是否存在雷电噪音信号的判断而生成指示存在或不存在雷击的信号,并且将所生成的信号传送到远程位置。还应注意的是,在其它的特定实施例中,所生成的信号可传送到现场位置。所生成的信号可包括音频信号、视频信号,或二者。视频信号可借助于显示装置传送,而音频信号可借助于音频装置传送。

[0081] 按照本技术,提出一种雷电检测系统。图 2 是按照本技术的方面的示例性雷电检测系统 300 的框图。在一个实施例中,雷电检测系统 300 可构造成用以检测在物体上的雷击。应注意的是,雷电检测系统 300 可构造成用以检测在物体上的雷击,这些物体例如但不限于局限于高层建筑、塔、风力涡轮机、飞行器等。虽然参照风力涡轮机如风力涡轮机 100 (参见图 1) 描述了雷电检测系统 300,但将应认识到的是,雷电检测系统 300 也可应用于塔、高层建筑、飞行器等中对雷击进行检测。

[0082] 在一个实施例中,雷电检测系统 300 可包括多个感测装置,这些感测装置构造成用以生成表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号。该物体例如可包括风力涡轮机 100 (参见图 1)。

[0083] 在目前构想出的构型中,雷电检测系统 300 的多个感测装置包括第一感测装置 302、第二感测装置 304、第三感测装置 306,以及第 n 感测装置 308。在一个实施例中,感测装置 302、304、306、308 可构造成用以产生表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号,如前文关于感测装置 110、112、114、116、118、120、122、124 (参见图 1) 所指出。例如,感测装置 302、304、306、308 可包括电压传感器、温度传感器、接近传感器、测速转子传感器、测速发电机传感器、偏航传感器、扭绞电缆传感器,或它们的组合。

[0084] 此外,第一感测装置 302 生成第一传感器信号 310,而第二感测装置 304 生成第二传感器信号 312。类似的是,第三感测装置 306 生成第三传感器信号 314,而第 n 感测装置 308 生成第 n 传感器信号 316。同样,如前文指出,在一个实施例中,传感器信号 302、304、

306、308 可包括由于外部因素引起的噪音信号,其中,这些噪音信号可包括例如非雷电噪音信号和雷电噪音信号。

[0085] 此外,如图 2 所示,感测装置 302、304、306、308 可以可操作地联接在雷电信号处理子系统 318 上。在一个实施例中,感测装置 302、304、306、308 可借助于有线连接而可操作地联接到雷电信号处理子系统 318 上。在另一实施例中,感测装置 302、304、306、308 可通过无线连接而可操作地联接到雷电信号处理子系统 318 上。而且,雷电信号轮廓 318 可为图 1 的雷电信号轮廓。

[0086] 按照本技术的示例性方面,雷电信号处理子系统 318 可构造成用以从感测装置 302、304、306、308 接收传感器信号 310、312、314、316。此外,雷电信号处理子系统 318 也可构造成用以结合传感器信号 310、312、314、316 而生成复合信号。如文中所用,用语“复合信号”可用来指代具有与传感器信号 310、312、314、316 中两个或更多个对应的数据的信号。在一个实施例中,该数据例如可表示物体的一个或多个工作状态参数。在一个示例性实施例中,雷电信号处理子系统 318 可通过利用数据融合方法而结合传感器信号 310、312、314、316。此外,在非限制性实例中,数据融合方法可包括利用相关函数、神经网络、人工智能、统计估计、贝叶斯推理法、加权平均法、图象识别法,或它们的组合。

[0087] 此外,在产生复合信号后,雷电信号处理子系统 318 可构造成用以从复合信号提取噪音信号。在一个实施例中,可通过采用高通滤波器、卡尔曼滤波算法等而从复合信号提取噪音信号。另外,雷电信号处理子系统 318 可构造成用以检测在所提取的噪音信号中是否存在任何雷电噪音信号。更具体而言,雷电信号处理子系统 318 可构造成用以通过将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比而检测在所提取的噪音信号中是否存在任何雷电噪音信号。如文中所用,用语“雷电信号轮廓”可用来指代表示雷击的信号的形象。例如,该一个或多个雷电信号轮廓可包括雷击感生电流、雷击感生电压、雷击感生磁场、雷击感生电场,或它们的组合。如果所提取的噪音信号基本上类似于该一个或多个雷电信号轮廓,则检测到存在雷击。换句话说,所提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓之间的匹配指示在所提取的噪音信号中存在雷电噪音信号。如前文所指,雷电噪音信号例如可包括雷击感生电流、雷击感生电压、雷击感生磁场、雷击感生电场,或它们的组合。此外,所提取的噪音信号与该一个或多个雷击信号轮廓之间的不匹配表示在所提取的噪音信号中不存在雷击。

[0088] 另外,在特定实施例中,雷电信号处理子系统 318 可进一步构造成用以基于对是否存在雷电噪音信号的判断而生成指示存在或不存在雷击的信号,并且将所生成的信号传送到远程位置。还应注意的是,在其它的特定实施例中,所生成的信号可传送到现场位置。所生成的信号可包括音频信号、视频信号,或二者。视频信号可借助于显示装置传送,而音频信号可借助于音频装置传送。

[0089] 在一个实施例中,数据储存库 320 可储存一个或多个雷电信号轮廓。如在目前构想出的图 2 的构型中所示,雷电信号处理子系统 318 可包括数据储存库 320。作为备选,数据储存库 320 可为与雷电信号处理子系统 318 可操作地联接的独立子系统。

[0090] 现参照图 3,示出了按照本技术的示例性方面的雷电检测系统 400 的另一实施例的框图。雷电检测系统 400 可包括多个感测装置,这些感测装置构造成用以产生表示物体的一个或多个工作状态参数的传感器信号。此外,如前文参照图 2 所指,该物体可包括风力

涡轮机 100(参见图 1)。在其它实施例中,该物体可包括容易受到雷击的高结构,诸如高层建筑、塔、飞行器等。

[0091] 如目前构想出的图 3 的构型中所示,雷电检测系统 400 包括第一感测装置 402、第二感测装置 404、第三感测装置 406,以及第 n 感测装置 408。这里再次的是,如前文参照图 2 所指,感测装置 402、404、406、408 可包括风速计、电压传感器、温度传感器、接近传感器、测速转子传感器、测速发电机传感器、偏航传感器、扭绞电缆传感器,或它们的组合。

[0092] 此外,第一感测装置 402 生成传感器信号 410,第二感测装置 404 生成传感器信号 412,第三感测装置 406 生成传感器信号 414,以及第 n 感测装置 408 生成传感器信号 416。在一个实施例中,传感器信号 410、412、414、416 还可包括噪音信号,其中,这些噪音信号可包括雷电噪音信号和非雷电噪音信号。

[0093] 此外,在一个实施例中,雷电检测系统 400 可包括感测子系统 418。此外,感测子系统 418 可包括一个或多个感测模块。在一个实施例中,感测子系统 418 可包括第一感测模块 420、第二感测模块 422、第三感测模块 424,以及第 n 感测模块 426。此外,在特定实施例中,感测子系统 418 可构造成用以从传感器信号 410、412、414、416 提取噪音信号,并且将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比,用以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号。感测模块 420、422、424、426 可从数据储存库 428 调取该一个或多个雷电信号轮廓。数据储存库 428 可与感测子系统 418 操作通信。

[0094] 此外,各感测模块 420、422、424、426 可构造成用以接收由感测装置 402、404、406、408 所生成的传感器信号。更具体而言,第一传感器信号 410 是对第一感测模块 420 的输入,第二传感器信号 412 是对第二感测模块 422 的输入,第三传感器信号 414 是对第三感测模块 424 的输入,以及第 n 传感器信号 416 是对第 n 感测模块 426 的输入。

[0095] 另外,各感测模块 420、422、424、426 均可构造成用以从对应的传感器信号提取噪音信号(如果存在任何噪音信号的话)。更具体而言,第一感测模块 420 可构造成用以从第一传感器信号 410 提取噪音信号,而第二感测模块 422 可构造成用以从第二传感器信号 412 提取噪音信号。类似的是,第三感测模块 424 可构造成用以从第三传感器信号 414 提取噪音信号,以及第 n 感测模块 426 可构造成用以从第 n 传感器信号 416 提取噪音信号。

[0096] 此外,感测模块 420、422、424、426 可进一步构造成用以将对应的所提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比,以判断在所提取的噪音信号中是否存在雷电噪音信号。更具体而言,第一感测模块 420 可构造成用以将从第一传感器信号 410 提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比,而第二感测模块 422 可构造成用以将从第二传感器信号 412 提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比。类似的是,第三感测模块 424 可构造成用以将从第三传感器信号 414 提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比,而第 n 感测模块 426 可构造成用以将从第 n 传感器信号 416 提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比。

[0097] 虽然在目前构想出的构型中将各感测模块 420、422、424、426 显示为接收由感测装置 402、404、406、408 所生成的单个传感器信号,但按照本技术的示例性方面,各感测模块 420、422、424、426 也可接收由感测装置 402、404、406、408 所生成的多个传感器信号。

[0098] 此外,在一个实施例中,雷电检测系统 400 还可包括雷电信号处理子系统 430。在图 3 所示的实施例中,雷电信号处理子系统 430 显示为与一个或多个感测模块 420、422、

424、426 操作通信。在又一实施例中,雷电信号处理子系统 430 可与感测子系统 418 可操作地相关联。

[0099] 按照本技术,雷电信号处理子系统 430 可构造成用以生成复合噪音信号。在一个实施例中,雷电信号处理子系统 430 可通过结合从感测模块 420、422、424、426 接收到的所提取的噪音信号而生成复合噪音信号。如前文指出,感测模块 420、422、424、426 可构造成用以从对应的传感器信号提取噪音信号,而且还将对应的所提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比,用以判断在所提取的噪音信号中是否存在任何雷电噪音信号。继将所提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比之后,如果判断所提取的噪音信号中的至少一个基本上类似于该一个或多个雷电信号轮廓,则可通过雷电信号处理子系统 430 结合所提取的噪音信号,用以生成复合噪音信号。如文中所用,用语“复合噪音信号”可用来指代具有表示在物体上一次或多次雷击的数据的信号。更具体而言,用语“复合噪音信号”可用来指代包括由感测装置 402、404、406、408 中的一个或多个所接收的雷电噪音信号的信号。在一个实施例中,复合噪音信号可包括雷击感生电流、雷击感生电压、雷击感生磁场、雷击感生电场,或它们的组合。

[0100] 此外,按照本发明的示例性方面,雷电信号处理子系统 430 可构造成用以结合所提取的噪音信号,以便如果在所提取的噪音信号中存在雷电噪音信号则生成复合噪音信号。更具体而言,雷电信号处理子系统 430 可通过使用数据融合方法来结合噪音信号。该数据融合方法例如可包括利用相关函数、神经网络、人工智能、统计估计、贝叶斯推理法、加权平均法、图象识别法,或它们的组合。

[0101] 另外,雷电信号处理子系统 430 可构造成用以判断存在或不存在雷击。更具体而言,雷电信号处理子系统 430 可通过将复合噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比而判断存在或不存在雷击。参照图 5,将更详细地描述存在或不存在雷击的判断。

[0102] 此外,在特定实施例中,雷电信号处理子系统 430 可进一步构造成用以基于对是否存在雷电噪音信号的判断而生成指示存在或不存在雷击的信号,并且将所生成的信号传送到远程位置。还应注意的是,在其它的特定实施例中,所生成的信号可传送到现场位置。所生成的信号可包括音频信号、视频信号,或二者。视频信号可借助于显示装置传送,而音频信号可借助于音频装置传送。

[0103] 现在来看图 4,绘出了流程图 500,其示出按照本技术的方面的示例性雷电检测方法。该方法在步骤 502 开始,在其中可接收多个传感器信号。在一个实施例中,可从一个或多个感测装置接收该多个传感器信号。在特定实施例中,该一个或多个感测装置可设置在风力涡轮机的叶片、机舱、轮毂、风力涡轮机的塔架,或它们的组合上。该多个传感器信号例如可包括传感器信号 310、312、314、316(参见图 2)。如前文参照图 1 至图 3 所指,该多个传感器信号可表示物体如风力涡轮机 100(参见图 1)的一个或多个工作状态参数。在一个实施例中,该多个传感器信号还可包括噪音信号,其中,这些噪音信号可包括非雷电噪音信号和雷电噪音信号。

[0104] 继在接收到该多个传感器信号之后,在步骤 504 可生成复合信号。如前文参照图 2 指出,该复合信号可表示具有与该多个传感器信号中的两个或更多个对应的数据的信号。在一个实施例中,雷电信号处理子系统 318(参见图 2)可构造成用以生成复合信号。该复合信号例如可通过结合该多个传感器信号中的两个或更多个而生成。在一个实施例中,该

多个传感器信号中的两个或更多个可通过利用数据融合方法而结合。如前文指出,数据融合方法例如可包括利用相关函数、神经网络、人工智能、统计估计、贝叶斯推理法、加权平均法、图象识别法,或它们的组合。

[0105] 此外,在步骤 506,可从该复合信号提取噪音信号。如前文指出,雷电信号处理子系统 318(参见图 2)可构造成用以从复合信号提取噪音信号。在步骤 508,可将所提取的噪音信号(NS)与雷电信号轮廓(LSP)中的一个或多个进行对比。此外,如前文参照图 2 指出,雷电信号处理系统 318 可从数据储存库 320(参见图 2)调取该一个或多个雷电信号轮廓。此外,雷电信号处理子系统 318 可构造成用以将所提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比。随后,在步骤 510,可执行检查以判断所提取的噪音信号是否匹配该一个或多个雷电信号轮廓。因此,在步骤 510,如果判断所提取的噪音信号基本上匹配该一个或多个雷电信号轮廓,则可确认存在雷电噪音信号,如通过步骤 514 所示。按照本技术的示例性方面,存在雷电噪音信号可指示雷击 516 的发生。然而,在步骤 510,如果判断所提取的噪音信号不匹配该一个或多个雷电信号轮廓,则可确认不存在雷击,如通过步骤 512 所示。

[0106] 此外,在特定实施例中,雷电检测方法可基于对是否存在雷电噪音信号的判断而生成指示存在或不存在雷击的信号,并且将所生成的信号传送到远程位置。也可将所生成的信号传送到现场位置。如前文指出,所生成的信号可包括音频信号、视频信号,或二者。视频信号可借助于显示装置传送,而音频信号可借助于音频装置传送。

[0107] 现在来看图 5,绘出了流程图 600,其示出按照本技术的方面的另一雷电检测方法。该方法在步骤 602 开始,在其中可接收多个传感器信号。更具体而言,在一个实施例中,可从一个或多个感测装置接收该多个传感器信号。如前文关于图 4 指出,该一个或多个感测装置可设置在风力涡轮机的叶片、机舱、轮毂、塔架,或它们的组合上。此外如前文参照图 1 指出,该多个传感器信号可表示物体如风力涡轮机的工作状态参数。在一个实施例中,该多个传感器信号还可包括噪音信号,其中,这些噪音信号可包括非雷电噪音信号和雷电噪音信号。

[0108] 随后,在步骤 604,可从该多个传感器信号提取噪音信号。在特定实施例中,可通过一个或多个感测模块提取噪音信号。此外,在步骤 606,可将所提取的噪音信号与一个或多个雷电信号轮廓进行对比。在一个实施例中,可通过该一个或多个感测模块将所提取的噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比。该一个或多个感测模块例如可包括感测模块 420、422、424、426(参见图 3)。同样,如前文参照图 3 指出,数据储存库 430(参见图 3)可储存该一个或多个雷电信号轮廓。继在将噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比之后,在步骤 608,可判断在噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓之间的大致相似或不同之处。

[0109] 在一个实施例中,在步骤 608,如果发现所提取的噪音信号大致与该一个或多个雷电信号相似,则可将全部所提取的噪音信号进行结合用以生成复合噪音信号,如通过步骤 610 所示。如前文指出,雷电信号处理子系统 430 可生成复合噪音信号。此外,如通过步骤 614 所示,可将该复合噪音信号与该一个或多个雷电信号轮廓进行对比。如果在步骤 614 判断该复合噪音信号与该一个或多个雷电信号基本上相似,则可确认存在雷击,如通过步骤 616 所示。然而,在步骤 614,如果复合噪音信号不匹配该一个或多个雷电信号轮廓,则可确认不存在雷击,如通过步骤 618 所示。返回参考步骤 608,如果没有噪音信号匹配该一个或

多个雷电信号轮廓,则确认不存在雷击,如通过步骤 612 所示。

[0110] 如上文所述的雷电检测系统和方法还可用来改装风力涡轮机(如图 1 的风力涡轮机 100),以有利于检测在风力涡轮机上的雷击。更具体而言,可将示例性雷电信号处理子系统改装在风力涡轮机的现有基础结构上,包括塔架、叶片、机舱和轮毂,设置在风力涡轮机的各种构件上的感测装置,以有利于检测在风力涡轮机上的任何雷击。此外,在特定实施例中,雷电检测系统和方法可基于对是否存在雷电噪音信号的判断而生成指示存在或不存在雷击的信号,并且将所生成的信号传送到远程位置、现场位置或二者,从而以及时的方式检测雷击并因此减少风力涡轮机的修理和停机期。

[0111] 虽然文中仅已示出和描述了本发明的一些特征,但本领域普通技术人员将会想到许多改型和变化。因此,应理解的是,所附权利要求旨在涵盖落入本发明的真实精神之内的所有此类改型和变化。

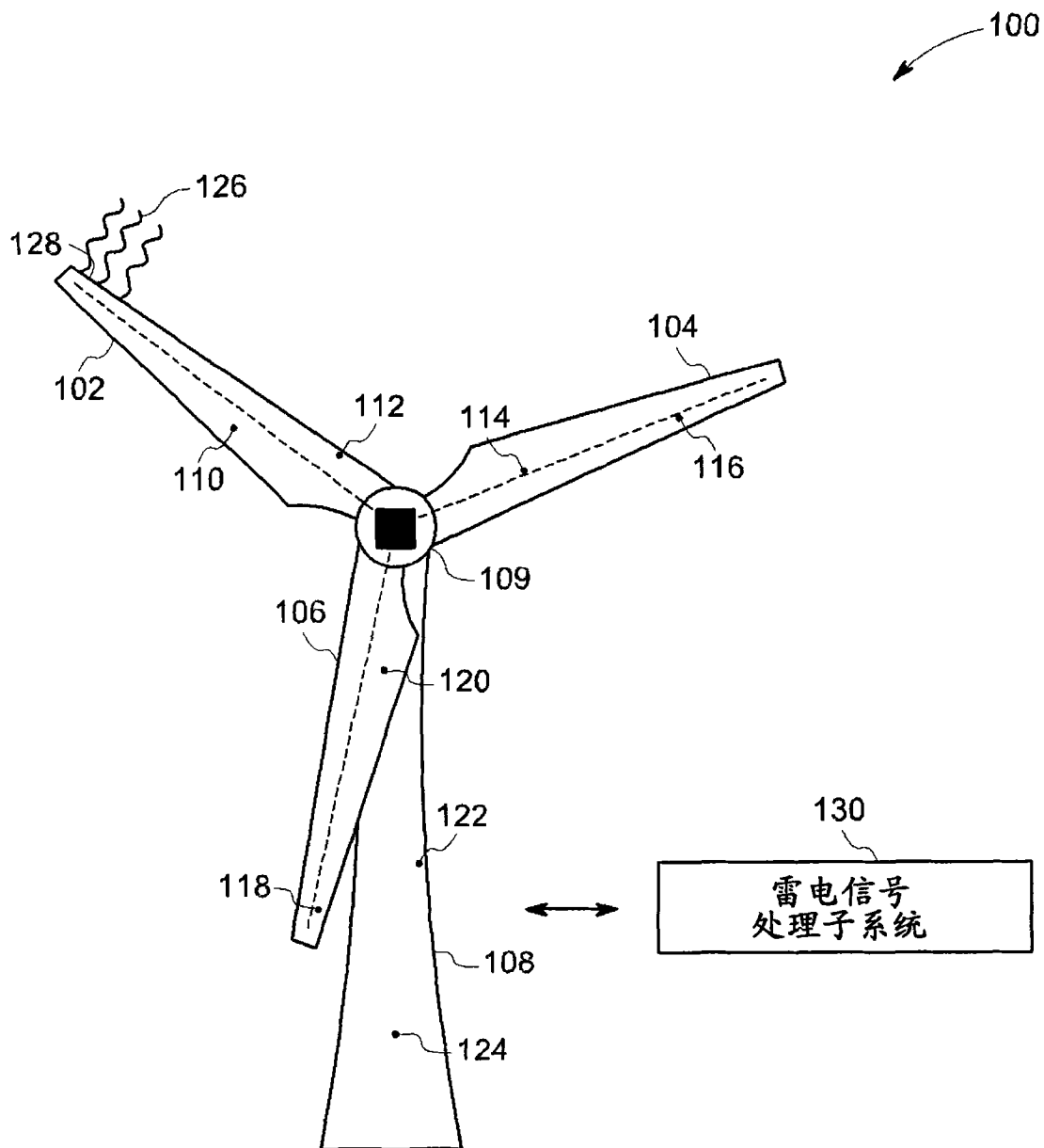


图 1

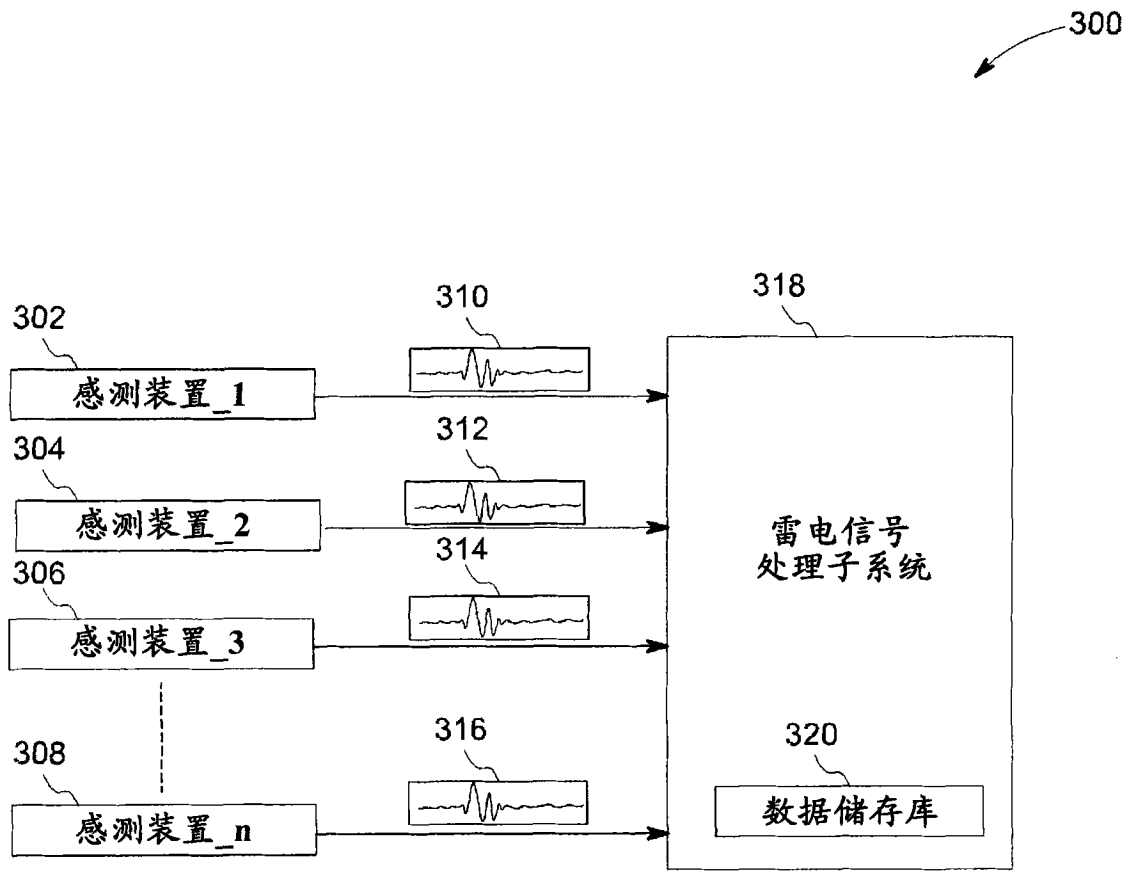


图 2

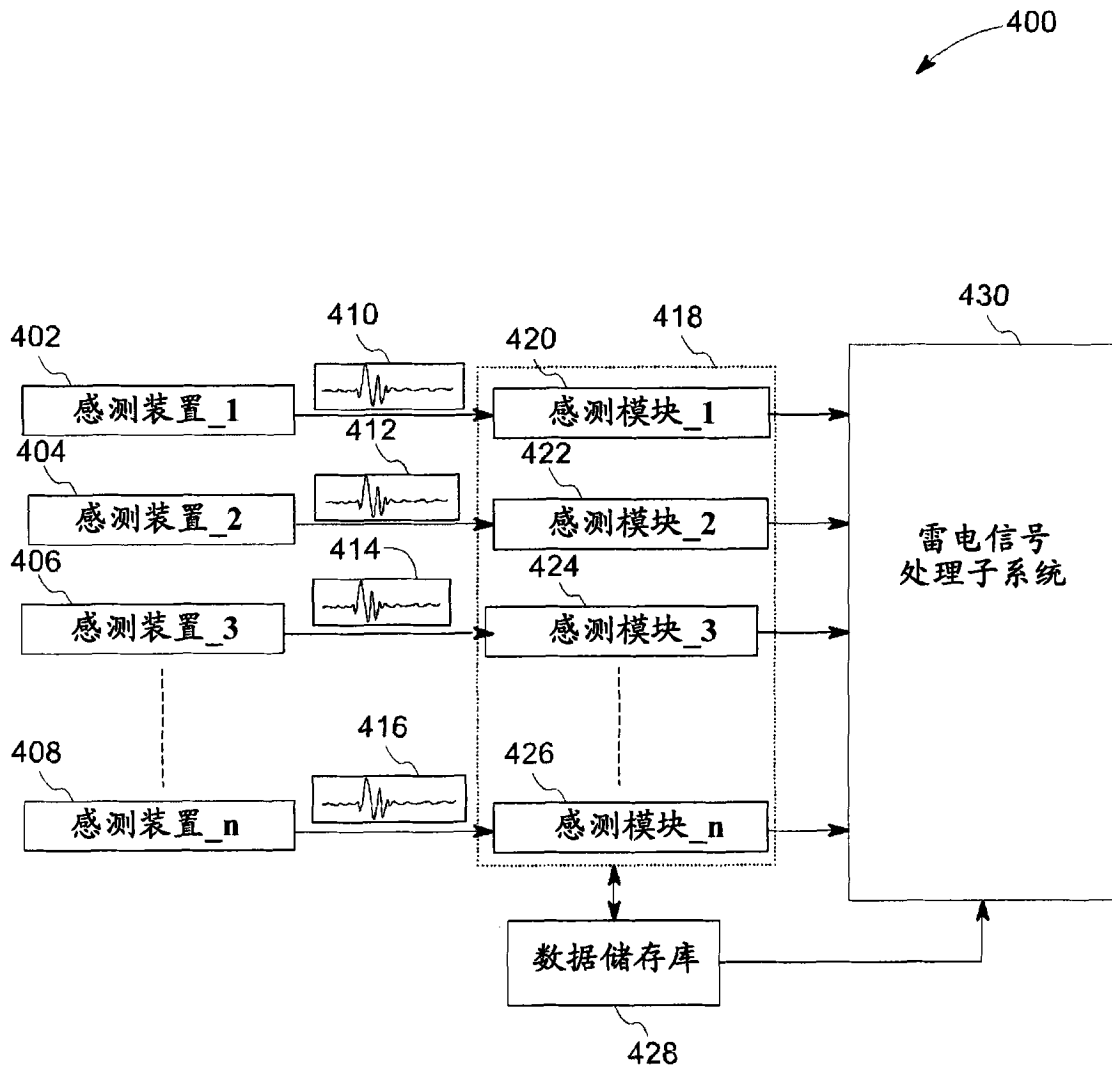


图 3

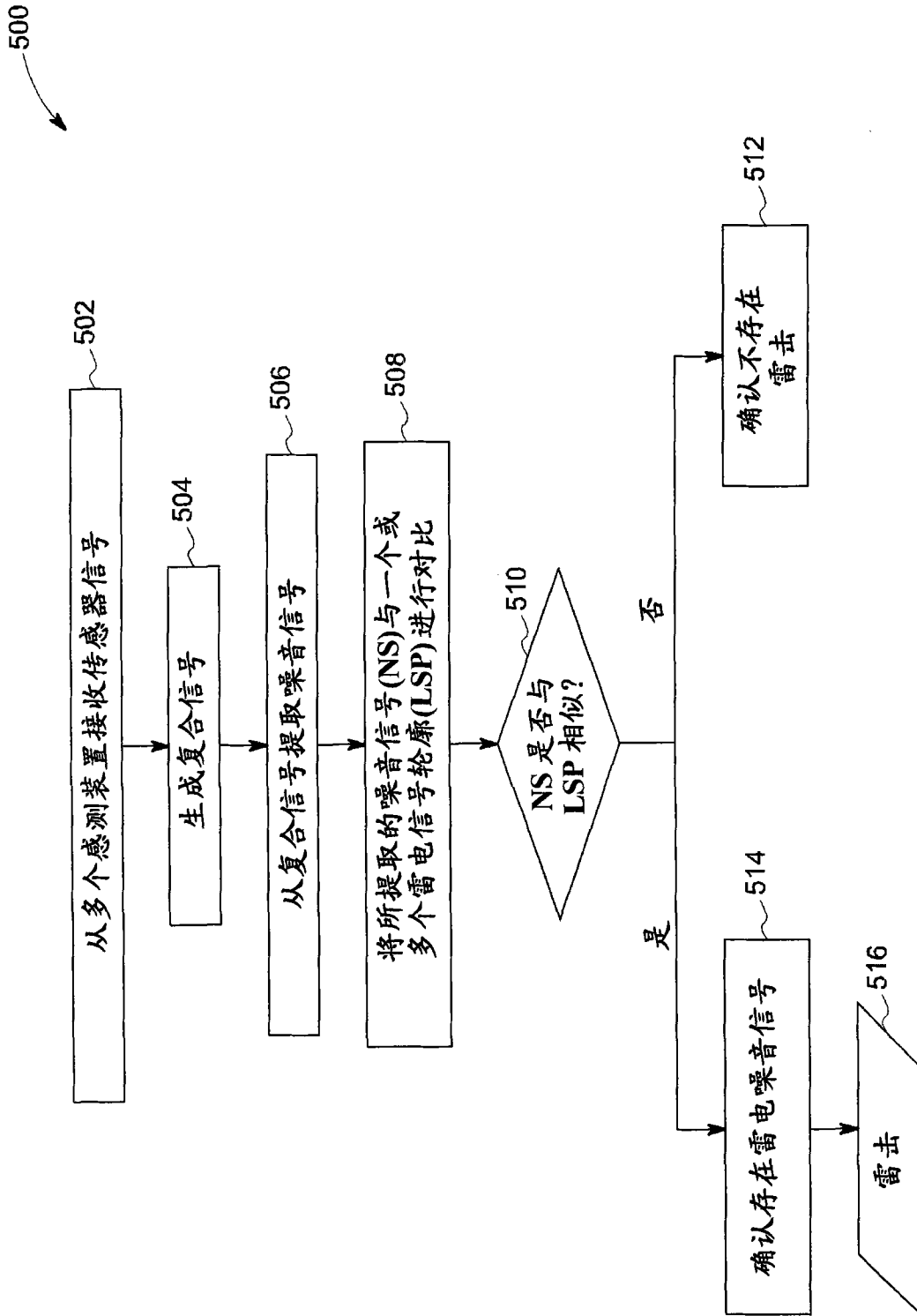


图 4

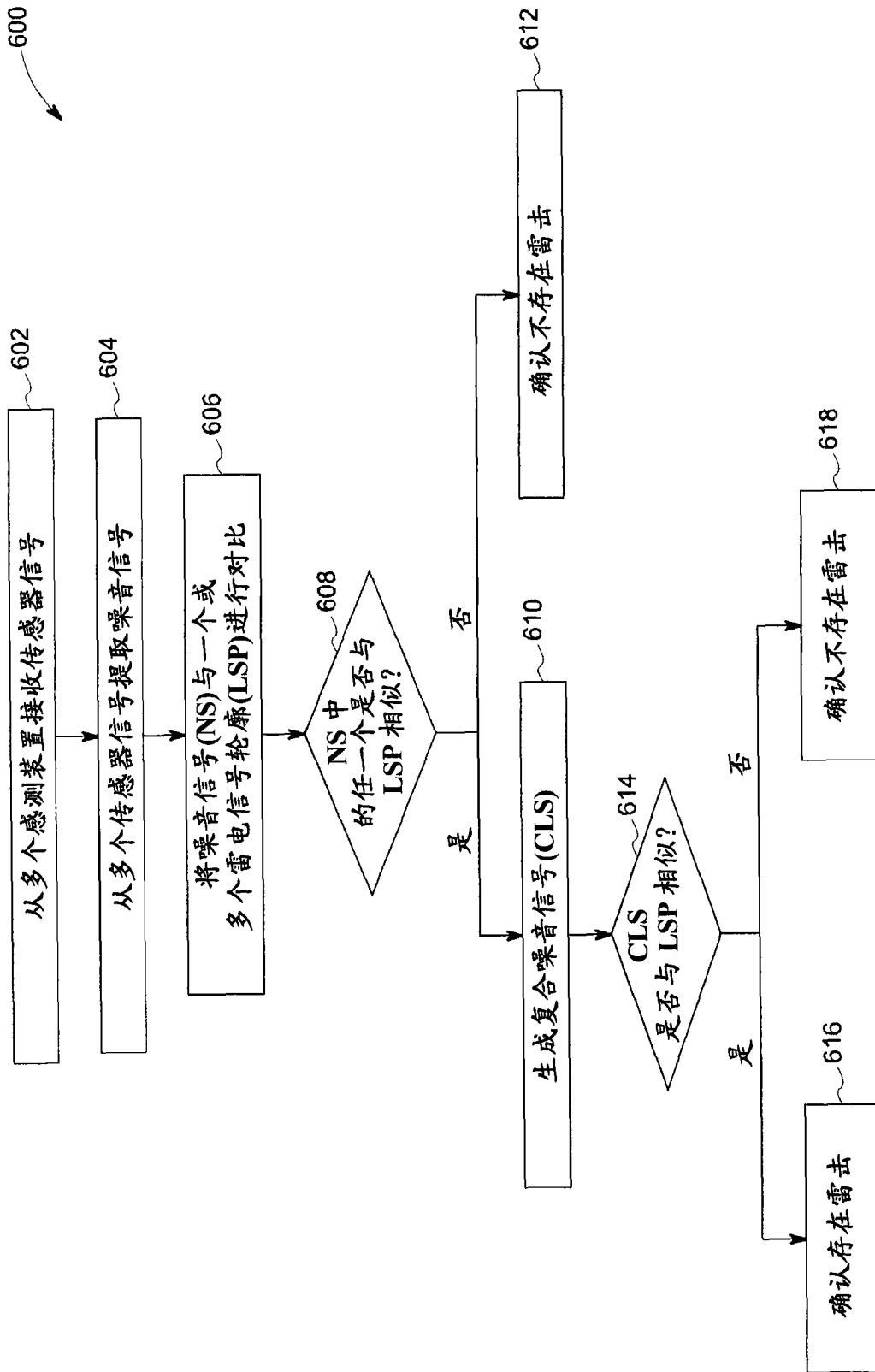


图 5