



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104903197 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201380069304. 7

(22) 申请日 2013. 09. 19

(30) 优先权数据

13/739, 249 2013. 01. 11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 07. 03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/060737 2013. 09. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/109800 EN 2014. 07. 17

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 M·W·伊文斯 J·L·哈芬里希特

J·P·巴尔德温 R·G·特纳

M·N·沃特森

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

11245

代理人 赵蓉民 董巍

(51) Int. Cl.

B64F 5/00(2006. 01)

B29C 73/10(2006. 01)

B29C 73/12(2006. 01)

B29C 73/30(2006. 01)

B29C 73/34(2006. 01)

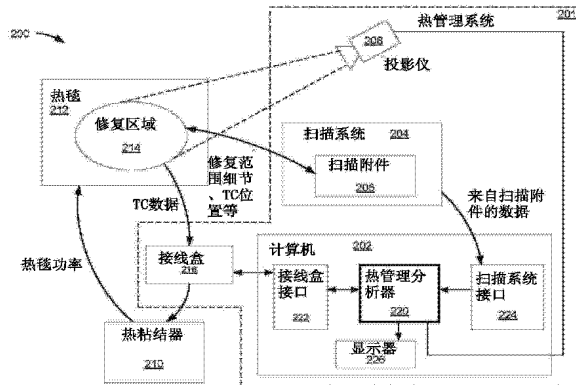
权利要求书3页 说明书25页 附图23页

(54) 发明名称

修复复合材料飞行器结构的系统及方法

(57) 摘要

本公开描述了用于热管理的一种或多种系统、方法、例程和 / 或技术。一种或多种系统、方法、例程和 / 或技术可以提供关于如何例如在已经损坏的飞行器部件上执行热粘结修复的建议或指导 (例如对修复技术员)。热管理分析器可以提供关于在进行热调查之前如何准备修复范围的建议或指导。例如,热管理分析器可以推荐特定的热毯、所述热毯的配置、各种温度传感器的放置和其它准备指导。所述热管理分析器可以提供关于在热调查期间和实际固化过程期间如何改变或管理修复设置的建议或指导。例如,热管理分析器可以推荐应该被隔热的特定温度传感器或修复范围的区域。



1. 一种用于通过具有至少一个处理器的数据处理系统执行的热管理的方法,所述方法包括:

接收与结构的修复范围的结构成分相关的结构信息,其中所述修复范围包括具有被损坏区域的修复区域 214;

使用所述结构信息生成所述修复范围的映射,其中,所述映射包括所述修复区域 214 的呈现;以及

分析所述结构信息以确定在所述修复区域附近的温度传感器的建议放置,其中所述温度传感器被用于控制热粘结器 210 和相关联的热毯 212。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述结构信息从适于扫描所述修复范围的扫描器接收。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述扫描器是几何形状扫描器 325。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括在所述数据处理系统的屏幕 226 上相对于所述修复范围的所述映射显示所述温度传感器的所述建议放置。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,进一步包括在所述数据处理系统的所述屏幕 226 上显示包括所述修复区域 214 的所述呈现的所述修复范围的所述映射。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中所述修复范围的所述映射包括关于修复范围的所述结构成分的信息,以及其中显示所述修复范围的所述映射包括显示所述修复范围的结构信息、密度变化、厚度或热质量。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括使耦合到所述数据处理系统的投影仪 408 将所述温度传感器的所述建议放置投影到所述修复范围上。

8. 根据权利要求 2 所述的方法,进一步包括:

接收来自所述扫描器的温度传感器放置信息,所述温度传感器放置信息表明在所述修复区域 314 附近的所述温度传感器的实际放置,其中所述扫描器适于探测在所述修复区域 314 附近的所述温度传感器的所述实际放置;

生成温度传感器指示符,其中每个温度传感器指示符与由所述扫描器所探测的温度传感器相关,并且其中所述温度传感器指示符中的每个与在所述修复范围的所述映射上的位置相关联;以及

在所述数据处理系统的所述屏幕上相对于所述修复区域的所述映射显示所述温度传感器指示符。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,进一步包括作为用户输入接收每个温度传感器指示符的唯一编号,其中所述唯一编号与通过热粘结器 210 与所述温度传感器相关联的编号一致。

10. 根据权利要求 8 所述的方法,进一步包括:

分析所述修复区域的所述映射和所述温度传感器指示符以确定包括位于所述修复区域附近的所有所述温度传感器的修复尺寸;

确定覆盖所述修复尺寸的适宜热毯尺寸;以及

在所述数据处理系统的屏幕上显示所述适宜热毯尺寸。

11. 根据权利要求 8 所述的方法,进一步包括:

分析所述结构信息以确定使热毯适合根据所期望的加热分布加热所述修复范围的适

宜热毯电源 ;以及

在所述数据处理系统的屏幕上显示所述适宜热毯电源。

12. 根据权利要求 8 所述的方法,进一步包括 :

作为用户输入接收指示将用于执行热粘结器修复的热毯的尺寸和功率的热毯信息 ;

分析所述热毯信息、所述修复区域的所述映射和所述温度传感器指示符以确定所述热毯是否可接受 ;

在所述数据处理系统的屏幕上显示关于将使用的所述热毯的一个或更多个警告或建议。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中关于所述热毯的所述警告或建议中的一个包括一个或更多个额外的温度传感器应被放置在所述修复区域附近的建议。

14. 一种用于通过具有至少一个处理器的数据处理系统执行的热管理的方法,所述方法包括 :

生成结构的修复范围的映射,其中所述修复范围包括修复区域 214,所述修复区域 214 包括被损坏区域 ;

接收来自放置在所述修复区域 214 附近的多个温度传感器的温度读数 ;以及

分析所述修复区域的所述映射和所述温度读数以确定一个或更多个隔热建议,其中每个隔热建议包括对所述修复范围中的所述温度传感器中的一个或更多个或隔热区域的指示。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包括在所述数据处理系统的屏幕上相对于所述修复区域的所述映射显示所述一个或更多个隔热建议。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包括使耦合到所述数据处理系统的投影仪 408 将所述一个或更多个隔热建议投影到所述修复范围上。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述隔热建议中的一个或更多个包括添加一个或更多个隔热件以覆盖所指示的一个或更多个温度传感器或所述隔热区域。

18. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述隔热建议中的一个或更多个包括去除正覆盖所指示的一个或更多个温度传感器或所述隔热区域的一个或更多个隔热件。

19. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包括 :

作为用户输入接收所述一个或更多个隔热建议由所述用户实施的确认 ;

作为用户输入针对所述修复范围的一个或更多个区域接收对所放置的隔热类型和所放置的隔热层数的指示 ;

接收来自被放置在所述修复区域附近的多个温度传感器的更新的温度读数 ;以及

分析所述修复区域的所述映射和所述温度读数以确定是否提供额外的隔热建议。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,进一步包括 :

将所放置的所述隔热的所述类型及所放置的所述隔热的所述层数的所述指示保存为隔热配置信息 ;以及

在热粘结器固化过程开始前,在所述数据处理系统的屏幕上显示所述隔热配置信息。

21. 一种修复管理系统,其包括 :

适于被放置在修复区域附近的多个温度传感器,其中所述修复区域包括受损的结构区域 ;

适合于扫描所述结构的修复范围的扫描器,其中所述修复范围包括所述修复区域 214 和围绕所述修复区域和位于所述修复区域下面的结构部分,以及其中所述扫描器输出关于所述修复范围的结构成分的结构信息;

与所述温度传感器和所述扫描器耦合的数据处理系统,其中所述数据处理系统包括处理器,所述处理器执行计算机代码从而:

从所述扫描器接收所述结构信息;

生成所述修复区域 214 的映射;以及

分析所述结构信息以确定所述修复区域附近的所述温度传感器的建议放置。

22. 根据权利要求 21 所述的修复管理系统,其中所述处理器执行计算机代码,以在所述数据处理系统的屏幕上相对于所述修复区域 214 的所述映射显示所述温度传感器的所述建议放置。

23. 根据权利要求 21 所述的方法,其中所述扫描器是几何形状扫描器。

24. 根据权利要求 21 所述的修复管理系统,其中:

所述扫描器适合于扫描所述修复范围以探测所述修复区域 214 附近的所述温度传感器的实际放置并输出温度传感器放置信息;以及

所述处理器执行计算机代码,从而:

从所述扫描器接收所述温度传感器放置信息;

生成温度传感器指示符,其中每个温度传感器指示符与由所述扫描器探测的一个温度传感器相关,并且其中所述温度指示符中的每个与所述修复范围的所述映射上的位置相关联;以及

在所述数据处理系统的屏幕上相对于所述修复区域的所述映射显示所述温度传感器指示符。

25. 一种修复管理系统,其包括:

放置在修复区域 214 附近的多个温度传感器,

其中所述修复区域 214 包括受损的结构区域;

适合于扫描所述修复区域的扫描系统;以及

与所述温度传感器和扫描器耦合的数据处理系统,其中所述数据处理系统包括处理器,所述处理器执行计算机代码从而:

基于从所述扫描系统接收的信息生成所述修复区域 214 的映射;以及

从所述多个温度传感器接收温度读数;以及

分析所述修复区域 214 的所述映射和所述温度读数以确定一个或多个隔热建议,其中每个隔热建议包括应当被覆盖隔热的修复范围中的一个或多个所述温度传感器或隔热区域的指示。

26. 根据权利要求 25 所述的修复管理系统,其中所述处理器执行计算机代码以在所述数据处理系统的屏幕上相对于所述修复区域的所述映射显示所述一个或多个隔热建议。

27. 根据权利要求 25 所述的方法,其中所述扫描器是几何形状扫描器 325。

28. 根据权利要求 25 所述的修复管理系统,其中所述扫描系统包括棒杆附件,所述棒杆附件适于探测所述温度传感器中的一个何时接近所述棒杆,并且其中所述棒杆附件允许用户将用于所述温度传感器中每个的唯一编号输入到所述数据处理系统中。

修复复合材料飞行器结构的系统及方法

技术领域

[0001] 本公开涉及结构（例如复合材料结构或金属结构）的热粘结器修复，并且更具体地，涉及一种或多种用于热管理的系统、方法、例程和 / 或技术，该热管理可以提供与修复有关的指导。

背景技术

[0002] 在飞机工业中，飞行器的各个部件（例如机翼、机身、机身段、发动机罩等等）均可能受损。当飞行器部件受损时，技术员会修复该部件。修复飞行器部件的一些程序包括砂磨受损区域、放置补片于受损区域之上以及用热粘结器和热毯将补片固化于飞行器部件。

[0003] 通过将此类系统与如在本申请的其余部分中并参考附图阐述的本发明的一些方面比较，对于本领域的技术人员而言，常规和传统途径的进一步的限制和缺点将变得显而易见。

发明内容

[0004] 本公开描述了一种或多种用于热管理的系统、方法、例程和 / 或技术。一种或多种系统、方法、例程和 / 或技术可以对关于如何例如在已经损坏的飞行器部件上执行热粘结修复提供建议或指导（例如对修复技术员）。热管理分析器可以提供关于在进行热调查之前如何准备修复范围的建议或指导。例如，所述热管理分析器可以推荐特定的热毯、所述热毯的配置、各个温度传感器（例如，TC）的放置和其它准备指导。所述热管理分析器可以提供关于在热调查期间如何改变或管理修复设置的建议或指导。例如，热管理分析器可以推荐应该被隔热的特定 TC 或修复范围的区域。所述热管理系统分析器可以保存所有的修复设置配置详细信息，以便在固化过程期间提供建议或指导。所述热管理分析器可以对在实际固化过程期间如何改变或管理修复设置提供建议或指导。

[0005] 本公开的一个或更多个实施例描述由具有至少一个处理器的数据处理系统执行的热管理方法。该方法可包括接收与结构的修复范围的结构成分有关的结构信息，其中所述修复范围可以包括修复区域，修复区域包括已经损坏的区域。所述方法可以包括使用结构信息生成修复范围映射，其中所述映射可以包括所述修复区域的呈现。所述方法可以包括分析所述结构信息以确定在所述修复区域附近的温度传感器的建议放置，其中所述温度传感器可用来控制热粘结器和相关联的热毯。在一些实施例中，可以从适于扫描所述修复范围的扫描器接收所述结构信息。在一些实施例中，扫描器可以是几何形状扫描器。在一些实施例中，所述方法可以包括在数据处理系统的屏幕上相对于修复范围的映射显示出温度传感器的建议放置。在一些实施例中，所述方法可以包括在数据处理系统的屏幕上显示出包括所述修复区域的呈现的修复范围的映射。在一些实施例中，修复范围的映射可以包括有关修复范围的结构成分的信息，并且在一些实施例中，显示修复范围映射可以包括显示修复范围的结构信息、密度变化、厚度或热质量。在一些实施例中，所述方法可以包括使得耦合到数据处理系统的投影仪将温度传感器的建议放置投影到修复范围上。

[0006] 在一些实施例中,该方法可包括从所述扫描器接收指示所述修复区域附近的所述温度传感器实际放置的温度传感器放置信息。所述扫描器可适于探测所述修复区域附近的所述温度传感器的实际放置。在一些实施例中,所述方法可以包括生成温度传感器指示符,其中,每个温度传感器指示符可以相关于扫描器所探测的温度传感器,并且其中温度传感器指示符中的每个可与修复范围的映射上的位置相关联。在一些实施例中,所述方法可以包括在数据处理系统的屏幕上相对于修复区域的映射显示出温度传感器指示符。在一些实施例中,所述方法可以包括作为用户输入接收每个温度传感器指示符的唯一编号,其中所述唯一编号可以符合通过热粘结器与温度传感器相关联的编号。在一些实施例中,所述方法可以包括分析修复区域的映射和温度传感器指示符,以确定包括放置在修复区域附近的所有温度传感器的修复尺寸。在一些实施例中,所述方法可以包括确定覆盖修复尺寸的适宜热毯尺寸。在一些实施例中,所述方法可以包括在数据处理系统的屏幕上显示出热毯尺寸。在一些实施例中,所述方法可以包括分析结构信息以确定使热毯适于根据所期望的加热分布对修复范围进行加热的适宜热毯供电。在一些实施例中,所述方法可以包括在数据处理系统的屏幕上显示出适宜热毯供电。在一些实施例中,所述方法可以包括作为用户输入接收热毯信息,该热毯信息指示将用于执行热粘结器修复的热毯的尺寸和功率。在一些实施例中,所述方法可以包括分析热毯信息、修复区域的映射和温度传感器指示符,以确定热毯是否可接受。在一些实施例中,所述方法可以包括在数据处理系统的屏幕上显示出关于将使用的热毯的一个或更多个警告或建议。在一些实施例中,关于热毯的警告或建议中的一个可以包括将一个或更多个额外的温度传感器放置在修复区域附近的建议。

[0007] 本公开的一个或更多个实施例描述一种用于通过具有至少一个处理器的数据处理系统执行的热管理的方法。所述方法可包括生成结构的修复范围的映射,其中所述修复范围可包括包括被损坏区域的修复区域。所述方法可包括接收来自放置在修复区域附近的多个温度传感器的温度读数。所述方法可包括分析修复区域映射和温度读数以确定一个或更多个隔热建议,其中每个隔热建议可包括对修复区域中温度传感器中的一个或更多个或隔热区域的指示。在一些实施例中,所述方法可包括在数据处理系统的屏幕上显示关于修复区域映射的所述一个或更多个隔热建议。在一些实施例中,所述方法可包括使耦合到数据处理系统的投影仪将所述一个或更多个隔热建议投影到修复范围上。在一些实施例中,隔热建议中的一个或更多个可包括增加一个或更多个隔热件以覆盖所指示的一个或更多个温度传感器或隔热区域。在一些实施例中,隔热建议中的一个或更多个包括去除正覆盖所指示的一个或更多个温度传感器或隔热区域的一个或更多个隔热件。

[0008] 在一些实施例中,所述方法可包括作为用户输入接收由用户实施的一个或更多个隔热建议的确认。在一些实施例中,所述方法可包括作为用户输入针对修复范围的一个或更多个区域接收对所放置的隔热的类型和所放置的隔热的层数的指示。在一些实施例中,所述方法可包括接收来自放置在修复区域附近的多个温度传感器的更新的温度读数。在一些实施例中,所述方法可包括分析修复区域映射和温度读数以确定是否提供额外的隔热建议。在一些实施例中,所述方法可包括作为隔热配置信息保存所放置的隔热的类型和所放置的隔热的层数的指示。在一些实施例中,所述方法可包括在热粘结器固化过程开始前,在数据处理系统的屏幕上显示隔热配置信息。

[0009] 本公开的一个或更多个实施例描述了一种修复管理系统。该系统可以包括适合于

放置在修复区域附近的多个温度传感器,其中该修复区域可包括被损坏的结构的区域。该系统可包括扫描器,其适合于扫描该结构的修复范围,其中该修复范围可以包括修复区域以及包围该修复区域和在该修复区域下面的结构部分。该扫描器可以输出关于该修复范围的结构成分的结构信息。该系统可包括被耦合到温度传感器和扫描器的数据处理系统,其中数据处理系统可以包括处理器,其执行计算机代码以便从扫描器接收结构信息、生成修复区域的映射以及分析该结构信息以确定在修复区域附近的温度传感器的建议放置。在一些实施例中,该处理器执行计算机代码以便在数据处理系统的屏幕上相对于修复区域映射显示温度传感器的建议放置。在一些实施例中,扫描器是几何形状扫描器。

[0010] 在一些实施例中,扫描器适合于扫描修复范围以探测修复区域附近的温度传感器的实际放置并输出温度传感器放置信息。该处理器可执行计算机代码以从扫描器接收温度传感器放置信息。该处理器可以执行计算机代码以生成温度传感器指示符,其中每个温度传感器指示符与如由该扫描器探测的温度传感器相关,并且其中温度指示符中的每个可与该修复范围的映射上的位置相关联。该处理器可执行计算机代码以在数据处理系统的屏幕上显示与该修复区域的映射相关的温度传感器指示符。

[0011] 本公开的一个或多个实施例描述了一种修复管理系统。该系统可包括放置在修复区域附近的多个温度传感器,其中该修复区域可包括被损坏的结构的区域。该系统可以包括适合于扫描修复区域的扫描系统。该系统可包括耦合到温度传感器和扫描器的数据处理系统,其中数据处理系统包括处理器,该处理器可以执行计算机代码以便基于从扫描系统接收的信息生成修复区域的映射。该处理器可以执行计算机代码以从多个温度传感器接收温度读数。该处理器可执行计算机代码以分析修复范围的映射和温度读数以确定一个或多个隔热建议,其中每个隔热建议可包括对应该被隔热覆盖的修复范围中温度传感器中的一个或多个或隔热区域的指示。在一些实施例中,处理器可以执行计算机代码以在数据处理系统的屏幕上相对于修复区域的映射显示所述一个或多个隔热建议。在一些实施例中,扫描器可以是几何形状扫描器。在一些实施例中,扫描系统包括棒杆附件,其适于探测温度传感器中的一个何时接近棒杆,其中棒杆附件可允许用户将温度传感器中的每个的唯一编号输入到数据处理系统中。

[0012] 从以下描述和附图中更全面地理解本公开的这些和其它优点、方面和新颖特征,以及本公开的所示实施例的细节。应当理解,前面的一般描述仅是示例性和说明性的,并且不限制所要求保护的本公开。

附图说明

[0013] 在随后的公开中描述若干特征和优点,其中使用以下附图作为示例解释若干实施例。

[0014] 图 1A 示出了示例飞行器部件(例如,机身段)的图示。

[0015] 图 1B 示出了具有砂磨区域的示例飞行器部件(例如,机身段)的特写图示。

[0016] 图 1C 示出了具有砂磨区域的示例飞行器部件(例如,机身段)的特写图示。

[0017] 图 1D 示出了具有固定就位的热垫的示例飞行器部件(例如,机身段)的特写图示。

[0018] 图 1E 示出了示例热粘结器的图示。

- [0019] 图 1F 示出了已经被应用于飞行器部件的修复区域的示例测试补片的图示。
- [0020] 图 1G 示出了已经被应用于修复设置的示例隔热（例如，隔热件）的图示。
- [0021] 图 2 示出了根据本公开的一个或多个实施例的框图图示，图中展示了修复设置的示例部件、连接、模块、相互作用等。
- [0022] 图 3A 示出了根据本公开的一个或多个实施例的示例扫描系统的图示。
- [0023] 图 3B 示出了根据本公开的一个或多个实施例的示例几何形状扫描器的图示。
- [0024] 图 3C 示出了根据本公开的一个或多个实施例的结构表面和缺陷区域的图示。
- [0025] 图 3D 示出了根据本公开的一个或多个实施例的结构表面、缺陷区域和多个粘胶片或基准标记的图示。
- [0026] 图 4 示出了根据本公开的一个或多个实施例的框图图示，图中展示了热管理分析器的示例部件、例程、相互作用等。
- [0027] 图 5A-图 5C 示出了根据本公开的一个或多个实施例的流程图，图中展示了用于热管理的一个或多个方法的示例步骤。
- [0028] 图 6A-图 6D 示出了根据本公开的一个或多个实施例的各种物件可以怎样被显示在显示器上和 / 或投影在修复范围上的示例。
- [0029] 图 7A-图 7B 示出了根据本公开的一个或多个实施例的各种物件可以怎样被显示在显示器上和 / 或投影在修复范围上的示例。
- [0030] 图 8 示出了根据本公开的一个或多个实施例的各种物件可以怎样被显示在显示器上和 / 或投影在修复范围上的示例。
- [0031] 图 9A-图 9C 示出了根据本公开的一个或多个实施例的各种物件可以怎样被显示在显示器上和 / 或投影在修复范围上的示例。
- [0032] 图 10 示出了根据本公开的一个或多个实施例的各种物件可以怎样被显示在显示器上和 / 或投影在修复范围上的示例。
- [0033] 图 11 示出了根据本公开的一个或多个实施例的可以包括在计算机内的示例数据处理系统的框图。

具体实施方式

- [0034] 在飞机工业中，飞行器的各个部件（例如机翼、机身、机身段、发动机罩等）有可能受损。飞行器部件可以由金属或复合材料制成。当飞行器部件受损时，技术员可以例如通过修复金属或复合材料受损区域来修复该部件。修复飞行器部件的各种程序包括砂磨受损区域、在受损区域上放置补片（例如复合材料或金属补片）以及用热粘结器和热毯将补片固化到飞行器部件。修复飞行器部件的各种方法可以使用复杂设置，并可在固化过程期间进行复杂调整。因此，修复飞行器部件的各种方法会使用高度熟练的技术员执行设置和固化过程。如果技术员未受过适当训练或经验不足，那么固化过程会进一步损坏飞行器部件。经验丰富的技术员（尤其是复合材料修复技术员）是稀缺的，而且训练技术员执行高质量热粘结修复的成本会是高昂的。例如，训练会需要花费许多小时的课堂训练和数年的实践体验。用于不断聘请少数经验丰富的技术员帮助修复的成本（例如差旅费等）会是高昂的。
- [0035] 这些复杂的修复程序以及合格修复技术员的短缺导致了飞机工业中各种修复问题。一个示例修复问题是热粘结修复的高缺陷率（例如不适当修复）。有缺陷的修复会需

要被重新进行,这会整个修复过程增加显著成本。由于技术员导致修复区域和 / 或周围结构烧灼,因此修复会出现缺陷。烧灼修复区域会导致甚至更高的修复成本来解决烧坏区域。修复也会由于技术员未充分固化补片而出现缺陷。由于在固化过程期间因各种温度传感器 (例如 TC) 超过容许范围而使得必须中止修复,因此修复会出现缺陷。会导致这些修复缺陷的技术员处置不当的示例包括:温度传感器 (例如 TC) 的不适当放置、不适当的确定加热毯尺寸、固化设置的不适当包装以及不适当的隔热。另一个示例修复问题是生产线 / 修复线上的延迟。另一个示例修复问题是缓慢的设置时间。另一个示例修复问题是质量保证 (QA) 验收延迟。例如,如果技术员不适当设置修复区域,那么检验员需要花费长得多的时间检验固化是否正确完成。

[0036] 本公开描述了一种或多种用于热管理的系统、方法、例程和 / 或技术。一种或多种系统、方法、例程和 / 或技术可以关于如何例如在已经损坏的飞行器部件上执行热粘结修复提供建议或指导 (例如对修复技术员)。热管理分析器可以在进行热调查之前关于如何准备修复范围提供建议或指导。例如,所述热管理分析器可以推荐特定的热毯、所述热毯的配置、各个温度传感器 (例如,TC) 的放置和其它准备指导。所述热管理分析器可以关于在热调查期间如何改变或管理修复设置提供建议或指导。例如,热管理分析器可以推荐应该被隔热的特定 TC 或修复范围的区域。所述热管理分析器可以保存所有的修复设置配置细节,以便在固化过程期间提供建议或指导。所述热管理分析器可以提供关于在实际固化过程期间如何改变或管理修复设置的建议或指导。热管理分析器可以与现有的热粘结设备接口或适于现有的热粘结设备。

[0037] 本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可通过去除或降低技术员在修复的设置和执行期间会具有的不确定性,从而降低热粘结修复的缺陷率。本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可以导致较少烧灼的结构、更正确固化的修复、较少中止的固化和较少的超出容许温度的传感器排斥。本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可以导致合适的热毯确定尺寸,正确的隔热和散热,智能放置的温度传感器。本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可以帮助创造一致的修复过程,其可以遍及各种工业使用,使得不管技术员是否经验丰富均可以一致地执行修复。本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可以导致用于热粘结修复的减少的设置时间,较少的生产线延迟和更快的 QA (质量保证) 验收。本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可以降低训练没有经验的技术员进行热粘结修复的成本,并可以避免或减少聘入经验丰富的技术员帮助修复。本文所述的热管理系统、方法和 / 或技术可以通过确保第一次修复是正确的来降低返工修复的成本。

[0038] 应该理解,虽然贯穿本公开的各描述可解释飞机或飞行器部件的修复,但本公开的各实施例也可应用于其它零件 (例如任何金属或复合材料零件) 的修复。例如,本文所解释的修复程序可用于可能受损和 / 或准备修复的汽车零件、船舶零件、其它交通工具零件、机械零件或任何其它零件 (例如,金属或复合材料零件)。因此,在本文中提供的使用飞行器部件作为示例修复表面的描述并不旨在限制本公开的范围。飞行器部件可以由金属或复合材料制成,并且本文提供的各种描述可以描述可以在金属或复合材料零件上执行的修复过程。然而,应该理解,本公开的各实施例可以应用于由各种其它材料 (例如塑料、合成材料等) 制成的零件。

[0039] 为了描述本公开的各实施例,描述示例修复过程中的各步骤可以是有益的。如上

所述,在飞机工业中,飞行器的各个部件(例如机翼、机身、机身段、发动机罩等)可能受损。图 1A 示出了示例飞行器部件 100(例如机身段)的图示。飞行器部件 100 可以由金属或复合材料制成。飞行器部件 100 可以包括例如由于飞行器部件 100 损坏而导致的缺陷 102。例如,飞行器部件 100 可以已被刮擦、刺穿、划破或以各种其它方式被损坏。

[0040] 为了准备受损区域以进行修复,可将受损区域砂磨、使其渐缩或嵌接。图 1B 示出了具有砂磨区域 101 的示例飞行器部件 100(例如机身段)的特写图示。砂磨区域也可称为砂磨区域、渐缩砂磨区域或斜接砂磨区域。砂磨区域 101 可以环绕缺陷(编号 103 所示的缺陷位置),缺陷周围有明显界限。砂磨过程可去除飞行器部件 100 的突出的任何受损部分。砂磨过程可去除围绕缺陷的飞行器部件层(例如金属或复合材料层),例如以便暴露并去除包括缺陷的整个受损区域。在这方面,在砂磨完成之后,缺陷会被去除并可以是不可见的。砂磨过程可以使缺陷区域周围的飞行器部件表面平坦,以准备对表面进行粘结。

[0041] 修复补片可被准备以便在修复中使用。修复补片可以由与飞行器部件相同的材料(例如,金属或复合材料)制成。在一些情况下,修复补片可以由不同于飞行器部件的材料(例如,金属机身段上的复合材料补片)制成。图 1C 示出了具有砂磨区域 101 的示例飞行器部件 100(例如,机身段)的特写图示。修复补片可以被切割为与砂磨区域 101 近似同样的尺寸。图 1C 示出了相对于砂磨区域 101 的示例补片尺寸(通常由编号 106 示出)。该补片可以被定位或铺放在砂磨区域 101 上。图 1C 示出了相对于砂磨区域 101 的补片位置及取向的示例(通常由编号 106 示出)。粘合剂可用于保持补片就位。

[0042] 可以将热毯置于修复区域上,包括在砂磨区域 101 和补片上(例如,如编号 106 示出被放置)。可以使用各种尺寸的热毯。技术员可以选择被适当地确定尺寸以在特定的修复区域上执行固化的热毯。可以将热毯相对于修复区域适当地定向,例如由图 1C 中编号 108 所示的取向。热毯可以完全覆盖修复区域(包括砂磨区域和补片),例如,具有围绕修复区域的最小界限。如果热毯或补片延伸过飞行器部件(例如,机身段)的边缘,技术员可以各种方式(例如,通过构造飞行器部件延伸部)处理该边缘。热毯可以例如通过胶带或其它粘合剂被固定就位。图 1D 示出了示例飞行器部件 100(例如,机身段)的特写图示,其具有固定在修复区域和补片上就位的热垫 110。真空袋可以被放置在整个修复件上(例如,在热毯 110、补片和修复区域上)。真空袋可以被放置在包括热毯 110 的整个修复件上。真空袋的边缘可以被密封,例如,使用粘合剂被密封到飞行器部件。可以从真空袋将空气抽空,从而导致真空袋紧紧地压在修复件上。一旦空气被抽空,真空袋可以将压力施加至热毯 110,这可以确保热毯与修复区域和周围结构保持均匀接触。

[0043] 所述热毯 110 可以包括加热元件,所述加热元件加热从而通常给修复补片和修复范围提供热。该热量使得修复补片固化到砂磨表面和补片覆盖的任何周围结构。所述热毯 110 可以连接到热粘结器。图 1E 示出了示例热粘结器 114 的图示。术语热粘结器可以指一种系统(例如,包括计算机、输入/输出端口、显示器、各种用户输入特征等等),所述系统连接到热毯和邻近的温度传感器(例如,TC),以从 TC 读取信息(例如,当前温度)和传输电力(例如,电流)到热毯,从而导致热毯升温。术语热电偶(TC)通常可以指产生电压的传感器,其中电压取决于在传感器的点或“尖端”处的温度。多个 TC 可以用于监控区域中各点的温度。本文的各种描述可将 TC 当作产生电压的温度传感器的一个示例;然而,应该理解,本公开的各实施例可以利用其它类型的温度传感器。因此,本文各种描述中的术语

TC 的使用均不意图限制本公开,并且其它温度传感器可以用于替代性实施例。

[0044] 如图 1E 中可见,热粘结器 114 可以包括各种端口 116,所述端口 116 可以接受被连接到温度传感器(例如,TC)的线缆。例如,每个端口(大体在编号 116 处所示)可以接受连接一个特定温度传感器(例如,TC)的线缆。温度传感器和/或 TC(例如,在热毯下)的放置在本文中详细描述。图 1C 中可见 TC 放置的一个示例,其中 TC(例如,TC 120、121、122)围绕或邻近修复区域(例如,砂磨区域 101)的周边被放置。图 1C 中所示的 TC 中的每个可以包括从特定 TC 延伸至热粘结器上端口的线缆。图 1C 中所示的 TC 可以是控制 TC,且可以不同于下面将更详细描述的监控 TC。控制 TC 可以传送温度信息到热粘结器,例如,使得热粘结器在固化过程期间可以改变对热毯输出的功率。再参照图 1E,热粘结器 114 可以(例如,从控制 TC)接收关于热毯周围当前温度的信息。热粘结器 114 可以包括控制/电源端口(未示出),所述控制/电源端口可以接受电线(例如,电源线),其中电线的另一端可以直接连接热毯。热粘结器 114 可以通过电线传输电力(例如,电流)至热毯,从而导致热毯中的加热元件升温或冷却。在一些示例中,热粘结器 114 可以基于热粘结器 114 从各种温度传感器或 TC(例如,在端口 116)接收的信息,传送不同的功率级别到热毯。

[0045] 在一些情况下,可以在执行最终固化之前执行热调查。术语热调查通常可以指修复设置的测试运行(例如,测试加热/固化)。所述热调查可以包括加热热毯到一定温度,并监控各种温度传感器(例如,TC)。所述热调查可以帮助确定当前修复设置是否将导致可接受的最终固化过程。例如,热调查可以帮助确定整个补片和/或修复区域是否将被适当加热,换句话说,是否将实现适当或期望的加热分布。对于一些特定的加热分布,修复区域的各种结构区域(例如飞行器部件区域)可以加热到适于该结构区域的温度水平。例如,结构较厚(例如,飞行器部件的较厚的壁)的区域可以理想地被调节为较热,并且其中结构较薄的区域可以理想地被调节为较凉。在一些情况下,补片厚度可以变化,这会在加热分布中进行补偿。

[0046] 可以准备测试补片(或“替代补片”)执行热调查。测试补片可以类似于将要被使用的修复补片。测试补片可以用于测试当前修复装置的加热分布。测试补片可以以上述类似方式被切割并应用于修复区域(例如,砂磨区域)。图 1F 示出了示例测试补片 130 的图示。在图 1F 中,在测试补片被切割成修复区域的近似尺寸之后,测试补片可以已应用于飞行器部件 100 的修复区域(例如,砂磨区域 101)。许多控制 TC(例如,TC 124、125、126)可以围绕或邻近修复区域和/或测试补片 130 的周边被放置。在一些示例中,用于热调查的控制 TC 位置将是用于控制最终固化的相同控制 TC 位置。许多监控 TC(例如,TC 128、129)可以被放置在热调查设置周围。如图 1F 所示,监控 TC(例如,TC 128、129)可以被放置在测试补片 130 的顶部上。在一些示例中,监控 TC 可以被放置在测试补片 130 下。在一些示例中,监控 TC 可以被嵌入在测试补片 130 内。监控 TC 在热调查期间可以提供温度反馈和信息,使得可以确认加热分布在修复区域显得是可接受的。控制 TC 也可以被用于在热调查期间接收温度反馈和信息,但是控制 TC 可以保持/保留以用于最终固化过程。

[0047] 通过执行测试加热可以完成热调查。热毯可以被放置在修复区域、测试补片和 TC 上。热毯可以被加热到特定温度(例如,针对一些复合材料时 350 度)。例如,热毯可以被加热到最终固化所处的相同温度。如果热调查期间来自 TC 的温度信息显示出适当的加热分布,则相同或相似的修复设置可以被用于最终的固化过程。如果加热分布的区域呈现为

在可接受的温度范围之外,则技术人员可以调节修复/加热设置/配置,目的是确保在热调查期间所有的 TC 在可接受的温度范围之内。一旦进行调节,则热调查可以被再次(或继续)执行,例如,热毯温度可以再次攀升(或维持),并可以再次分析来自 TC 的温度读数。

[0048] 在各 TC 呈现为在可接受温度范围之外时由技术人员做出调节的一个示例可以是隔热一个或更多个 TC 附近(例如,冷运行的 TC 附近)的区域。冷运行的 TC 可以表示在加热分布中的冷区域。图 1G 示出示例隔热件(例如,隔热片 141、142)的图示。隔热片可以成型(例如,切割)为各种配置,例如,长方形隔热片、椭圆形隔热片、饼形隔热片、不规则形状的隔热片或任何其它形状或配置。各种隔热类型和/或层可以一个堆叠在另一个之上;然而,在一些示例加热情况下,存在能够使用的最大可接受隔热量。在各 TC 呈现为在可接受温度范围之外时可以由技术人员做出的调节的其它示例可以是重定位热覆盖,或重定位一个或更多个 TC 或测试,以查看是否所有的 TC 均呈现为起作用。

[0049] 作为必须在最终的固化执行之前完成的准备步骤的另一示例,可以执行修复区域干燥。使用各种固化复合件(例如,修复区域的底层结构),固化复合材料可以随时间推移从周围环境吸收水分。可能需要干燥复合结构以在最终的固化过程期间允许与修复补片达到良好粘合。为了干燥复合结构,可以是在最终的固化过程执行之前执行修复区域干燥(例如,“干燥循环除湿”)。修复区域干燥可以通过在一段时间内加热修复区域达到一定的温度来执行。在一些情况下,修复区域干燥可以在执行热调查的同时被执行。这个双准备过程可以进行,例如,这是因为干燥过程和热调查均可以在相同或类似的温度下运行。在这方面,随着热调查正在进行以确定加热分布是否显得可接受,修复区域可以同时干燥。

[0050] 一旦准备步骤完成,则可以执行最终的固化。测试补片可以被修复补片替换。监控和/或控制 TC 可以被去除。可以放置控制 TC 来控制固化,并且可以复制用于所述热调查的控制 TC 位置来保证固化温度相似于所述热调查的固化温度。替代性地,用于所述热调查的相同控制 TC 可以保留就位(例如不去除),并用于最终的固化。热毯可以使用与所述热调查类似的配置被放置在修复设置上。然后热粘结器可以使热毯加热,例如,通过基于来自控制 TC 的信息调节对热毯的加热控制。热毯可以使补片粘结到修复区域(例如,砂磨区域)。一旦补片粘结到修复区域,则可以执行最终的砂磨、抛光或类似的处理来使固化/修复的表面看起来美观。

[0051] 各种修复过程可以很大程度上依赖于训练有素的技术员的直觉、技能和经验。各种修复过程是复杂的,并可包括各种工件的放置,且可包括热调查和/或修复过程期间的各种变更。作为一个示例,各种修复过程可使用有经验的技术员在热调查期间手动读取温度值和其它值,并且基于热调查信息(例如,对 TC 放置、热毯放置、隔热件放置等等)做出适当的改变。本公开描述了可以提供关于如何执行热粘结修复的建议或指导(例如对修复技术员)的一种或多种系统、方法、例程和/或技术。

[0052] 图 2 示出了根据本公开的一个或更多个实施例的框图,图中展示了修复设置 200 的示例部件、连接、模块、相互作用等。修复设置 200 可以包括可以与热毯 212 通信的热粘结器 210。例如,在热调查和/或最终的固化期间,热毯 212 可以覆盖修复区域 214。热毯 212 可以包括加热元件,例如,其响应从热粘结器 210 接收的功率变化而加热。热毯 212 可以包括控制电路。热毯控制电路可以响应从热粘结器 210 发送的功率变化(例如,电流)来促进热毯的加热。热毯 212 可以具有多种加热模式,并且根据加热模式,热毯 212 可以对

从热粘结器 210 发送的功率变化不同地做出响应。

[0053] 修复区域 214 可以呈现包围缺陷区域的区域。如以上所解释,如果砂磨过程去除足够的复合结构层,则可不再出现缺陷。修复区域 214 可以是飞行器部件或结构的一部分。修复区域 214 可以类似于图 1B 的砂磨区域 101 被砂磨。飞行器部件或结构可以由金属或复合材料或其它类型的材料制成。在修复过程(或准备过程或热调查)的各个阶段,TC(热电偶)或其它温度传感器可以被放置于修复区域 214 上或附近。TC 可以连接(例如,每个 TC 一根线缆)至热粘结器 210(例如,每根 TC 线缆一个热粘结器端口)。

[0054] 修复设置 200 可以包括热管理系统 201。热管理系统 201 可以包括计算机 202、扫描系统 204(包括各种扫描附件 206)、接线盒 216 和投影仪 208。TC 可通过接线盒 216 连接到热粘结器 210。接线盒 216 可以从 TC 传递信号和/或信息到热粘结器 210,并且也可以传递同样的或类似的与 TC 相关的信号到计算机,例如,计算机 202。热管理系统 201(例如,计算机 202)可以与热粘结器 210 通信,例如,使得热管理系统 201 可从热粘结器 210 接收信息/数据或发送信息/数据到热粘结器 210。

[0055] 计算机 202 可以是任何类型的数据处理系统,其包括至少一个处理器和至少一个存储器单元并能够执行代码以执行各种操作、例程等等。计算机 202 可以是笔记本计算机、台式计算机、平板计算机、智能手机、移动装置或任何其它类型的计算机或数据处理系统。计算机 202 可以包括热管理分析器 220,如下面更详细解释。计算机 202 可以包括接线盒接口 222,其可以促进在热管理分析器 220 和接线盒 216 之间的通信。在这方面,热管理分析器 220 可以适于从可放置在修复区域 214 附近的各 TC 接收温度信号(并且可选地,传输电流到所述各 TC)。计算机 202 可以包括扫描系统接口 224,其可以促进在热管理分析器 220 和扫描系统 204 之间的通信。在这方面,热管理分析器 220 可以适于从扫描系统 204(例如是扫描系统 204 的一部分或连接到该扫描系统 204 的各种扫描附件 206)接收信息。

[0056] 计算机 202 可包括显示器 226。热管理分析器 220 可以与显示器 226 通信,使各种图像、文本、图形等呈现在显示器 226 上。显示器 226 可以是集成的屏幕或显示器,例如笔记本计算机、平板计算机、智能手机等的显示器或屏幕。在一些实施例中,显示器 226 可外置于计算机 202,并且计算机 202 可通过一根或多根电线与显示器 226 通信。计算机 202 可以例如通过通信端口(诸如 USB 端口、HDMI 端口、DVI 端口或 VGA 端口)与投影仪 208 通信。投影仪 208 可在修复区域 214 的大体方向上发光并投影图像、文本、图形等。在这方面,技术员可看到被直接照在修复区域上的与修复相关的信息(例如建议、指导等)。

[0057] 扫描系统 204 可包括各种扫描附件 206(或与各种扫描附件 206 通信)。扫描附件 206 中的一个或更多个可以适用于扫描修复区域 214,包括周围结构(例如飞行器部件结构)。在本公开的一些实施例中,扫描附件 206 可以直接连接到计算机 202,在这种情况下,扫描系统 204 可以简单地由附件组成。在另一些实施例中,扫描附件可以连接到可以促进在附件 206 和计算机 202 之间的通信的集线器、部件、系统等。图 3A 显示示例放大扫描系统 304 的图示,其中例如扫描系统 304 可类似于图 2 的扫描系统 204。扫描系统 304 可包括或被连接到各种附件,例如附件 320、321、322、323、324。附件可通过一个或更多个扫描附件接口 307 连接到扫描系统 304(例如集线器、部件、系统等)。附件(例如附件 320、321、322、323、324)可以扫描修复区域 314(例如,类似于图 2 的修复区域 214)和周围结构(例如,飞行器部件结构)。例如,附件可具有各种形状和尺寸,例如以便扫描各种表面或结

构轮廓。例如,一个附件(例如附件 320)可包括基本平坦的扫描表面,使附件适合于扫描基本平坦的表面或结构轮廓。作为另一示例,一个附件(例如附件 321)可包括弯曲的扫描表面,使附件适合于扫描弯曲的表面或结构轮廓。

[0058] 作为另一示例,一个附件(例如附件 322)可以类似于棍棒、棒杆、棍杆等,使该附件适合于识别修复区域 314 附近的特定点。例如,如果棒杆 322 的尖端邻近特定 TC,那么棒杆 322 能够探测修复区域 314 附近的 TC。可将棒杆的尖端或点移动到物件附近,以确定该物件是否为 TC 或者 TC 是否接近该尖端。扫描系统中可以包括各种类型的棒杆,并且技术人员可以使用各种类型的棒杆来探测 TC。可以以各种方式设计棒杆(例如采用各种技术)以探测 TC 的存在和 / 或位置。作为一个示例,棒杆(例如涡电流棒杆)可以感测金属材料(例如 TC 传感器和 / 或线缆)的存在。这种类型的棒杆可以感测结构(例如飞行器部件)正面或结构背面上的金属 / TC 材料。涡电流棒杆可以使用电磁感应探测导电材料中或附近的不规则之处(例如 TC)。作为另一示例,棒杆(例如温度诱导棒杆)可以包括可以轻微改变另一物体的表面温度的加热或冷却尖端。在这方面,温度诱导棒杆可以接触或应用于 TC(或 TC 附近),并且 TC 温度传感器可感测到该棒杆所诱导的温度变化。然后,热管理分析器 220 和 / 或计算机 202 可以通过例如连接到 TC 的接线盒来探测特定 TC 的温度变化。作为另一示例,棒杆(例如频率接收器棒杆)可以适合于探测从物体诸如 TC 发射的特定射频。为了使 TC 发射频率(例如无线电信号),热管理分析器 220 和 / 或计算机 202 可向 TC 发送信号,例如通过向接线盒发送信号,接线盒继而将信号发给 TC。当 TC 收到电流 / 信号时可发射无线电信号,然后频率接收器棒杆可以探测从 TC 发射的无线电信号。

[0059] 作为可用于探测 TC 的附件的另一示例,附件(例如,附件 323)可以是适合于探测修复区域 314 附近的各种物件的 IR 相机。例如,如果修复区域 314 附近的 TC 正在发射热量,IR 相机能够探测该 TC。为了使 TC 发射热量,所述热管理分析器 220 和 / 或计算机 202 可发送信号(例如,电流)至 TC,例如,通过向接线盒发送信号,接线盒继而将信号发给 TC。当接收到推送到它的电流时,TC 可以发射热量。在这方面,加热后的 TC 可以通过 IR 相机被感测,并且所述 IR 相机可以与热管理分析器 220 和 / 或计算机 202 通信来指示哪个 TC 被加热。该类型的 TC 识别可以是有用的,特别对于可以包括多于一百个 TC 的大的热粘结器修复件而言。在该许多 TC 被放置在修复区域周围的情况下,可以容易失去对一个或多个 TC 的追踪,这会导致不适当的加热。(与所述各 TC 通信的)所述计算机 202 和 / 或热管理分析器 220 和 IR 相机可以用于解决这个问题。例如,所述热管理分析器 220 和 / 或计算机 202 可以使它所知道的 TC#1 被加热,但是热管理分析器 220 会不知道 TC#1 的位置。当 TC#1 加热时,所述 IR 相机可以探测 TC 位置并可以将这个信息发送给热管理分析器 220 和 / 或计算机 202。然后其余 TC 可以相继被探测到,例如,不需要任何人工互动。在一些实施例中,可以被连接到扫描系统 304 的另一示例附件是光学相机 324。光学相机 324 可以提供可视信息,例如,该可视信息可用于定位 TC、探测关于修复区域的信息等等。

[0060] 各种附件(例如,附件 320、321)可以适于确定修复区域 314 的周围结构 / 底层结构(例如,飞行器部件)的各种属性。例如,这些附件可以探测密度、厚度、热质量和层降的变化以及周围结构 / 底层结构的成分的其它不规则性或变化。这些类型的附件可以被通称为几何形状扫描器。图 3B 显示一种几何形状扫描器 325(例如,UT 扫描器或连续捕获线性阵列(CCLA)扫描器)的图示。一般来说,几何形状扫描器(例如,CCLA 扫描器)可以是

一种 NDI (无损检测) 扫描器,其滚 (或以其他方式运动) 过一片区域 (例如,飞行器部件 330) 以扫描该区域。基于该扫描,几何形状扫描器可以产生结构映射,例如,其显示出密度、厚度、热质量等等的各种变化。结构映射可以是 2D 映射。在各种实施例中,可以使用其它类型的几何形状扫描器或其它扫描器。例如,可使用闪蒸温度记录扫描器,其可以探测结构中的厚度变化。闪蒸温度记录扫描器可以是一种 NDI (无损检测) 扫描器,其可以例如通过使用某种红外探测器绘制物体或结构的表面上的热图案 (或“热图”)。

[0061] 几何形状扫描器能够探测扫描器视野中的各种标记或物件 (并将其包括在结构映射中)。例如,几何形状扫描器可以探测已被放入扫描器扫描区域内的 TC。作为另一个示例,几何形状扫描器可以探测扫描器扫描区域中的粘胶片 (例如粘胶片 332) 或基准标记。图 3C 和图 3D 示出了在扫描结构表面 (例如飞行器部件 330) 时如何和 / 或为何可以使用粘胶片 (例如粘胶片 332) 的示例。图 3C 中的缺陷区域 331 可以指示何处存在或 (例如在砂磨掉之前) 曾经存在缺陷。如图 3D 所示,可以将粘胶片 (例如粘胶片 332) 置于结构表面 330 上,以指示大致的修复范围。这些粘胶片 (例如粘胶片 332) 可以帮助几何形状扫描器保持跟踪修复范围,例如,如果使用扫描器的多道扫描以便扫描整个修复范围。作为一个示例,几何形状扫描器可以在图 3D 的修复范围上进行第一道扫描。第一道可以仅捕获修复区域的一部分,例如左半部。几何形状扫描器可以进行第二道扫描以捕获修复范围的剩余部分,例如右半部。然后,几何形状扫描器可以使用粘胶片作为放置和取向指导,通过将各个扫描获得的结构映射拼接在一起来产生单个结构映射。在一些情况下,几何形状扫描器可必须对修复范围进行多于两道的扫描。相同的拼接概念 (使用粘胶片作为标记) 可以应用于将多于两个的结构映射拼接在一起。在一些实施例中,可以通过几何形状扫描器外部的计算机程序,例如扫描系统 (例如扫描系统 204) 或运行热管理分析器的计算机 (例如计算机 202) 中的例程将各部分结构映射拼接在一起。

[0062] 图 4 示出了根据本公开的一个或更多个实施例的框图,图中展示了热管理分析器 420 的示例部件、例程、相互作用等。例如,热管理分析器 420 可以类似于图 2 的热管理分析器 220。热管理分析器 420 可以与接线盒接口 422 进行通信,接线盒接口 422 继而可以与接线盒进行通信以接收来自各 TC 的数据 (并且可选地,发送电流至所述各 TC)。例如,接线盒接口 422 可以类似于图 2 的接线盒接口 222。热管理分析器 420 可以与扫描系统接口 424 进行通信,扫描系统接口 424 继而可以与扫描系统进行通信以接收来自各扫描附件的数据。例如,扫描系统接口 424 可以类似于图 2 的扫描系统接口 224。热管理分析器 420 可以与显示器 426 和 / 或投影仪 408 进行通信,例如,向技术员显示图像、文本、图形等。例如,显示 426 和投影仪 408 可以类似于图 2 的显示器 226 和投影仪 208。

[0063] 热管理分析器 420 可以包括各种例程、模块、方法、程序、代码片段、软件等等。热管理分析器 420 可包括 TC 数据和控制模块 404。TC 数据和控制模块 404 可以与接线盒接口 422 进行通信,接线盒接口 422 继而可以与接线盒进行通信以接收来自各 TC 的数据 (例如温度信息) (并且可选地,发送电流至所述各 TC)。TC 数据和控制模块 404 可以与修复分析器模块 402 进行通信以发送和 / 或接收与 TC 数据相关的信息 (例如,与各 TC 相关的温度信息)。热管理分析器 420 可包括 TC 探测器模块 406。TC 探测器模块 406 可以与扫描系统接口 424 进行通信,扫描系统接口 424 继而可以与扫描系统进行通信以接收来自各扫描附件的数据。扫描附件 (例如,图 3A 的附件 320、321、322、323) 可以提供与各 TC 的位置

有关的信息至 TC 探测器模块 406。TC 探测器模块 406 可以执行各种例程以使 TC 位置信息与修复区域的结构映射（例如，由几何形状生成器模块 408 产生或接收的结构映射）对准。在这方面，修复分析器模块可以接收关于（例如飞行器部件的）修复区域的结构映射上的 TC 放置的信息。

[0064] 热管理分析器 420 可包括几何形状生成器模块 408。几何形状生成器模块 408 可与扫描系统接口 424 通信，扫描系统接口 424 可以继而与扫描系统通信以接收来自各种扫描附件的数据。扫描附件（例如，图 3A 的附件 320、321、323、324）可提供关于结构表面（例如，密度、热质量和厚度的变化）的信息至几何形状生成器模块 408。扫描附件可以提供关于修复区域（例如，砂磨区域）、周围 / 底层结构和 / 或背面结构的结构信息。扫描附件可提供关于结构的核心的结构信息和 / 或关于在核心顶部上的叠层的信息。几何形状生成器模块 408 可以由此信息产生结构映射，例如，2D 结构映射。在一些实施例中，几何形状生成器模块可接收来自扫描系统 / 附件的结构映射。在一些实施例中，如果扫描附件在修复区域上进行多道扫描以扫描整个修复区域，则几何形状生成器模块 408 可执行例程以将多个结构映射拼接或合并成修复区域的单个结构映射。

[0065] 各条结构信息可以被发送到修复分析器模块 402 并由其存储和 / 或分析。各条结构信息可以例如通过显示器 426 和 / 或投影仪 408 被显示给技术员。此类信息可向技术员显示关于实际修复范围的地形信息或结构信息。存储、分析和 / 或显示关于修复范围的此类结构信息可帮助缺乏经验的技术员放置 TC，这可以改进修复设置时间，可以导致较高质量的固化，可以产生较少的错误以及较少的再修复并可以减少费用。

[0066] 热管理分析器 420 可包括显示生成器 410。当修复分析器模块确定它应向技术员显示信息时，显示生成器 410 可接收来自修复分析器模块 402 的信息。显示生成器 410 可格式化来自修复分析器模块 402 的显示信息，以使显示信息可导致连接的显示器 426 和 / 或投影仪 408 将信息显示给技术员。

[0067] 热管理分析器 420 可包括修复分析器模块 402。热管理分析器 420 可包括被设计成分析来自各种来源（例如，TC 数据和控制模块 404、TC 探测器模块 406 与几何形状生成器模块 408）的输入信息并生成与固化修复件（例如热毯（热粘结）修复件）有关的意见、建议、指导、警告等的各种例程、模块、方法、步骤、代码段、软件等。在本公开的一些实施例中，修复分析器模块 402 可包括使热管理分析器适合分析各种输入、确定各种建议并使各种物件被显示和 / 或投影的许多逻辑、例程、模块、方法、程序等。例如，可在修复分析器模块 402 中执行图 5A- 图 5C 的流程图中所示的多个决定、确定、推荐等。

[0068] 本公开的某些实施例可以在用于热管理的一种或多种方法中找到。关于在本文中描述并在相关图中示出的各种方法，应该理解，在一些实施例中，描述和 / 或示出的步骤中的一个或更多个可以按照不同的顺序执行。另外，在一些实施例中，方法可以包括比描述和 / 或示出的更多或更少的步骤。

[0069] 图 5A 示出了根据本公开的一个或更多个实施例的流程图 500，该图显示了用于热管理的方法的示例步骤。更具体地，图 5A 显示了可以在执行热调查之前执行的示例步骤。作为图 5A 所示步骤的预备步骤，可以已对修复区域进行砂磨以便去除复合材料层或金属层，从而暴露和 / 或去除所述缺陷。在此方面，修复范围可以包括所述砂磨区域（例如所述修复区域）和（例如飞行器部件的）周围 / 底层结构。在一些实施例中，可以执行几何形

状扫描（例如，NDI 检测或 CCLA 扫描）来帮助砂磨缺陷区域周围。所述几何形状扫描可以告知技术员缺陷 / 损坏的近似深度。在一些实施例中，热管理分析器可以接收来自几何形状扫描的信息并对如何进行砂磨向技术员提出建议。例如，热管理分析器可以确定将要被砂磨掉的复合材料或金属材料的面积和量，例如通过使得缺陷的近似深度乘以修复区域的直径（例如，确定自存储的专家知识的缺陷尺寸的推荐直径）。

[0070] 在步骤 502，修复范围可以由例如技术员进行标记。类似于图 3C 和图 3D 中所示的方式，修复范围可以用胶粘片或基准标记进行标记。标记修复范围可以帮助几何形状扫描器保持跟踪修复范围，例如，如果使用扫描器多道扫描来扫描整个修复范围。在步骤 504，修复范围可以由例如技术员进行扫描。几何形状扫描器（例如，CCLA 扫描器）可以滚过或经过修复范围。在一些情况下，几何形状扫描器可在修复范围上经过多道。在步骤 504，修复范围的结构映射可以被创造和 / 或接收。修复范围的结构映射可以包括或指示当几何形状扫描器在修复范围上扫描时存在于修复范围中的任何基准标记或胶粘片。修复范围的结构映射可以显示修复区域处的、在周围 / 底层结构中的结构信息（例如，密度和 / 或厚度变化）以及可选地关于结构的背面（例如飞行器部件的内表面）的结构信息。在一些实施例中，几何形状扫描器可以沿着结构的背面表面滚动或经过以获得更加详细的结构信息。

[0071] 在步骤 506，关于修复范围的信息可以被显示和 / 或被投影给例如技术员。例如，修复区域（例如，砂磨区域）可以被显示和 / 或被投影，例如，使得技术员能够确认热管理分析器已经确定修复区域的正确尺寸，位置和取向。例如，热管理分析器可以已从外形扫描获得此类修复区域信息。图 6A 示出了修复区域如何可被显示和 / 或投影的示例。如图 6A 中可见，计算机 602（例如，运行热管理分析器的计算机）可使修复区域的呈现被显示在集成或连接的显示器 626 上。如图 6A 中可见，计算机 602 可以例如通过与所连接的投影仪 608 通信，使修复区域的呈现投在或照在实际修复区域 614 上。

[0072] 作为关于可在步骤 506 被显示和 / 或投影的修复范围的信息的另一示例，关于修复范围的结构或地形信息可以被显示和 / 或被投影。例如，热管理系统分析器可以已经从外形扫描器获得这样的结构信息。图 6B 显示修复范围可以如何被显示和 / 或投影的示例。如在图 6B 中可见，计算机 602（例如，运行热管理分析器的计算机）可使修复范围的呈现被显示在集成或连接的显示器 626 上。如在图 6B 中可见，计算机 602 可以例如通过与连接的投影仪 608 通信，使修复范围的呈现投到或照到实际修复区域 614 上。应该理解，即使图 6B 没有显示投影在修复区域 614 上的密度、厚度、热质量等的实际变化，不过密度、厚度等的变化实际上可以与它们被显示在显示器 626 上类似的方式被投影和照亮在实际修复区域 614 上。修复范围的呈现可以使用各种颜色和 / 或从浅到深的颜色梯度。例如，较致密或厚的区域可显示为较深的颜色，而较不致密的区域可显示为较浅的颜色。例如，如在图 6B 中可见，显示在显示器 626 上的修复区域的呈现包括修复区域的近似一半，该一半比另一半颜色更深。这可以表明修复区域的更深色的一半是更致密或厚的。在一些示例中，颜色和 / 或明 / 暗度的一个或更多个梯度或环可以被使用来显示密度、热质量、厚度等的改变。修复范围的呈现可以显示其它结构构件所处的区域。例如，在显示器 626 上显示的两个水平条可以表示穿过结构或在结构后面延伸的框架构件、杆、IML 纵梁等。显示密度、热质量、厚度等的变化可以帮助确定结构的哪些区域在固化过程期间可以充当散热器，并且可以帮助热管理分析器确定在何处放置 TC。热管理分析器可以生成和 / 或显示（例如对技术员）

在修复范围内可产生散热或其它热管理问题的区域的警告。

[0073] 在步骤 508, 可将初始 TC 放置 (例如, 在修复范围中的位置) 推荐给例如技术员。热管理分析器可接收并分析来自几何形状生成器的信息 (例如, 结构映射或地形映射) 以确定修复区域的尺寸以及密度、热质量、厚度等的变化。基于此分析, 热管理分析器可确定 TC (例如, 控制 TC 和 / 或监控 TC) 的推荐放置。可使用算法确定所推荐的放置, 其中该算法可利用各种规则以及从专家知识和经验积累的其它信息。例如, 一个规则可建议在热光谱的每个区域 (例如, 厚区域、薄区域、具有金属框的区域等) 中放置至少一个 TC。建议 TC 的放置可确保在固化和 / 或热调查期间监控结构的材料、厚度、密度等的所有显著变化。此类全面监控可帮助预测最终固化将是否成功, 这可减少与修复的再返工相关的时间和成本。此外, 此类建议可允许经验不足的技术员利用与热管理相关的专家知识。

[0074] 为了推荐 TC 放置, 热管理分析器可使所建议的 TC 位置 (例如, 温度传感器指示符) 被显示和 / 或投影。图 6C 显示所建议的 TC 放置 (例如, 温度传感器指示符) 可如何被显示和 / 或投影的示例。如图 6C 中可见, 计算机 602 (例如, 运行热管理分析器的计算机) 可使在修复范围中的建议 TC 位置的呈现 (例如, X) 被显示在集成或连接的显示器 626 上。如图 6C 中可见, 计算机 602 可以例如通过与所连接的投影仪 608 通信, 使修复范围中的建议 TC 位置的呈现被投到或照到实际修复区域 614 上。应理解, 即使图 6C 没有显示在修复区域 614 上投影的实际 X, 不过 X 实际上可以被投到且照到实际修复区域 614 上。作为建议 TC 放置的一个示例, 图 6C 将建议的控制 TC 放置显示为白色 X 并将建议的监控 TC 放置显示为黑色 X。在此示例中, 可建议控制 TC 主要围绕修复区域周边被放置, 并且监控 TC 主要放置在修复区域周边内。TC 的建议放置可取决于从外形扫描器接收的信息; 例如, 较多 TC 可被建议在较致密区域中, 并且较少 TC 可被建议在较不致密区域中。在一些情况下, 热管理分析器可建议将 TC 放置于结构和修复区域的背面 (例如, 飞行器部件的内表面) 上。

[0075] 在某个时间点 (例如, 在步骤 508 之后和步骤 510 之前), 技术员将实际 TC 放置在修复区域中和周围。例如, 技术员可以将控制 TC 主要地围绕修复区域的周边放置, 并且可以将监控 TC 主要地放于修复区域的周边内。如前面所阐释的, 监控 TC 可以被放置在补片 (例如, 在热调查中使用的测试补片或者替代补片) 下方或者上方。一些监控 TC 可以被嵌入测试补片中, 并且当该测试补片被放置在修复区域之上时被因此放置。在一些情况下, 技术员可以将 TC 放置在结构和修复区域的背面 (例如, 飞行器部件或者机身的内表面) 上。

[0076] 在步骤 510, 可以探测 (例如, 如由技术员放置的) TC 的实际位置。热管理分析器可以与 (包括一个或更多个扫描附件的) 扫描系统通信以探测 TC 位置。作为一个示例, 技术员可以使用几何形状扫描器来扫描修复范围。该扫描可以是与辅助创造结构映射的初始扫描不同的扫描。几何形状扫描器 (例如, CCLA 扫描器) 能够探测位于修复范围中的 TC, 包括例如当查看修复设置时不可见的 TC。例如, 几何形状扫描器能够探测被放置在补片下方或补片中的 TC 或被放置在结构 / 修复区域的背面上的 TC。基于来自几何形状扫描的信息, 热管理分析器可以确定各种 TC 的位置, 并且可以在结构映射中保存或维持这些位置。

[0077] 在本公开的一些实施例中, 重要的是, 热管理分析器知道哪些特定 TC 编号 (例如, 1、2、3 等) 与 TC 位置 (例如, 如通过几何形状扫描器所探测到的 TC 位置) 相关联。例如, 这些 TC 编号可以是与 TC 相关联的热粘结器相同的编号。例如, 当在热调查期间从 TC 接收温度信息和 / 或当建议 TC 附近的特定区域隔热时, 知道 TC 编号 (例如, 1、2、3 等) 与 TC

的位置之间的关系会是重要的。可以是这样的情况,即从几何形状扫描器接收的 TC 放置信息可以示出各 TC 在修复范围中所放置的位置,但是该信息不会将每个 TC 与具体编号相关联。在这种情况下,可以执行额外的步骤,使得热管理分析器和 / 或计算机可以例如使用棒杆附件接收关于与 TC 相关联的特定编号的信息,以定位特定 TC,如下文更多地解释。

[0078] 作为 TC 编号 (例如,1、2、3 等) 如何可与 TC 位置相关联的一个示例,可以使用射频棒杆附件 (例如,图 3A 的棒杆 322)。例如,技术员可以在修复区域附近移动射频棒杆的尖端。然后技术员 (或在计算机附近的第二技术员) 可以与热管理分析器交互以使电信号发送给特定的 TC (例如, TC#1), 并因此, TC#1 可以发射射频信号。然后技术员可以使用射频棒杆在修复区域中定位 TC#1。例如,当棒杆接近 TC#1 时,它可以指示 (例如,通过光和 / 或声音) 给技术员。一旦 TC#1 位于修复区域内,技术员 (或第二技术员) 可比较实际修复范围中的 TC#1 的位置与如通过热管理分析器保持的 (例如,相对于结构映射的) TC 位置。然后技术员或第二技术员可以标明相对于结构映射的哪个 TC 是 TC#1。此过程可以被重复针对其它各个 TC 编号 (例如 2、3 等), 并且技术员可以分配所有的适当的 TC 编号给 (例如,相对于结构映射的) TC 位置。在这方面,热管理分析器和 / 或计算机可以接收针对每个 TC 的编号信息。在 TC 可以被放置于补片下或结构背面上的情况下,射频棒杆仍然可以探测到其接近 TC, 并且在这方面,被掩盖的 TC 可以被定位并编号。作为 TC 编号 (例如,1、2、3 等) 如何可与 TC 位置相关联的一个示例,可以使用热 / 冷尖端棒杆附件 (例如,图 3A 的棒杆 322)。用于使用热 / 冷的尖端棒杆分配编号的大部分步骤可与上文描述类似,但是代替向 TC 发送电信号并用射频棒杆探测无线电信号,热 / 冷尖端棒杆可导致 TC 升温或冷却,并且热管理分析器可以接收关于哪个 TC 编号正升温或冷却的信息。

[0079] 作为 TC 编号 (例如,1、2、3 等) 如何可与 TC 位置相关联的一个示例,可以使用几何形状扫描器 (例如,图 3A 的附件 320 或 321)。例如,技术员可以与热管理分析器交互以使电信号同时被发送到修复区域中的多个 TC。发送给每个 TC/TC 编号的信号可以具有唯一的信号模式或特征,其可以导致每个 TC 发射唯一信号。当每个 TC 都发射唯一信号时,技术员可在修复区域上扫描几何形状扫描器。几何形状扫描器可以适合于探测来自每个 TC 的信号的差异。然后几何形状扫描器可将与每个 TC 相关的唯一信息传送到热管理分析器。例如,每个 TC 可用唯一标记或图标指示,或签名可与被指示在结构映射上的每个 TC 相关联。然后热管理分析器可将每个探测到的 TC 的唯一信息匹配于发送到 TC 的唯一信号,以便分配 TC 编号给 TC 位置。在参考本公开之后,向 TC 位置分配 TC 编号的各种其它方法将变得显而易见。

[0080] 在步骤 510, TC 的实际位置 (例如,包括每个 TC 的编号) 可以被显示和 / 或被投影,例如,使得技术员能够确认每个 TC 已被探测到并适当编号。图 6D 显示实际的 TC 位置和编号如何可被显示和 / 或投影的示例。如图 6D 中可见,计算机 602 (例如,运行热管理分析器的计算机) 可使修复范围中的 TC 位置的呈现 (例如,X) 被显示在集成或连接的显示器 626 上。如图 6D 中可见,例如,通过与所连接的投影仪 608 通信,计算机 602 可以使修复范围中的建议 TC 的位置的呈现被投到或照到实际修复区域 614 上。应当理解,即使图 6D 没有示出在修复区域 614 上投影的实际 X, X (及编号) 实际上可以被投影和照到实际修复区域 614 上。作为实际的 TC 位置和编号的一个示例,图 6D 将控制 TC 位置显示为白色 X (编号 1-7), 并将监控 TC 位置显示为黑色 X (编号 8-11)。在这方面,技术员可以看到 TC 位置

和编号,例如,两者都在显示器 626 上并被直接投影到修复区域上。这可以允许技术员维持 TC 及其编号(例如,当它们被连接到热粘结器时的编号)的跟踪能力。

[0081] 在步骤 512,热管理分析器和/或计算机可以分析 TC 位置、结构映射以及可选的其它信息,并可以例如对技术员推荐热毯信息。热管理分析器可以确定修复区域的尺寸(例如,大小),并且可以对适合于修复设置的热毯的特定尺寸(例如,平方英寸)提出建议。适宜的热毯可以大到足以覆盖修复设置,但没有大到使修复范围过热而潜在地烧毁结构。热管理分析器可以确定加热建议热毯尺寸的最佳电源需求。与修复设置有关的(例如,包括热毯推荐值的)各条信息可以被显示和/或投影给技术员。图 7A 示出了如何将各条信息显示和/或投影的示例。如在图 7A 中可见,在对 TC 位置、结构映射以及可选的其它信息进行分析之后,热管理分析器对 11 根 TC 线缆和一个 18" 乘 20" 大小的修复区域进行探测。然后,热管理分析器推荐了 22" 乘 24" 大小的热毯和 120 伏的电源输出。应当理解,图 7A 的示例(以及本文中的其它示例)推荐了矩形形状的热毯;但是,热毯可以具有其它形状,诸如圆形或椭圆形。

[0082] 在某个时间点(例如,在步骤 512 之后和步骤 514 之前),技术员可以选择具有特定尺寸和特定功率的热毯。然后,技术员可以与计算机(例如,运行热管理分析器的计算机)交互以便输入与所使用的实际热毯相关的数据。例如,技术员可以输入所使用的热毯的尺寸和功率。

[0083] 在某个时间点(例如,在步骤 512 之后和步骤 514 之前),技术员可以与计算机和/或热管理分析器交互,以便输入与修复设置有关的其它固化数据。例如,技术员可以输入与目标固化分布有关的数据(例如,包括设定点、正/负公差等)。术语目标固化分布可以指修复区域应当理想地经历的以便修复补片以充分粘结修复区域的加热变化。热管理分析器可以接收这个目标固化数据并可以存储这个数据以用于未来使用。例如,热管理分析器可以使用这个固化数据来确定热调查是否成功(例如,所有的 TC 均在可接受范围之内)。在此时或者不同的时间点,技术员也可以与热粘结器交互以输入关于应使用的实际固化分布的信息。术语实际固化分布可指热粘结器经历的用于控制热毯的加热功率变化。术语设定点可以指在固化分布期间的最终或最高温度。作为固化分布的一个示例,温度可按特定的速率(例如,3 度/每分钟)上升并可以达到最高温度 350 度(例如,350 是设定点)。然后温度可以保持在设定点(例如,350 度)一段时间(例如,180 分钟)。然后温度以特定的速率(例如,3 度/每分钟)降低到结束温度(例如,140 度)。此时,固化可以结束。

[0084] 在步骤 514,热管理分析器可以接收关于被使用(或即将被使用)的实际热毯的信息,例如技术员输入的信息。热管理分析器可以存储该信息以备将来使用。热管理分析器可以分析所输入的热毯信息以及可选的其它信息。其它信息可以包括先前输入和/或探测到的关于修复设置的信息,例如修复区域的尺寸大小。热管理分析器可以确定各种警告和/或推荐。例如,热管理分析器可以确定热毯是否过大。如果热毯可以潜在地用于固化设置,那么热管理分析器可以建议将额外的 TC 放在修复区域附近,例如放在显著拉伸超出修复区域的过多的热毯区域内。热管理分析器还可以确定热毯是否过小。如果热毯不适合于修复设置,那么热管理分析器可以确定应使用不同的毯。作为另一示例,热管理分析器可以确定特定电源(例如 220 伏)应与特定尺寸的热毯一起使用。在一些示例中,热管理分析器可以确定单区域的热毯可能无法用于当前的修复设置,并且可以确定应当使用多区域

的热毯。

[0085] 热管理分析器可以显示和 / 或投影各种警告和 / 或推荐, 例如, 将信息传达给技术人员。图 7A 示出了如何可以将各条信息显示和 / 或投影的示例。如图 7A 中可见, 在对输入的热毯信息和可选的其它信息进行分析后, 热管理分析器接收到关于尺寸为 24" 乘 36" 的热毯的信息。然后, 热管理分析器显示 (例如导致显示) 热毯过大的警告。然后, 热管理分析器显示各种建议, 例如使用额外的 TC (例如 TC 编号 12、13、14、15)。热管理分析器还建议使用 220 伏电源。热管理分析器可以显示和 / 或投影关于如何将热毯正确放置在修复区域上的信息 (例如位置和对准)。在一些示例中, 扫描系统的附件 (例如相机) 可以观察修复区域并将关于热毯的位置和取向的信息传输给热管理分析器。如果应改变热毯放置, 则热管理分析器可以通知技术人员。

[0086] 作为可由热管理分析器确定并显示和 / 或投影给技术员的各种警告和 / 或推荐的另一示例, 热管理分析器可以确定应当使用哪种热毯控制方法。热毯控制方法可以指热粘结器用来基于来自各 TC 的温度数据确定将要发送至热毯的功率水平 (例如, 更热的或更冷的) 的方法。作为一个示例, 热粘结器可以确定来自所有的 TC 的平均温度读数, 并且可以使用该平均温度读数调节其发送至热毯的功率。其它控制方法可以使用最热的 TC 或最冷的 TC。在参考了本公开后, 各种其它方法将变得显而易见。热管理分析器可以基于关于将使用的实际热毯的信息以及可选的其它信息 (诸如修复范围的结构映射或地形映射) 来推荐热毯控制方法。技术人员可以将热粘结器配置成使用建议的热毯控制方法。在一些示例中, 控制方法逻辑 / 电路可以位于热毯中。

[0087] 在各种警告和 / 或建议被显示后, 热管理分析器可以向技术人员提供改变修复设置 (例如, 热毯) 并输入新信息的机会。一旦热管理分析器确定热毯是适合的, 则该方法就可以进入下一步。确保将适当的热毯用于固化过程可以节省可与使用不适合的热毯相关联的成本和时间。不适合的热毯会妨碍适当固化和 / 或会损坏修复区域和周围的结构。根据一些修复数据, 在修复范围中使用过大和过小的热毯是导致修复失败的主要原因。热管理分析器可以帮助技术人员在导致对结构的任何损坏之前识别任何热毯问题 (例如, 尺寸有误的问题), 并可以指导技术人员选择和 / 或放置合适的热毯。

[0088] 在步骤 516, 技术人员可以完成预备修复设置, 例如, 基于由热管理分析器确定和 / 或显示的各种建议和 / 或警告。技术人员可以将热毯放置在修复区域上。然后技术人员可以袋装修复设置以准备热调查 (步骤 518)。在一些设置示例中, 热毯可以被放置于结构的背面上, 例如, 以改善加热均匀性。

[0089] 在本公开的一些实施例中, 显示器和 / 或投影仪可用于向技术人员显示关于在修复设置期间各种物件的放置的指导。在一些实施例中, 显示器和 / 或投影仪可显示指导技术人员逐步地将物件放于正确区域中的循序步骤。热管理分析器可提供关于被推荐放置用于修复设置的物件的放置推荐 (例如, 逐步地循序), 所述物件诸如 TC、补片 (例如, 测试补片或修复补片)、热毯、包装材料、隔热体和任何其它物件 (例如, 粘合剂、膜等)。渐进图像可显示给技术人员 (例如, 在显示器上或直接投影到修复范围上) 以指导技术人员在修复的每个阶段 (例如, 准备、热调查、最终固化) 期间的各时间点将采取什么步骤。

[0090] 此时, 即使大部分或全部 TC 可以被热毯覆盖或遮蔽, 但技术人员仍能追踪 TC 位置。热管理分析器可使 TC 位置被显示在计算机的显示器 (例如, 显示器 626) 上和 / 或被投影

(例如,通过投影仪 608) 到修复区域上。TC 的这种显示 / 投影可以对例如引导技术人员在热调查期间和 / 或在最终固化期间添加隔热是重要的。

[0091] 图 5B 示出了流程图 501, 该图显示了根据本公开的一个或多个实施例的用于热管理的方法中的示例步骤。更具体地讲, 图 5B 显示可在一个或多个热调查期间执行的示例步骤。在步骤 518, 热调查可以准备开始。例如, 在热调查前执行的所有准备步骤可以已完成, 例如, 关于图 5A 所述的准备步骤。

[0092] 热调查可大体如编号 520 所指示而开始。热调查可包括各步骤。在步骤 522, 可加热修复范围, 例如遵循如上所述的特定的实际固化分布。修复范围的温度可攀升到设定值 (例如, 350 度)。为了加热修复范围, 技术人员可与热粘结器交互, 该热粘结器继而指示热毯应该加热。在温度攀升期间, TC (例如, 控制 TC 和监控 TC) 将传送关于修复区域周围各区域的温度的温度信息。热粘结器可以使用来自控制 TC 的温度信息来改变发送到热毯的加热数据。

[0093] 如上所解释, 这可以有用于对结构进行干燥以在最终的固化过程期间使结构与修复补片良好粘结。为了干燥结构, 可以在执行最终固化过程之前执行修复区域干燥 (例如, “干燥循环除湿”)。可以通过将修复区域加热到某一温度达一段时间来执行修复区域干燥。在一些情况下, 修复区域干燥可以与热调查同时执行。

[0094] 在步骤 524, 热管理分析器可以接收来自 TC 的温度信息。例如, 热管理分析器可以与接线盒 (和接线盒接口) 进行通信以接收来自 TC 的信号。热管理分析器可以监控来自 TC 的温度读数以确定 TC 在温度攀升期间和一旦达到温度设定值时是否上升至或保持在可接受温度范围内。步骤 526 可以表示是在温度攀升期间的各时间和一旦达到设定值温度时所执行的检查。在步骤 526, 热管理分析器可以确定是否所有 TC 读数都在可接受范围之内。例如, 热管理分析器可以确定各 TC 是否太热、太冷或者它们的温度变化率是否太大。如果所有的 TC 读数都在可接受范围内, 并且在整个固化分布中已经循环进行热调查, 那么修复设置可以是可接受的, 在这种情况下, 热管理分析器可以指示可以执行最终固化 (步骤 540)。

[0095] 在步骤 528, 如果一个或多个 TC 读数不在可接受范围内, 那么热管理分析器可以确定是否可能通过施加或去除隔热来解决问题。在本公开的一些实施例中, 热管理分析器可以在热调查开始之前 (例如在步骤 522 之前) 提供隔热推荐。热管理分析器可以通过分析 (例如通过几何形状扫描器对结构进行扫描所生成) 结构映射或地形映射来确定这些推荐, 以便例如, 根据厚度、密度、热质量等的变化来预测热区和 / 或冷区。如果通过施加或去除隔热可能解决 TC 读数问题, 那么热管理分析器可以执行各种例程, 以确定一个或多个隔热推荐 (步骤 530)。例如, 热管理分析器可以确定应该使用何种类型的隔热、使用多少以及应该将其置于修复范围的哪个位置或从哪个位置去除。可以基于和何种隔热配置对解决特定类型的加热问题作用良好有关的所积累的专家知识和经验来确定这些隔热建议的确定。专家知识可以包括关于如何对正在经历特定加热问题的修复区域进行隔热, 以使 TC 处于可接受容限内的信息。可以使用准备步骤期间由几何形状扫描器所构建的结构映射或地形映射进行这些确定。

[0096] 然后, 热管理分析器可以导致隔热推荐被显示和 / 或投影, 例如将关于理想隔热放置的推荐提供给技术人员。图 8 示出了如何可将隔热推荐进行显示和 / 或投影的一个示例。

如图 8 中可见,计算机显示器指示热调查已经开始。基于各条信息(例如 TC 温度、专家知识、结构映射等),热管理分析器推荐将 TC 1、6、7、8、10 附近的区域隔热。显示器和 / 或投影仪可以基于这些 TC 读数向技术员显示放置隔热的修复范围的区域。在一些实施例中,热管理分析器可以建议使用何种类型的隔热以及使用多少。在这方面,热管理分析器可以在原位(即“在适当位置”)提供关于适当隔热(例如隔热模式、厚度、类型等)的建议。

[0097] 在某个时间点(例如,在步骤 530 后和在步骤 532 前),技术员可将隔热放于修复范围或其周围。例如,技术员可遵循热管理分析器所提供的建议。作为特定示例,技术员可将隔热放置在修复设置顶部上,例如,放置在密封热毯的袋顶部上,放置在具有加热问题的特定 TC 附近。在一些情况下,技术员可将隔热放置在飞行器部件(例如,机身部分)背面上。通常,可将隔热放置在正在变冷的区域上方或周围,并且隔热可使该区域保持更多热量,进而提高或保持那个区域的温度。

[0098] 在一些情况下,对于技术员来说,通过特定 TC 的 TC 编号(例如,1、2、3 等)定位它们可以是重要的,例如,因为热管理分析器可建议将隔热放置在特定 TC 编号周围。在这些情况下,连接到计算机(例如,运行热管理分析器的计算机)的各种装置可帮助技术员定位 TC 编号和 / 或放置隔热。作为一个示例,投影仪(例如,图 8 中所示的投影仪)可直接将 TC 位置和编号投到和 / 或照到修复区域上。在一些示例中,投影仪也可在修复范围上投射和 / 或照亮表示所建议的隔热放置的区域。作为另一个示例,技术员可使用扫描附件(例如,扫描系统的一部分)来定位特定 TC。例如,技术员可使用棒杆附件(例如,类似于图 3A 的棒杆 322)来通过将棒杆的尖端移动靠近 TC 来定位特定 TC。当棒杆尖端移动靠近特定 TC 时,例如,热管理分析器可使特定 TC 显示和 / 或投影,以使技术员能够确认 TC 位置。当从结构背面扫描时棒杆附件也可以用于定位 TC。例如,如果技术员计划将隔热放于结构背面上,则他可以在背面周围移动棒杆,并且棒杆能够探测 TC 位置,即使 TC 位于结构前面上也如是。在一些情况下,可存在被允许放置在修复件前面上的最大隔热量,并因此必须将额外的隔热放于背面上。

[0099] 回到图 5B,一旦技术员放置隔热并向热管理分析器指示所述隔热,则热调查 520 可返回到步骤 522。修复区域的加热可持续或维持,并且热管理分析器可以再次检查 TC 温度读数(步骤 526)。可以持续该循环(例如,隔热并再检查)直到所有 TC 在可接受范围内。

[0100] 在一些情况下,热管理分析器可确定 TC 温度问题不能只通过隔热来解决(步骤 528),或因一些其它原因,应做出除隔热推荐之外的其它推荐。在步骤 532,热管理分析器可确定 TC 温度问题是否可通过其它非隔热类型的解决方案来解决。如果热管理分析器确定非隔热类型的解决方案不能解决加热问题,则热管理分析器可建议中止热调查(步骤 534)。作为非隔热类型的解决方案的一个特定示例,热毯可能没被适当放置。作为另一个特定示例,TC 可指示修复的冷的、超出容限的区域。过去历史和经验可以显示技术员可以倾向于将 TC 附近的区域过度隔热以尝试并使其进入容限,即使更合适的是调查 TC 正指示冷的温度的原因。过度隔热可导致烧穿结构(例如复合材料或金属),从而对修复范围造成进一步损坏并加大修复尺寸。热管理分析器可以包括例如基于各条信息(诸如专家知识、经验、结构映射等)对热 / 冷点执行智能诊断的一个或更多个例程。

[0101] 在步骤 536,热管理分析器可以推荐技术员可以考虑的其它潜在解决方案。例如,

热管理分析器可以识别特定 TC 正指示此类冷读数,使得热管理分析器可以指令技术员不要过度隔热,和 / 或可以提供关于什么可以正引起线缆变冷并如何改正该问题的推荐。例如,热管理分析器可以推荐技术员检查正在冷却的 TC 的位置 / 放置。热管理分析器可以推荐核实 TC 是否放置在热毯内例如最少两英寸。热管理分析器可以推荐移动或去除一个或更多个 TC。热管理分析器可以推荐对 TC 运行诊断以确保 TC 没有失效、损坏或失灵。在一些情况下,热管理分析器可确定热毯在一些方面对于修复是不充足的和 / 或可以建议多区的热毯。在一些情况下,热管理分析器可以推荐考虑升高或降低实际固化分布的设定点。为了生成这些推荐,热管理分析器可参照使用与已知的加热问题相关的专家知识和经验的信息存储。

[0102] 作为非隔热推荐的另一个具体示例,热管理分析器可以推荐一个或更多个 TC 应是热同步的。一般来说,将 TC 热同步使得热量从该 TC 和 / 或该 TC 附近的修复区域吸走或引离。可以通过多种方式对 TC 热同步。例如,热同步袋,其中该热同步袋由可以吸收或吸走热量的材料制成,可以放在要求减少热量的区域上。能够采取其它热同步,例如,金属片、管子或适于从区域吸走热量的任何其它材料。作为非隔热推荐的另一个具体示例,如上所述,热管理分析器可建议一个或更多个 TC 应是热同步的。作为非隔热推荐的另一个具体示例,如上所述,热管理分析器可以推荐改变热毯控制方法(例如,哪个(哪些)TC 确定发送给热毯的功率水平)。作为非隔热推荐的另一个具体示例,热管理分析器可以推荐改变热粘结器所用的实际固化分布,例如,以帮助使所有 TC 处于温度容限内。在一些示例中,热粘结器可以允许技术员在运行中改变热毯控制方法和 / 或热粘结器的实际固化分布,例如,无需结束固化。在一些实施例中,热管理分析器仅推荐技术员可输入热粘结器中的变化。在另一些实施例中,计算机和 / 或热管理分析器可与热粘结器进行通信以自动做出这些改变。

[0103] 在步骤 536,热管理分析器可以为技术员提供遵循由热管理分析器所提供的建议的机会。热管理分析器可以等待来自技术员的已完成所建议的解决方案的确认。如果技术员不能确认完成所建议的解决方案,热管理分析器可以推荐结束或中止热调查(步骤 534)。一旦技术员执行建议的解决方案将并指示该解决方案已被执行(例如,向热管理分析器做出指示),热管理分析器可以等待或延迟一段时间,例如,以使解决方案(例如,增加的隔热)对 TC 温度读数产生效果。然后,热调查 520 可以返回步骤 522。可以继续或保持对修复区域的加热,并且热管理分析器可以再次检查 TC 温度读数(步骤 526)。这种循环(例如,隔热和 / 或解决和再检查)可继续进行直到所有 TC 都在可接受范围内。一旦所有的 TC 都在可接受范围内,可以开始进行最终固化(例如,步骤 540)。

[0104] 一旦热管理分析器准许进行最终固化(例如步骤 540)或者在其准许之前,热管理分析器可以保存用来使 TC 处于可接受温度范围内的各种解决方案的信息。例如,在步骤 538,热管理分析器可以接收与由技术员实际放置的隔热相关的信息。技术员可以与计算机(例如图 8 中所示计算机)交互,以输入与所放置的隔热相关的信息。参考图 8,计算机的显示器显示技术员可以选用的各种隔热选项(例如脱模布、120F/G、181F/G、爱维福)。显示器还可以显示与每种类型的隔热相关的估计的温度节约。然后,技术员可以指明使用何种类型的隔热。例如,技术员可以选择或指明修复范围的区域。然后,技术员可以选择(例如点击)与所用隔热相关的指示符(例如参见与每种隔热类型相关联的椭圆形符号),并可以将该指示符拖动到拖 / 放区域内。然后,计算机的显示器可确认何种隔热被选择 / 输入。

在一些情况下,需要对单个区域应用多层隔热(例如多层不同类型的隔热)。作为技术员输入的示例,技术员可拖动和放下多个隔热指示符,以表明多层隔热的放置。热管理分析器可以保存与所用隔热相关的信息(例如保存在隔热日志文件中)。然后,可以使用此信息(例如,给技术员建议)以建议用以将最终固化预隔热的隔热。在许多情况下保存隔热信息可以是有用的。例如,如果第一名技术员在第一次换班之前准备好了修复区域并进行了成功的热调查,那么第二名技术员可以从第一名技术员停止的位置处继续操作,而且第二名技术员可以知道如何放置初始隔热以便开始最终固化。

[0105] 作为另一示例,在步骤 539,如果完成了其它非隔热类型的解决方案(例如如果技术员确认完成了所建议的非隔热类型的解决方案),那么热管理分析器可以接收和/或保存与所完成的解决方案相关的信息。技术员可以与计算机(例如图 8 中所示计算机)交互,以输入与所执行的解决方案相关的信息。该所保存的信息可以在最终固化时用于指示技术员如何准备用于最终固化的修复设置。

[0106] 根据本公开的一个或更多个实施例,图 5C 描述了流程图 503,流程图 503 示出了热管理方法的示例步骤。更具体地,图 5C 示出了可在最终固化过程期间执行的示例步骤。在步骤 540,最终固化过程可以准备好开始。例如,所有 TC 在热调查期间可以已经在可接受范围内,例如,如关于图 5B 的描述。

[0107] 最终固化过程可以如大体由编号 542 的指示开始。最终固化过程可以包括各种步骤。在步骤 544,技术员可以为最终固化准备修复设置。例如,测试补片可以被去除,并且(例如,由复合材料或金属制成的)修复补片可以被放置在例如与测试补片相同的位置/取向。监控 TC 可以从修复区域去除(留下围绕在修复区域周围的控制 TC)。热毯可以被更换到修复补片和修复区域上,并且修复设置可以被重新装袋。在一些设置示例中,热毯可以被放置在结构的背面上,例如,以改善加热均匀性。所述热管理分析器可以给技术员提供关于准备的各方面的推荐或要求。例如,热管理分析器可以提醒技术员适当放置控制 TC。作为另一个示例,热管理分析器可以提醒技术员热毯的适当尺寸、功率和放置。作为另一示例,热管理分析器可以推荐修复件上隔热的适当放置。为了提供这些提醒,热管理分析器可以显示和/或投影信息(例如,类似于关于图 7B 所示和所述的方式)。在这方面,技术员可以看到精确的放置信息,例如,被直接投影到实际修复范围上的。

[0108] 在步骤 546,热管理分析器可向技术员提供关于在固化开始前隔热应放置的推荐或要求。为了提供这些推荐或要求,热管理分析器可调用关于热调查期间放置的隔热的信息(例如,存储或保存的信息)。此时,修复设置可最终装袋以固化(例如,与放在修复区域上的热毯和装袋材料一起)。因此,修复区域(包括 TC)的可见性可被遮挡。热管理分析器可显示和/或投影关于 TC 位置的信息,例如,以类似于关于图 6D 所示及所解释的方式。在这方面,即使修复区域和 TC 被遮挡,技术员仍可以看到关于特定 TC 位于何处的信息(例如,被直接投影到修复设置上),以使技术员可如所推荐的那样放置隔热。在一些实施例中,热管理分析器可将区域投影到修复设置上,指示应隔热的建议区域。技术员然后可参照显示/投影的 TC 位置(和/或隔热区域),并可以放置隔热。因为所推荐的隔热被清楚地显示/投影给技术员,所以可通过开始时正确地放置隔热而避免返工修复。这也可以减少在固化期间对隔热的改变。

[0109] 在步骤 548,热管理分析器可以显示和/或投影设置项目的检查清单,例如,以使

技术员能够在继续进行实际固化（例如，按下按钮以开始固化）之前检查与修复设置相关的各种设置项目。检查清单项目的示例包括：(1) 热毯是否超出所有 TC 线缆最小延长 X（例如，2）英寸？(2) 热粘结器电源是否插入被识别为“不要拔掉”的插座中？(3) 所有插头连接是否固定以使它们在固化期间不会意外地拔掉？(4) 所有易燃材料是否从热源移开？(5) 所推荐的预隔热是否就位？(6) 如果固化期间被推荐，则你是否手头有额外的隔热材料？在参照本公开后，各种其它检查清单项目可变得显而易见。该检查清单可以是重要的，因为其可以提高第一次固化尝试的成功率并可改善固化质量。清单也可减少固化时间，因为可以延迟或停止固化开始的检查点将不会被遗漏。一旦修复设置准备好，则可以继续最终的固化过程。

[0110] 在步骤 550，实际的固化可以开始（例如，根据实际的固化分布加热修复区域）。在步骤 552，热管理分析器可以提供关于如何在固化期间管理修复设置的推荐（例如，实时推荐）。例如，热管理分析器可以确定并显示 / 投影关于如何管理热点和冷点（例如，在可接受范围外的 TC）的推荐。为了提供这些推荐，热管理分析器可以分析各条信息，例如来自 TC（例如，控制 TC）的温度读数、结构映射等等。图 9A、图 9B 和图 9C 显示了热管理分析器可以如何显示和 / 或投影关于如何管理热点和冷点的推荐的示例。例如，在图 9A 中，热管理分析器可以确定 TC 1、6、7、8 和 10 冷运行，并且热管理分析器可以推荐添加隔热。热管理分析器可以显示和 / 或投影应当被隔热的特定 TC 附近的区域，和 / 或其可以显示 / 投影应当被隔热以覆盖冷 TC 的区域（例如区域 902）。作为另一示例，在图 9B 中，热管理分析器可以确定 TC 2、6、8、9 和 10 热运行，并且热管理分析器可以推荐技术员验证在接近特定的这些 TC 的区域中没有使用隔热（或使用很少隔热）。热管理分析器可以显示和 / 或投影不应当被隔热的特定 TC 的附近的区域，和 / 或其可以显示 / 投影不应当被隔热以降低那些 TC 处的温度的区域（例如区域 904）。在一些情况下，热管理分析器可以推荐降低实际的固化分布的设定点。

[0111] 作为另一示例，在图 9C 中，热管理分析器可以同时提供关于热区域和冷区域的建议。热管理分析器可以确定 TC 1、7、8 冷运行，并且热管理分析器可以推荐添加隔热。热管理分析器可以确定 TC 3、4、11 热运行，并可以推荐技术员验证在这些 TC 附近的区域中没有使用隔热（或使用较少隔热）。热管理分析器可以显示和 / 或投影应当隔热或不隔热的特定 TC 区域，和 / 或其可以显示 / 投影应当隔热或不隔热以在那些 TC 处提高或降低温度的区域（例如，区域 906、908）。在一些实施例中，每当热管理分析器建议解决方案（例如更多或更少的隔热）时，热管理分析器可以从技术员接收输入信息，从而例如确认完成了解决方案。对于完成的每个解决方案，热管理分析器可以保存更新的修复设置配置细节。在这方面，热管理分析器可以总是维持与用以使所有 TC 处于可接受水平之内所使用的设置或配置相关的信息。这种保存的信息在例如所述固化由于一些原因必须中止并重新开始的情况下可以是有用的。

[0112] 在步骤 554，在固化（例如，加热）期间，热管理分析器可执行与固化条件和修复设置相关的其它检查，并可提供适宜的推荐。例如，热管理分析器可分析各条信息，例如，来自 TC（例如，控制 TC）的温度读数、结构映射以及其它信息，以确定目前使用的热毯是否如修复所预期般地运行。关于这方面，热管理分析器可连续地询问热毯以确定其对修复是否足够。为询问热毯，热管理分析器可将热毯功耗读数（例如，从热粘结器接收到的读数 / 数

据)与 TC 所感测到的温度比较。作为一个示例,如果功耗超出所期望标准,则热管理分析器可产生警告以通过显示器和 / 或投影仪显示和 / 或闪光。如果在某个时间点热管理分析器确定热毯不能如预期运行,则热管理分析器可显示警告和 / 或推荐。示例推荐可包括检查热毯是否延长超过 TC 线缆 X(例如,2)英寸和 / 或是否正降低设定点。作为可在固化过程期间执行的检查的另一个示例,如果热管理分析器确定 TC 表现为失效或损坏,则热管理分析器可显示改变的热毯控制方法。例如,如果热毯控制方法(例如,通过热粘结器使用以确定发送到热毯的功率量)使用特定 TC 以控制热毯并且该 TC 发生故障,则热管理分析器可以推荐 TC 切换控制到例如具有类似热特性的 TC。

[0113] 作为非隔热推荐的另一个特定示例,如上所述,热管理分析器可以推荐 TC 附近的一个或更多个位置应热同步。作为非隔热推荐的另一个特定示例,如上所述,热管理分析器可以推荐改变热毯控制方法(例如,哪个(哪些)TC 确定发送给热毯的功率水平)。作为非隔热推荐的另一个特定示例,热管理分析器可以推荐改变热粘结器所用的实际固化分布,例如,以帮助使所有 TC 在温度容限内。在一些示例中,热粘结器可允许技术员在运行中改变热毯控制方法和 / 或热粘结器的实际固化分布,例如,无需结束固化。在一些实施例中,热管理分析器仅推荐技术员能够输入热粘结器中的改变。在另一些实施例中,计算机和 / 或热管理分析器可与热粘结器通信以自动做出这些改变。

[0114] 如果在某一时间点,该热管理分析器确定与固化过程有关的问题(例如,在运行中)不能被解决,该热管理分析器可以推荐该固化被中止(步骤 556)。以类似的方式,如果由于某一原因,被推荐的隔热修改(例如,步骤 552)不能被实施,则热管理分析器可以推荐该固化被中止(步骤 556)。通过中止没有以可接受的水平运行的固化,可以避免对结构的额外破坏。在步骤 557,热管理分析器可以连续地监控来自于 TC 的温度读数,并且可以检查 TC 是否在可接受的温度水平之内。例如,热管理分析器可以将来自于 TC 的温度读数与先前输入的目标固化分布比较。如果 TC 中的任何一个落在可接受的水平之外,则热管理分析器可以推荐额外改变(例如,在步骤 552 和 / 或步骤 554)。如果来自 TC 的温度读数保持在可接受水平内,固化过程可以继续(步骤 558)。在步骤 558,如果固化过程不被中止(例如,步骤 556),则该固化过程可以完成。例如,固化分布可已经被完全执行,升高设定点温度,保持该温度一段时间,并然后冷却。此时,修复补片可已经被成功地固化到该结构(例如,飞行器部件)。修复设置材料(例如,隔热、热毯、袋等)可以被去除,并且已修复区域可以被精整(例如,砂磨或抛光)以使其看起来可接受。

[0115] 在本公开的一些实施例中,在本文中所描述的各种例程的各种步骤,热管理分析器可以确定单区域热毯可能不足以执行修复(例如,用于结构下复杂的表面)。单区域热毯可以指横跨热毯的整个占位面积基本上均匀加热的热毯。此类热毯可以粗略地具有两个加热选项——较多热量或较少热量。与能够通过单区域热毯提供的加热分布相比,一些修复设置会使用更加复杂的加热分布。热管理分析器可以确定单区域热毯是不足够的,例如,在准备步骤期间、在热调查期间或者在最终固化期间。

[0116] 在本公开的一些实施例中,热管理分析器可包括热毯设计器模块。热毯设计器模块可以帮助技术员设计多区域热毯,其可以定制设计成适当地加热特定的修复设置或类似的修复设置情形。为了设计定制的热毯,可执行参照运行热调查(例如图 5B)所解释的大部分步骤。例如,单区域热毯最初可以被使用,并且一旦热管理分析器确定单区域热毯是不

足够的（例如，一些 TC 不能达到某些温度），则热管理分析器可以建议能够被改变的热毯的一个或更多个区域（例如）来产生更高的温度。热管理分析器可分析在热分布期间接收的信息（例如，以及结构映射等），并可确定、显示和 / 或投影被建议用于定制热毯的各加热区的映射或图表。图 10 显示了如何显示和 / 或投影各加热区的映射或图表的一个示例。如图 10 中可见，热管理分析器建议应使用两区域热毯，并建议区域 1 (1002) 在 110 伏运行，并且区域 2 (1004) 在 220 伏运行。

[0117] 通过快速确定多个加热区的建议，并向技术员显示精确的热毯设计图，热管理分析器可允许更快且成本更低的多区域热毯设计。例如，因为在修复中所有的区域都可以满足它们的目标固化温度，因此使用定制设计的热毯可以改善粘结质量。通过保证粘结过程的质量，使用定制设计的热毯可以改进质量保证 (QA) 检查。

[0118] 在本公开的一些实施例中，热管理分析器可以包括训练模块。训练模块可有助于技术员的课堂实习训练，其可以减少训练热粘结器技术员的高额成本。训练模块可以执行关于运行热调查的解释的大部分步骤（例如，图 5B）。例如，技术员可以学习到 TC 的合适放置、热毯的合适选择和放置、隔热的合适选择和放置等。技术员可以学习关于结构的热分布的细节。在一些实施例中，投影仪（例如，类似于图 2 的投影仪 208）可以通过将指导直接投影或照到修复区域上向技术员教授各种步骤。在这方面，热管理分析器可以以分组方式逐步向学生提供如何执行修复的指示。在类似的方面，热管理分析器可以提供即将进行的修复的“预检”，例如，以确保技术员为工作做好准备。

[0119] 本公开的方法、例程和技术方案，包括在不同的所示实施例的流程图和方框图中阐释的示例方法和例程，可以被实施为由数据处理系统执行的软件，所述数据处理系统被编程，使得其适合于实施和 / 或执行本文所述的方法、例程、技术和技术方案。在本文中引用的在方框图或流程图中的每个框或符号可以代表计算机可用或可读程序代码的模块、分段或部分，其包括用于通过一个或更多个数据处理系统实施指定的一个或更多个功能的一个或更多个可执行指令。在本公开的一些另选实施方式中，方框图或流程图的框或符号中所示的一个或更多个功能可以不按图中指出的顺序发生。例如在一些情况下，连续显示的两个框或符号可以基本同时执行，或者块可以有时以相反的顺序执行，这取决于所涉及的功能。在数据处理系统执行代码之前，部分或全部计算机代码可以被加载到数据处理系统的存储器中。

[0120] 图 11 示出根据本公开的一个或更多个实施例的可包括在计算机（例如，图 2 的计算机 202）中的示例数据处理系统 1100 的框图。数据处理系统 1100 可用于部分或全部地执行本公开的方法、例程和 / 或技术方案中的一种或多种，例如，图 2 的热管理分析器 220。在本公开的一些实施例中，多于一个数据处理系统，例如类似于数据处理系统 1100 的数据处理系统，可以用于实施本文中所述的方法、例程、技术和 / 或技术方案。在图 11 的示例中，数据处理系统 1100 可包括在部件例如处理器单元 1104、存储器 1106、永久存储设备 1108、通信单元 1110、输入 / 输出 (I/O) 单元 1112 和显示器 1114 之间提供通信的通信构造 1102。总线系统可以用于实施通信构造 1102 并可以由一个或多个总线组成，诸如系统总线或输入 / 输出总线。可使用提供在附接到总线系统的不同部件或装置之间的数据传送的任意适宜类型的架构，来实施总线系统。

[0121] 处理器单元 1104 可以用于执行指令（例如，软件程序，例如，热管理分析器），所述

指令可被加载到数据处理系统 1100 中,例如存储器 1106 中。处理器单元 1104 可以为一个或更多个处理器构成的一组或可以为多处理器核,这取决于具体实施方式。可使用其中主处理器与协处理器一起存在于单个芯片上的一个或更多个异构处理器系统,来实施处理器单元 1104。作为另一个阐述性示例,处理器单元 1104 可为含有多个相同类型的处理器的对称多处理器系统。

[0122] 存储器 1106 可以为例如随机存取存储器或任意其它适合的易失性或非易失性存储装置。存储器 1106 可以包括一层或多层缓存存储器。永久存储设备 1108 可以采取各种形式,这取决于具体实施方式。例如,永久存储设备 1108 可以含有一个或更多个部件或装置。例如,永久存储设备 1108 可以为硬盘驱动器、固态驱动器、闪存或以上的一些组合。

[0123] 用于操作系统的指令可位于永久存储设备 1108 上。在一个特定实施例中,操作系统可为许多已知操作系统中的某个版本。用于应用和 / 或程序的指令也可以位于永久存储设备 1108 上。可将这些指令加载到存储器 1106 中用于被处理器单元 1104 执行。例如,本公开中所述的不同实施例的方法和 / 或过程可以由处理器单元 1104 通过使用可被加载到例如存储器 1106 的存储器中的计算机实施指令被执行。这些指示被称为程序代码、计算机可用程序代码或计算机可读程序代码,其可被处理器单元 1104 中的处理器读取并执行。

[0124] 显示器 1114 可向用户提供显示信息的机构,例如,通过 LCD 或 LED 屏幕或监视器,或其它类型的显示器。应当理解,贯穿全公开,术语“显示器”可以灵活的方式使用,以指代诸如物理屏幕的物理显示器或用户在物理装置的屏幕上看到的图像。输入 / 输出 (I/O) 单元 1112 允许利用可以连接到数据处理系统 1100 的其它装置输入及输出数据。输入 / 输出装置能够直接地或通过中介 I/O 控制器耦合到系统。可通过 I/O 单元 1112 连接的装置的一个示例为投影仪 (例如,图 2 的投影仪 208)。可以通过 I/O 单元 1112 连接的装置的一个示例为扫描系统 (例如,图 2 的扫描系统 204)。

[0125] 通信单元 1110 可以例如通过一个或更多个网络提供与其它数据处理系统或装置的通信。通信单元 1110 可以为网络接口卡。通信单元 1110 可以通过使用有线和 / 或无线通信链路提供通信。在一些实施例中,通信单元可以包括电路,该电路可操作以根据多种无线通信标准例如蜂窝标准、WiFi 标准、蓝牙标准等等来通信。

[0126] 针对数据处理系统 1100 所述的不同部件并不意味着提供对不同实施例可以被实施的方式的架构限制。不同的说明性实施例可以在数据处理系统中被实施,所述数据处理系统包括除针对数据处理系统 1100 所述的那些部件之外或代替那些部件的部件。图 11 中所示的其它部件能够与所示的说明性示例不同。

[0127] 对不同的有利实施例的描述已出于说明和描述的目的呈示,并且无意详尽或受限于所公开形式的实施例。很多修改和变化对本领域普通技术人员将是显而易见的。与其它有利实施例相比,进一步的不同有利实施例可以提供不同的优点。所选择的一个或更多个实施例被选出并描述以最好地解释实际应用的实施例的原理,并使本领域普通技术人员能够理解具有各种修改的各种实施例的本公开适于所预期的特定用途。

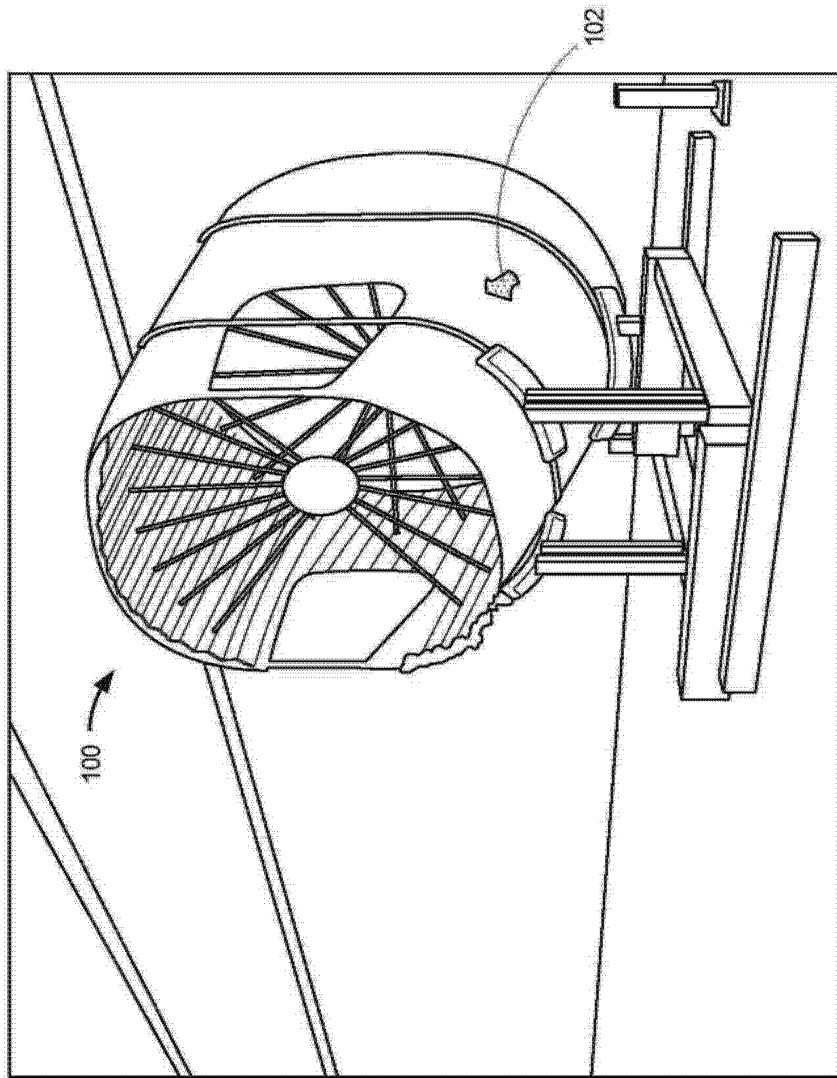


图 1A

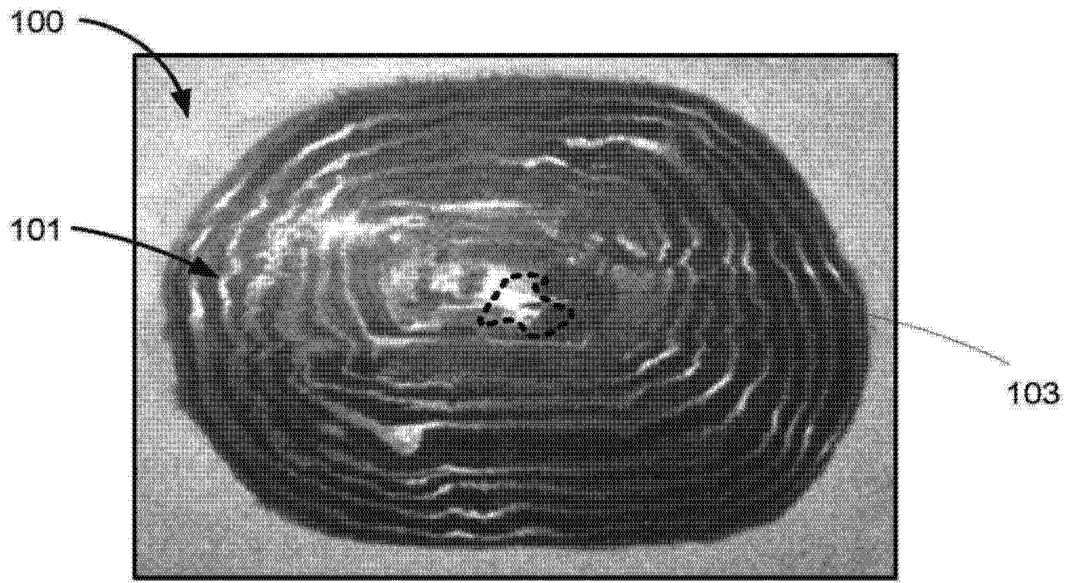


图 1B

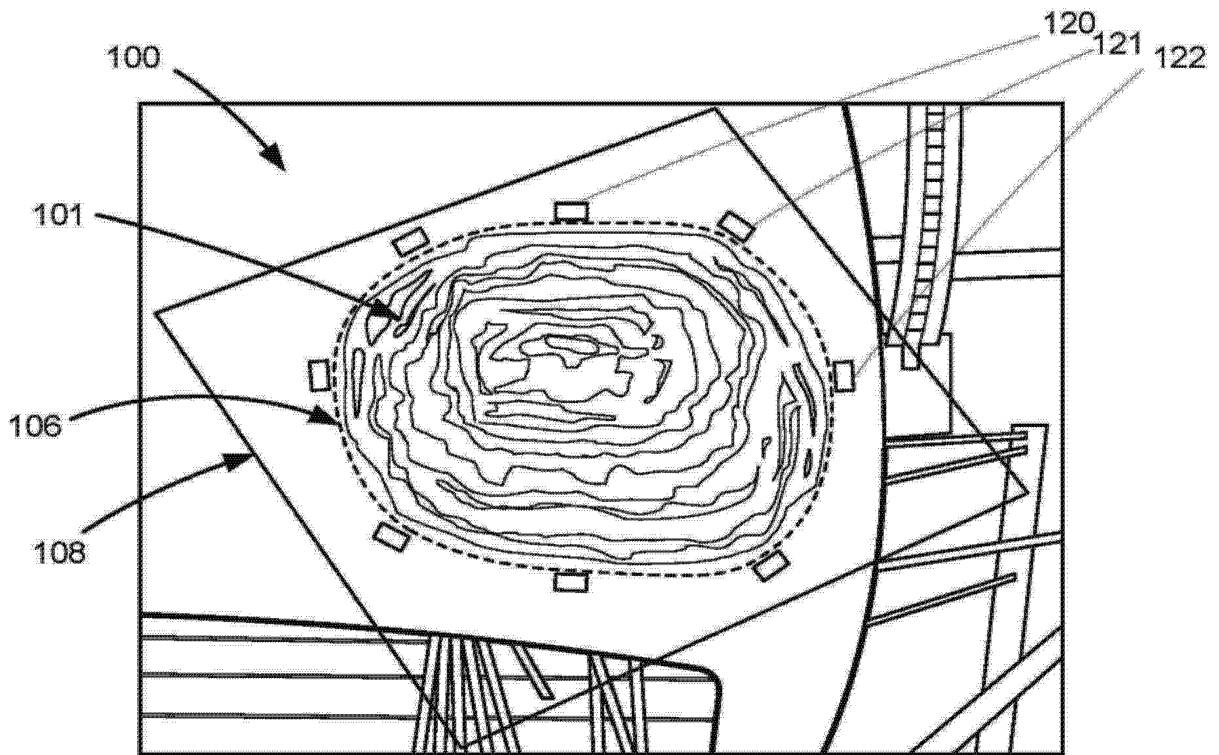


图 1C

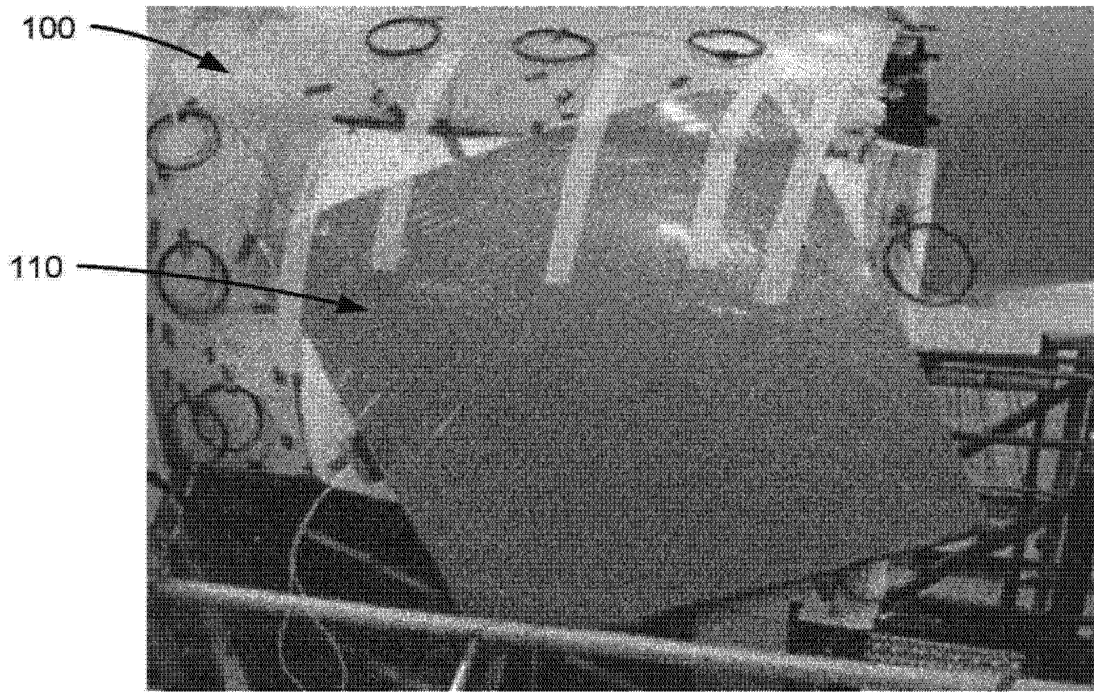


图 1D

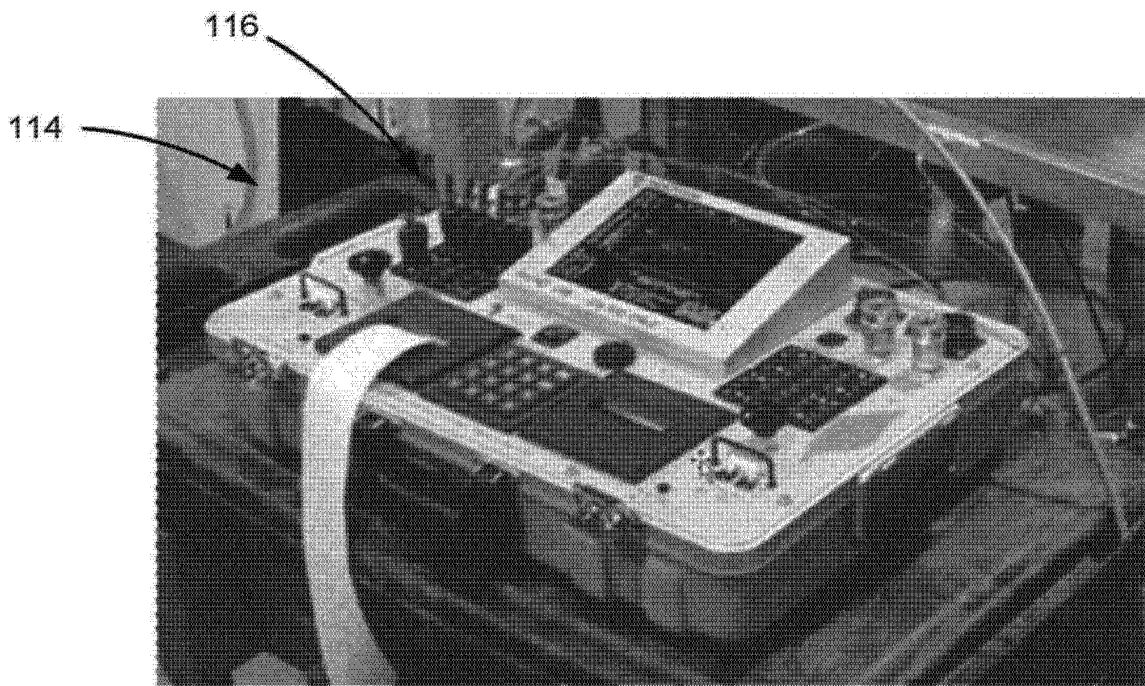


图 1E

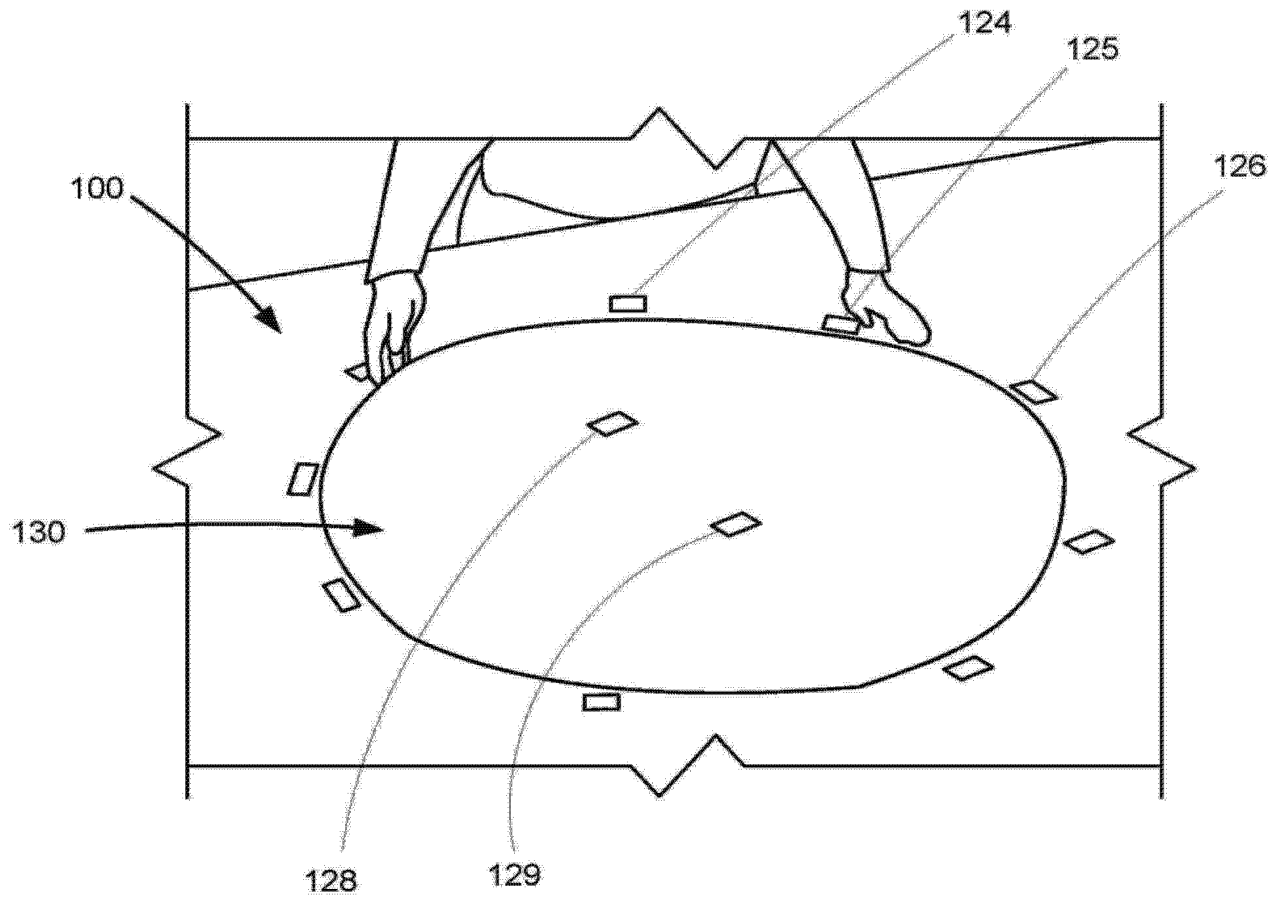


图 1F

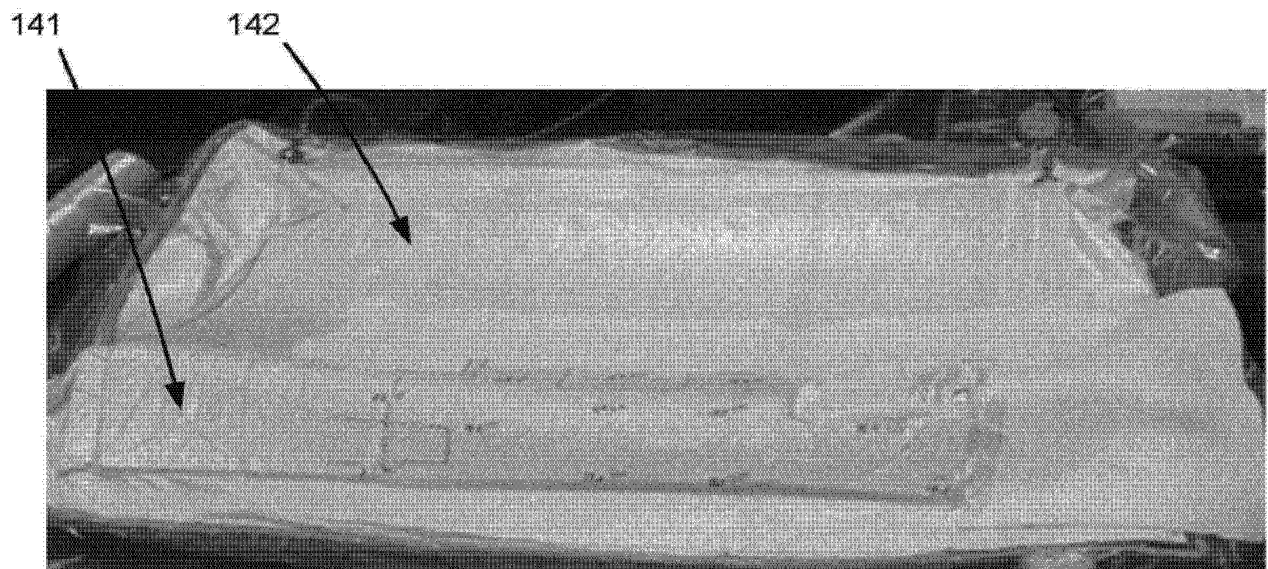


图 1G

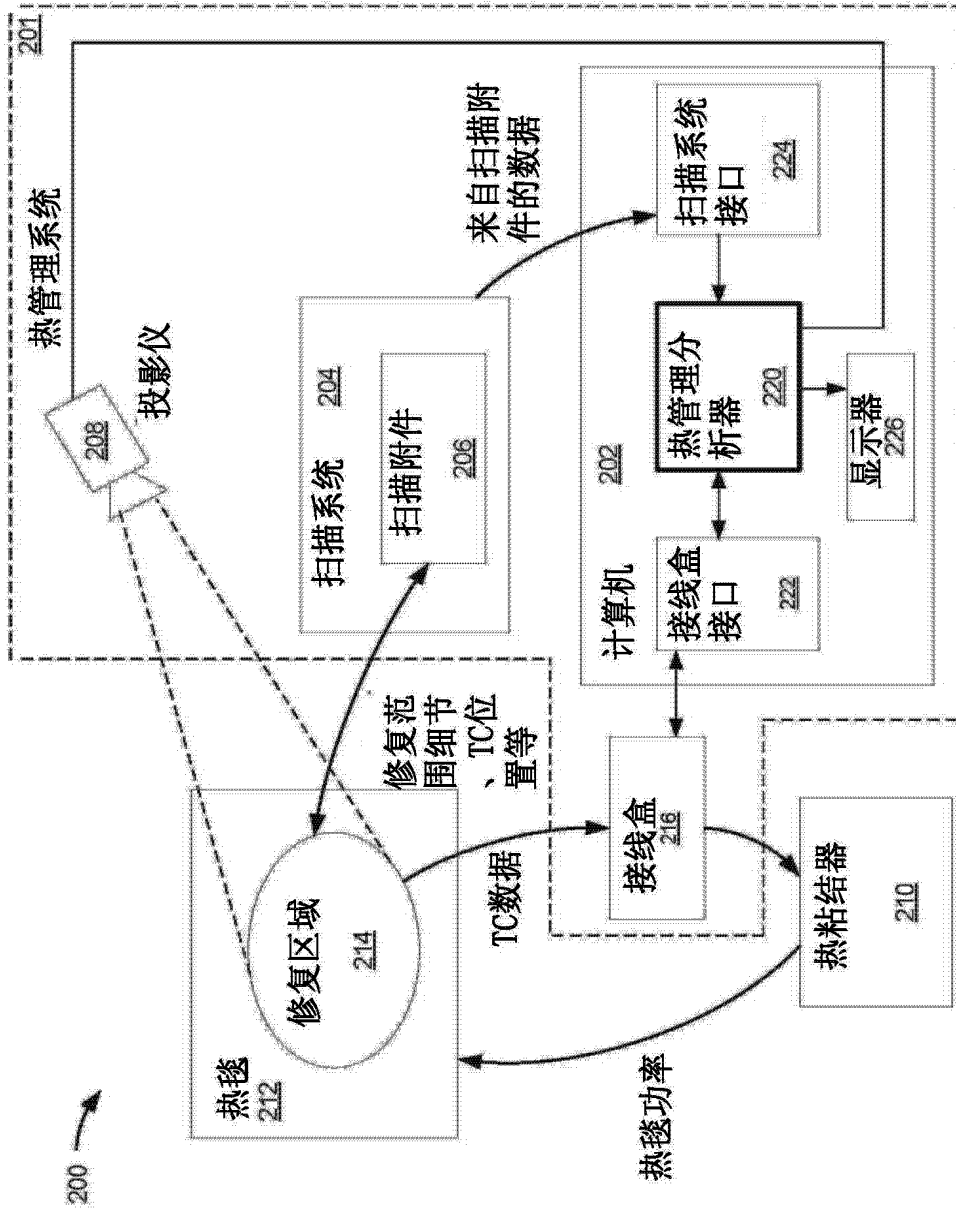


图 2

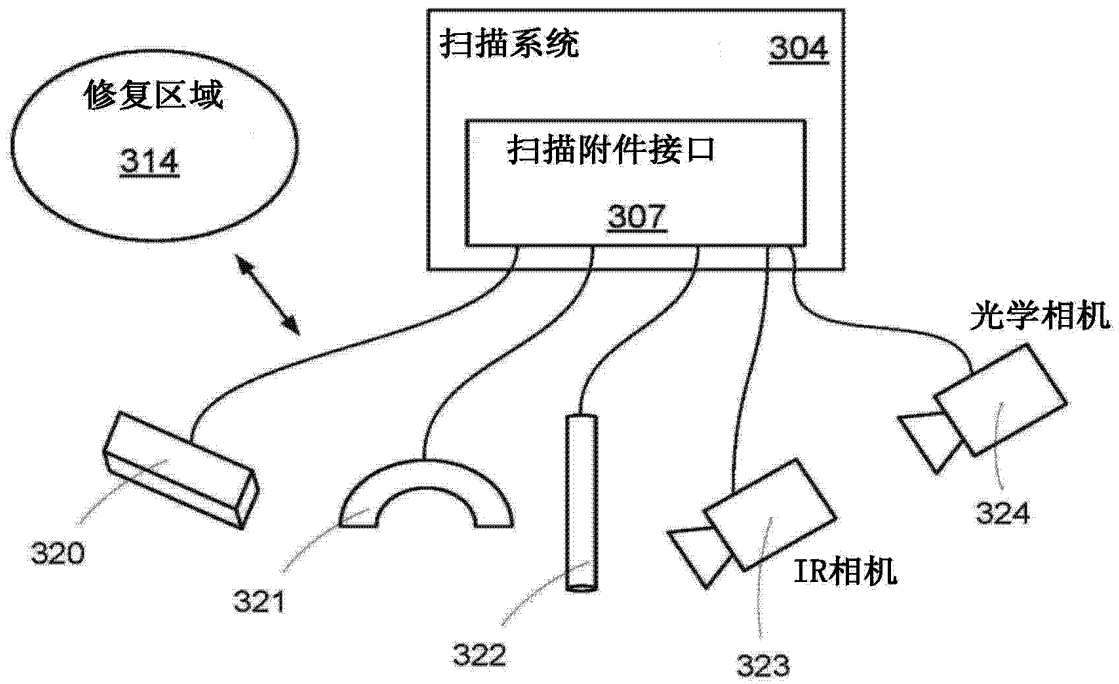


图 3A



图 3B

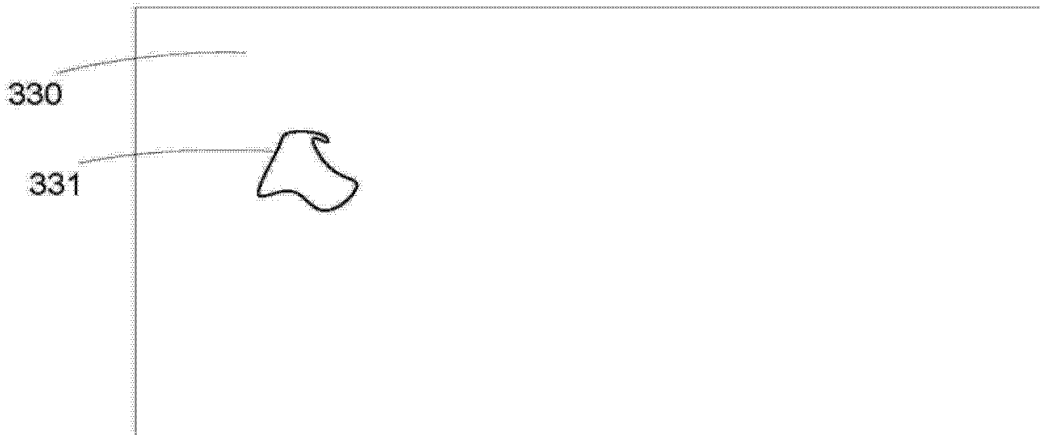


图 3C

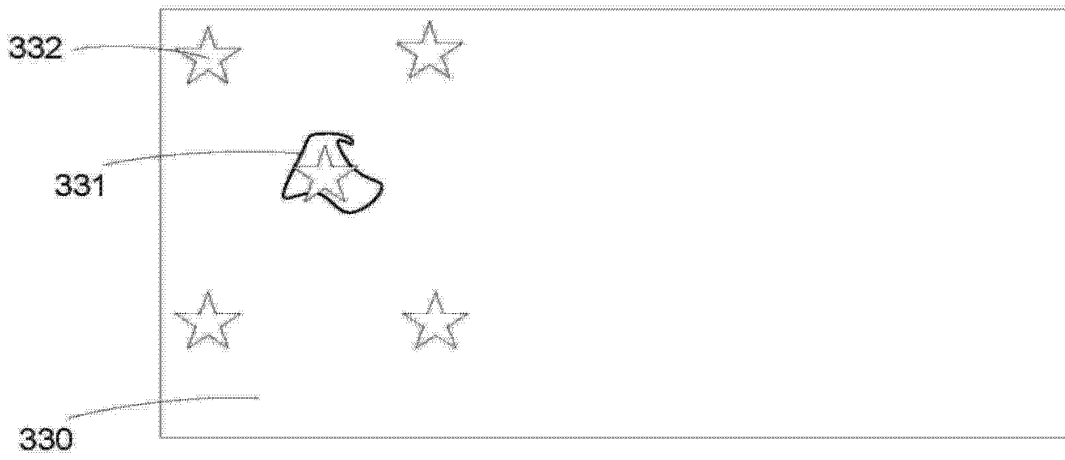


图 3D

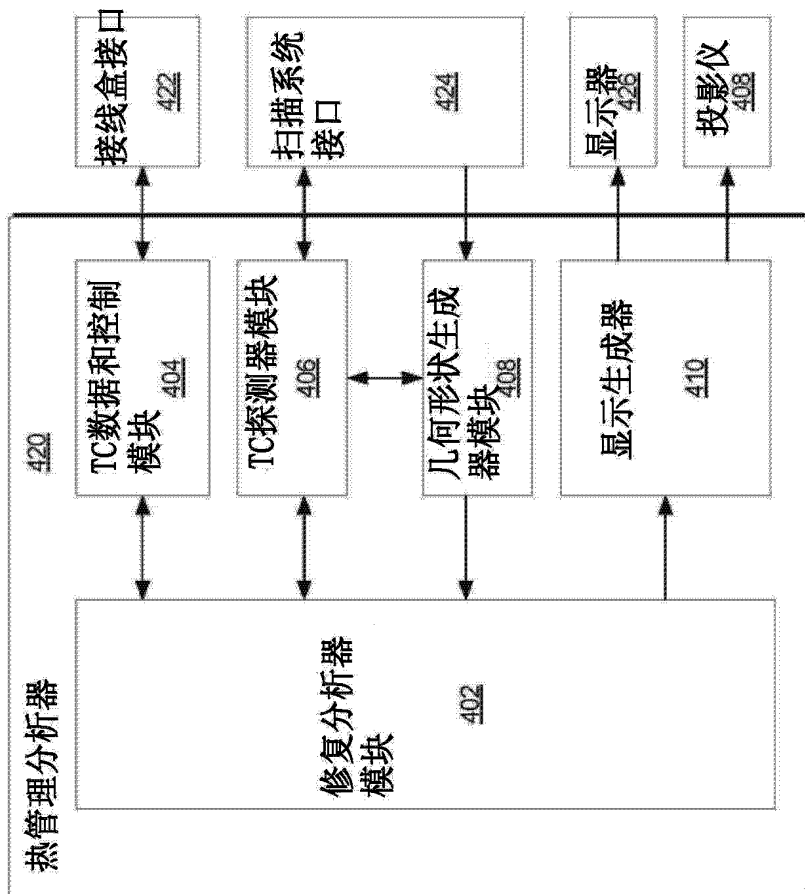


图 4

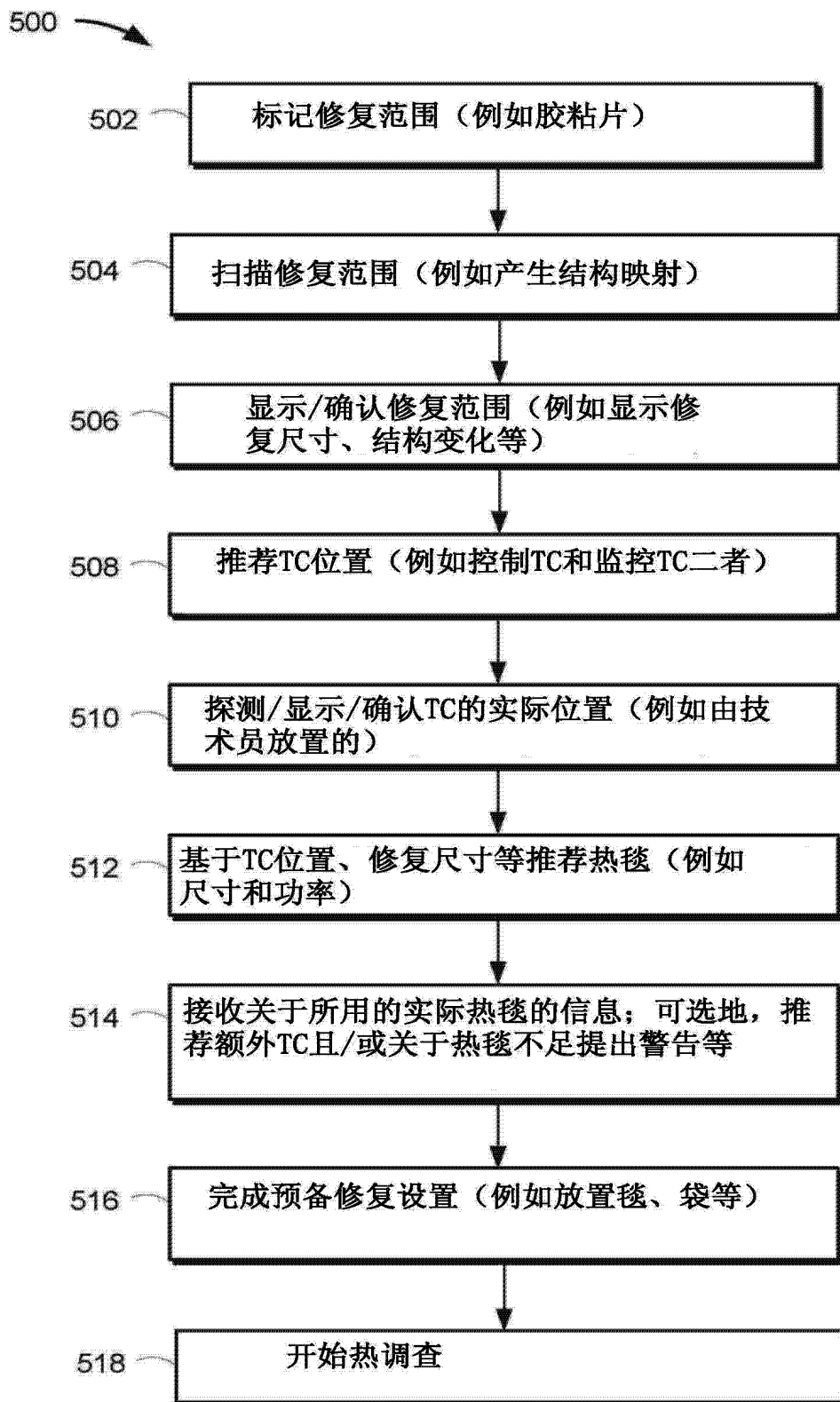


图 5A

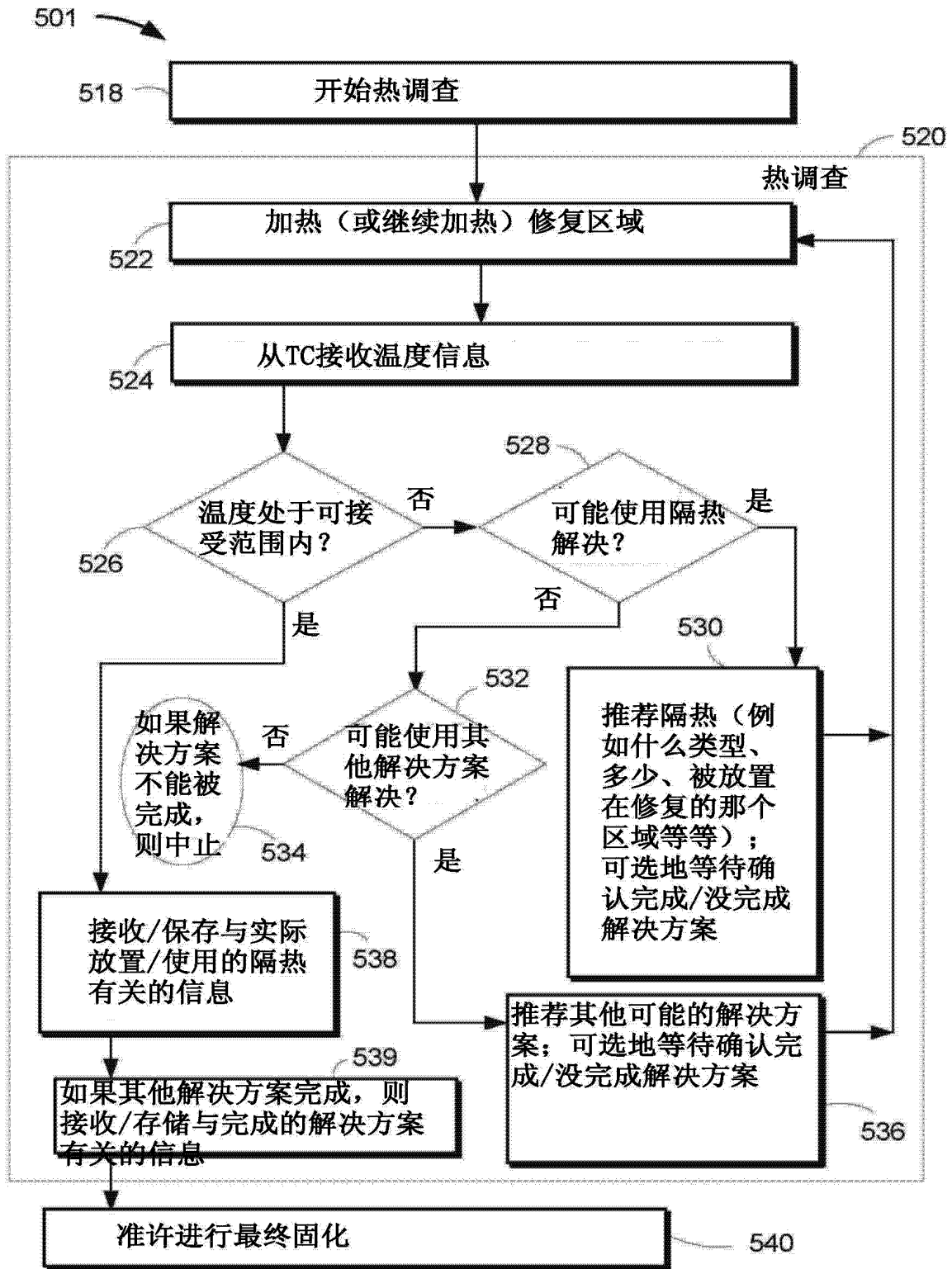


图 5B

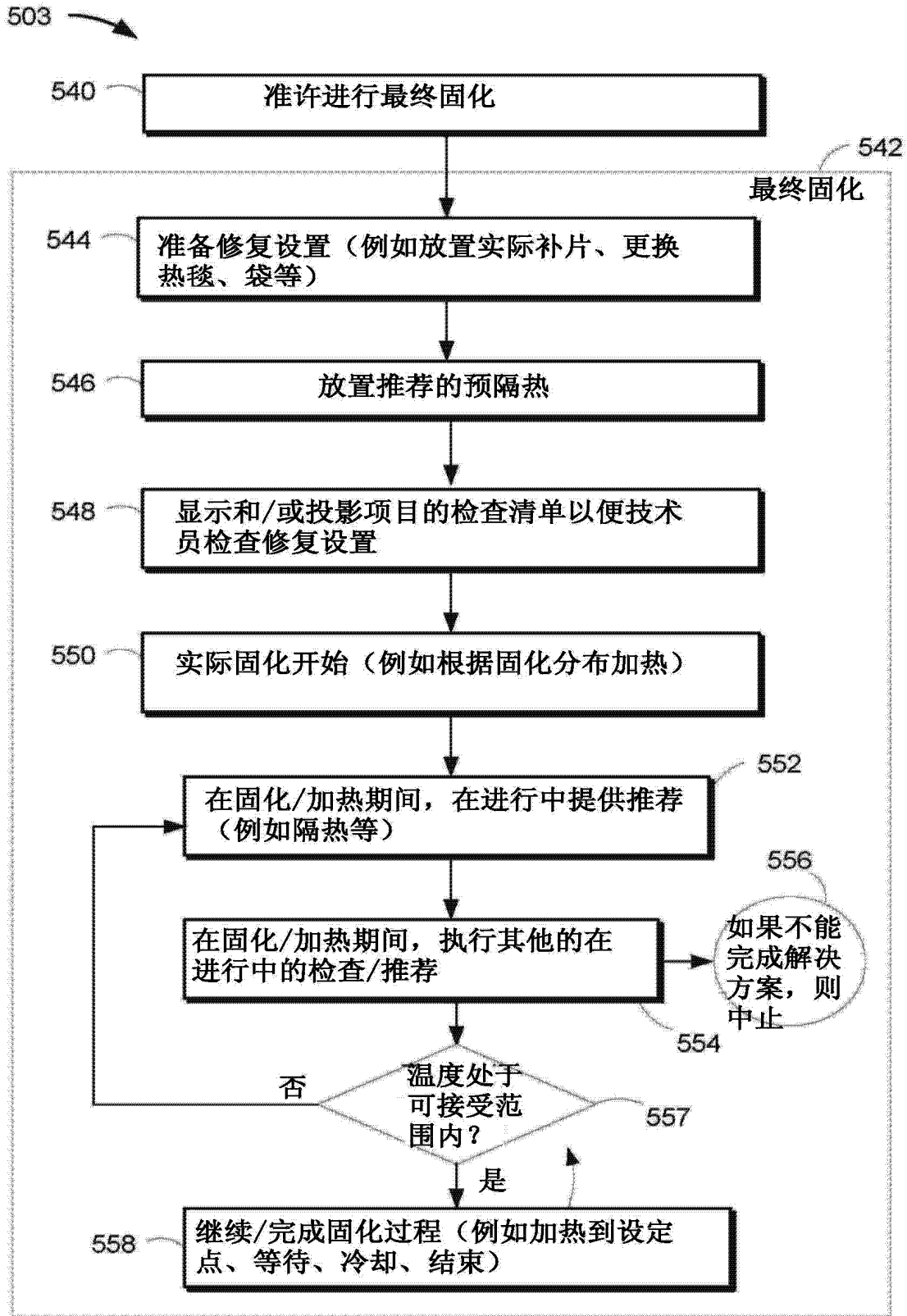


图 5C

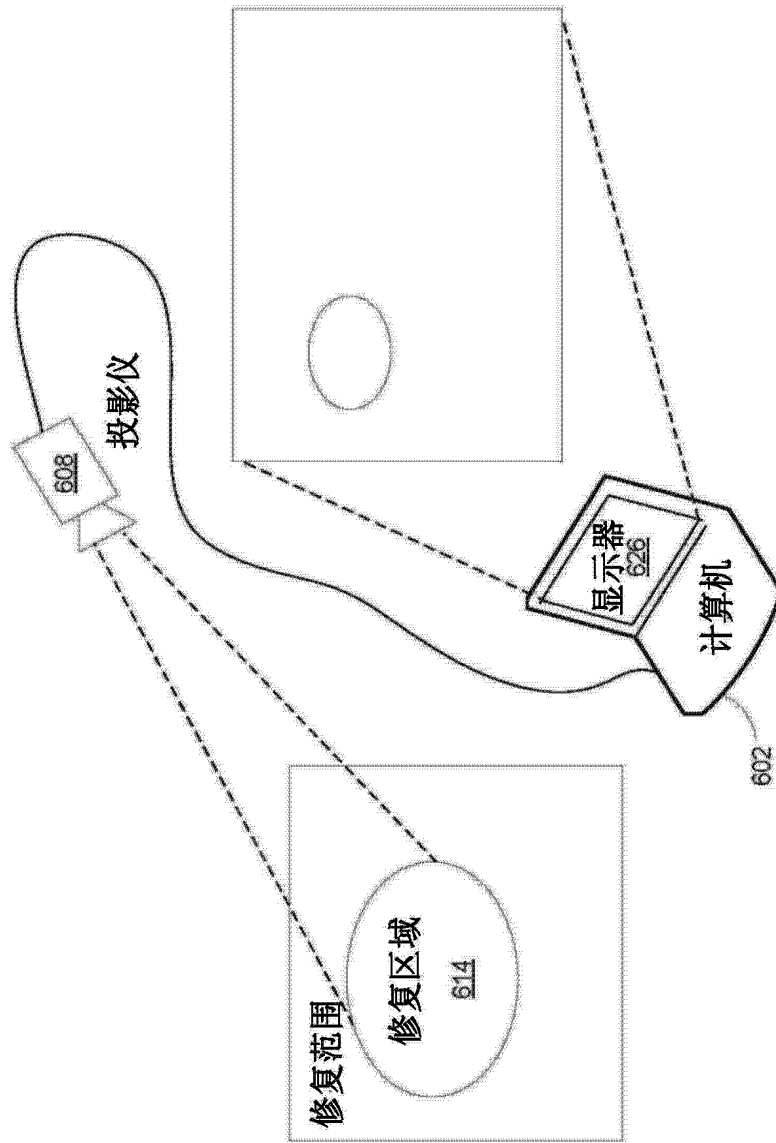


图 6A

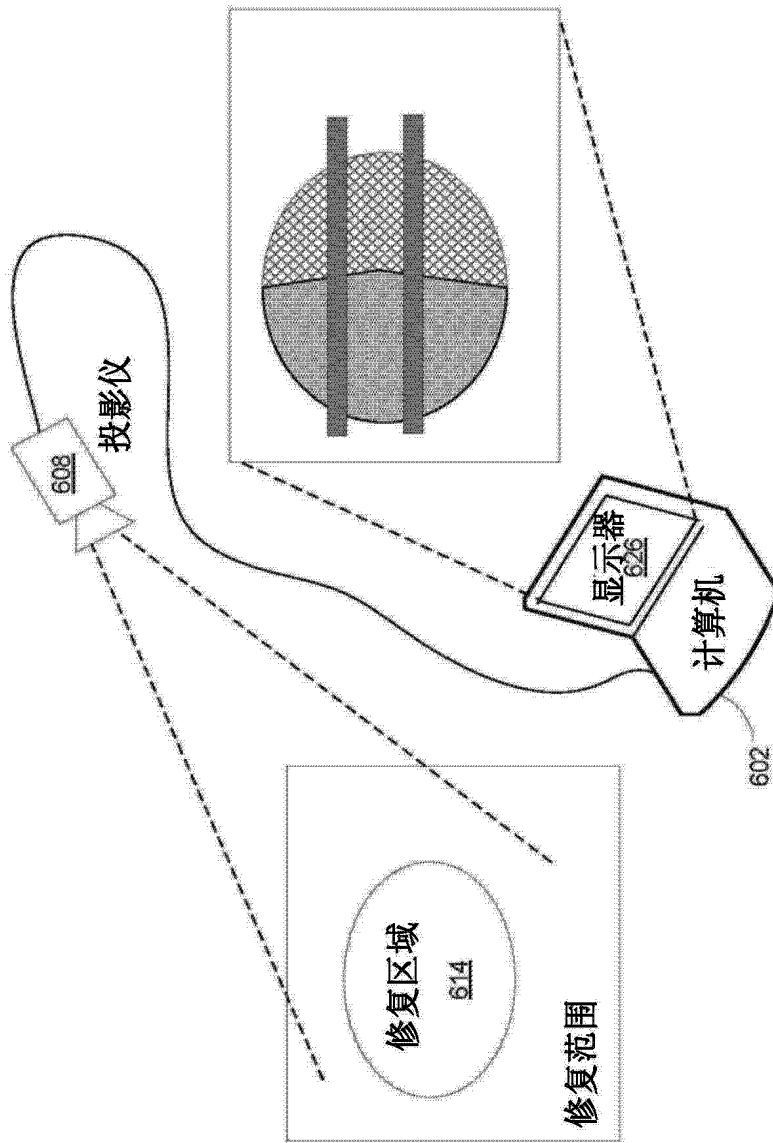


图 6B

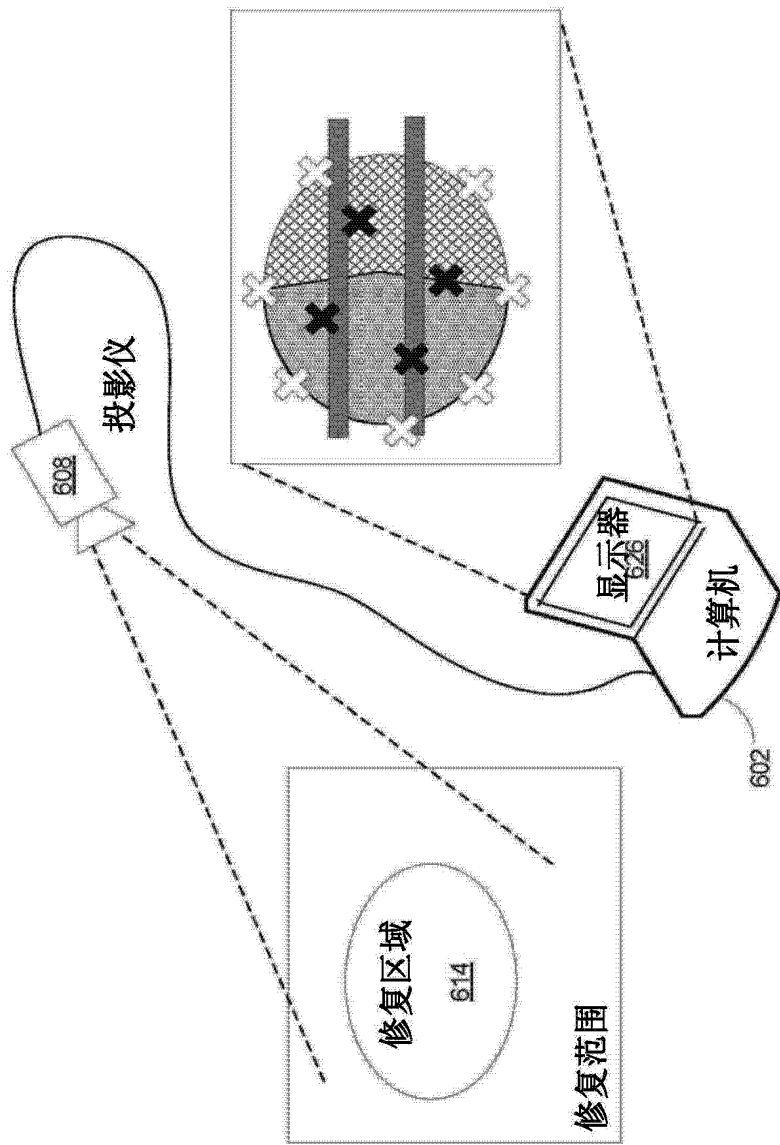


图 6C

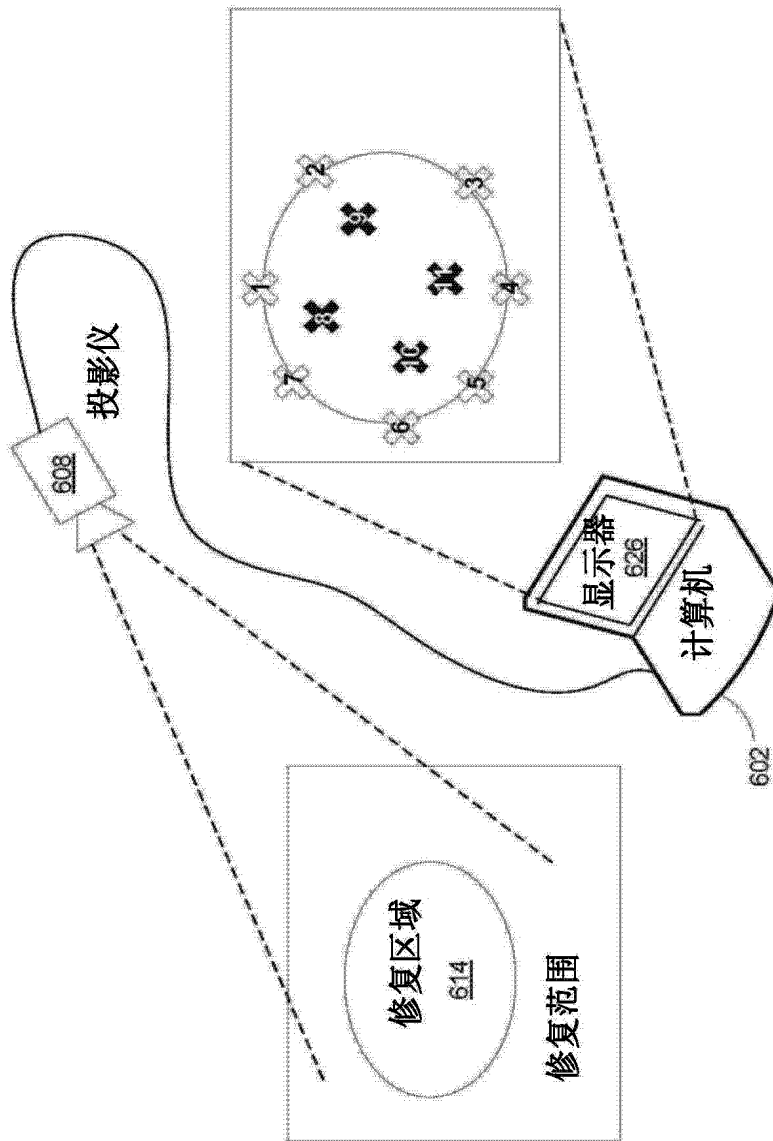


图 6D

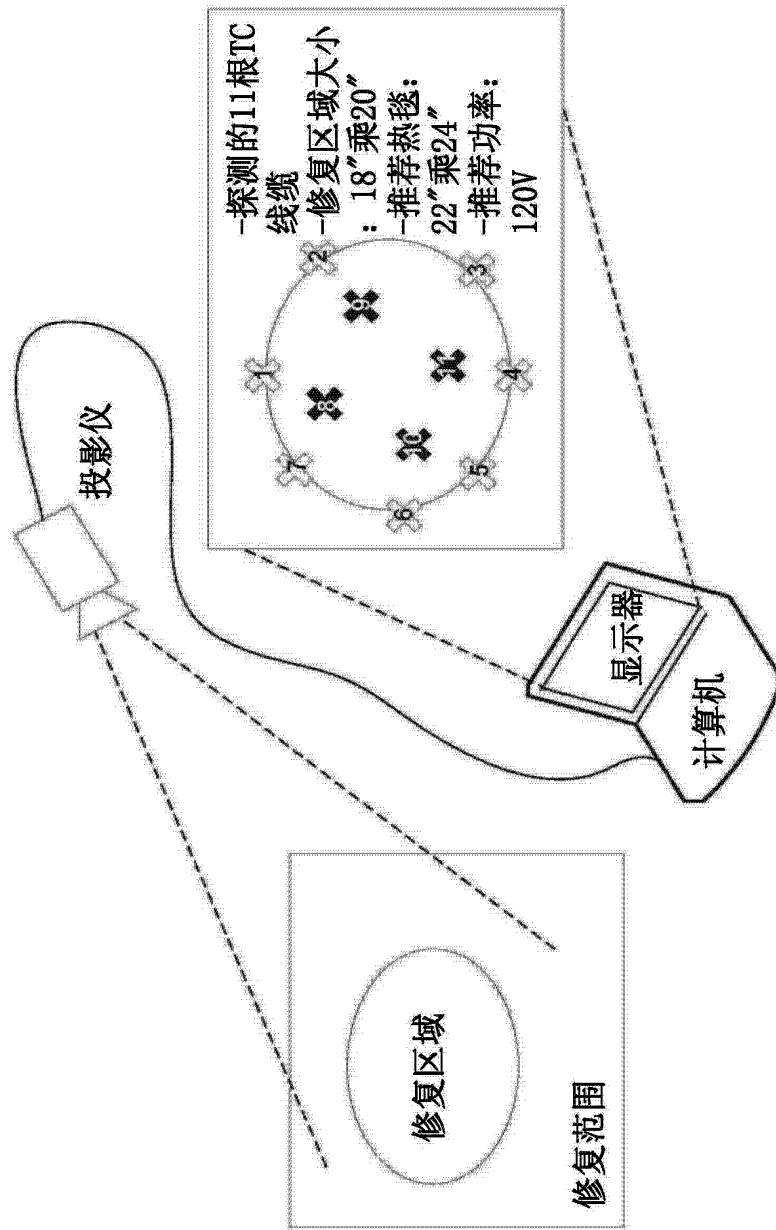


图 7A

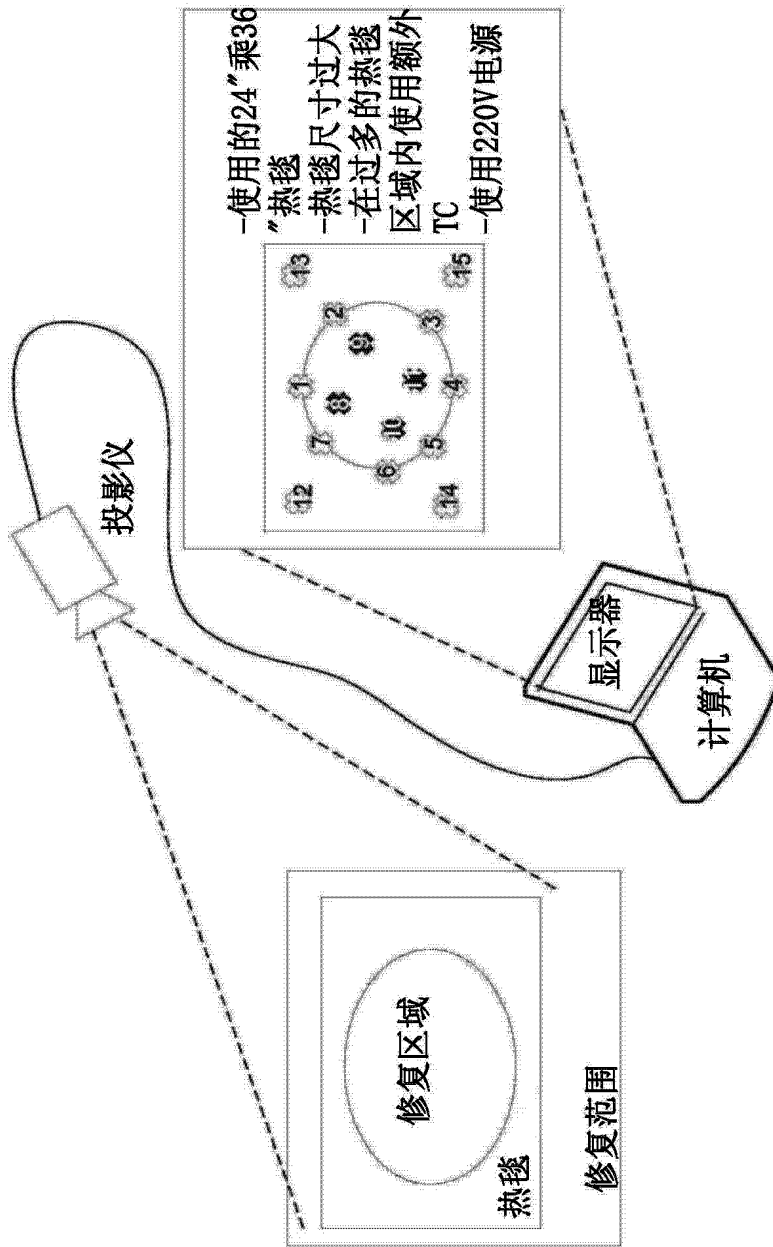


图 7B

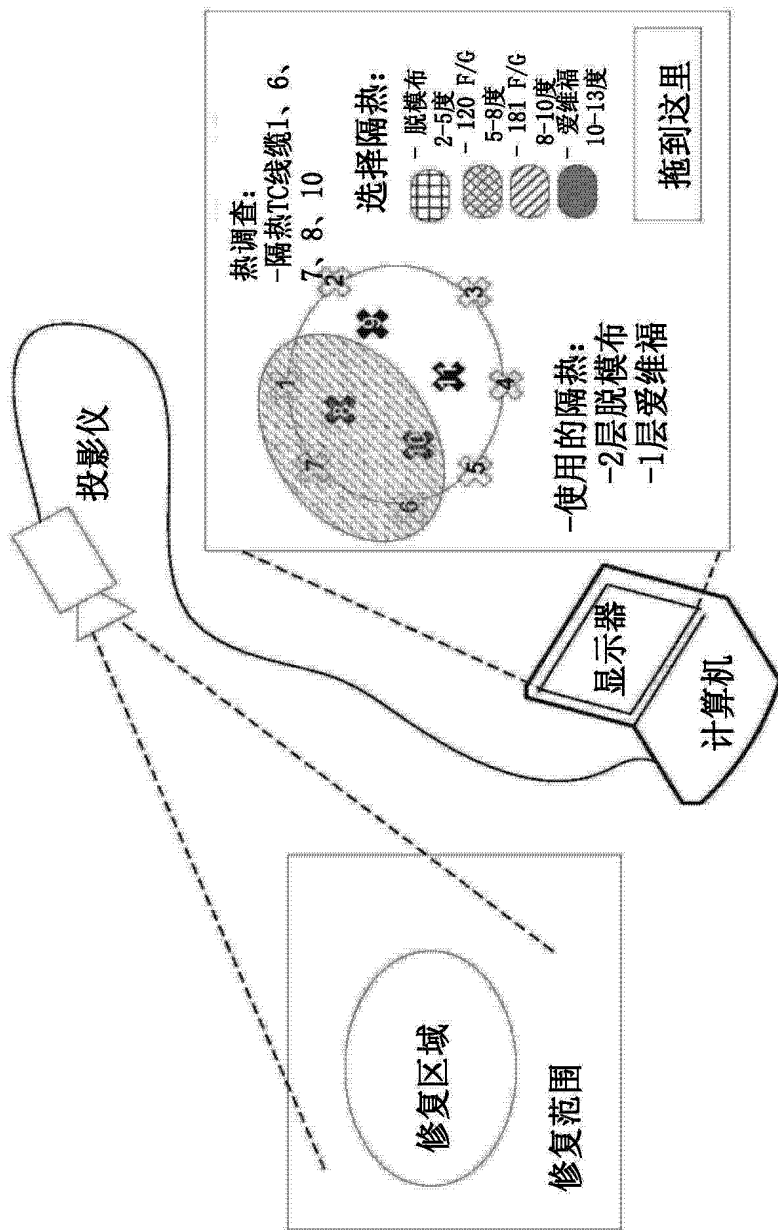


图 8

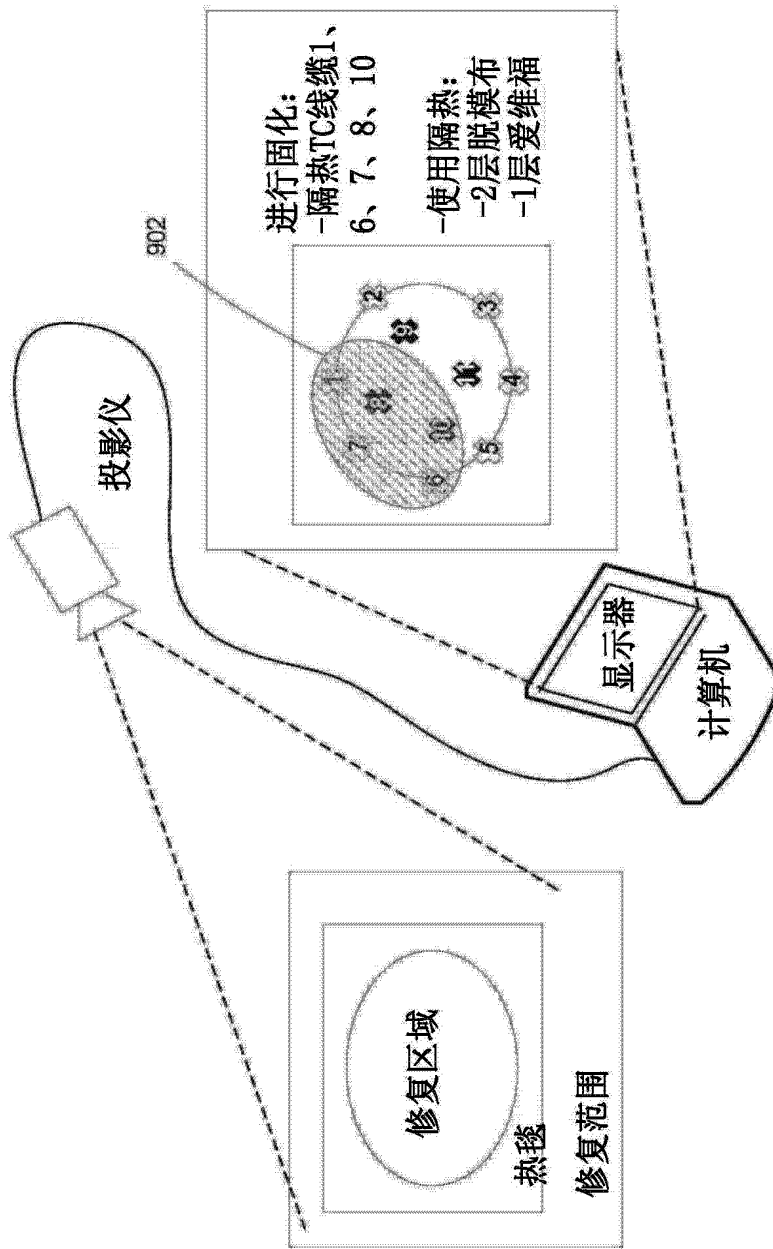


图 9A

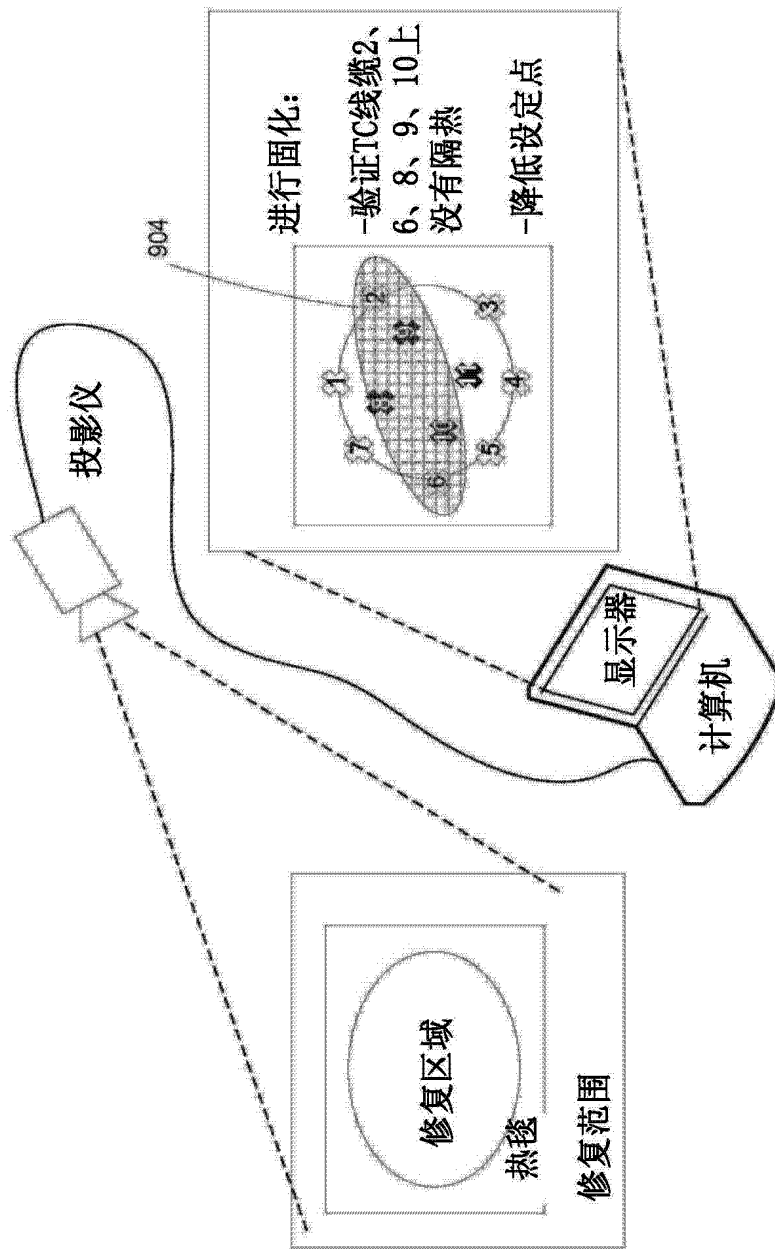


图 9B

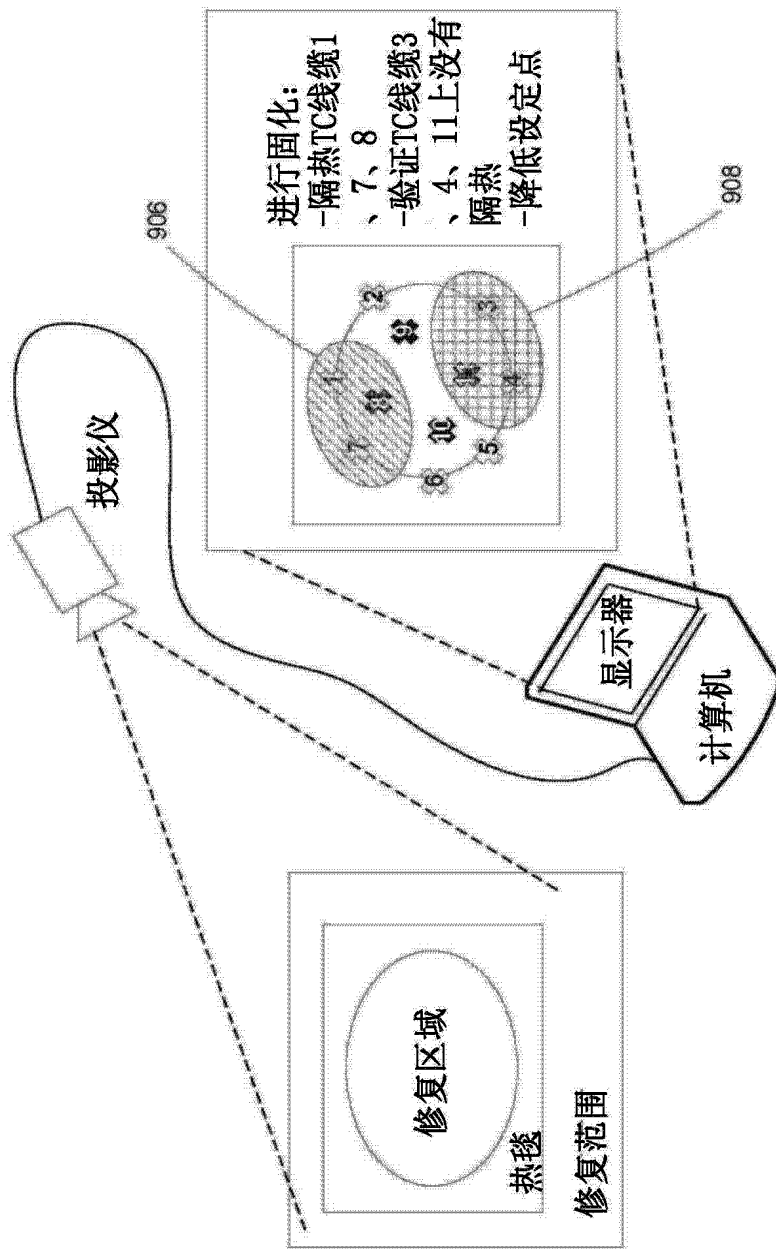


图 9C

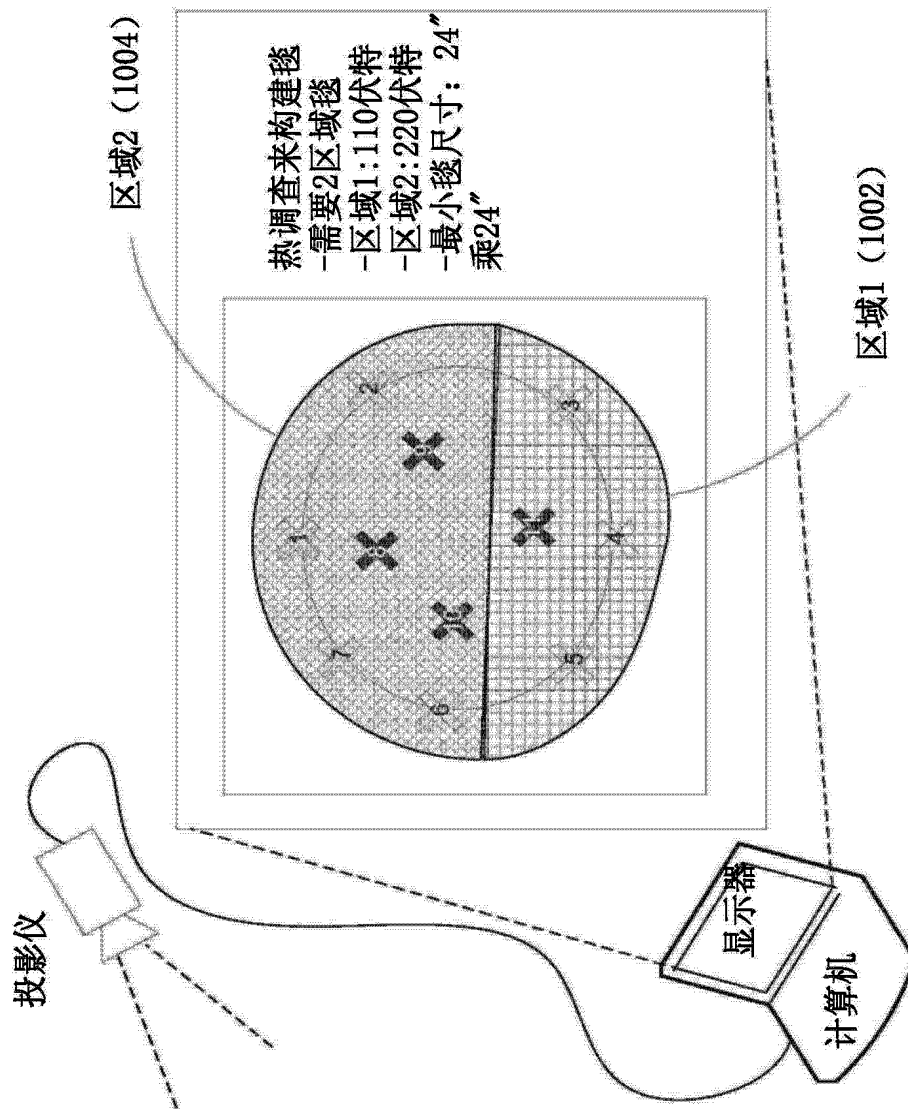


图 10

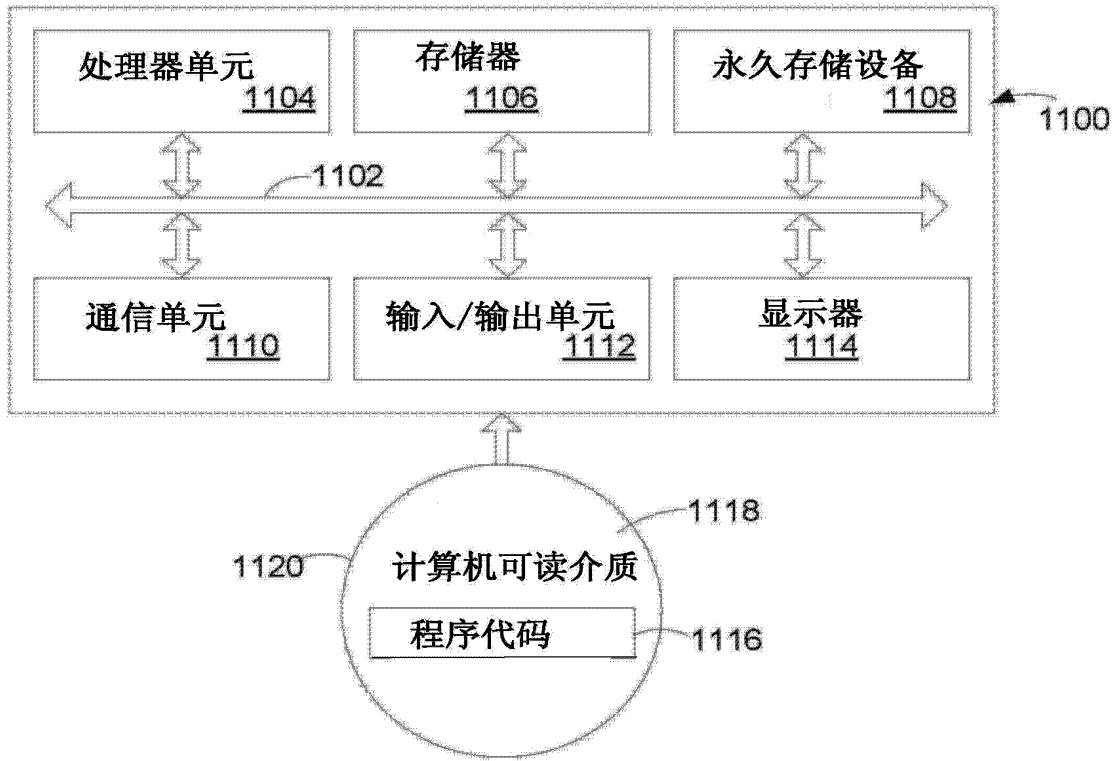


图 11