



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103093023 B

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201210441149.4

(22)申请日 2012.11.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103093023 A

(43)申请公布日 2013.05.08

(30)优先权数据
13/290,715 2011.11.07 US

(73)专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 S·巴哈斯卡拉

(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

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

G06F 17/30(2006.01)

(56)对比文件

CN 101542490 A, 2009.09.23,

US 2011098983 A1, 2011.04.28,

WO 2008118373 A1, 2008.10.02,

苏少辉等.面向大批量定制设计的CAD系统与PDM系统的集成研究.《计算机集成制造系统》.2005,第11卷(第6期),

审查员 刘天晓

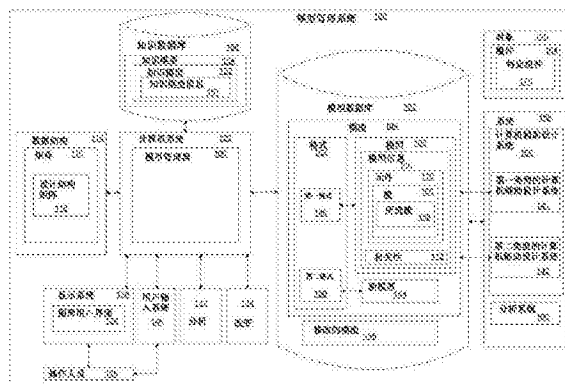
权利要求书3页 说明书16页 附图12页

(54)发明名称

用于管理对象的计算机辅助设计模型的方法和系统

(57)摘要

本发明公开一种计算机辅助设计模型分析系统。该系统包含模型管理器和模型数据库。模型数据库耦合模型管理器。模型管理器进一步构造为识别模型数据库中由模型管理器所识别的元件的相关性。模型管理器构造为利用元件生成元件矩阵和对象的知识模型中的至少一个。该系统可以高效、迅速地处理模型。



1. 一种用于管理对象的计算机辅助设计模型 (108) 的方法, 所述方法包括:

利用处理器识别对象 (120, 218) 的所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 中的元件 (110, 202, 320);

利用所述处理器识别所述计算机辅助设计模型中所述元件 (110, 202) 之间的相关性 (222, 322, 406, 506);

利用所述处理器生成所述相关性的矩阵 (116, 302), 其中所述矩阵的行和列是所述元件 (110), 并且其中所述矩阵中的数值表示所述元件之间的所述相关性;

利用所述处理器部分地基于所述矩阵中的所述数值生成所述对象 (120, 218) 的知识模型 (152, 500), 其中所述知识模型具有通用格式以起到作为创建多种格式的计算机辅助设计模型的来源的作用;

利用所述矩阵中的数值从所述计算机辅助设计模型中的元件中识别多个无关元件或冗余元件; 以及

从所述计算机辅助设计模型中的元件中移除所述多个无关元件或合并被识别的所述多个冗余元件以形成修改的计算机辅助设计模型;

其中所述元件是包括立体、表面、平面、点、曲线、顶点和面中的一个或多个的几何元件。

2. 根据权利要求1所述的方法, 进一步包括:

利用所述矩阵 (116, 302) 执行分析, 其中所述分析识别所述元件 (110, 202) 之间的所述相关性 (222, 322, 406, 506)、所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 的设计过程、多个无关元件 (408) 和冗余元件 (410) 中的至少一个。

3. 根据权利要求1所述的方法, 进一步包括:

利用所述矩阵 (116, 302) 中的数值从所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 中的元件中识别多个无关元件 (408); 和

从所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 中的元件 (110, 202, 320) 中移除所述多个无关元件 (408) 以形成修改的计算机辅助设计模型 (136)。

4. 根据权利要求1所述的方法, 进一步包括:

利用所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 识别所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 中的冗余元件 (410); 和

合并被识别的所述多个冗余元件 (408) 以形成修改的计算机辅助设计模型。

5. 根据权利要求1到4中任一个权利要求所述的方法, 其中所述计算机辅助设计模型 (108, 200) 具有第一格式以构造为与第一类型的计算机辅助设计系统一起使用, 并且所述方法进一步包括:

识别第二类型的计算机辅助设计系统; 和

利用所述处理器通过所述矩阵 (116, 302) 创建所述对象的新计算机辅助设计模型 (144), 其中所述新计算机辅助设计模型 (144) 具有第二格式以构造为与所述第二类型的计算机辅助设计系统一起使用。

6. 根据权利要求1到4中任一个权利要求所述的方法, 进一步包含:

识别期望的系统; 和

根据所述知识模型 (152, 500) 创建所述对象的新计算机辅助设计模型 (144), 其中所述

新计算机辅助设计模型(144)构造为与所述期望的系统一起使用。

7. 根据权利要求1到4中任一个权利要求所述的方法,其进一步包括:

利用所述矩阵中的所述数值来识别所述元件的聚类;

部分地基于所述元件(110,202,320)的所述聚类创建所述对象的设计过程流;以及

其中生成所述对象的所述知识模型的步骤包括使用所述设计过程流。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中所述期望的系统选自计算机辅助设计系统、分析系统之一。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述分析系统是有限元分析系统。

10. 一种模型管理系统,所述模型管理系统包含:

模型管理器(106),其构造为:

识别对象(120,218)的计算机辅助设计模型(108,200)中的元件;

识别在所述计算机辅助设计模型中识别的所述元件(110,202,320)的相关性(222,322,406,506);

生成所述相关性的矩阵(116,302),其中所述矩阵的行和列是所述元件(110),并且其中所述矩阵中的数值表示所述元件之间的所述相关性;

部分地基于所述矩阵中的所述数值生成所述对象(120,218)的知识模型(152,500),其中所述知识模型具有通用格式以起到作为创建多种格式的计算机辅助设计模型的来源的作用;

利用所述矩阵中的数值从所述计算机辅助设计模型中的元件中识别多个无关元件或冗余元件;以及

从所述计算机辅助设计模型中的元件中移除所述多个无关元件或合并被识别的所述多个冗余元件以形成修改的计算机辅助设计模型;

其中所述元件是包括立体、表面、平面、点、曲线、顶点和面中的一个或多个的几何元件。

11. 根据权利要求10所述的模型管理系统,其中所述模型管理器(106)进一步构造为利用所述矩阵(116,302)执行分析,其中所述分析识别所述元件(110,202,320)之间的所述相关性(222,322,406,506)、所述计算机辅助设计模型的设计过程、多个无关元件(408)和冗余元件(410)中的至少一个。

12. 根据权利要求10所述的模型管理系统,其中所述模型管理器(106)进一步构造为利用所述矩阵(116,302)中的数值识别来自所述计算机辅助设计模型中的元件(110,202,320)的多个无关元件,和从所述计算机辅助设计模型(108,200)中的元件(110,202,320)中移除所述多个无关元件(408),从而形成修改的计算机辅助设计模型(136)。

13. 根据权利要求10或12中任一个权利要求所述的模型管理系统,其中所述模型管理器(106)进一步构造为利用所述计算机辅助设计模型(108,200)识别所述计算机辅助设计模型(108,200)中的冗余元件(410)并且合并被识别的所述多个冗余元件(410)以形成修改的计算机辅助设计模型。

14. 根据权利要求10到12中任一个权利要求所述的模型管理系统,其中所述计算机辅助设计模型(108,200)具有第一格式以构造为与第一类型的计算机辅助设计系统一起使用,以及其中所述模型管理器进一步构造为识别第二类型的计算机辅助设计系统和利用所

述矩阵(116,302)创建所述对象的新计算机辅助设计模型(144),其中所述新计算机辅助设计模型(144)具有第二格式以构造为与所述第二类型的计算机辅助设计系统一起使用。

15.根据权利要求10到12中任一个权利要求所述的模型管理系统,其中所述模型管理器(106)进一步构造为识别期望的系统和根据所述知识模型(152,500)创建所述对象的新计算机辅助设计模型(144),其中所述新计算机辅助设计模型(144)构造为与所述期望的系统一起使用,并且其中所述模型管理器构造为利用所述矩阵中的所述数值来识别所述元件的聚类和部分地基于所述元件(110,202,320)的所述聚类创建所述对象的设计过程流,并且其中生成所述对象的所述知识模型包括使用所述设计过程流。

16.根据权利要求13所述的模型管理系统,其中所述计算机辅助设计模型(108,200)具有第一格式以构造为与第一类型的计算机辅助设计系统一起使用,以及其中所述模型管理器进一步构造为识别第二类型的计算机辅助设计系统和利用所述矩阵(116,302)创建所述对象的新计算机辅助设计模型(144),其中所述新计算机辅助设计模型(144)具有第二格式以构造为与所述第二类型的计算机辅助设计系统一起使用。

17.根据权利要求13所述的模型管理系统,其中所述模型管理器(106)进一步构造为识别期望的系统和根据所述知识模型(152,500)创建所述对象的新计算机辅助设计模型(144),其中所述新计算机辅助设计模型(144)构造为与所述期望的系统一起使用,并且其中所述模型管理器构造为利用所述矩阵中的所述数值来识别所述元件的聚类和部分地基于所述元件(110,202,320)的所述聚类创建所述对象的设计过程流,并且其中生成所述对象的所述知识模型包括使用所述设计过程流。

用于管理对象的计算机辅助设计模型的方法和系统

技术领域

[0001] 本公开一般涉及模型,并且具体地涉及计算机辅助设计模型。更具体地,本公开涉及用于处理计算机辅助设计模型的方法和装置。

背景技术

[0002] 计算机辅助设计(CAD)系统使用计算机和软件来设计对象。由计算机辅助设计系统生成的模型包括对象的图形。这些图形可以是二维图形、三维图形或两者的组合。此外,这些模型也可以包括与对象有关的信息。例如,可能存在关于对象的材料、过程、尺寸、容限和与对象有关的其他信息以及构成该对象的不同部件。此外,计算机辅助设计系统的模型还可以包括模型中对象各部件的设计历史、特征、设计参数、约束和相关性。

[0003] 计算机辅助设计系统通常用于生成复杂对象如飞行器的模型。就诸如飞行器的对象而言,这些类型的对象的模型的大小和复杂性可能增加。例如,对于诸如飞行器这种非常复杂的交通工具的单个机身部件的模型可能具有上千个元件,这可能导致模型的大小超过100MB和/或甚至百万兆字节。这种飞行器可能具有许多这种机身部件,其增加了复杂性,并且明显增加了产生的模型的大小。模型中的不同元件可能具有多种复杂的相依性,并且可能具有低效率,诸如无关的和冗余的元件。因此,随着元件的数量以及每个元件的复杂相依性的增加,模型的复杂性大大地增加。飞行器的其他部件的模型可能具有相似或更大数量的元件。结果,创建、维护和改变模型所需的成本也比预期增加的多。

[0004] 通常希望分析、查看和核对模型的不同部件。再检查计算机辅助设计系统生成的模型可有助于设计人员确认、证明和理解设计过程。然而,查看计算机辅助设计系统中的模型无法容易地向设计人员或其他人提供这种类型的信息。

[0005] 此外,可能无法组织模型或模型不如所预期的有效。例如,由于模型中的重复元件或冗余元件,模型可能比所需的模型更大。结果,计算机辅助设计系统可能无法如所预期的那样高效或迅速地处理模型。而且,当模型比所需模型大时,模型使用的存储空间也比所需存储空间大。此外,CAD系统未必需要装备有大量处理器、随机存取存储器和存储器存储设备的功能强大且昂贵的组件,这些组件是能够使CAD系统的用户高效地设计、使用、操纵和修改复杂的真实世界对象的庞大模型所需的。

[0006] 因此,具有一种考虑至少某些以上所述问题和可能的其他问题的方法和装置将是有利的。

发明内容

[0007] 在一个有利实施例中,提出了用于管理模型的方法。对象的模型中的元件被识别。元件的相关性被识别。该方法利用元件生成元件矩阵和对象的知识模型中的至少一个。

[0008] 在另一有利实施例中,模型管理系统包含模型管理器和模型数据库。模型数据库耦合模型管理器。模型管理器进一步构造为识别模型数据库中由模型管理器所识别的元件的相关性。模型管理器构造为利用元件生成元件矩阵和对象的知识模型中的至少一个。

[0009] 特征、功能和优势可以在本公开的各实施例中独立地实现,或在其他实施例中被组合,其中进一步的细节可以参考以下详细说明和附图获得。

附图说明

[0010] 所附的权利要求记载了有利实施例的视为特性的新颖特征。然而,结合附图,通过参考本公开的有利实施例的以下详细说明并结合附图将最佳地理解有利的实施例及其优选的使用模式、进一步的目标和优势。在附图中:

- [0011] 图1是根据有利实施例的模型管理的方框示意图;
- [0012] 图2是根据有利实施例的模型的方框示意图;
- [0013] 图3是根据有利实施例的数据结构的方框示意图;
- [0014] 图4是根据有利实施例的分析的方框示意图;
- [0015] 图5是根据有利实施例的知识模型的方框示意图;
- [0016] 图6是根据有利实施例的对象模型的树结构的图示;
- [0017] 图7是根据有利实施例的对象模型的另一个树结构的图示;
- [0018] 图8是根据有利实施例的矩阵形式的数据结构的图示;
- [0019] 图9是根据有利实施例管理模型的过程的流程图图示;
- [0020] 图10是根据有利实施例修改模型的过程的流程图图示;
- [0021] 图11是根据有利实施例生成知识模型的过程的流程图图示;
- [0022] 图12是根据有利实施例创建新模型的过程的流程图图示;
- [0023] 图13是根据有利实施例的数据处理系统的图示;
- [0024] 图14是根据有利实施例的飞行器制造和服务方法的图示;以及
- [0025] 图15是其中可实施有利实施例的飞行器的图示。

具体实施方式

[0026] 不同有利的实施例认识并考虑多种不同情形。例如,不同的有利实施例认识并考虑通过计算机辅助设计系统从计算机辅助设计系统生成的模型中获得信息可能比预期困难得多。不同的有利实施例认识并考虑将计算机辅助设计系统设计为便于对象的设计。

[0027] 不同有利的实施例认识并考虑到,这些系统可提供从不同角度、部分和其他类型的视野查看对象的能力。然而,不同的有利实施例认识和考虑到,这些系统不适于查看和分析可能是模型的部分的其他信息。例如,当利用计算机辅助设计系统查看模型时识别不同元件之间的相关性可能是困难的。而且,不同的有利实施例认识和考虑到,通过计算机辅助设计系统查看模型内的信息来识别无关元件、冗余元件、处理流程和其他信息比预期更加困难。

[0028] 因此,不同的有利实施例提供用于管理模型的方法和装置。在一个有利的实施例中,对象模型中的元件被标识。元件的相关性被标识。具有相关性的元件的数据结构生成。在这些说明性的示例中,对象模型中的元件矩阵生成。

[0029] 现在参考附图,具体地,现在参考图1,其根据有利实施例描述模型管理系统100。图1中的模型管理系统100包括模型104的模型数据库102。在该说明性示例中,模型104的模型数据库102可以是厂商中立的,并且可以具有不依赖于特定厂商的通用格式。

[0030] 在这些说明性示例中,模型管理器106可以管理模型数据库102中的模型104。如所描述的,模型数据库102与模型管理器106耦合。换句话说,模型管理器106可以连接到含有模型数据库102的存储设备、计算机系统或某些其他设备。在某些情形下,模型管理器106和模型数据库102可以位于计算机系统122中。

[0031] 模型管理器106可以在软件、硬件或两者的组合中实现。在这些说明性示例中,模型管理器106可以在计算机系统122中实现。计算机系统122是一个或多个计算机。当一台以上的计算机存在于计算机系统122中时,这些计算机可以利用诸如网络的通信介质彼此通信。

[0032] 模型管理器106对模型104的管理可以包括分析模型、更改模型、创建新模型和/或其他操作中的至少一个。如本文中所使用的,当与一系列项目一起使用时,术语“至少一个”意味着可使用列举的项目中一个或一个以上项目的不同组合,以及可只需要列表中每项中的一项。例如,“项目A、项目B和项目C的至少一个”可以包括,例如但不限于,项目A或者项目A和项目B。该示例还可以包括项目A、项目B和项目C或者项目B和项目C。

[0033] 在管理模型104的过程中,模型管理器106可以识别要处理的模型108。模型108是对象120的模型。在这些说明性示例中,对象120可以采用各种形式。例如,模型108中表示的对象120可以是移动平台、固定平台、基于陆地的结构、基于海洋的结构、基于太空的结构、飞行器、潜水艇、公共汽车、人员运输车、坦克、火车、汽车、宇宙飞船、空间站、卫星、水面舰艇、发电厂、大坝、生产设施、建筑物、发动机、机翼、螺旋推进器、支柱(strut)、起落架组件、铸模、工具和/或某些其他合适的对象。

[0034] 如上所述,模型108包含模型信息130。在这些说明性示例中,模型信息130包括元件110。相关性112存在于模型108中的元件110之间。在这些说明性示例中,模型管理器106识别模型108中的元件110。此外,模型管理器106还根据模型108中的模型信息130识别元件110之间的相关性112。

[0035] 在这些说明性示例中,模型管理器106创建数据结构114。如所描述的,数据结构114采用矩阵116的形式。通过模型管理器106将自模型108识别的元件110放入矩阵116中。此外,矩阵116包括模型管理器106所识别的元件110之间的相关性112。

[0036] 在这些说明性示例中,矩阵116采用设计结构矩阵118的形式。设计结构矩阵118也可以被称为相依结构方法、相依结构矩阵、问题求解矩阵、关联矩阵、n阶方阵和/或设计优先矩阵。

[0037] 在生成设计结构矩阵118的过程中,模型管理器106可以实施任何当前使用的过程用于创建设计结构矩阵。设计结构矩阵118是模型108的矩阵表示。特别地,矩阵表示提供以下功能:分析、可视化或执行有关模型108中的信息的其他操作。

[0038] 当前可用的分析技术分析设计结构矩阵中的信息。这些当前可用的技术中的某些包括,例如,分割、撕裂(tearing)、连接(banding)、聚类(clustering)、灵敏度测量和用于分析设计结构矩阵的其他已知技术。

[0039] 特定技术或技术组合的选择依赖于模型108的大小、模型108的复杂性、模型108中相关性的数量、模型108的域以及与模型108有关的其他因素中的至少一个。模型108的域(domain)是模型108所遍布的或模型108的范围。例如,模型108的域可以是任何设计问题空间,例如,航空航天、汽车、海洋、半导体和其他合适的领域。在另一个说明性示例中,域可以

是设计的阶段,例如概念设计阶段、详细设计阶段和设计的其他阶段。在又一示例中,域可以是功能区,例如加工设备、系统、结构、电子和其他合适的功能区。

[0040] 在说明性示例中,模型108的结构和元件110的相关性112还可能依赖于设计问题的本质,设计问题依赖于设计域的阶段。例如,关于设计阶段,概念阶段在本质上相对概念阶段下游的其他阶段如详细设计阶段更具迭代性。详细设计阶段相对概念阶段更注重细节。另一个说明性示例是结构域中的相关性112本质上比电域中的相关性更具层次性。域中的这些差异可能导致对技术的不同选择用于分析设计结构矩阵118,因为当模型108具有不同的域时,可能出现不同类型的改变和/或不同数量的改变。

[0041] 可用于分析改变对模型108的影响的分析技术的示例是灵敏度分析技术。该分析技术可以应用于模型108的设计结构矩阵118。灵敏度分析技术可以潜在地识别模型108中对改变敏感的元件110。然后,通过应用聚类分析将这些元件110聚集在一起以产生簇和/或子簇。

[0042] 图形用户界面124可用于与模型108、矩阵116或其某种组合交互。在这些说明性的示例中,图形用户界面124显示在显示系统126上,显示系统126耦合到模型管理器106。显示系统126是硬件,并且还可以包括软件。在这些说明性的示例中,显示系统126是一个或一个以上显示设备。

[0043] 利用用户输入系统146可实现用户向图形用户界面124的输入,用户输入系统146与模型管理器106耦合。用户输入系统146可以包括鼠标、触摸屏、键盘、轨迹球、操纵杆和/或某种其他适当类型的用户输入设备中的至少一个。用户输入可被用于操纵模型108、矩阵116和/或模型管理系统100中可由模型管理器106访问的其他信息。在这些示例中,操纵可以包括改变查看、更改信息、增加信息、删除信息和/或其他适当操作中的至少一个。

[0044] 此外,可以利用矩阵116执行分析132。分析132可用于识别对模型108的改变134。在其他说明性示例中,分析132可以提供用于其他操作的信息,其他操作可能涉及设计与对象120相似的对象。在这些说明性示例中,改变134可以自模型108形成更改的模型136。

[0045] 在又一说明性示例中,模型108可以配置成与一个或一个以上的系统158一起使用。系统158可以是硬件、软件或两者的组合。在这些说明性示例中,系统158可以包括计算机辅助设计系统159。这些计算机辅助设计系统159可以包括,例如,第一类型计算机辅助设计系统140、第二类型计算机辅助设计系统142、分析系统160和/或可以使用模型数据库102中的模型104的其他适当类型的系统。

[0046] 在这些说明性示例中,系统158中不同的一个可以使用具有的格式与模型104的格式162不同的模型104。例如,模型108可以具有第一类型计算机辅助设计系统140使用的第一格式148。

[0047] 在一些情形下,希望使用具有第二类型计算机辅助设计系统142的模型108。在此说明性示例中,第二类型计算机辅助设计系统142使用第二格式150。如所描述的,具有第一格式148的模型108对第二类型计算机辅助设计系统142是无法使用的,因为模型108处于第一格式148。

[0048] 例如,第一类型计算机辅助设计系统140可能是Catia和/或SolidWorks,第二类型计算机辅助设计系统142可能是AutoCad和/或NXUnigraphics。在另一说明性示例中,第一类型计算机辅助设计系统140可能是Catia第一版,而第二类型计算机辅助设计系统142可

能是Catia第二版。

[0049] 在这些说明性示例中,模型管理器106可以使用矩阵116自模型108生成新模型144,新模型144配置为与第二类型计算机辅助设计系统142一起使用。在这些说明性示例中,新模型144具有第二格式150,其可以由第二类型计算机辅助设计系统142使用。新模型144也是对象120的模型,但是可以以第二类型计算机辅助设计系统142使用的第二格式150使用。

[0050] 利用矩阵116生成新模型144的过程可以包括生成知识数据库156中的知识模型154中的知识模型152,其中知识数据库156耦合模型管理器106。在这些说明性示例中,知识模型152含有创建用于与第二类型计算机辅助设计系统142一起使用的新模型144所需的知识模型信息157。在说明性示例中,知识模型152中的知识模型信息157可以采用多种不同格式。例如但不限于,知识数据库156可以以标记语言格式存储知识模型152的知识模型信息157,标记语言例如可扩展标记语言(XML)、关系数据库、面向对象数据库或以某种其他适当的格式。

[0051] 在这些说明性示例中,模型管理器106不执行从具有第一格式148的模型108到具有第二格式150的新模型144的转换。相反,模型管理器106从模型108提取模型信息130,并且利用模型信息130创建矩阵116。模型信息130还用于生成知识模型152。知识模型152中的知识模型信息157用于为对象120创建新模型144。在这些说明性示例中,新模型144具有针对使用新模型144的系统的类型所选择的第二格式150。

[0052] 此外,模型管理器106还可以利用知识模型152创建具有第二格式150的新模型144,其配置为与系统158中的分析系统160一起使用。分析系统160可以是,例如,有限元分析系统、仿真系统、神经网络和/或某些其他合适类型的分析系统。当分析系统160不使用针对计算机辅助设计系统159的格式162中的格式时,可以创建该类型的新模型144,计算机辅助设计系统159例如第一类型计算机辅助设计系统140和第二类型计算机辅助设计系统142。通过这种方式,知识数据库156中的知识模型154可以起到通用源的作用,用于创建具有用于系统158的格式162的模型104。

[0053] 进一步,对象120可以包括对象120的模型108中的元件110表示的组件164。在这些说明性示例中,可以在模型108中的元件110中识别簇166。在这些说明性示例中,这些簇166可以利用矩阵116来识别。簇166对应于对象120中的组件164。

[0054] 以这种识别簇166的能力,可以针对组件164中的特定组件170创建新模型144。例如,簇166中的所选簇168对应组件164中的特定组件170。使用所选簇168的标识,模型管理器106可以使用知识模型152仅针对所选簇168生成新模型144。换句话说,新模型144是针对对象120的特定组件170的模型而不是对象120的所有组件164的模型。因此,与对象120的模型108相比较,特定组件170的新模型144尺寸更小和/或复杂性更低。

[0055] 当操作人员128期望查看或分析对象120的特定组件170而不是所有组件164时,该特征特别有用。例如,可以创建特定组件170的新模型144以用于第一类型计算机辅助设计系统140或第二类型计算机辅助设计系统142。再例如,可以创建特定组件170的新模型144供分析系统160分析。凭借这种创建更小尺寸的模型104的能力,与利用原始版本的模型104相比,这些版本的模型104的处理和分析可以更迅速地执行。

[0056] 通过这种方式,模型管理器106可以使模型104的分析相比使用计算机辅助设计系

统更为容易。此外,模型管理器106可用于转换模型104中的模型108以用于第二类型计算机辅助设计系统142。

[0057] 因此,如果模型数据库102中的模型104包括厂商特定格式,那么具有知识模型154的知识数据库156提供厂商中立模型,自该厂商中立模型可以创建新模型144。换句话说,知识数据库156中的知识模型154不是私有的且不依赖于任何厂商格式。知识模型154可以转换为具有针对目前存在的计算机辅助设计系统159或将来的计算机辅助设计系统的格式162的模型104。

[0058] 图1中模型管理系统120的图示并非要暗示对可以实施有利实施例的方式的物理限制或结构限制。除了所示组件之外和/或代替所示组件外,可以使用其他部件。一些组件可能是不必要的。此外,显示方框是为了示出一些功能组件。当在有利实施例中实施时,这些方框中的一个或一个以上可以被组合、分割或组合并分割成不同的方框。

[0059] 例如,模型管理器106可以生成知识模型信息157,而不产生矩阵116。替代地,模型管理器106可以自模型108识别出知识模型152的知识模型信息157。模型管理器106可以直接识别知识模型152的知识模型信息157,或者可以向第一类型计算机辅助设计系统140发送命令、指令和/或要求。

[0060] 接下来转向图2,其描述了根据有利实施例的模型200的方框图的图示。在该说明性示例中,模型200具有针对图1中系统158中的特定类型的系统的格式226。如所描述的,图2中的所述模型200是图1中的模型管理系统100中所示的模型108的示例。

[0061] 在该说明性示例中,模型200包含结构204中的元件202。在这些说明性示例中,元件202可以包括几何图形206、规则208、参数210、约束212、过程214、对象信息216和/或其他类型的元件中的至少一个。

[0062] 元件202中的几何图形206可以包括立体、表面、平面、点、曲线、顶点、边缘、面和/或其他合适类型的几何图形206中的至少一个。规则208可以包括,例如但不限于,可以应用于任何对象的任何专用规则和方法。这些规则208可以在产品的生命周期中使用。规则208可以包括设计规则、制造规则、加工规则、分析规则、环境规则、配置规则、成本规则和其他合适的规则。

[0063] 参数210可以包括涉及几何图形206、规则208、过程214和/或其他元件202的值。在这些说明性示例中,约束212可以是限制或设定参数210的值。过程214可以包括用于制造对象218的过程。此外,过程214可以包括依赖特定实施组装对象218的步骤。

[0064] 对象信息216可以是关于对象218的任何信息。例如,对象信息216可以是设计人员做出的注解/记录、关于制造对象218的材料的注释、产品计划、材料成本、环境信息和/或其他合适的信息。

[0065] 在这些说明性示例中,结构204用于组织元件202。如所描述的,结构204是层次结构220。在这些说明性示例中,层次结构220用于关于彼此组织元件202。凭借元件202的层次结构220,可以利用层次结构220在元件202之间形成相关性222。在这些说明性示例中,层次结构220可以采用树224的形式。

[0066] 现在参考图3,根据有利实施例描述了数据结构300的方框示意图。图3中所示的数据结构300是图1中的数据结构114实施的示例。在此特定的示例中,数据结构300是自图2的模型200生成的矩阵302。更具体地,矩阵302采用设计结构矩阵304的形式。

[0067] 如上所述,矩阵302具有行306和列308。行306和列308针对元件320。矩阵302中的元件320对应于图2中的元件202。进一步,矩阵302还具有单元310。单元310的值312提供关于矩阵302中的元件320的信息。特别地,值312提供关于矩阵302中的元件320之间的相关性322的信息。元件320的这些相关性322对应于图2中模型200的元件202的相关性222。

[0068] 在这些说明性示例中,矩阵302提供相比自模型200直接识别相关性222更为简单的方式来识别模型200中的元件202的相关性222。

[0069] 进一步,矩阵302中元件320的顺序314可以指示图2中模型200的元件202的设计过程流316。

[0070] 现在参考图4,根据有利实施例描述了分析400的方框示意图。图4中的分析400是图1中分析132的示例。分析400利用数据结构执行,数据结构如图3中的数据结构300。

[0071] 如所描述的,图4中的分析400可以包括识别设计历史402、设计过程流404、相关性406、无关元件408、冗余元件410和簇412中的至少一个。

[0072] 设计历史402可以指示何时进行改变或修改。在这些说明性示例中,设计历史402表示在设计过程的不同阶段创建的设计迭代和中间对象。中间对象利用聚类分析进行识别并且设计过程中的迭代可以在矩阵中标识为反馈回路或显示来自图2的元件202之间的相依性的交叉相关性。

[0073] 例如,在子簇内,依赖于其他元件但在子簇内不具有被依赖元件的元件可以是设计过程的中间对象。这些中间对象的列表可以是设计历史的部分。而且,设计迭代随时间改变模型200。改变可以是设计历史402的部分。设计历史402中对模型200的这些改变可以通过利用矩阵302分析不同版本的模型200存在的不同相关性来获得。特别地,当模型200改变时,矩阵302也改变。这些改变可以包括在设计历史402中。这些改变和其他改变可以作为整个设计历史的部分包括在设计历史402中。

[0074] 设计过程流404可以识别图2中将元件202加入模型200的顺序。在这些说明性示例中,可以分析簇和/或子簇中的元件以识别簇和/或子簇中针对元件202的设计过程流404。分析400可以识别元件202之间的相关性406,并且可以应用分割和拓扑排序算法生成设计过程流404。而且,可以在簇和/或子簇之间进行相似的分析。例如,可以对簇和/或子簇之间的相关性406进行拓扑排序,从而识别针对这些部件的设计过程流404。换句话说,可以以不同的粒度级别识别设计过程流404。

[0075] 设计过程流404可用于分析设计人员如何创建图2中的模型200。该设计过程流404可用于创建图1中的模型104中的其他模型。

[0076] 分析400中的相关性406是图2中的模型200的元件202的相关性222的标识。无关元件408可以是可自图2中的模型200移除的元件202的部分。

[0077] 冗余元件410是图2中的元件202的部分,其可以合并。例如,两个恒等函数可能存在于图2中的模型200的元件202中。模型200中的元件202中的两组元件每组可以使用所述函数中的一种。模型200可以被修改,从而元件202中的这两组元件使用同一函数而不是两者,因为它们都是恒等的。

[0078] 可以检查簇412以识别图2中模型200的元件202的分组。例如,簇412中的元件簇可以是图2中模型200中的可以通过采用图3中的数据结构300执行的分析400识别的组件。簇412可以是图1中的对象120中的组件164。例如,簇412中的一个簇可以是起落架组件,另一

个簇可以是发动机壳体,以及另一个簇可以是飞行器网络数据处理系统。利用簇412的识别,可以更容易地进行这些组件的再检查和可视化。

[0079] 进一步,利用分析400,可以执行各种操作。例如,分析400可用于修改模型200。在这些说明性示例中,可以移除在图2中针对模型200的元件202中被识别的无关元件408。通过这种方式,可以减小模型200的大小。进一步,当可以合并图2中针对模型200的元件202中的冗余元件410时,可以再次减小图2中的模型200的大小。进一步,可以降低图2中的模型200的复杂性。通过这种方式,可以利用计算机辅助设计系统或诸如分析程序的某些其他软件更高效地处理图2中的模型200。

[0080] 基于想到的这些功能,可以进一步理解,降低任何量的复杂性都将显著提高由计算机辅助设计系统159的一个或多个的用户处理和操纵模型200的元件202的效率。此外,图1中的对象120和/或图2中的对象218的许多这种复杂形式可能具有工业标准实践和需求,其要求必须在图1的对象120和/或图2的对象218的整个生命周期中保持和/或存储信息。

[0081] 必须保持和/或存储的这类信息一般可包括设计和制造信息,其可以包括在模型数据库102、数据结构114和/或知识数据库156中。降低必须保持的信息大小的功能可降低与在图1中的对象120和/或图2中的对象218的生命周期内长期保持该信息关联的成本。

[0082] 而且,当前的创新能够使得以独立于任何特定或具体的CAD卖主的形式将这类信息保持和/或存储在模型数据库102、数据结构114和/或知识数据库156内。因此,在卖主离开和/或出现在CAD领域内时,或者即使这些CAD工具由于新的和功能更强大的CAD系统进入CAD领域而变得陈旧时,可以在对象120和/或对象218的生命周期内更好地利用这类信息。

[0083] 另举一说明性示例,利用簇412对元件202的标识,可以对这些簇进行分析。在这些说明性示例中,簇412对应于元件202的组件。利用簇412的标识,可以为一个或更多簇412创建图1中的新模型144。该新模型144比图2中的模型200更小和/或具有更低的复杂性。结果,当执行进一步的分析时,与图2中的模型200相比较,可以更快地处理新模型144。

[0084] 现在参考图5,根据有利实施例描述了知识模型500的方框示意图。在该说明性示例中,图5中所示的知识模型500是图1中的知识模型152的示例。

[0085] 在该说明性示例中,知识模型500利用图3中的数据结构300创建。如所描述的,知识模型500包含知识模型信息502。知识模型信息502包括元件504、相关性506、设计过程流508、冗余元件510和/或其他合适形式的对象信息中的至少一种。

[0086] 在这些说明性示例中,设计过程流508识别为图1中的模型数据库102中的模型创建元件504的顺序。设计过程流508可以用于识别元件504用来创建模型的顺序502,知识模型500自所述模型创建。

[0087] 设计过程流508可以用于创建图1中的新模型144。图1中新模型144的创建可以通过以设计过程流508中识别的顺序512增加元件504来创建。

[0088] 例如,元件504可以包括第一点、第二点、第三点和样条。设计过程流508可能指示首先创建第一点,并且在创建第一点之后创建第二点。设计过程流508还可能指示在创建第二点之后创建第三点。进一步,可以在创建设计过程流508中识别的第三点之后创建样条。

[0089] 该创建顺序形成针对元件504的顺序512的部分。顺序512中的序列可以用于自图1中的模型108创建新模型144,该新模型被构造为在图1的系统158中以系统期望的类型使

用。

[0090] 图1中的模型管理系统100中的部件在图2-5中的示例实施不是为了暗示可以实施有利实施例的物理限制或结构限制。可以使用除了所示部件之外的其他部件和/或可以使用其他部件代替所示部件。某些部件可能是不必要的。而且,所示方框的呈现是为了示出某些功能部件。当有利实施例实施时,这些方框的一个或更多可以被组合、划分或组合并划分成不同的方框。

[0091] 例如,所示的图5中的知识模型500显示为具有设计过程流508。在某些说明性示例中,可以省略来自知识模型500中的知识模型信息502的设计过程流508。当新模型144被创建时可以识别设计过程流508。

[0092] 现在参考图6,根据有利实施例描述了对象602的模型600的树结构。模型600是图2中的模型200的实施示例。

[0093] 在该说明性示例中,模型600针对对象602。对象602由布置在树606中的元件604限定。在该说明性示例中,图6中的树606是图2中的树224的示例。

[0094] 如所描述的,树606具有结点608、610、612、614和616。这些结点表示图6中的模型600的不同元件。在该说明性示例中,结点608是对象602的根结点,结点610是产品实例,结点612是部件实例,结点614是产品实例,以及结点616是部件实例。在该示例中,结点608、610、612、614和616可以引用其他对象。这些对象也可以具有诸如树606的结构。

[0095] 现在参考图7,其根据有利实施例描述了模型700的另一个树结构的图示。模型700是图2中的模型200的实施示例。

[0096] 在该说明性示例中,模型700针对对象702,该对象采用部件704的形式。在该说明性示例中,部件704包括布置在树724中的结点708、710、712、714、716、718、720和722中的元件706。对象702可以是作为元件包括在图6的模型600中的对象示例。

[0097] 在该说明性示例中,结点708是部件704的根结点728。根结点728识别图7中的对象702。在该说明性示例中,结点710表示XY平面,结点712表示YZ平面,以及结点714表示ZX平面。结点716表示部件主体。部件主体是限定部件704的立体。结点718是主体。该主体是可以在部件704中使用的可选立体。结点720是几何图形集。结点720中的几何图形集可以限定线、点和/或其他合适的几何图形。在该说明性示例中,结点722是机械集。元件的机械集是一组非几何图形元件。图6中树606的模型600和图7中树724的模型700的图示仅仅意指可用于组织和创建图6中的元件604和图7中的元件706之间的关系的树的示例。当然,在实际的实施中,这些树结构可能更为复杂并且可能含有更多的元件。

[0098] 图6中的模型600可以被处理以识别元件604及其相关性。相关性可以从树结构中元件的布置识别出来。以类似的方式,图7中的模型700可以被处理以识别元件706及其相关性。该过程可以应用于图1中的模型数据库102中模型104的任何模型。

[0099] 接下来,在图8中,根据有利实施例描述了采用矩阵802形式的数据结构的图示。在该说明性示例中,图8中的矩阵802是设计结构矩阵804。该设计结构矩阵804是图3中的设计结构矩阵304的示例。在这些说明性示例中,设计结构矩阵804可以显示在图1的显示系统126的图形用户界面124中。

[0100] 如所描述的,设计结构矩阵804包含行806和列808。行806表示元件810。这些元件810也位于列808中。在这些说明性示例中,设计结构矩阵804中的单元812可以提供关于模

型的信息,例如关于图1中的模型108的信息。

[0101] 例如,元件810,包括rectangle3 814、rectangle2 816和rectangle1 818,其与LoftSolid 820具有相关性。与LoftSolid 820的相关性分别由单元822、824和826指示。

[0102] 另举一例,RectangularCurvePlane3 828与rectangle3 814具有如单元830指示的相关性。RectangularCurvePlane2 832与rectangle2 816具有如单元834指示的相关性。RectangularCurvePlane1 836与rectangle1 818具有如单元838指示的相关性。在又一说明性示例中,样条840与RectangularCurvePlane3 828、RectangularCurvePlane2 832和RectangularCurvePlane1 836具有分别由单元842、844和846指示的相关性。

[0103] 如图所示,当单元812中存在值时,单元812指示元件之间的相关性。进一步,这些值还指示相关性的强度。例如,单元842、844和846指示相比单元830、834和838更强的相关性。在另一说明性示例中,Point3 850与Spline 840具有如单元852指示的相关性。Point2 854与Spline 840具有如单元856指示的相关性。Point1 858与Spline 840具有如单元859指示的相关性。

[0104] 在这些说明性示例中,Line1 860、Line2 862和Point7 864不具有引导回到LoftSolid 820的任何相关性。例如,Line1 860和Line2 862与元件810的任何其他元件不具有任何相关性。Point7 864与Line2 862具有如单元866指示的相关性。然而,Line2 862不具有回到LoftSolid 820的相关性。因此,Line1 860、Line2 862和Point7 864是无关特征。

[0105] 另举一例,LoftSolidGeoSet 868和LoftSurfaceGeoset 870是不具有任何相关性的元件810的集合。利用无关元件872的标识,可以修改图1中的模型108,从而移除这些无关元件872。因此,对模型108的改变可以形成图1中修改的模型136。

[0106] 进一步,设计结构矩阵804可用于识别除了所示的无关元件872和相关性之外的其他信息。例如,可以从设计结构矩阵804中识别建模含有元件810的模型的过程流。在该说明性示例中,箭头874指示建模过程流方向。例如,AxisSystems 876是放置在模型中的元件810中的第一个。XYPlane 878、YZPlane 880和ZXPlane 882分别是放入模型中的接下来的元件。箭头874示出了其他元件810向模型的添加。

[0107] 此外,还可以自设计结构矩阵804识别簇884、886、888和889。簇884、886和888是相似元件的分组。首先,簇884是矩形rectangle3 814、rectangle2 816和rectangle1 818的分组。接着,簇886是矩形曲线平面RectangularCurvePlane1 836、RectangularCurvePlane2 832和RectangularCurvePlane3 828的分组。簇888是点Point1 858、Point2 854、和Point3 850的分组。

[0108] 簇889是彼此具有相关性的元件810的分组。在该说明性示例中,簇889包括RectangularCurvePlane1 836、RectangularCurvePlane2 832、RectangularCurvePlane3 828、Point1 858、Point2 854、Point3 850以及样条840。

[0109] 当识别时,簇884、886、888和889可用于生成彼此具有相关性的元件810的特定元件的视图。可以利用目前已知的技术以多种不同方式识别簇884、886、888和889。可以使用的某些技术的示例包括,例如,分割算法、分层聚类算法和其他合适的技术。这些技术可以单独使用或组合使用以识别可能的簇。分割可用于通过基于相关性分组和排序子系统创建子系统。这些子系统可以表示设计结构矩阵804中的元件810中的组件或其他分组。

[0110] 现在参考图9,根据有利实施例描述了用于管理模型104的过程的流程图。在该说明性示例中,可以在图1中的模型管理器106中实施过程。例如,模型管理器106可以选择图2中的模型200用于处理(操作900)。

[0111] 此后,识别模型200中的元件202(操作902)。该识别可以通过模型管理器106直接处理模型108、通过模型管理器106与第一类型的计算机辅助设计系统140进行交互或通过两者的组合来执行。例如,模型管理器106可以以至第一类型的计算机辅助设计系统140中的接口应用程序编程接口调用的形式向第一类型的计算机辅助设计系统140发送调用。

[0112] 然后,该过程识别模型200中存在的元件202之间的关系(操作904)。特别地,模型200可以具有格式226。格式226可以限定模型200中的元件202之间潜在关系。这些潜在关系可以在模型200的元件202之间。可以识别的元件之间的潜在关系的示例是父-子关系、物理连接、输入-输出关系和其他关系。这些潜在关系是可以在计算机辅助设计系统中使用的关系。某些潜在关系可以在所有计算机辅助设计系统159中,以及某些可以仅仅在图1中的所选计算机辅助设计系统159中。

[0113] 此后,过程识别元件202的相关性222(操作906)。在操作906中识别的元件202的某些相关性222可以是,例如,父-子关系、物理连接、输入-输出关系和其他相关性。然后,该过程利用元件202和相关性222创建矩阵(操作908)。

[0114] 利用该矩阵,可以执行分析400(操作910),然后过程终止。进一步,可以基于分析400执行不同的行为。

[0115] 现在参考图10,根据有利实施例描述了用于修改模型200的过程的流程图。在这些说明性示例中,模型管理器106可以执行分析132,例如图4中的分析400(操作1000)。分析400可以利用图3中的矩阵302执行。该过程自图4中的分析400识别无关元件408(操作1002)。

[0116] 无关元件408是图2中的模型200的元件202。当识别元件202中的无关元件408时,该过程从元件202中移除无关元件408(操作1004)。操作1004可以通过模型管理器106直接处理模型200、通过模型管理器106与第一类型的计算机辅助设计系统140进行交互或通过两者的组合执行。

[0117] 接着,该过程识别模型200中元件202中的冗余元件410(操作1006)。关于是否可以合并冗余元件410中的任意元件做出判断(操作1008)。

[0118] 如果可以合并某些或所有冗余元件410,那么过程合并冗余元件410中被识别的元件(操作1010)。对冗余元件410的合并可以直接、利用第一类型的计算机辅助设计系统140或两者的组合进行。然后,该过程自模型200中的剩余元件形成修改的模型136(操作1012),此后过程终止。

[0119] 再次参考操作1008,如果无法合并任何冗余元件410,那么该过程也前进至如上所述的操作1012。

[0120] 现在参考图11,其根据有利实施例描述了用于生成知识模型的过程的流程图,知识模型如图5中的知识模型500。该过程可以利用图1中的模型管理器106实施。

[0121] 该过程从自图3中的矩阵302识别知识模型500的元件504开始(操作1100)。然后,该过程将识别的元件504作为图5的知识模型500的知识模型信息502的部分放入知识模型500中(操作1102)。在该说明性示例中,可以处理元件504以在元件504放入知识模型500之

前移除无关元件和合并冗余元件。

[0122] 该过程还利用图3中的矩阵302识别元件504之间的相关性506 (操作1104)。

[0123] 此后,将这些识别的相关性506加入到元件504的知识模型500中的知识模型信息502中 (操作1106)。该过程还自矩阵302识别设计过程流508 (操作1108)。此外,可以识别知识模型500中的知识模型信息502的其他对象信息。

[0124] 在某些说明性示例中,可以通过除利用矩阵302外的其他方式识别设计过程流508。例如,可以生成图2中的模型200的元件202的图示。图中的结点表示元件202。结点之间的线表示相关性222。该信息可以从模型200的分析中获得,包括模型200中的树224。

[0125] 可以遍历树224,从而识别模型200中的元件202的相关性222。利用该图,可以识别知识模型500的设计过程流508。换句话说,通过矩阵302识别设计过程流508的技术也可用于从该图识别设计过程流508。

[0126] 在这些说明性示例中,可以识别知识模型500中的知识模型信息502中的顺序512 (操作1110)。然后,该过程终止。该过程可以针对要为特定模型创建的每个知识模型执行。

[0127] 现在参考图12,其根据有利实施例描述了用于创建新模型的过程的流程图。图12中所示的过程可以利用图1中的模型管理器106执行。在这些说明性示例中,图5中的知识模型500可用于创建图1中的新模型144。通过模型管理器106创建新模型144可以由模型管理器106直接执行或使用图1中的系统158中的计算机辅助设计系统执行。

[0128] 该过程从为新模型144识别系统158中的期望系统 (操作1200) 开始。该期望系统可以是,例如,特定类型的计算机辅助设计系统或图1中的分析系统160。例如,分析系统160可以是有限元分析系统或可能不使用计算机辅助设计模型进行分析132的某些其他合适类型的系统。通过这种方式,可以针对图1中的系统158中使用的特定类型的系统修改新模型144。

[0129] 然后,该过程识别元件504中的哪些元件是新模型144所需的 (操作1202)。在某些情况中,只有某些元件504是新模型144所需的。另举一例,新模型144的第二格式150可能不使用所有元件504。在另一示例中,可以为新模型144选择对象120的组件164中的特定组件170。因此,新模型144只需要元件504的在特定组件170中的那些部分。

[0130] 进一步,在操作1202中,可以在自知识模型500形成新模型144之前从知识模型500中移除元件504中的多个无关元件。而且,可以在自知识模型500形成新模型144之前在知识模型500中合并元件504中的冗余元件。

[0131] 该过程还识别设计过程流508用于创建新模型144 (操作1204)。在这些说明性示例中,新模型144基于元件504的设计过程流508识别的顺序512创建。该过程将识别的来自元件504的元件按照设计过程流508识别的顺序512加入新模型144 (操作1206),此后该过程终止。在操作1206中,将这些元件504放入具有期望系统的格式的新模型144中以形成新模型144。

[0132] 在这些说明性示例中,所有知识模型信息502都保持在知识模型500中,假使要生成另一新模型,其可能需要知识模型信息502的不同部分以生成该新模型。

[0133] 所述的不同实施例中的流程图和方框图示出了有利实施例中的装置和方法的某些可能的实施方式的结构、功能和操作。关于这点,流程图或方框图中的每个方框可以表示模块、段、功能和/或操作或步骤的一部分。例如,一个或更多方框可以实施为程序代码、在

硬件中实施或程序代码和硬件的组合。当在硬件中实施时,硬件可以,例如,采用被制造或构造为执行流程图或方框图中的一个或更多操作的集成电路的形式。

[0134] 在有利实施例的某些可替代实施中,方框中标注的一种或更多种功能可以不按附图中标注的顺序发生。例如,在某些情况中,连续示出的两个方框可能基本同时执行,或者这些方框有时可以按相反的顺序执行,依赖于包含的功能。而且,除了流程图或方框图中所示的方框之外,可以添加其它方框。

[0135] 例如,可以不使用图3中的矩阵302生成在图11的操作中生成的知识模型500。相反,模型管理器106可以直接使用模型108或通过与图1中的使用具有第一格式148的模型108的第一类型计算机辅助设计系统140进行交互来使用模型108。例如,可以按照该方式执行元件504和元件之间的相关性506的识别,从而生成知识模型500的信息。

[0136] 现在转向图13,其描述了根据有利实施例的数据处理系统。数据处理系统1300可用于实施图1中的计算机系统122。在该说明性示例中,数据处理系统1300包括通信架构1302,通信架构1302提供处理器单元1304、存储器1306、永久存储器1308、通信单元1310、输入/输出(I/O)单元1312和显示器1314之间的通信。在该示例中,通信架构可以采用总线系统的形式。

[0137] 处理器单元1304用于执行可以加载到存储器1306的软件的指令。处理器单元1304可以是多个处理器、多处理器核或某种其他类型的处理器,依赖于特定的实施。

[0138] 存储器1306和永久存储器1308是存储装置1316的示例。存储装置是能够在临时基础上和/或永久基础上存储信息的任何硬件,信息例如但不限于数据、功能形式的程序代码和/或其他合适的信息。在这些说明性示例中,存储装置1316也可以被称为计算机可读存储装置。在这些示例中,存储器1306可以是,例如,随机存取存储器或任何其他合适的易失性或非易失性存储装置。永久存储器1308可以采用不同形式,依赖于特定的实施。

[0139] 例如,永久性存储器1308可以含有一个或更多部件或装置。例如,永久存储器1308可以是硬盘驱动器、闪存、可重写光盘、可重写磁带或以上的某些组合。永久存储器1308使用的介质还可以是可移动的。例如,可移动硬盘驱动器可用于永久存储器1308。

[0140] 在这些说明性示例中,通信单元1310提供与其他数据处理系统或装置的通信。在这些说明性示例中,通信单元1310是网络接口卡。

[0141] 输入/输出单元1312允许与可连接数据处理系统1300的其他装置进行数据的输入与输出。例如,输入/输出单元1312可以通过键盘、鼠标和/或某些其他合适的输入装置提供连接用于用户输入。进一步,输入/输出单元1312可以发送输出至打印机。显示器1314提供向用户显示信息的机构。

[0142] 操作系统的指令、应用程序和/或程序可以位于存储装置1316中,存储装置1316通过通信架构1302与处理器单元1304通信。处理器单元1304可以利用计算机实施指令执行不同实施例的过程,其中计算机实施指令可以位于存储器中,例如存储器1306。

[0143] 这些指令被称为程序代码、计算机可用程序代码或计算机可读程序代码,可以由处理器单元1304中的处理器读取和执行。不同实施例中的程序代码可以包含在不同的物理或计算机可读存储介质上,例如存储器1306或永久存储器1308。

[0144] 程序代码1318以功能形式位于计算机可读介质1320上,其中计算机可读介质是选择性地可移动的,并且可以装载到或传输至数据处理系统1300用于处理器单元1304执行。

在这些说明性示例中,程序代码1318和计算机可读介质1320构成计算机程序产品1322。在一个示例中,计算机可读介质1320可以是计算机可读存储介质1324或计算机可读信号介质1326。

[0145] 在这些说明性示例中,计算机可读存储介质1324是用于存储程序代码1318的物理存储装置或有形存储装置,而不是传播或传输程序代码1318的介质。

[0146] 可替代地,可以利用计算机可读信号介质1326将程序代码1318传输至数据处理系统1300。计算机可读信号介质1326可以是,例如,传播的含有程序代码1318的数据信号。例如,计算机可读信号介质1326可以是电磁信号、光信号和/或任何其他合适类型的信号。这些信号可以通过通信链路进行传输,通信链路如无线通信链路、光纤电缆、同轴电缆、导线和/或任何其他合适类型的通信链路。

[0147] 针对数据处理系统1300所示的不同部件并非意在提供对可以实施不同实施例的方式的结构限制。不同有利的实施例可以在数据处理系统中实施,其中数据处理系统包括除了数据处理系统1300所示的部件之外的部件和/或代替数据处理系统1300所示部件的部件。图13中所示的其他部件可以不同于所示的说明性示例。不同的实施例可以利用任何硬件装置或能够运行程序代码1318的系统来实施。

[0148] 可以在如图14中所示的飞行器制造和服务方法1400和如图15中所示的飞行器1500的背景下描述本公开的有利实施例。首先转向图14,描述了根据有利实施例的飞行器制造和服务方法。在预生产期间,飞行器制造和服务方法1400可以包括图15中的飞行器1500的规格和设计1402与材料采购1404。

[0149] 在生产期间,发生图15中飞行器1500的部件和子组件制造1406和系统集成1408。然后,图15中的飞行器1500可进行检定和交付1410,从而投入服务1412。当为用户服务1412时,可以安排图15中的飞行器1500进行日常维护和服务1414,其可以包括改进、重配置、翻新和其他维护或服务。

[0150] 飞行器制造和服务方法1400的每个过程可以由系统集成方、第三方和/或操作人员执行或实施。在这些示例中,操作人员可以是用户。为了描述的目的,系统集成方可以包括但不限于,诸多飞行器制造商和主系统转包商;第三方可以包括但不限于,诸多厂商、转包商和供应商;以及操作人员可以是航空公司、租赁公司、军事组织、服务组织等。

[0151] 现在参考图15,展示了可以实施有利实施例的飞行器的图示。在该示例中,飞行器1500由图14中的飞行器制造和服务方法1400生产,并且可以包括具有多个系统1504和内部1506的机身1502。系统1504的示例包括推进系统1508、电气系统1510、液压系统1512和环境系统1514中的一个或更多。可以包括多个其他系统。尽管示出了航空航天示例,但是不同有利实施例可以应用于其他领域,例如汽车工业。

[0152] 可以在图14中的飞行器制造和服务方法1400的至少一个阶段中使用本文中包括的装置和方法。例如,在图14中的飞行器制造和服务方法1400的不同阶段期间,可以利用图1中的模型管理系统100创建、修改、分析或以其他方式管理飞行器1500的模型。

[0153] 在一个说明性示例中,可以以类似于飞行器1500处于图14中的服务1412时生产部件或子组件的方式制作或制造图14中的部件和子组件制造1406中生产的部件或子组件。另举一例,可以在生产阶段期间利用一个或更多装置实施例、方法实施例或其组合,例如图14中的部件和子组件制造1406和系统集成1408。当飞行器1500处于服务1412时和/或在图14

中的维护和服务1414期间,可以利用一个或更多装置实施例、方法实施例或其组合。多个不同有利实施例的使用可以充分加速飞行器1500的组装和/或降低飞行器1500的成本。

[0154] 因此,不同有利实施例提供用于管理模型的方法和装置。利用一个或更多有利实施例,可以生成矩阵116形式的数据结构114,从而有助于如模型108的模型104的分析132。进一步,利用不同的有利实施例,当模型104中不存在现有模型时,可以管理模型104生成新模型144,用于与系统158中的特定系统一起使用。

[0155] 利用一个或更多不同的有利实施例,可以分析和修改图1中的模型104中的现有模型,从而消除这些模型中的无关元件和冗余元件。进一步,可以进行这些修改和其他修改,从而提高利用图1中的系统158处理模型104的速度和效率。

[0156] 在附图和本申请的正文中,公开了用于管理模型108的方法,该方法包括识别对象120、218的模型108、200中的元件110、202、320;识别经识别的元件110、202的相关性222、322、406、506;以及利用元件110、202、320生成元件110的矩阵116、302和对象120、218的知识模型152、500中的至少一个。在一个变形中,该方法包括利用矩阵116、302执行分析,其中分析识别元件110、202之间的相关性222、322、406、506,模型108、200的设计过程,多个无关元件408和冗余元件410中的至少一个。在另一个变形中,方法包括利用矩阵116、302识别来自模型108、200中的元件的多个无关元件408;以及从模型108、200的元件110、202、320中移除多个无关元件408,从而形成修改的模型136。

[0157] 在又一变形中,该方法包括利用矩阵116、302识别模型108、200中的无关元件408;以及合并经识别的冗余元件408。在一个实例中,该方法包括其中模型108、200构造为与第一类型的计算机辅助设计系统一起使用,并且进一步包括:识别第二类型的计算机辅助设计系统;和利用矩阵116、302创建新模型144,其中新模型144构造为与第二类型的计算机辅助设计系统一起使用。在另一实例中,该方法包括其中矩阵116、302是设计结构矩阵304。在一个变形中,该方法进一步包括:识别期望的系统;和自知识模型152、500创建新模型144,其中新模型144构造为与期望的系统一起使用。

[0158] 在又一变形中,其中利用元件110、202、320生成元件110、202、320的矩阵116、302和对象120、218的知识模型中的至少一个包括:利用元件110、202、320创建知识模型152、500和利用元件110、202、320的矩阵116、302创建元件110、202、320的设计过程流。在一个示例中,该方法包括其中期望的系统选自计算机辅助设计系统、分析系统和有限元分析系统之一。

[0159] 在另一个示例中,其中模型108、200是选自移动平台、固定平台、基于陆地的结构、基于海洋的结构、基于太空的结构、飞行器、潜水艇、公共汽车、人员运输车、坦克、火车、汽车、宇宙飞船、太空站、卫星、水面舰艇、发电厂、大坝、制造设备、建筑物、发动机、机翼、旋转推进器、支柱、起落架组件、铸模和工具之一的对象120、218的模型。

[0160] 在本申请的一个方面中,公开的模型管理系统包括构造为识别对象120、218的模型108、200中的元件的模型管理器106;耦合模型管理器106的模型数据库102,模型管理器106进一步构造为识别元件110、202、320的相关性222、322、406、506,元件110、202、320在模型数据库102中由模型管理器106识别,其中模型管理器106构造为利用元件110、202、320生成元件的矩阵116、302和对象120、218的知识模型152、500中的至少一个。

[0161] 在一个变形中,其中模型管理器106进一步构造为利用矩阵116、302执行分析,其

中分析识别元件110、202、320之间的相关性222、322、406、506、模型的设计过程、多个无关元件408和冗余元件410中的至少一个。在另一个变形中,在模型管理系统中,模型管理器106进一步构造为利用矩阵116、302识别来自模型中的元件110、202、320的多个无关元件以及从模型108、200的元件110、202、320中移除多个无关元件408,从而形成修改的模型136。

[0162] 在又一个示例中,其中模型管理器106进一步构造为利用矩阵116、302识别模型108、200中的冗余元件410和合并经识别的冗余元件410。在一个实例中,其中模型108、200构造为与第一类型的计算机辅助设计系统一起使用,并且其中模型管理器进一步构造为识别第二类型的计算机辅助设计系统和利用矩阵116、302创建新模型144,其中新模型144构造为与第二类型的计算机辅助设计系统一起使用。在一个实例中,其中矩阵116、302是设计结构矩阵118。

[0163] 在另一实例中,其中模型管理器106进一步构造为识别期望的系统和根据知识模型152、500创建新模型144,其中新模型144构造为与期望的系统一起使用。在又一实例中,其中模型管理器106构造为利用元件110、202、320生成元件110、202、320的矩阵116、302和对象120、218的知识模型152、500中的至少一个,模型管理器106构造为利用元件110、202、310创建知识模型152、500和利用元件110、202、320的矩阵116、302创建元件的设计过程流。

[0164] 在又一实例中,其中期望的系统选自计算机辅助设计系统、分析系统和有限元分析系统中的一个。在一个实例中,其中模型针对选自移动平台、固定平台、基于陆地的结构、基于海洋的结构、基于太空的结构、飞行器、潜水艇、公共汽车、人员运输车、坦克、火车、汽车、宇宙飞船、太空站、卫星、水面舰艇、发电厂、大坝、制造设备、建筑物、发动机、机翼、旋转推进器、支柱、起落架组件、铸模和工具之一的对象110、202、310。

[0165] 为了示例和说明的目的呈现了不同有利实施例的说明,并且该说明不是详尽的,也不限于所公开形式的实施例。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员将是显而易见的。而且,与其他有利实施例相比,不同的有利实施例可以提供不同的优势。之所以选择并描述所选的一个或多个实施例是为了最佳解释实施例的原理、实际应用,并且使本领域的其他普通技术人员能够理解具有各种修改的本公开的各种实施例,这些修改适用于考虑的特定用途。

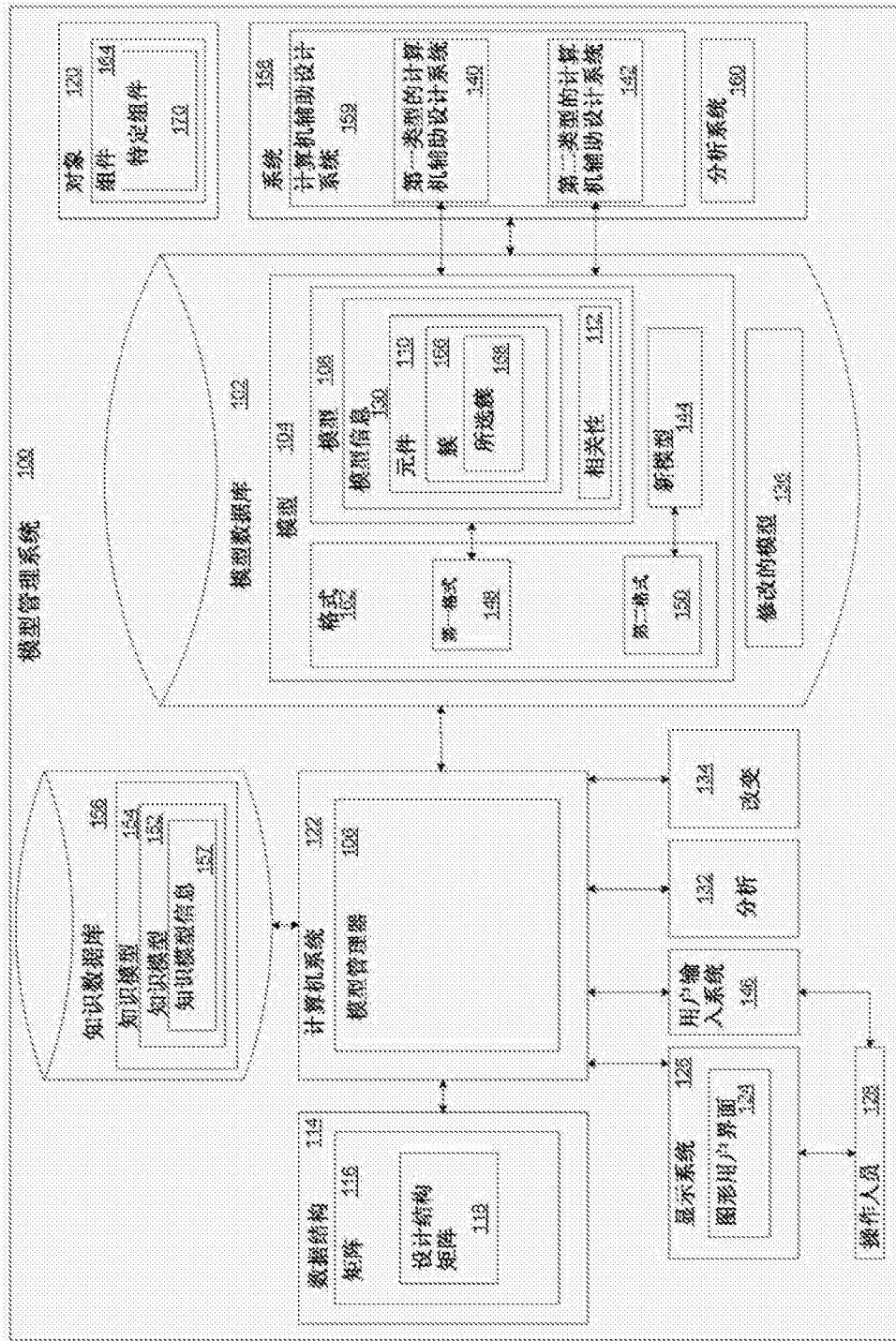


图1

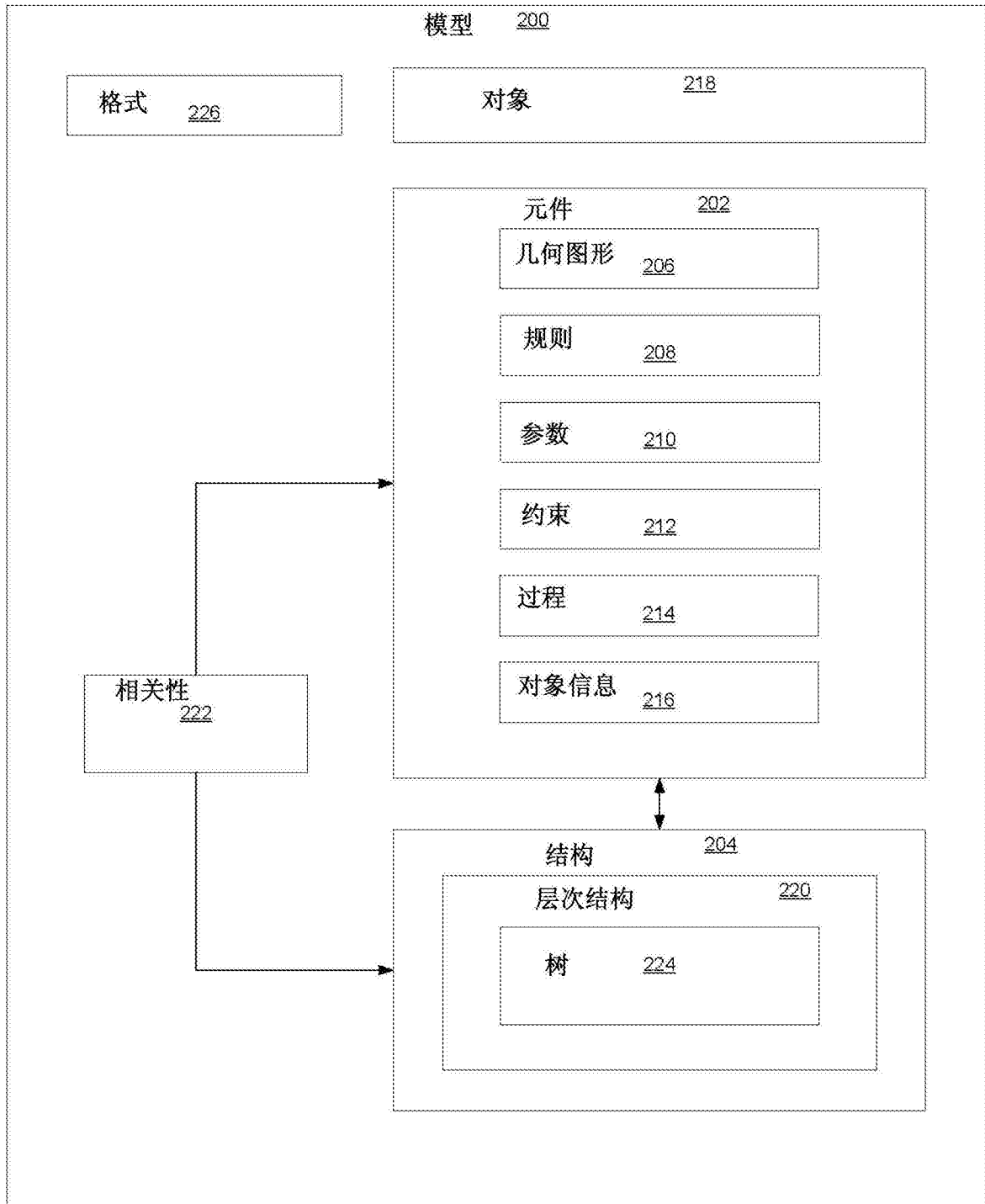


图2

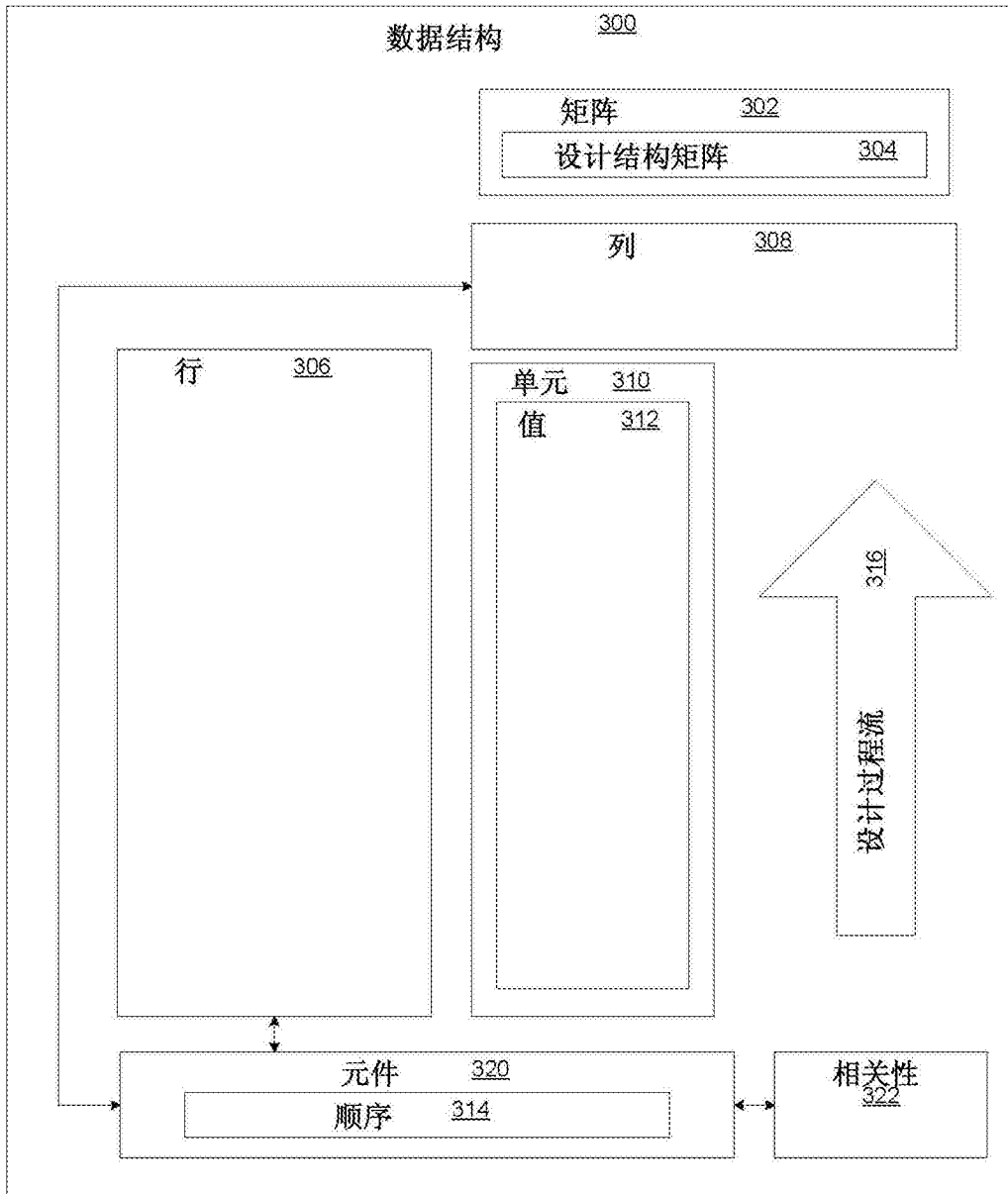


图3



图4

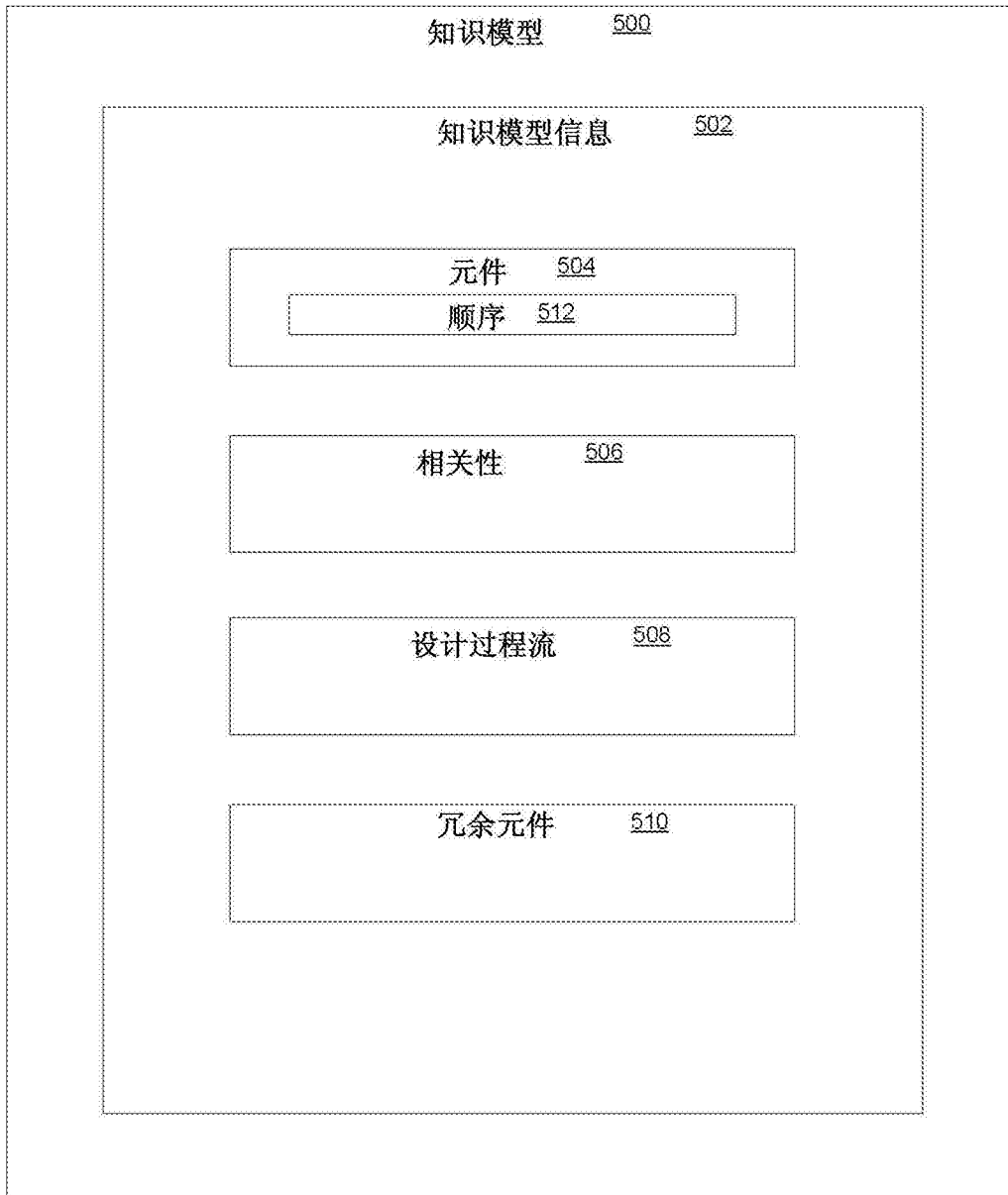


图5

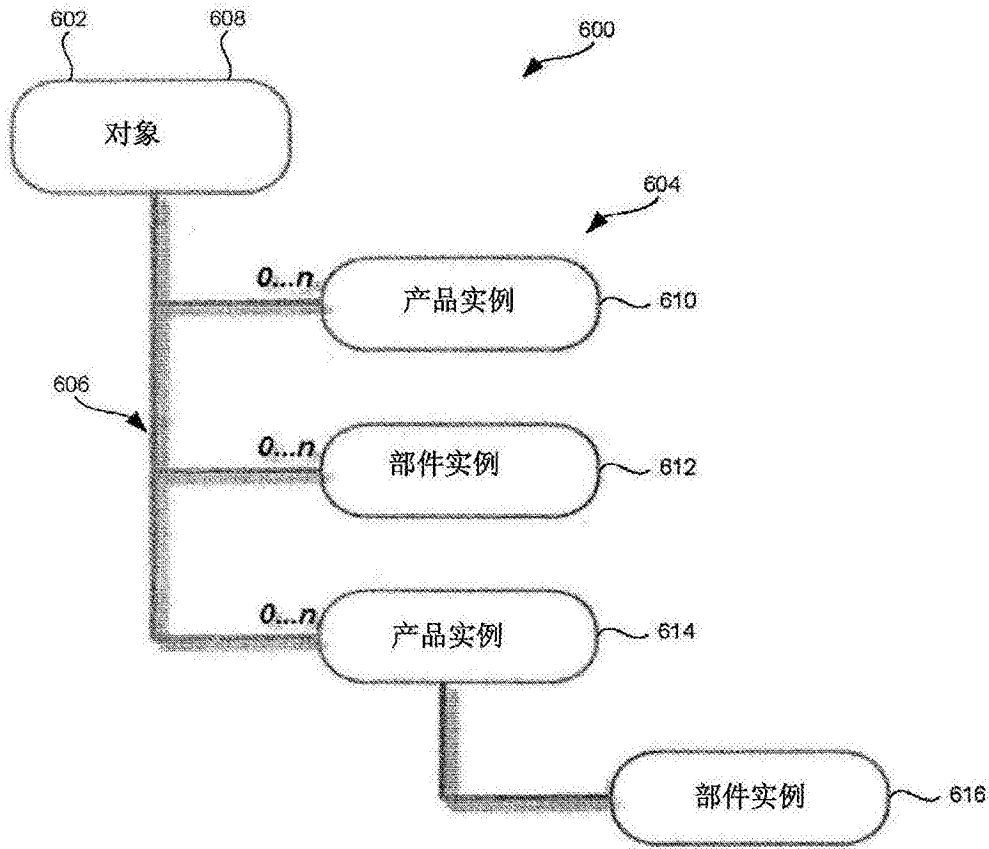


图6

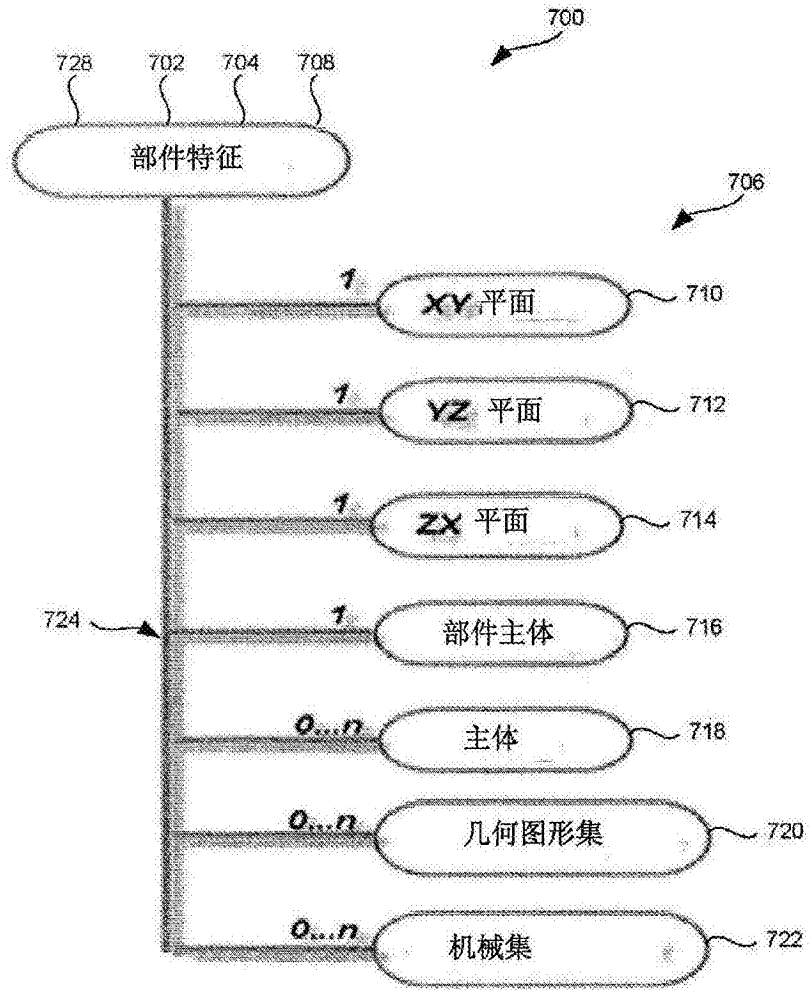


图7

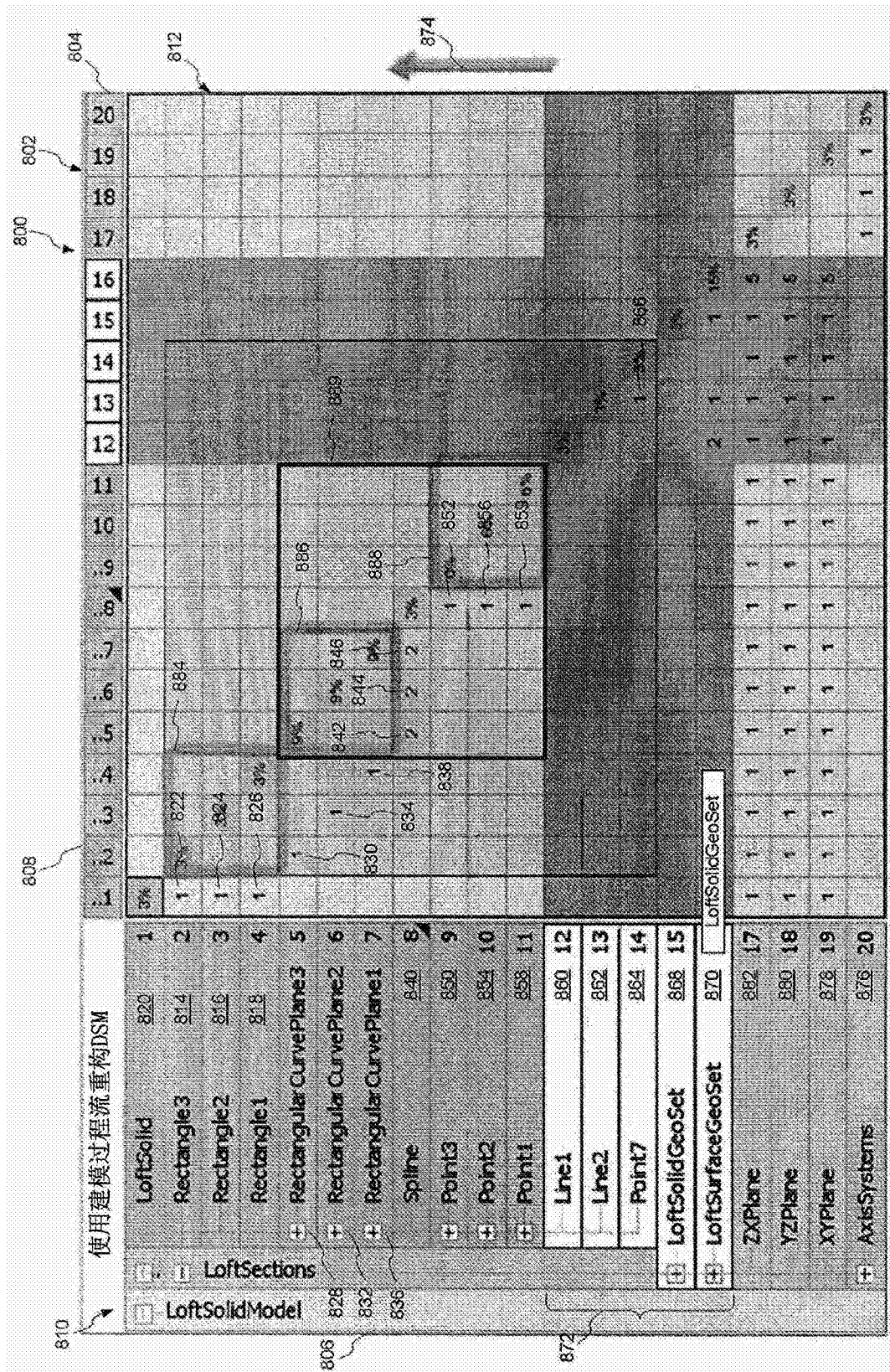


图8

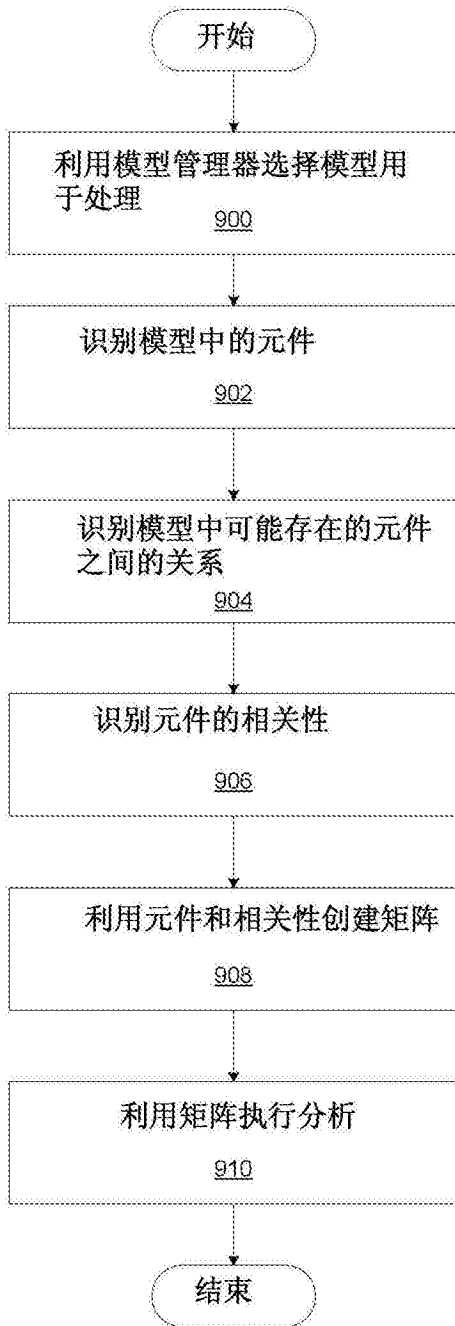


图9

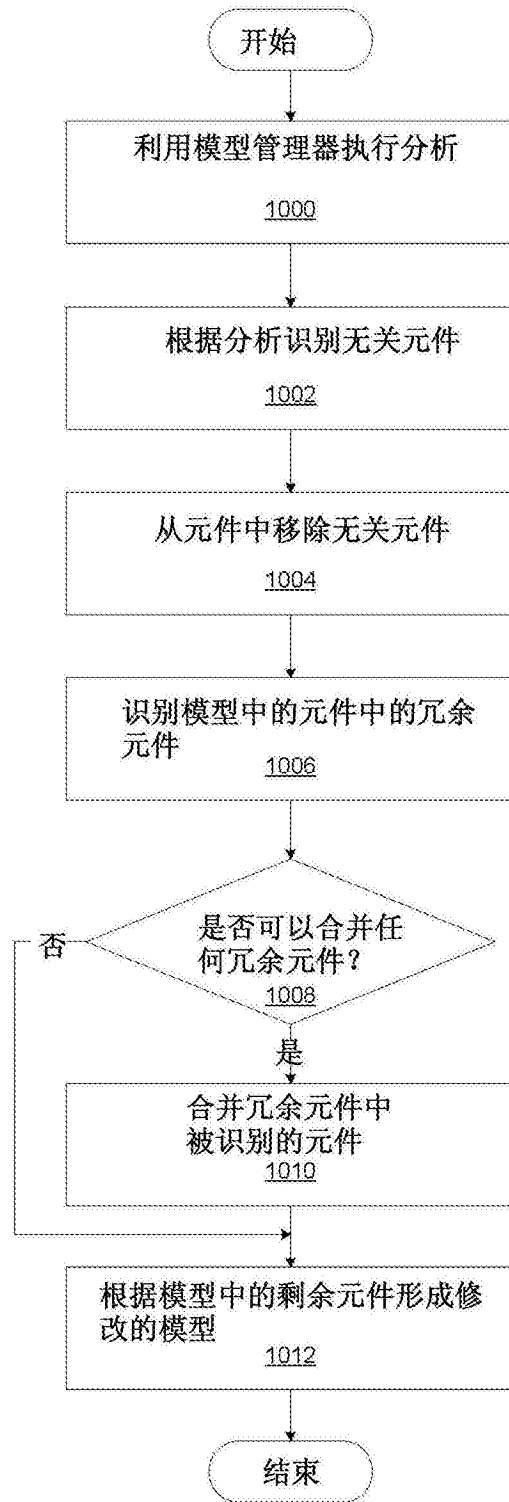


图10

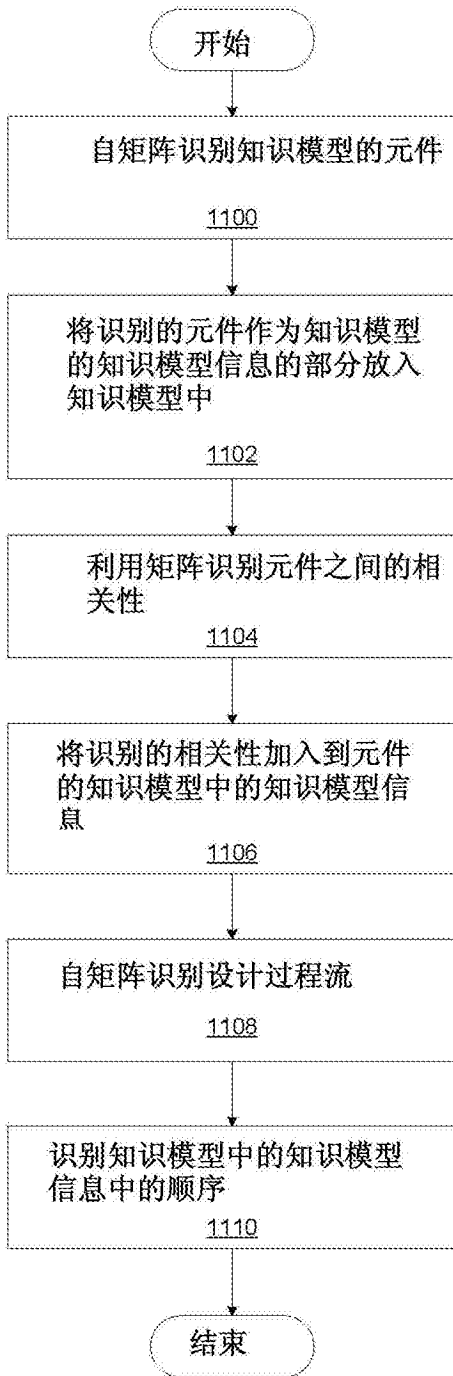


图11

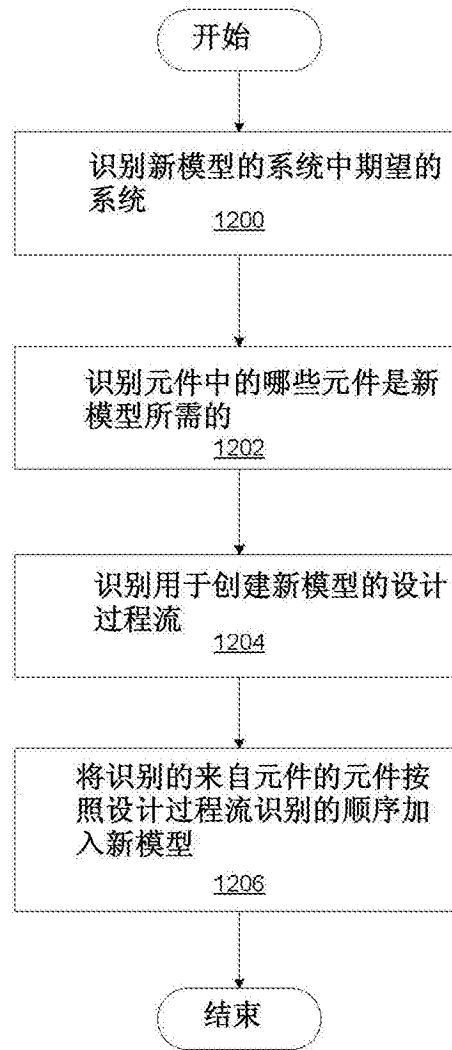


图12

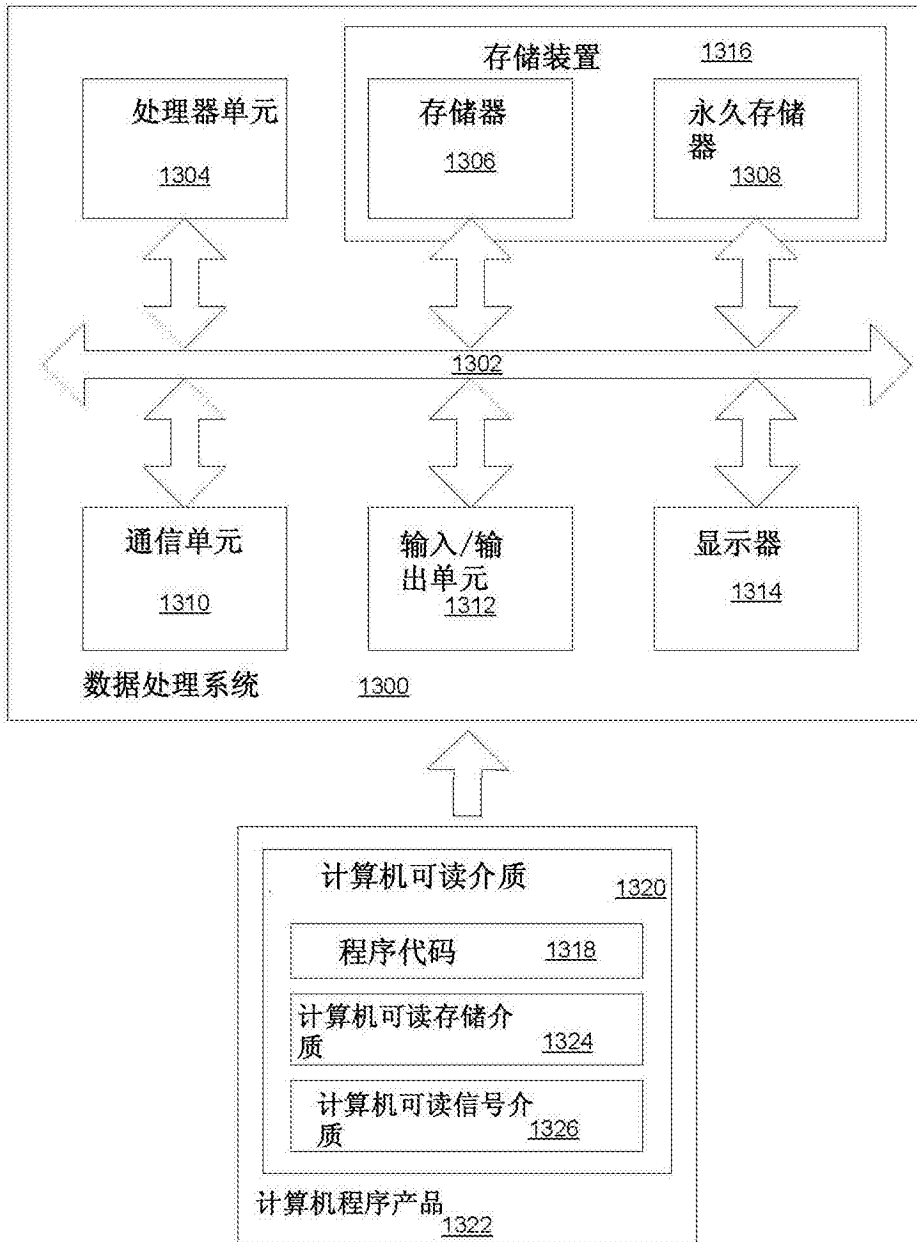


图13

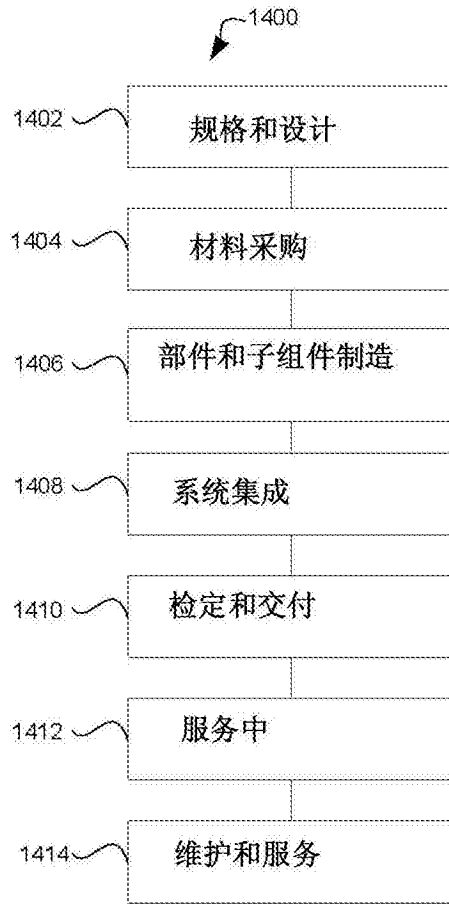


图14

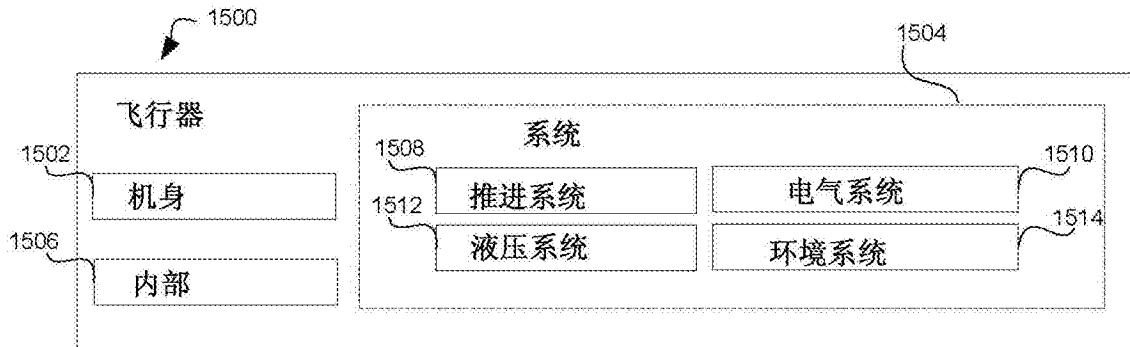


图15