

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G06F 17/50 (2006.01)

H04L 12/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510069759.6

[45] 授权公告日 2009年5月27日

[11] 授权公告号 CN 100492371C

[22] 申请日 2005.3.29

[21] 申请号 200510069759.6

[30] 优先权

[32] 2004.3.29 [33] JP [31] 94091/04

[73] 专利权人 独立行政法人理化学研究所

地址 日本埼玉县和光市

[72] 发明人 伊藤昌夫 加濑究 八木博史

加藤昌也

[56] 参考文献

BE1014843 A3 2004.5.4

JP2003187263A 2003.7.4

US2004128019A1 2004.7.1

CN1193153A 1998.9.16

CN1380623A 2002.11.20

OCTREE REPRESENTATION AND ITS APPLICATION INCAD. ZENSHENG T. JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY, SCIENCE PRESS, BEIJING, CN, Vol. 7 No. 1. 1992

Parallel automatic adaptive analysis. SHEPARD M S ET AL. PARALLEL COMPUTING, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Vol. 23 No. 9. 1997

审查员 姚天宇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 浦柏明 刘宗杰

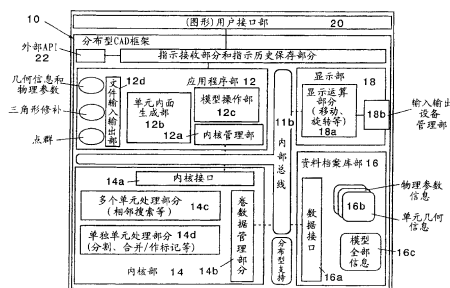
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

[54] 发明名称

分布型 CAD 装置

[57] 摘要

具备通过网络(11a)而彼此相连的多个组成要素。所述多个组成要素中的至少一个具有可以连接于外部输入装置和输出装置上的图形用户接口(20)和/或外部输入输出部(22)。此外,各个组成元素都具有执行作为CAD的高阶处理的应用程序部(12)、负责作为CAD的基本运算的内核部(14)、保存CAD数据的资料档案库部(16)和执行运算结果的显示的显示部(18)。此外,所述应用程序部、内核部、资料档案库部和显示部还通过网络(11b)而彼此相连。



1.一种分布型 CAD 装置，其特征在于：

具备通过网络而彼此相连的多个组成要素，该组成要素由内部存储装置和中央处理装置构成，或者虚拟构成在操作系统上，

所述多个组成要素中的至少一个具有可连接于外部输入装置和输出装置上的图形用户接口部和/或外部输入输出部，

各个组成要素具有执行作为 CAD 的高阶处理的应用程序部、负责作为 CAD 的基本运算的内核部、保存 CAD 数据的资料档案库部和执行运算结果的显示的显示部，该内核部包括内核间接口、卷数据管理部、多个单元处理部、以及单独单元处理部，

所述应用程序部、内核部、资料档案库部和显示部通过网络而彼此相连。

2.如权利要求 1 所述的分布型 CAD 装置，其特征在于：

所述应用程序部具有管理通过网络而被连接的多个内核部的内核管理部，通过该内核管理部来启动可用的内核那么多数量的内核部，给各个内核部分配作为 CAD 的各种基本运算，对内核部之间的信息交换进行调度。

3.如权利要求 1 所述的分布型 CAD 装置，其特征在于：

以任意的分割数将外部数据最初分割成边界平面正交的多个单元，按每个这种最初分割单元进行划分而启动多个内核部，然后按每个内核部执行八叉树分割处理。

4. 如权利要求 3 所述的分布型 CAD 装置，其特征在于：

在所述各个组成要素中，通过八叉树分割处理形成而所使用的各个单元分别具有通过模拟所得到的物理参数数据。

分布型 CAD 装置

技术领域

本发明涉及一种在 CAD、CAM、CAE、CAT 等中使用的分布型 CAD 装置，更具体而言涉及一种能灵活地有效使用计算机资源（CPU 的性能、存储器、磁盘容量等）并适合于构建大规模而复杂的模型的分布型 CAD 装置。

背景技术

现如今，在研究开发和技术开发的情况下，CAD（Computer Aided Design，计算机辅助设计）、CAM（Computer Aided Manufacturing，计算机辅助加工）、CAE（Computer Aided Engineering，计算机辅助工程）、CAT（Computer Aided Testing，计算机辅助测试）等等一直以来都分别用作设计、加工、分析、测试的模拟方法。

对于这类 CAD、CAM、CAE、CAT 等（以下简称为 CAD），已经提出并注册了一种以小存储容量存储综合形状和物理参数的实际数据、能使 CAD 和模拟单元化的数据生成方法（专利文献 1）。

如图 1 所示，这种卷数据（volume data）生成方法是这样一种方法，其由外部数据输入单元（A）、八叉树分割单元（B）和单元数据存储单元（C）构成，通过外部数据输入单元（A）将利用外部数据获取单元所获得的由对象边界数据构成的外部数据 2 输入到安装有本发明的方法的计算机中，通过八叉树分割单元（B）将外部数据 2 分割成经八叉树分割后的边界平面正交的立方体单元，通过单元数据存储单元（C）将各个单元的各种物理参数值存储在存储器装置和文件装置等存储单元 4 中。

图 2 是对于这种方法的数据结构的说明图。在上述的八叉树分割装置（B）中，通过校正后的八叉树（Octree）进行空间分割。八叉树表现即根据八叉树进行的空间分割，其包含目标立体（对象物），以立方体 3 为基准 8 分割（A），判断在各个区域中是否完全包含立体，到不包含为止按（B）、（C）、（D）递归地反复执行八分割处理。通过这种八叉树分割，能够比体积像素（voxel）表示更大幅度地减少数据量。

另一方面，作为一种由连接于网络上的多个计算机资源（CPU 的性能、存储器、磁盘容量等）来共享资源的方法，“栅格（grid）计算”是众所周知的。栅格计算就是将多个计算机与某个虚拟计算机（栅格环境）相连接，利用这个假想的计算机来管理各个计算机的剩余资源。

此外，为了尽可能地在不损失各个工作站的交互性能的情况下进行相关的栅格计算，请参见专利文献 2。如图 3 所示，该方法是将多个工作站 5 连接到计算机网络 4 上，利用虚拟计算机 7 来管理上述资源（例如，CPU 6），判断各个工作站的利用率，将栅格工作负载适当分配给利用率低的工作站。

此外，为了能利用连接于网络的多个计算机来同步协调设计，请参见专利文献 3。这种方法是利用任意工作站来进行校正，但，也可利用系统内部的其它工组站来进行拷贝。

此外，专利文献 4 是专利文献 1 的相关技术。

【专利文献 1】

特许第 3468464 号：“综合形状和物理参数的卷数据生成方法”。

【专利文献 2】

特开平第 2004-38972 号：“用于给网络工作站分配栅格计算工作负载的系统和方法”。

【专利文献 3】

特开平 2003-99470 号：“协调设计的方法、装置及其系统”。

【专利文献 4】

特开平 1-216490 号：“八叉树代码化物体的三维表示法和应用这种方法的装置”。

利用上述特许文献 1 的方法所生成的卷数据具有能比通过八叉树分割的体积像素表示更大幅度地减少数据量的特征。然而，在将这种数据用于 CAD、CAM、CAE、CAT 等以执行设计、加工、分析、测试等的模拟的情况下，由于每一次这种模拟都要累积新的数据，因而数据量变大。

为此，存在需要保存几何信息和物理参数信息的大量计算机资源（存储器、CPU）的问题。

为了解决这一问题，可以应用一种使用连接于网络的多个计算机的栅格计算。然而，即使在这种情况下，多个计算机使用相同的数据，还有必要并行地计

算相同或相似的计算，也仍不能实现充分地减少计算机资源（存储器、CPU）。

此外，在上述的特许文献 3 中，虽然能够使用多个计算机协调设计，但是，自始至终，作为 CAD，由于在单个计算机内将其关闭，不能为了构建大规模·复杂的模型而起作用。

为此，在现有技术中，在处理大型模型方面存在着局限。另外，在许多情况下，都仅仅适用于用单个计算机来执行。另外，即使对于适用于分布的 CAD 系统，也不可能让内核进行多个动作。

发明内容

为了解决这样的问题，本发明提供了一种解决方案。即，本发明的目的就在于，提供一种能够灵活地有效使用计算机资源（CPU 的性能、存储器、磁盘容量等）并适合于构建大规模而复杂的模型的分布型 CAD 装置。

根据本发明，提供了一种具备利用网络而彼此连接的多个组成要素的分布型 CAD 装置，所述多个组成要素中的至少一个具有可连接于外部输入装置和输出装置上的图形用户接口部和/或外部输入输出部分，各个组成要素都具有执行 CAD 的高阶处理的应用程序部、负责作为 CAD 的基本运算的内核部、保存 CAD 数据的资料档案库（repository）部和执行运算结果的显示的显示部，所述应用程序部、内核部、资料档案库部和显示部利用网络而彼此相连。

根据上述本发明的组成，由于框架具有利用网络而彼此相连的各个组成要素，即应用程序部、内核部、资料档案库部和显示部，因此按照成为对象的模型，灵活使用多个组成要素（应用程序部、内核部、资料档案库部和显示部），能够有效地活用计算机资源（CPU 的性能、存储器、磁盘容量等）。

根据本发明的优选实施例，上述的应用程序部具有对利用网络连接的多个内核部进行管理的内核管理部，通过所述内核管理部来启动可用的内核部，向各个内核部分配作为 CAD 的各种基本运算，调度内核部之间的信息的交换。

根据这种结构，能够利用内核管理部来管理多个内核部，由多个内核部来分担作为 CAD 的基本运算，使其并行运算，且能够提升整体的运算速度。

此外，以任意的分割数将外部数据最初分割成边界平面正交的多个单元，按最初分割的单元逐个进行划分之后启动多个内核部，按各个内核部逐个执行后续的八叉树（Octree）处理。

根据这种结构，因为各个内核部被划分为外部数据的每个最初分割的单元，所以由于限制了相关联的数据，故而能够很少在内核部之间交换信息，并且能够使利用各个内核部的 CAD 的基本运算变得容易而快速。

在上述的各个内核部中，所使用的各个单元分别具有各自的物理参数数据。

根据这种结构，能够不对多余的层（level）进行访问，而将必要的层的单元数据与物理参数数据一并连接到外部输入装置和输出装置，能够简单而快速地进行数据的输入输出。

如上所述，本发明的分布型 CAD 装置具有能够灵活地有效使用计算机资源（CPU 的性能、存储器、磁盘容量等）并适合于构建大规模且复杂的模型的特征。

通过参照附图的下列说明，本发明的这些和其它目的以及有利特征将变得明显。

附图说明

图 1 是专利文献 1 的卷数据生成方法的流程图。

图 2 是专利文献 1 的方法中数据结构的说明图。

图 3 是特许文献 2 的系统的说明图。

图 4 是根据本发明的 CAD 装置的整体结构图。

图 5 是框架的详细结构图。

图 6 是示出在仅在 X 方向上进行 10 分割的偏分割的情况下的数据结构示例的图。

图 7 是示出根据本发明的分布型 CAD 装置的具体示例。

具体实施方式

下面，参照附图来描述本发明。此外，由于在各图中给相同的部分赋予了相同的符号，因此省略了重复的说明。

图 4 是根据本发明的 CAD 装置的整体结构图。如该图所示，本发明的 CAD 装置与普通的计算机一样，具备内部存储装置 10a、中央处理装置（CPU）10b、输入装置 32、输出装置 34、外部存储装置 36。

内部存储装置 10a 由 RAM 和 ROM 等构成，保存用于操作的信息。中央处

理装置 (CPU) 10b 集中执行运算和输入/输出等这类计算机的全部处理。输入装置 32 是键盘、鼠标和其它输入设备, 输出装置 34 是 CRT、打印机和其它输出设备。外部存储装置 36 是 FD、HD 和其它存储装置。

根据本发明的 CAD 装置是由进行分布动作的多个计算机构成的分布型 CAD 装置, 具有经由网络 11a 而彼此连接的多个组成要素。并且, 这些组成要素既可以由内部存储装置 10a 和中央处理装置 10b 构成的, 或者也可以虚拟构成在 OS 上。而且, 正如下面所述的那样, 利用这种分布型 CAD 装置来操纵的数据结构变得能够将分布动作时的通信量抑制为较低。

图 5 是框架的详细结构图。所谓的框架 (frame work) 在这里是指: 作为创建最后的系统的基础的基础部分。

如图 5 所示, 框架 10 具有作为该组成要素的应用程序部 12、内核部 14、资料档案库部 16 和显示部 18。并且, 在多个组成要素当中至少一个是具有可连接到外部输入装置 32 和输出装置 34 的图形用户接口 (GUI) 20 和/或外部输入输出部分 22。

应用程序部 12 执行作为 CAD 的高阶处理。内核部 14 负责作为 CAD 的基本运算。资料档案库部 16 是保存 CAD 数据的部分。显示部 18 执行运算结果的显示。

顺便提及, 图形用户接口 20 能够根据需要使用任意的库来进行构建。通过外部输入输出, 可以不通过图形用户接口 (GUI) 20 而对框架 10 进行访问。

在图 5 中, 用虚线表示可分布的连接, 用实线表示不可分布的连接。

框架 10 的各个模块 (应用程序部 12、内核部 14、资料档案库部 16 和显示部 18) 是通过网络 16b 可分布地连接的。所以, 各个模块不但能在相同的单个计算机上执行操作, 而且还能够在各个不同的计算机上进行操作。

进一步来讲, 内核部 14 能够使多个内核分散地并行执行操作。此时, 应用程序部 12 在应用程序部 12 中存在有内核管理部 12a, 能够不按物理上的内核数来执行相同的处理, 以不识别存在多个内核部 14。内核管理部 12a 仅仅启动可使用的内核那么多数量的内核, 给各个内核分配运算。在必须要在内核间交换信息的情况下, 上述调度是由该内核管理部 12a 执行的。

例如, 我们还考虑了当存在多个成为模型化对象的物体的情况下, 使用不同的内核来执行各种运算的使用方式。

在图 5 中, 应用程序部 12 除内核管理部 12a 之外, 还包括单元内面生成部 12b、模型操作部 12c、文件输入输出部 12d。单元内面生成部 12b 运用专利文献 1 中的方法来生成单元内面, 模型操作部 12c 运用专利文献 1 中的方法来执行作为 CAD 的高阶处理。文件输入输出部 12d 输入输出几何信息、物理参数、三角形修补 (Triangle Patch)、点群等数据文件。

在图 5 中, 内核部 14 包括内核间接口 14a、卷数据管理部 14b、多个单元处理部 14c、以及单独单元处理部 14d。内核间接口 14a 经由网络 11b (在此例中为总线) 而连接到内核管理部 12a 上, 从而受到管理。卷数据管理部 14b 经由网络 11b (总线) 将资料档案库部 16 与数据接口 16a 相连接, 尔后管理数据。多个单元处理部 14c 搜索相邻单元, 并执行与它的复合计算。单独单元处理部分 14d 执行各个单元的各种运算 (分割、合并/作标记等)。

在图 5 中, 资料档案库部 16 具有数据接口 16a、单元信息 16b、以及, 模型整体信息 16c。通过数据接口 16a 将各个单元的信息 (单元几何信息、物理参数信息等) 存储在单元信息 16b 中, 并将模型全部的信息存储在模型整体信息 16c 中。

在图 5 中, 显示部 18 包括显示运算部 18a、以及输入输出设备管理部 18b。显示运算部 18a 执行尺寸修改、旋转、照相机移动、浓淡处理(rendering)等, 通过输入输出设备管理部 18b 而输出到外部的图像显示器。

接下来, 说明根据本发明的数据的保存格式。

对于单个模型化对象来说, 要想保存多个执行基本运算的内核部, 一般来说是困难的, 但是在以单元为中心的本发明的 CAD 系统中能够有效地发挥作用。这是因为针对模型化对象的运算能够局部化到单元单位。

在本发明中, 以任意的分割数将外部数据最初分割成边界平面正交的多个单元, 按这种最初分割的单元逐个进行划分之后启动多个内核部, 按每个内核部逐个执行后续的八叉树分割处理。例如, 在 x、y、z 方向上将全部的外部数据分割成 $2 \times 2 \times 2$ 的单元的情况下, 能够对最大的 8 个单元分别使用不同的内核来执行基本运算。

此外, 一般来说, 在成为对象的模型中, 在三维空间中不是各向同性的, 而是在特定的轴方向上长的物体, 或是在二维方向上宽的平面。所以, 假如用八叉树来表示这样一种模型整体的话, 就必须执行不经济的数据保存。这种情况,

即便是按照计算空间与模型化对象相一致可使其对应，但是另一方面，利用八叉树使用法，还有想在各局部执行不同细化的要求。

因此，在作为以单元为中心的 CAD 系统且使用八叉树的本系统中，都采用了如下所述的数据结构。这种数据结构，在保存意义下，资料档案库部直接发生关联，而在其它模块中，在有必要处理这种数据结构的意义下，资料档案库发生关联。

图 6 是表示作为在特定轴方向（x 方向）上长的物体的情况下，仅在 x 方向上 10 分割的偏分割示例。

在此例中，仅在 x 方向上将成为对象的空间 10 分割，在 y 方向和 z 方向上 2 分割。在这一初期阶段中，将整体偏分割（非各向同性的分割）成 $10 \times 2 \times 2$ 。现在，针对各个方向将最新的 x 坐标、y 坐标、z 坐标设为 (1, 1, 1)，可以给各个已分割出的单元分配 (1, 1, 1)、(2, 1, 1)、(3, 1, 1) …… (10, 2, 2) 以及地址。在这个图中，示出了从最初的偏分割开始对各个单元进行八叉树分割的情况。另外，所谓的层就是表示分割的层。根据偏分割后的最初分割的八叉树的定义，第 1 层由 8 个元素组成。通过对其中的一个乃至全部要素执行 8 分割来构成第 2 层。下面，同样如此。

设在执行上述偏分割之后，仅仅对所形成的单元才可进行八叉树分割。这样一来，可将作为八叉树特征的在必要位置处进行细化的特征原样保留，执行分布处理。

一般，在八叉树的情况下，双亲在只保存树结构中的分支信息时，不持有除这种结构信息以外的信息。分割前所持有的信息也被赋予分割后与别的用途的“叶”相当的部分。

对此，在本发明中，在各内核部中，通过八叉树分割处理所形成的各单元具有各自的物理参数数据。也就是说，作为数据结构，如图 6 这样分割双亲也好分割后的节点也好都持有信息（在应用于模拟等的情况下，指提供给单元的物理参数等的信息）。

换言之，在本发明中，在成为双亲的节点上也能够经常持有（通过模拟等所获得的）信息。由此，在显示过程中，可以简单地实现利用必要的层的显示（LOD: Level of Detail, 细节的层）。

另外，在这里所述的物理参数等的单元内保存的信息一般是通过模拟后得

到的。在根据八叉树分割了对象形状的情况下，子节点中的数值变为不定。同样，在并用子节点的情况下的双亲节点的数值（先前被计算，且继续保存的情况除外）也是不定的。在本发明中，分割的情况是这样一种情况：用户可以选择简单除法（例如，在双亲节点保持数值 8 的情况下，将各个子节点赋值 1）或赋予相同的数值（例如，双亲节点保持数值 8 的情况下，8 个所分割的节点也保持数值 8）等等的方法。

上述的本发明是旨在获得专利文献 1 中的效果的装置。然而，在本发明中所示出的用于分布的模块结构在选择适当分割单位的情况下是有效的。

作为数据的保存格式，正如专利文献 4 中所示的那样，显示高速八叉树表示的物体的方法是公知的。然而，正如本发明所示的那样，并不存在即使在双亲单元中也保存物理参数等信息的方式。如前文所示，这种方式可以高速执行与层相对应的显示。然而，另一方面，所保存的信息量明显增加了。

但是，通过在所有八叉树上的节点都保存有数值，还可以保存使模拟中的复合分析的那种不同细化变为必要的数值。例如，考虑一下简单的地球外壳。在流体分析方面，有必要使地球附近细化。另一方面，在地球中心内存在热源，在发现热移动的情况下，必须要加大在离中心近的地方的分割层。这样，在按照保持不同细度的模拟结果来进行设计的情况下，不只在仅仅相当于“叶”的单元的信息，还必须在中途的节点中保存数值。

图 7 是示出根据本发明的分布型 CAD 装置的具体示例。在此例中，本发明的分布型 CAD 装置由通过互联网 11a 而彼此相连接的 5 台计算机构成。

在此例中，例如仅仅最初的 1 台经由图形用户接口部和/或外部输入输出部而连接于外部的输入装置和输出装置上，其余的 4 台仅仅作为内核部而执行动作，由此，只利用多台执行计算，这能够提高至少 4 倍或以上的运算速度。

同样，在图 7 中，通过设置多个负责显示及输入输出的部分，能够在多个位置上执行显示及输入输出。

此外，不仅可以利用多台来执行输入输出，而且还可以利用各个计算机进行独立计算。

此外，也可以共享资料档案库部 16、也可以使其独立。

如上所述，根据本发明的结构，由于各个计算机都具有通过网络 11a 彼此相连的应用程序部 12、内核部 14、资料档案库部 16 及显示部 18，因此按照相

应于成为对象的模型，灵活地使用具有多个计算机的多个应用程序部、内核部、资料档案库部及显示部，能够有效地活用计算机资源（CPU 的性能、存储器、磁盘容量等）。

此外，利用内核管理部 12a 来管理多个内核部 14，能够利用多个内核部 14 来分担作为 CAD 的基本运算，使其并行运算，且能够提升整体的运算速度。

此外，还因为各个内核部 14 被划分为外部数据的每个最初分割的单元，所以由于限制了相关联的数据，故而能够很少在内核部之间交换信息，并且能够使利用各个内核部的 CAD 的基本运算变得容易而快速。

此外，在各个内核中，由于通过八叉树分割处理所形成的各个单元具有各自的物理参数数据，因此不对多余的层（level）进行访问，将必要的层的单元数据与物理参数数据一并连接于外部输入装置和输出装置，能够简单而快速地进行数据的输入输出。

此外，本发明不限于上述的实施方式和实施例，在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以作出各种修改。

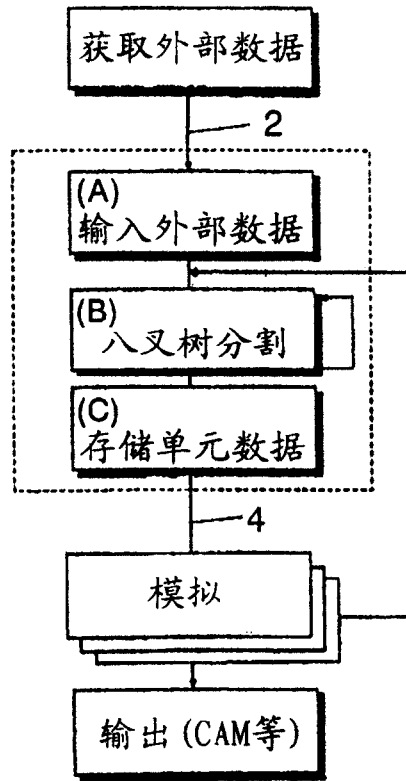


图 1
现有技术

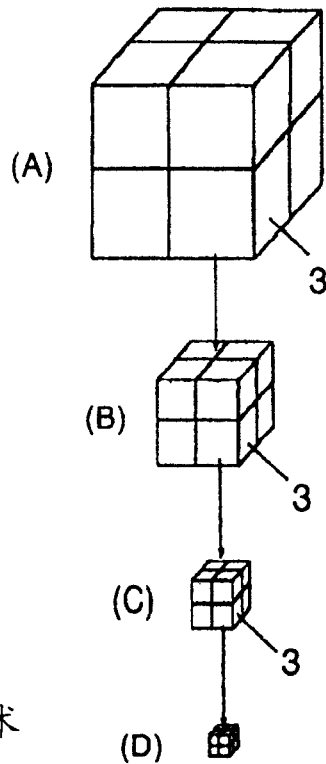


图 2
现有技术

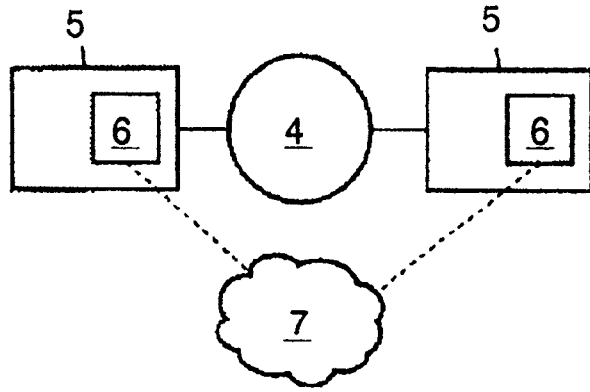


图 3
现有技术

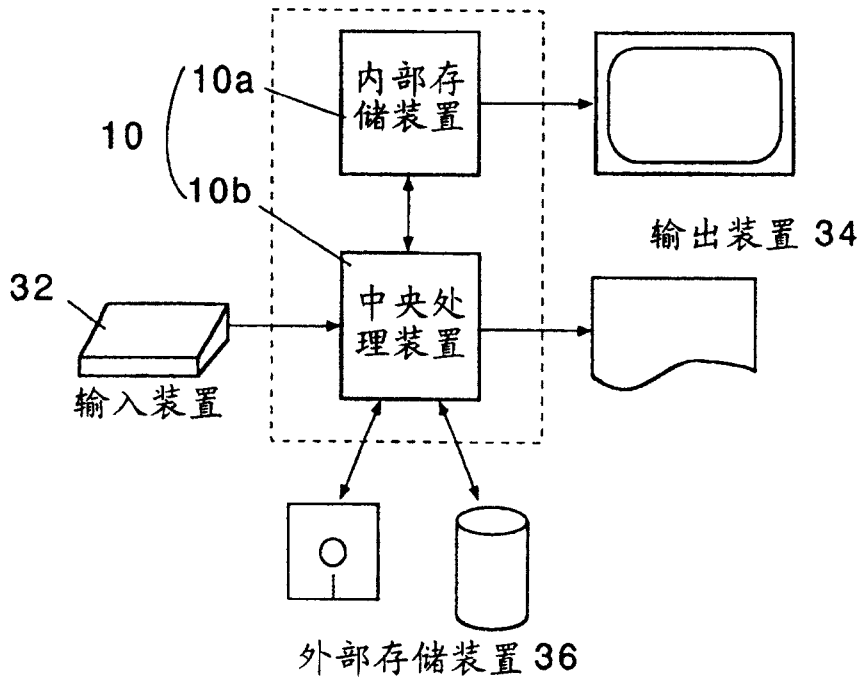


图 4

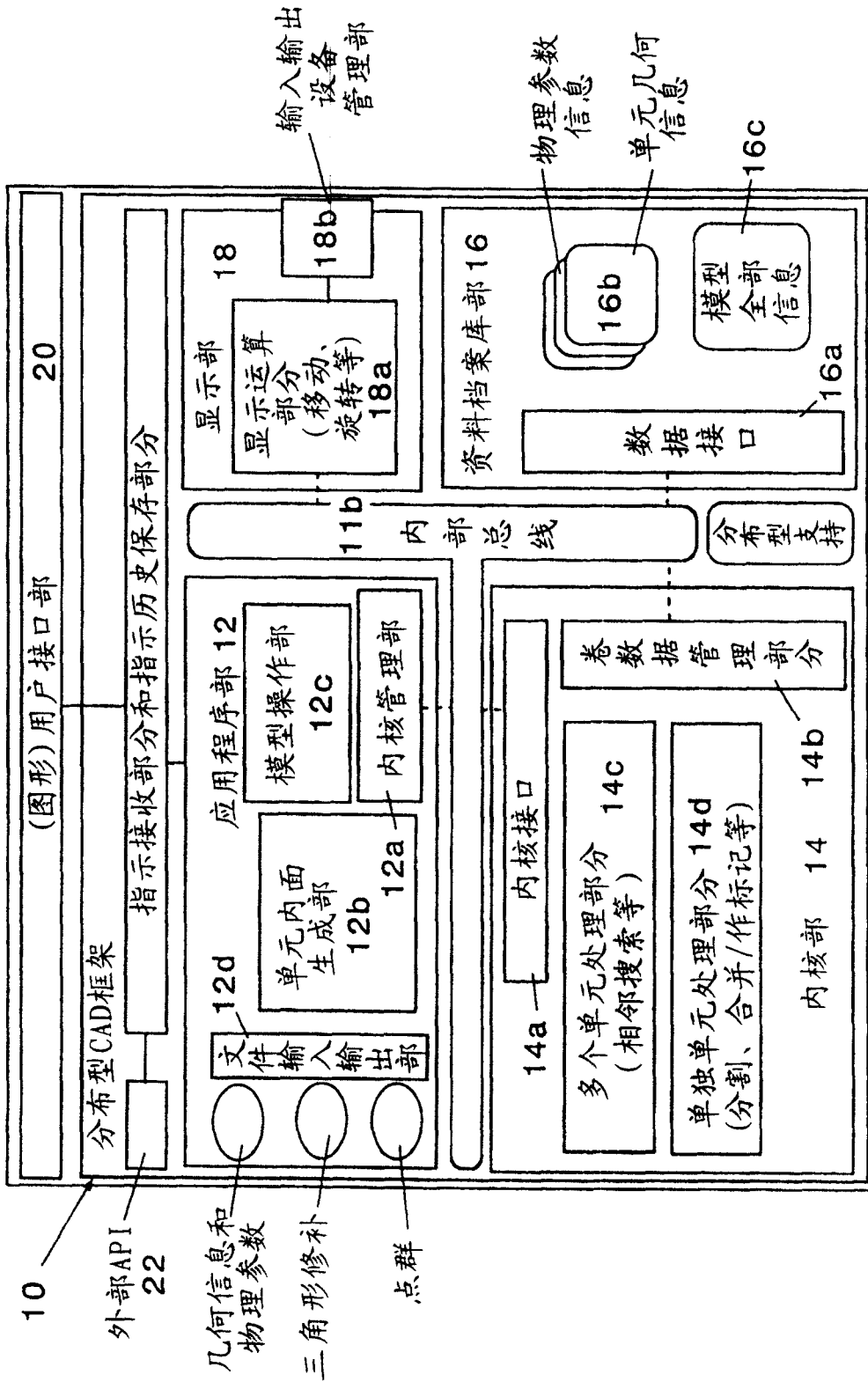


图 5

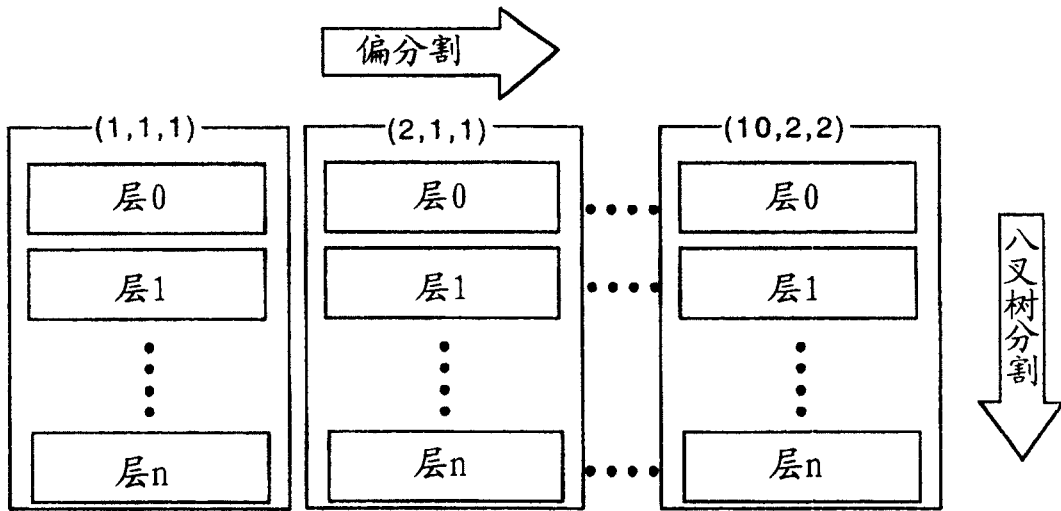


图 6

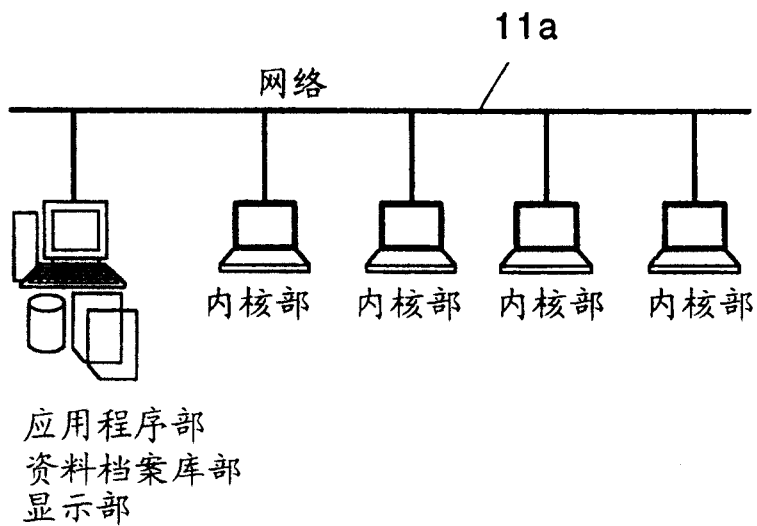


图 7