(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114746820 B
(45)授权公告日 2025.06.03

(21)申请号 202080082402.4
(22)申请日 2020.11.16
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114746820 A
(43)申请公布日 2022.07.12
(30)优先权数据
2019-217439 2019.11.29 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.05.26
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/042564 2020.11.16
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/106646 JA 2021.06.03

(73)专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 筒井拓郎
(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
专利代理师 吕琳 朴秀玉

(51)Int.Cl.
G05B 23/02(2006.01)
G06N 20/00(2006.01)
(56)对比文件
KR 20190046018 A,2019.05.07
CN 101622688 A,2010.01.06
审查员 黄雪莉

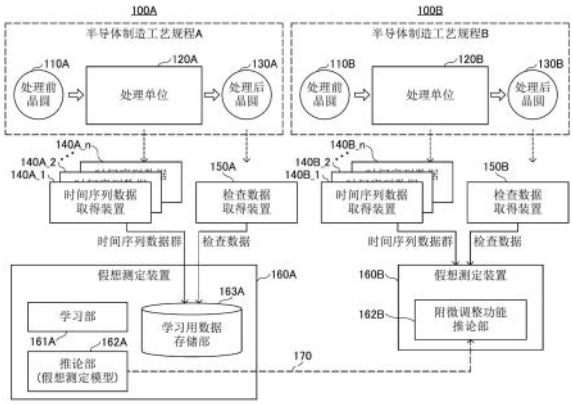
权利要求书2页 说明书16页 附图16页

(54)发明名称

推论装置、推论方法以及推论程序

(57)摘要

提供一种不论应用对象如何均能够进行高精度的推论的推论装置、推论方法以及推论程序。推论装置(160B)具有:取得部(140B_1、140B_2、……),其取得在制造工艺(100B)的规定的处理单位(120B)中伴随对象物(110B)的处理而测定的时间序列数据群;以及推论部(162B),其对通过使用事先进行了机器学习的多个网络部对取得的上述时间序列数据群进行处理而输出的各输出数据进行调整,并且对调整后的各输出数据进行合成,从而输出推论结果,上述推论部使用与上述推论结果中包含的误差相应的校正参数,对上述各输出数据进行调整。



CN 114746820 B

1.一种推论装置,具有:

取得部,其取得在制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群;

机器学习完毕的多个网络部以及机器学习完毕的连结部,其通过包括用于对事先取得的根据对应的上述网络部要进行的处理而分组后的上述时间序列数据群进行处理的上述多个网络部、以及用于对通过使用该多个网络部进行处理而输出的各输出数据进行合成的上述连结部的学习部,以通过该连结部输出的合成结果接近对上述对象物进行处理时的成果物的检查数据的方式,使上述多个网络部和上述连结部进行机器学习而生成;以及

调整部,其对使用机器学习完毕的上述多个网络部对取得的根据对应的上述网络部要进行的处理而分组后的上述时间序列数据群进行处理之后在不通过机器学习完毕的上述连结部进行合成的情况下输出的各输出数据,进行调整,并且对进行调整后的各输出数据进行合成,从而输出推论结果,

上述调整部使用与上述推论结果中包含的误差相应的校正参数,对上述各输出数据进行调整。

2.根据权利要求1所述的推论装置,其中,

上述调整部在将机器学习完毕的上述多个网络部的模型参数固定的状态下,以降低上述推论结果中包含的误差的方式,对上述校正参数进行更新。

3.根据权利要求2所述的推论装置,其中,

上述取得部基于第一基准以及第二基准对取得的上述时间序列数据群分别进行处理,从而生成第一时间序列数据群和第二时间序列数据群,

使用机器学习完毕的上述多个网络部对上述第一时间序列数据群和上述第二时间序列数据群进行处理。

4.根据权利要求2所述的推论装置,其中,

上述取得部根据数据种类或者时间范围对取得的上述时间序列数据群进行分组,

使用机器学习完毕的上述多个网络部对分组后的各组进行处理。

5.根据权利要求2所述的推论装置,其中,

使用分别包括以不同手法进行标准化的标准化部的机器学习完毕的上述多个网络部,对取得的上述时间序列数据群进行处理。

6.根据权利要求2所述的推论装置,其中,

上述取得部将取得的上述时间序列数据群分为伴随上述规定的处理单位的第一处理空间中的上述对象物的处理而测定的第一时间序列数据群、以及伴随第二处理空间中的上述对象物的处理而测定的第二时间序列数据群,

使用机器学习完毕的上述多个网络部对上述第一时间序列数据群以及上述第二时间序列数据群进行处理。

7.根据权利要求1所述的推论装置,其中,

上述时间序列数据群是伴随基板处理装置中的处理而测定的数据。

8.一种推论方法,具有以下工序:

取得工序,其取得在制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群;

处理工序,其使用机器学习完毕的多个网络部以及机器学习完毕的连结部,对取得的上述时间序列数据群进行处理,机器学习完毕的该多个网络部以及机器学习完毕的该连结部是通过包括用于对事先取得的根据对应的上述网络部要进行的处理而分组后的上述时间序列数据群进行处理的该多个网络部、以及用于对通过使用该多个网络部进行处理而输出的各输出数据进行合成的该连结部的学习部,以通过该连结部输出的合成结果接近对上述对象物进行处理时的成果物的检查数据的方式,使上述多个网络部和上述连结部进行机器学习而生成的;以及

调整工序,其对使用机器学习完毕的上述多个网络部对取得的根据对应的上述网络部要进行的处理而分组后的上述时间序列数据群进行处理之后在不通过机器学习完毕的上述连结部进行合成的情况下输出的各输出数据,进行调整,并且对进行调整后的各输出数据进行合成,从而输出推论结果,

上述调整工序使用与上述推论结果中包含的误差相应的校正参数,对上述各输出数据进行调整。

9.一种计算机可读取的存储介质,其存储有推论程序,该推论程序用于使处理器执行以下工序:

取得工序,其取得在制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群;

处理工序,其使用机器学习完毕的多个网络部以及机器学习完毕的连结部,对取得的上述时间序列数据群进行处理,机器学习完毕的该多个网络部以及机器学习完毕的该连结部是通过包括用于对事先取得的根据对应的上述网络部要进行的处理而分组后的上述时间序列数据群进行处理的该多个网络部、以及用于对通过使用该多个网络部进行处理而输出的各输出数据进行合成的该连结部的学习部,以通过该连结部输出的合成结果接近对上述对象物进行处理时的成果物的检查数据的方式,使上述多个网络部和上述连结部进行机器学习而生成的;以及

调整工序,其对使用机器学习完毕的上述多个网络部对取得的根据对应的上述网络部要进行的处理而分组后的上述时间序列数据群进行处理之后在不通过机器学习完毕的上述连结部进行合成的情况下输出的各输出数据,进行调整,并且对进行调整后的各输出数据进行合成,从而输出推论结果,

上述调整工序使用与上述推论结果中包含的误差相应的校正参数,对上述各输出数据进行调整。

推论装置、推论方法以及推论程序

技术领域

[0001] 本发明涉及推论装置、推论方法以及推论程序。

背景技术

[0002] 以往,在各种制造工艺的领域中,公知有根据在对象物的处理中测定的测定数据(多个种类的时间序列数据的数据集、以下、称为时间序列数据群),对处理后的对象物的状态、处理中的工艺内的事件等进行推论的推论技术。

[0003] 作为一个例子,在半导体制造工艺中,公知有对处理后的晶圆的状态进行推论的虚拟测定技术、以及对处理中的工艺内的异常的有无进行推论的异常检测技术等。

[0004] 另一方面,在这些推论技术中使用的模型(例如,假想测定模型、异常检测模型)为了实现更高精度的推论,需要针对每个工艺生成模型,并且进行最优化,从而花费成本和时间。

[0005] 与此相对,若能够将以特定的工艺为对象而实现了高精度的推论的模型也应用于同种的其他的工艺,则能够削减模型的最优化所花费的成本和时间。

[0006] <现有技术文献>

[0007] <专利文献>

[0008] 专利文献1:日本国特开2006-163517号公报

发明内容

[0009] <本发明要解决的问题>

[0010] 本发明提供一种不论应用对象如何均能够进行高精度的推论的推论装置、推论方法以及推论程序。

[0011] <用于解决问题的手段>

[0012] 本发明的一个方式的推论装置例如具有如下构成。即具有:

[0013] 取得部,其取得制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群;

[0014] 机器学习完毕的多个网络部以及机器学习完毕的连结部,其通过包括用于对事先取得的上述时间序列数据群进行处理的上述多个网络部、以及用于对通过使用该多个网络部进行处理而输出的各输出数据进行合成的上述连结部的学习部,以通过该连结部输出的合成结果接近对上述对象物进行处理时的成果物的检查数据的方式,使上述多个网络部和上述连结部进行机器学习而生成;以及

[0015] 调整部,其对使用机器学习完毕的上述多个网络部对取得的上述时间序列数据群进行处理且不通过机器学习完毕的上述连结部进行合成而输出的各输出数据进行调整,并且对进行调整后的各输出数据进行合成,从而输出推论结果,

[0016] 上述调整部使用与上述推论结果中包含的误差相应的校正参数,对上述各输出数据进行调整。

[0017] <发明的效果>

[0018] 根据本发明,能够提供一种不论应用对象如何均能够进行高精度的推论的推论装置、推论方法以及推论程序。

附图说明

[0019] 图1是示出假想测定装置所应用的系统的整体构成的一个例子的图。

[0020] 图2是示出半导体制造工艺的规定的处理单位的一个例子的第一图。

[0021] 图3是示出半导体制造工艺的规定的处理单位的一个例子的第二图。

[0022] 图4是示出取得的时间序列数据群的一个例子的图。

[0023] 图5是示出假想测定装置的硬件构成的一个例子的图。

[0024] 图6是示出假想测定装置的学习部的功能构成的一个例子的图。

[0025] 图7是示出分支部的处理的具体例子的第一图。

[0026] 图8是示出分支部的处理的具体例子的第二图。

[0027] 图9是示出分支部的处理的具体例子的第三图。

[0028] 图10是示出各网络部包含的标准化部的处理的具体例子的图。

[0029] 图11是示出分支部的处理的具体例子的第四图。

[0030] 图12是示出假想测定装置的推论部的功能构成的一个例子的图。

[0031] 图13是示出假想测定装置的假想测定处理的流程的流程图。

[0032] 图14是示出假想测定装置的附微调整功能推论部的功能构成的一个例子的第一图。

[0033] 图15是示出假想测定装置的微调整处理的流程的流程图。

[0034] 图16是示出假想测定装置的附微调整功能推论部的功能构成的一个例子的第二图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对各实施方式进行说明。需要说明的是,在以下各实施方式中,对以特定的半导体制造工艺作为对象,使用伴随晶圆的处理而测定的时间序列数据群,生成用于推论处理后的晶圆的状态的假想测定模型、或者用于推论工艺内的异常的有无的异常检测模型的情况进行说明。此时,在以下的各实施方式中,通过使用多个网络部对时间序列数据群进行处理,从而进行多方面的解析,生成用于实现高精度的推论的模型。

[0036] 另外,在以下各实施方式中,通过对生成的模型附加微调整功能,在将该模型应用于同种的其他的半导体制造工艺时,使用该微调整功能来降低起因于工艺间的个体差的误差(在推论结果中包含的误差)。

[0037] 由此,根据以下各实施方式,能够提供一种不论应用对象如何均能够进行高精度的推论的推论装置、推论方法以及推论程序。其结果,与以其他的半导体制造工艺为对象新生成模型,并且进行最优化的情况相比,能够削减成本和时间。

[0038] 需要说明的是,在以下的各实施方式中的、第一实施方式中,对作为基于时间序列数据群的模型而生成假想测定模型,作为微调整功能使用校正矩阵的情况进行说明。另外,在第二实施方式中,对作为微调整功能,代替校正矩阵而使用神经网络的情况进行说明。而

且,在第三实施方式中,对作为基于时间序列数据群的模型,代替假想测定模型而生成异常检测模型的情况进行说明。

[0039] 需要说明的是,在各实施方式以及附图中,对于实质具有相同功能构成的构成要素,通过赋予相同的附图标记而省略重复的说明。

[0040] [第一实施方式]

[0041] <推论装置的应用例>

[0042] 首先,对于假想测定模型中附加了微调整功能的假想测定装置(推论装置)的应用例进行说明。图1是示出假想测定装置所应用的系统的整体构成的一个例子的图。

[0043] 如图1所示,系统100A具有半导体制造工艺A、时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、检查数据取得装置150A、以及假想测定装置160A。在系统100A中,将特定的工艺即半导体制造工艺A作为对象,生成用于实现高精度的推论的假想测定模型。

[0044] 系统100B具有半导体制造工艺B、时间序列数据取得装置140B_1～140B_n、检查数据取得装置150B、以及假想测定装置160B。在系统100B中,半导体制造工艺B是与半导体制造工艺A同种的另一工艺,在本实施方式中,其是在系统100A中生成的在假想测定模型中附加了微调整功能的假想测定装置(推论装置)所应用的应用对象。

[0045] 在系统100A中,半导体制造工艺A在规定的处理单位120A中处理对象物(处理前晶圆110A),生成成果物(处理后晶圆130A)。需要说明的是,这里所说处理单位120A是抽象的概念,详细后述。另外,处理前晶圆110A是指在处理单位120A中进行处理前的晶圆(基板),处理后晶圆130A是指在处理单位120A中进行处理后的晶圆(基板)。

[0046] 另外,在系统100A中,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n分别伴随处理前晶圆110A的处理而对时间序列数据进行测定。时间序列数据取得装置140A_1～140A_n对彼此不同种类的测定项目进行测定。需要说明的是,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n分别进行测定的测定项目的数量可以为一个,也可以为多个。另外,在伴随处理前晶圆110A的处理而测定的时间序列数据中,除了包括在处理前晶圆110A的处理中测定的时间序列数据之外,还包括在处理前晶圆110A的处理的前后所进行的前处理、后处理时测定的时间序列数据。在这些处理中可以包括在不存在晶圆(基板)的状态下进行的前处理、后处理。

[0047] 通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群作为学习用数据(输入数据)存储于假想测定装置160A的学习用数据存储部163A中。

[0048] 另外,在系统100A中,检查数据取得装置150A对在处理单位120A中进行处理后的处理后晶圆130A的规定的检查项目(例如,ER(Etch Rate))进行检查,并且取得检查数据。通过检查数据取得装置150A取得的检查数据作为学习用数据(正解数据)存储于假想测定装置160A的学习用数据存储部163A中。

[0049] 另外,在系统100A中,在假想测定装置160A中安装有包括学习程序以及推论程序的假想测定程序。通过执行假想测定程序,假想测定装置160A作为学习部161A以及推论部162A起作用。

[0050] 学习部161A使用通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群、以及通过检查数据取得装置150A取得的检查数据,进行机器学习。

[0051] 具体而言,使用学习部161A具有的多个网络部处理时间序列数据群,并且以由多个网络部输出的各输出数据的合成结果接近检查数据的方式,使该多个网络部进行机器学

习。

[0052] 推论部162A取得伴随新的对象物(处理前晶圆)的处理而测定的时间序列数据群,并将其输入进行了机器学习的多个网络部。由此,推论部162A基于伴随新的处理前晶圆的处理而取得的时间序列数据,对处理后晶圆的检查数据进行推论,并且输出推论结果(假想测定数据)。

[0053] 如此,通过使用多个网络部对伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群进行处理,通过假想测定装置160A能够对时间序列数据群进行多方面的解析。其结果,与使用一个网络部对时间序列数据群进行处理的情况相比,能够生成用于实现高精度的推论的假想测定模型(推论部162A)。

[0054] 另一方面,在系统100B中,半导体制造工艺B是与系统100A的半导体制造工艺A同种的工艺。另外,在系统100B中,时间序列数据取得装置140B_1～140B_n、检查数据取得装置150B分别对应系统100A的时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、检查数据取得装置150A。

[0055] 而且,在系统100B中,假想测定装置160B(推论装置)与系统100A的假想测定装置160A对应。但是,系统100B的假想测定装置160B的情况下,其不具有学习部161A。另外,代替推论部162A,其具有附微调整功能推论部162B(安装有不包括学习程序且包括与在假想测定装置160A中安装的推论程序相同的推论程序的假想测定程序)。

[0056] 系统100B的假想测定装置160B的情况下,并非新生成假想测定模型,通过使用时间序列数据群进行机器学习来进行最优化,而是应用在系统100A的假想测定装置160A中生成的假想测定模型(推论部162A)。

[0057] 这里,如上所述,虽然半导体制造工艺A和半导体制造工艺B是同种的工艺,但是其具有个体差。因此,即使保持不变地应用在假想测定装置160A中生成的假想测定模型(推论部162A),也会在推论结果(假想测定数据)中包含误差。

[0058] 于是,在假想测定装置160B(推论装置)的情况下,生成在假想测定装置160A中生成的假想测定模型(推论部162A)中附加了微调整功能的推论部。在图1中,假想测定装置160B所具有的附微调整功能推论部162B是在假想测定装置160A中生成的假想测定模型(推论部162A)中附加了微调整功能的推论部的一个例子。

[0059] 附微调整功能推论部162B应用在假想测定装置160A中生成的假想测定模型(推论部162A)(参照虚线170),另一方面,其附加有用于降低起因于个体差的误差(在推论结果中包含的误差)的微调整功能。

[0060] 具体而言,附微调整功能推论部162B以通过使用生成的假想测定模型中包含的多个网络部对时间序列数据群进行处理且在对由多个网络部输出的各输出数据进行调整后对其进行合成而输出的推论结果(假想测定数据)与通过检查数据取得装置150B取得的检查数据的误差降低的方式,对校正参数(调整各输出数据时使用的校正矩阵中包含的参数。详细后述)进行更新。

[0061] 由此,在假想测定装置160B中,能够实现应用了在假想测定装置160A中生成的、用于实现高精度的推论的假想测定模型(推论部162A)的模型且在应用对象即半导体制造工艺B中也能够实现高精度的推论的模型。

[0062] <半导体制造工艺的规定的处理单位>

[0063] 接下来,对半导体制造工艺A、B的规定的处理单位120A、120B进行说明。图2是示出半导体制造工艺的规定的处理单位的一个例子的第一图。如图2所示,基板处理装置的一个例子即半导体制造装置200具有多个腔室(多个处理空间的一个例子。在图2的例子中为“腔室A”~“腔室C”),在各腔室中对晶圆进行处理。

[0064] 其中,图2的2a示出了将多个腔室定义为处理单位120A、120B的情况。在该情况下,处理前晶圆110A、110B是指在腔室A中进行处理前的晶圆,处理后晶圆130A、130B是指在腔室C中进行处理后的晶圆。

[0065] 另外,在图2的2a的处理单位120A、120B中,伴随处理前晶圆110A、110B的处理而测定的时间序列数据群包括伴随腔室A(第一处理空间)中的处理而测定的时间序列数据群、伴随腔室B(第二处理空间)中的处理而测定的时间序列数据群、以及伴随腔室C(第三处理空间)中的处理而测定的时间序列数据群。

[0066] 另一方面,图2的2b示出了将一个腔室(在图2的2b的例子中为“腔室B”)定义为处理单位120A、120B的情况。在该情况下,处理前晶圆110A、110B是指在腔室B中进行处理前的晶圆(在腔室A中进行处理后的晶圆)。另外,处理后晶圆130A、130B是指,在腔室B中进行处理后的晶圆(在腔室C中进行处理前的晶圆)。

[0067] 另外,在图2的2b的处理单位120A、120B中,伴随处理前晶圆110A、110B的处理而测定的时间序列数据群中包括在腔室B中伴随处理前晶圆110A、110B的处理而测定的时间序列数据群。

[0068] 图3是示出半导体制造工艺的规定的处理单位的一个例子的第二图。与图2相同,半导体制造装置200具有多个腔室,在各腔室中,晶圆被处理。

[0069] 其中,图3的3a示出了将腔室B中的处理内容中的、除了前处理和后处理的处理(称为“晶圆处理”)定义为处理单位120A、120B的情况。在该情况下,处理前晶圆110A、110B是指进行晶圆处理前的晶圆(进行了前处理后的晶圆),处理后晶圆130A、130B是指,进行了晶圆处理后的晶圆(进行后处理前的晶圆)。

[0070] 另外,在图3的3a的处理单位120A、120B中,伴随处理前晶圆110A、110B的处理而测定的时间序列数据群包括在腔室B中伴随处理前晶圆110A、110B的晶圆处理而测定的时间序列数据群。

[0071] 需要说明的是,在图3的3a的例子中,示出了在同一腔室内(腔室B内)进行前处理、晶圆处理(主处理)、后处理的情况下的、将晶圆处理设定为处理单位120A、120B的情况。但是,在于不同腔室进行各处理的情况下(例如,在腔室A内进行前处理,在腔室B内进行晶圆处理,在腔室C内进行后处理的情况),可以将每个腔室的各处理设定为处理单位120A、120B。

[0072] 另一方面,图3的3b示出了将腔室B中的处理内容中的、在晶圆处理中包含的一个方案(在图3的3b的例子中为“方案III”)的处理定义为处理单位120A、120B的情况。在该情况下,处理前晶圆110A、110B是指进行方案III的处理前的晶圆(进行了方案II的处理后的晶圆)。另外,处理后晶圆130A、130B是指进行了方案III的处理后的晶圆(进行方案IV(不图示)的处理前的晶圆)。

[0073] 另外,在图3的3a的处理单位120A、120B中,伴随处理前晶圆110A、110B的处理而测定的时间序列数据群包括在腔室B中伴随方案III的晶圆处理而测定的时间序列数据群。

[0074] <时间序列数据群的具体例子>

[0075] 接下来,对于在时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n中取得的时间序列数据群的具体例子进行说明。图4是示出取得的时间序列数据群的一个例子的图。需要说明的是,在图4的例子中,为了简化说明,设定为时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n分别测定一维数据。但是,一个时间序列数据取得装置可以测定二维数据(多个种类的一维数据的数据集)。

[0076] 其中,图4的4a显示处理单位120A、120B由图2的2b、图3的3a、图3的3b的任一者定义的情况下的时间序列数据群。在该情况下,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n分别取得伴随腔室B中的处理而测定的时间序列数据。另外,将时间序列数据取得装置140A_1～140A_n彼此在同一时间带测定的时间序列数据作为时间序列数据群进行取得。同样,将时间序列数据取得装置140B_1～140B_n彼此在同一时间带测定的时间序列数据作为时间序列数据群进行取得。

[0077] 另一方面,图4的4b显示处理单位120A、120B由图2的2a定义的情况的时间序列数据群。在该情况下,时间序列数据取得装置140A_1～140A_3、140B_1～140B_3例如取得伴随腔室A中的晶圆的处理而测定的时间序列数据群1。另外,时间序列数据取得装置140A_n-2、140B_n-2例如取得伴随腔室B中的该晶圆的处理而测定的时间序列数据群2。另外,时间序列数据取得装置140A_n-1～140A_n、140B_n-1～140B_n例如取得伴随腔室C中的该晶圆的处理而测定的时间序列数据群3。

[0078] 需要说明的是,在图4的4a中,示出了时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n作为时间序列数据群取得在腔室B中伴随处理前晶圆的处理而测定的、同一时间范围的时间序列数据的情况。但是,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n可以作为时间序列数据群取得在腔室B中伴随处理前晶圆的处理而测定的、不同时间范围的时间序列数据。

[0079] 具体而言,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n可以作为时间序列数据群1取得在前处理的执行中测定的多个时间序列数据。另外,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_可以作为时间序列数据群2取得在晶圆处理的执行中测定的多个时间序列数据。而且,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n可以作为时间序列数据群3取得在后处理的执行中测定的多个时间序列数据。

[0080] 同样,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n可以作为时间序列数据群1取得在方案I的执行中测定的多个时间序列数据。另外,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n可以作为时间序列数据群2取得在方案II的执行中测定的多个时间序列数据。而且,时间序列数据取得装置140A_1～140A_n、140B_1～140B_n可以作为时间序列数据群3取得在方案III的执行中测定的多个时间序列数据。

[0081] <假想测定装置的硬件构成>

[0082] 接下来,对假想测定装置160A、160B的硬件构成进行说明。图5是示出假想测定装置的硬件构成的一个例子的图。如图5所示,假想测定装置160A、160B具有CPU(Central Processing Unit)501、ROM(Read Only Memory)502、以及RAM(Random Access Memory)503。另外,假想测定装置160具有GPU(Graphics Processing Unit)504。需要说明的是,CPU501、GPU504等的处理器(处理电路、Processing Circuit、Processing Circuitry)以及

ROM502、RAM503等的存储器形成所谓计算机。

[0083] 而且,假想测定装置160具有辅助存储装置505、显示装置506、操作装置507、I/F(Interface)装置508、以及驱动装置509。需要说明的是,假想测定装置160的各硬件通过总线510彼此连接。

[0084] CPU501是用于执行在辅助存储装置505中安装的各种程序(例如,假想测定程序等)的运算设备。

[0085] ROM502是非易失性存储器,其作为主存储装置起作用。ROM502用于存储CPU501用于执行在辅助存储装置505中安装的各种程序所需的各种程序、数据等。具体而言,ROM502用于存储BIOS(Basic Input/Output System)、EFI(Extensible Firmware Interface)等的引导程序等。

[0086] RAM503是DRAM(Dynamic Random Access Memory)、SRAM(Static Random Access Memory)等的易失性存储器,其作为主存储装置起作用。RAM503提供在辅助存储装置505中安装的各种程序被CPU501执行时所展开的作业区域。

[0087] GPU504是图像处理用的运算设备,在通过CPU501执行假想测定程序时,对于各种图像数据(在本实施方式中为时间序列数据群),进行基于并行处理的高速运算。需要说明的是,GPU504搭载有内部存储器(GPU存储器),其临时保存对各种图像数据进行并行处理时所需的信息。

[0088] 辅助存储装置505用于存储各种程序、各种程序被CPU501执行时所使用的各种数据等。

[0089] 显示装置506是用于显示假想测定装置160A、160B的内部状态的显示设备。操作装置507是假想测定装置160A、160B的管理者对假想测定装置160A、160B输入各种指令时所使用的输入设备。I/F装置508是用于与未图示的网络连接,从而进行通信的连接设备。

[0090] 驱动装置509是用于安置存储介质520的设备。这里所说的存储介质520包括CD-ROM、软盘、磁光盘等那样的用光、电或磁来记录信息的介质。另外,存储介质520可以包括ROM、闪存等那样的电记录信息的半导体存储器等。

[0091] 需要说明的是,在辅助存储装置505中安装的各种程序例如通过发放的存储介质520被安置于驱动装置509中,并且在该存储介质520中记录的各种程序被驱动装置509读取而进行安装。或者,在辅助存储装置505中安装的各种程序可以通过网络被下载,从而进行安装。

[0092] <学习部的功能构成>

[0093] 接下来,对于系统100A中的、假想测定装置160A的学习部161A的功能构成进行说明。图6是示出假想测定装置的学习部的功能构成的一个例子的图。学习部161A具有分支部610、第一网络部620_1～第M的网络部620_M、连结部630、以及比较部640。

[0094] 分支部610自学习用数据存储部163A读取时间序列数据群。另外,分支部610以读取的时间序列数据群使用第一网络部620_1至第M网络部620_M的多个网络部被处理的方式,对该时间序列数据群进行处理。

[0095] 第一网络部620_1～第M网络部620_M以卷积神经网络(CNN:Convolutional Neural Network)为基础而构成,其具有多个层。

[0096] 具体而言,第一网络部620_1具有第一层620_11～第N层620_1N。同样,第二网络部

620_2具有第一层620_21～第N层620_2N。以下,具有同样的构成,第M网络部620_M具有第一层620_M1～第N层620_MN。

[0097] 在第一网络部620_1的第一层620_11～第N层620_1N的各层中,进行标准化处理、卷积处理、激活处理、池化处理等的各种处理。另外,在第二网络部620_2～第M网络部620_M的各层中也进行同样的各种处理。

[0098] 连结部630将自第一网络部620_1的第N层620_1N输出的输出数据至自第M网络部620_M的第N层620_MN输出的输出数据的各输出数据进行合成,并且将合成结果输出至比较部640。

[0099] 比较部640将由连结部630输出的合成结果与自学习用数据存储部163A读取的检查数据(正解数据)进行比较,计算误差。在学习部161A中,以通过比较部640计算的误差满足规定的条件的方式,使第一网络部620_1～第M网络部620_M以及连结部630进行机器学习。

[0100] 由此,第一网络部620_1～第M网络部620_M的第一层～第N层各自的模型参数以及连结部630的模型参数被最优化。

[0101] <学习部的各部的处理的详细内容>

[0102] 接下来,对于系统100A中的、假想测定装置160A的学习部161A的各部(这里,特别是分支部610)的处理的详细内容,举出具体例子进行说明。

[0103] (1)分支部的处理的详细内容1

[0104] 图7是示出分支部的处理的具体例子的第一图。在图7的情况下,分支部610根据第一基准对通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群进行加工,从而生成时间序列数据群1(第一时间序列数据群),并将其输入第一网络部620_1。

[0105] 另外,分支部610根据第二基准对通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群进行加工,从而生成时间序列数据群2(第二时间序列数据群),并将其输入第二网络部620_2。

[0106] 如此,设定为根据不同的基准对时间序列数据群进行加工,并且分为各自不同的网络部进行处理的构成的基础上进行机器学习,从而能够对时间序列数据群进行多方面解析。其结果,与将时间序列数据群输入一个网络部进行机器学习的情况相比,能够生成用于实现高精度的推论的假想测定模型(推论部162A)。

[0107] 需要说明的是,在图7的例子中,示出了通过根据两个种类的基准对时间序列数据群进行加工,从而生成两个种类的时间序列数据群的情况,也可以通过根据三个种类以上的基准对时间序列数据群进行加工,从而生成三个种类以上的时间序列数据群。

[0108] (2)分支部的处理的详细内容2

[0109] 接下来,对于分支部610的另一处理的详细内容进行说明。图8是示出分支部的处理的具体例子的第二图。在图8的情况下,分支部610根据种类对通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群进行分组。由此,分支部610生成时间序列数据群1(第一时间序列数据群)和时间序列数据群2(第二时间序列数据群)。另外,分支部610将生成的时间序列数据群1输入第三网络部620_3,并且将生成的时间序列数据群2输入第四网络部620_4。

[0110] 如此,在设定为根据数据种类将时间序列数据群分成多个组,并且使用不同的网

络部进行处理的构成的基础上进行机器学习,从而能够对时间序列数据群进行多方面解析。其结果,与将时间序列数据群输入一个网络部进行机器学习的情况相比,能够生成用于实现高精度的推论的假想测定模型(推论部162A)。

[0111] 需要说明的是,在图8的例子中,虽然根据基于时间序列数据取得装置140A_1～140A_n的不同的数据种类的不同,对时间序列数据群进行了分组,但是可以根据数据取得的时间范围,对时间序列数据群进行分组。例如,在时间序列数据群为伴随多个方案的处理而测定的时间序列数据群的情况下,可以根据每个方案的时间范围,对时间序列数据群进行分组。

[0112] (3)分支部的处理的详细内容3

[0113] 接下来,对于分支部610的另一处理的详细内容进行说明。图9是示出分支部的处理的具体例子的第三图。在图9的情况下,分支部610将通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n取得的时间序列数据群输入第五网络部620_5和第六网络部620_6这两者。并且,在第五网络部620_5和第六网络部620_6,对于相同的时间序列数据群,实施不同的处理(标准化处理)。

[0114] 图10是示出在各网络部中包含的标准化部的处理的具体例子的图。如图10所示,第五网络部620_5的各层包括标准化部、卷积部、激活函数部、以及池化部。

[0115] 图10的例子示出了在第五网络部620_5中包含的各层中的、第一层620_51中,包括标准化部1001、卷积部1002、激活函数部1003、以及池化部1004。

[0116] 其中,在标准化部1001中,对于由分支部610输入的时间序列数据群,进行第一标准化处理,生成标准化时间序列数据群1(第一时间序列数据群)。

[0117] 同样,图10的例子示出了在第六网络部620_6中包含的各层中的、第一层620_61中,包括标准化部1011、卷积部1012、激活函数部1013、以及池化部1014。

[0118] 其中,在标准化部1011中,对于由分支部610输入的时间序列数据群,进行第二标准化处理,生成标准化时间序列数据群2(第二时间序列数据群)。

[0119] 如此,设定为使用各自包括通过不同手法进行标准化处理的标准化部的多个网络部对时间序列数据群进行处理的构成的基础上进行机器学习,从而能够对时间序列数据群进行多方面解析。其结果,与将时间序列数据群输入进行一个标准化处理的一个网络部而进行机器学习的情况相比,能够生成用于实现高精度的推论的假想测定模型(推论部162A)。

[0120] (4)分支部的处理的详细内容4

[0121] 接下来,对于分支部610的另一处理的详细内容进行说明。图11是示出分支部的处理的具体例子的第四图。在图11的情况下,分支部610将通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群中的、伴随腔室A中的处理而测定的时间序列数据群1(第一时间序列数据群)输入第七网络部620_7。

[0122] 另外,分支部610将通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_n测定的时间序列数据群中的、伴随腔室B中的处理而测定的时间序列数据群2(第二时间序列数据群)输入第八网络部620_8。

[0123] 如此,在设定为使用不同的网络部对伴随不同腔室(第一处理空间、第二处理空间)中的处理而测定的各个时间序列数据群进行处理的构成的基础上进行机器学习,从而

能够对时间序列数据群进行多方面解析。其结果,与将各个时间序列数据群输入一个网络部而进行机器学习的情况相比,能够生成用于实现高精度的推论的假想测定模型(推论部162A)。

[0124] <假想测定装置的推论部的功能构成>

[0125] 接下来,对于系统100A中的、假想测定装置160A的推论部162A的功能构成进行说明。图12是示出假想测定装置的推论部的功能构成的一个例子的图。如图12所示,假想测定装置160A的推论部162A具有分支部1210、第一网络部1220_1至第M网络部1220_M、以及连结部1230。

[0126] 分支部1210取得通过时间序列数据取得装置140A_1～140A_N新测定的时间序列数据群。另外,分支部1210以取得的时间序列数据群使用第一网络部1220_1～第M网络部1220_M被处理的方式进行控制。

[0127] 第一网络部1220_1～第M网络部1220_M以如下方式形成:通过学习部161A进行机器学习而使第一网络部620_1～第M网络部620_M的各层的模型参数最优化。

[0128] 连结部1230由通过学习部161A进行机器学习而使模型参数被最优化后的连结部630形成。连结部1230将自第一网络部1220_1的第N层1220_1N输出的输出数据至自第M网络部1220_M的第N层1220_MN输出的输出数据的各输出数据进行合成,从而输出假想测定数据。

[0129] <假想测定处理的流程>

[0130] 接下来,对于系统100A中的、假想测定装置160A的假想测定处理整体的流程进行说明。图13是示出假想测定装置的假想测定处理的流程的流程图。

[0131] 在步骤S1301中,学习部161A作为学习用数据取得时间序列数据群以及检查数据。

[0132] 在步骤S1302中,学习部161A将取得的学习用数据中的、时间序列数据群作为输入数据,将检查数据作为正解数据进行机器学习。

[0133] 在步骤S1303中,学习部161A判定是否继续机器学习。在进一步取得学习用数据而持续机器学习的情况下(在步骤S1303中为YES的情况),返回步骤S1301。另一方面,在结束机器学习的情况下(在步骤S1303中为NO的情况下),进入步骤S1304。

[0134] 在步骤S1304中,推论部162A反映通过机器学习而最优化后的模型参数,从而生成第一网络部1220_1～第M网络部1220_M。

[0135] 在步骤S1305中,推论部162A输入伴随新的处理前晶圆110A的处理而测定的时间序列数据群,从而对假想测定数据进行推论。

[0136] 在步骤S1306中,推论部162A输出推论的假想测定数据。

[0137] <假想测定装置的附微调整功能推论部的功能构成>

[0138] 接下来,对于系统100B中的、假想测定装置160B的附微调整功能推论部162B的功能构成进行说明。图14是示出假想测定装置的附微调整功能推论部的功能构成的一个例子的图。

[0139] 如图14所示,假想测定装置160B的附微调整功能推论部162B具有作为取得部起作用的分支部1210。另外,假想测定装置160B的附微调整功能推论部162B具有作为推论部起作用的、第一网络部1220_1至第M网络部1220_M、连结部1410、个体调整部1420、微调整部1430、以及比较部1440。

[0140] 其中,分支部1210与推论部162A的分支部1210相同,由于已经使用图12进行了说明,因此这里省略说明。另外,第一网络部1220_1至第M网络部1220_M也与推论部162A的第一网络部1220_1至第M网络部1220_M相同。

[0141] 具体而言,第一网络部1220_1～第M网络部1220_M以如下方式形成:通过学习部161A进行机器学习而使第一网络部620_1～第M网络部620_M的各层的模型参数最优化。

[0142] 连结部1410由通过学习部161A进行机器学习而模型参数被最优化的连结部630形成。但是,连结部1410的情况下,不将自第一网络部1220_1的第N层1220_1N输出的输出数据至自第M网络部1220_M的第N层1220_MN输出的输出数据的各输出数据合成而进行输出。

[0143] 个体调整部1420对于自连结部1410输出的各输出数据乘以根据半导体制造工艺A的处理单位120A与半导体制造工艺B的处理单位120B的个体差的系数(称为“个体灵敏度”)。

[0144] 微调整部1430将由个体调整部1420与个体灵敏度相乘后的各输出数据与校正矩阵相乘,从而计算标量即假想测定数据。

[0145] 比较部1440取得由微调整部1430输出的假想测定数据,并且取得对于处理后晶圆130B的检查数据。另外,比较部1440计算取得的假想测定数据与检查数据的差值,并将其通知微调整部1430。

[0146] 如此,在附微调整功能推论部162B中,在半导体制造工艺B中,基于对于规定的期间、处理后晶圆130B的检查数据,微调整部1430对校正参数(P_1～P_M)进行更新。并且,在附微调整功能推论部162B的微调整部430中,持续校正参数(P_1～P_M)的更新,直至假想测定数据与检查数据的差值为规定的阈值以下。

[0147] 由此,在微调整部1430中,能够降低起因于半导体制造工艺A的处理单位120A与半导体制造工艺B的处理单位120B的个体差的误差(在推论结果中包含的误差)。

[0148] 需要说明的是,在附微调整功能推论部162B的情况下,与通过将在半导体制造工艺B中测定的时间序列数据群作为追加数据,使假想测定模型进行再学习而进行最优化的情况相比,能够削减成本和时间。

[0149] <微调整处理的流程>

[0150] 接下来,对于系统100B中的、基于假想测定装置160B的微调整处理的流程进行说明。图15是示出基于假想测定装置的微调整处理的流程的流程图。

[0151] 在步骤S1501中,附微调整功能推论部162B的分支部1210在半导体制造工艺B的处理单位120B中取得伴随新的处理前晶圆110B的处理而测定的时间序列数据群。另外,附微调整功能推论部162B的第一～第M网络部1220_1～1220_M对取得的时间序列数据群进行处理。由此,自第一～第M网络部1220_1～1220_M的最终层输出各输出数据。

[0152] 在步骤S1502中,附微调整功能推论部162B的个体调整部1420将自第一～第M网络部1220_1～1220_M的最终层输出的各输出数据乘以个体灵敏度,从而对各输出数据进行调整。

[0153] 在步骤S1503中,附微调整功能推论部162B的微调整部1430将乘以了个体灵敏度的各输出数据与校正矩阵相乘,从而计算假想测定数据。

[0154] 在步骤S1504中,附微调整功能推论部162B取得对于处理后晶圆130B的检查数据,并将其通知比较部1440。另外,比较部1440将由微调整部1430输出的假想测定数据与被通

知的检查数据进行比较,计算差值(在推论结果中包含的误差)。

[0155] 在步骤S1505中,附微调整功能推论部162B的比较部1440基于比较结果,判定差值是否为规定的阈值以下,从而判定是否需要更新校正参数。

[0156] 在步骤S1505中,在差值超过了规定的阈值而判定为需要更新校正参数的情况下(在步骤S1505中为YES得情况下),进入步骤S1506。

[0157] 在步骤S1506中,附微调整功能推论部162B的微调整部1430根据由比较部1440计算的差值(推论结果中包含的误差),对校正矩阵的校正参数(P_1~P_M)进行更新。之后,进入步骤S1507。

[0158] 另一方面,在步骤S1505中,在差值为规定的阈值以下而判定为不需要更新校正参数的情况下(在步骤S1505中为NO的情况下),直接进入步骤S1507。

[0159] 在步骤S1507中,附微调整功能推论部162B判定是否结束微调整处理。在步骤S1507中,在判定不结束微调整处理的情况下(在步骤S1507中为NO的情况下),返回步骤S1501。

[0160] 另一方面,在步骤S1507中,在判定结束微调整处理的情况下(在步骤S1507中为YES的情况下),结束微调整处理。

[0161] <总结>

[0162] 如上所述明确可知,假想测定装置160A取得在制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群,并且,其使各网络部进行机器学习,使得通过使用多个网络部对取得的时间序列数据群进行处理而自各网络部输出的各输出数据的合成结果接近通过对对象物进行处理而获得的成果物的检查数据。

[0163] 如此,通过使用多个网络部对时间序列数据群进行处理,从而能够进行多方面的解析。其结果,在假想测定装置160A中,能够生成用于实现高精度的推论的假想测定模型。

[0164] 另外,假想测定装置160B(推论装置)使用生成的假想测定模型中包含的多个网络部,对于在另一制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群进行处理,从而输出各输出数据,并且,其使用校正参数对输出的各输出数据进行微调整后将其合成,从而对假想测定数据进行推论,另外,其根据推论的假想测定数据中包含的误差,对校正参数进行更新。

[0165] 如此,在制造工艺的规定的处理单位中,在将使用时间序列数据群生成的假想测定模型应用于另一制造工艺时,在假想测定装置160B中,附加用于对由多个网络部输出的各输出数据进行微调整的功能。

[0166] 由此,在将假想测定模型应用于另一制造工艺时,能够降低起因于工艺间的个体差的误差(推论结果中包含的误差)。也就是说,根据第一实施方式,能够提供一种不论应用对象如何均能够进行高精度的推论的推论装置、推论方法以及推论程序。

[0167] [第二实施方式]

[0168] 在上述第一实施方式中,说明了使用个体灵敏度以及校正矩阵对由各网络部的最终层输出的各输出数据进行微调整。但是,基于附微调整功能推论部的各输出数据的微调整的方法不限于此,例如,可以使用微调整用的网络部,对各输出数据进行微调整。

[0169] 图16是示出假想测定装置的附微调整功能推论部的功能构成的一个例子的第二图。与图14的不同点在于,图16所示附微调整功能推论部1600B的情况下,具有微调整网络

部1610。

[0170] 微调整网络部1610以卷积神经网络为基础构成,其通过输入由连结部1410输出的各输出数据,从而输出假想测定数据。

[0171] 另外,微调整网络部1610基于根据输出的假想测定数据而自比较部1440通知的差值,对微调整网络部1610的模型参数即校正参数进行更新。

[0172] 如此,在附微调整功能推论部1600B中,在半导体制造工艺B中,基对于规定的期间、处理后晶圆130B的检查数据,微调整网络部1610对校正参数进行更新。需要说明的是,此时,设定为第一网络部1220_1至第M网络部1220_M的模型参数维持固定的状态。并且,在附微调整功能推论部1600B的微调整网络部1610中,持续对校正参数进行更新,直至假想测定数据与检查数据的差值成为规定的阈值以下。

[0173] 由此,在微调整网络部1610中,能够降低起因于半导体制造工艺A的处理单位120A与半导体制造工艺B的处理单位120B的个体差的误差(推论结果中包含的误差)。

[0174] 需要说明的是,附微调整功能推论部1600B的情况下,与新生成假想测定模型,并且使用在半导体制造工艺B中测定的时间序列数据群进行最优化的情况相比,能够降低过拟合的可能性。

[0175] [第三实施方式]

[0176] 在上述第一以及第二实施方式中,虽然对于将假想测定装置160A生成的假想测定模型应用于另一半导体制造工艺B的情况进行了说明,但是应用于另一半导体制造工艺B的模型不限于假想测定模型。

[0177] 在第三实施方式中,对于将在第一以及第二实施方式中说明的假想测定装置160A以及160B替换为异常检测装置160A以及160B,并且将异常检测装置160A生成的异常检测模型应用于另一半导体制造工艺B的情况进行说明。

[0178] 在异常检测装置160A的情况下,学习部161A将时间序列数据群作为输入数据,将事件(表示有无异常的信息)作为正解数据,使异常检测模型(推论部162A)进行机器学习。设定异常检测模型(推论部162A)具有与假想测定模型(推论部162A)相同的构成,仅用于机器学习的学习用数据不同。

[0179] 需要说明的是,在异常检测装置160A的情况下,在用于输出用于机器学习的时间序列数据群的时间序列数据取得装置140A_1～140A_n中,例如包括:发光分光分析装置,其用于输出时间序列数据群即OES(Optical Emission Spectrometry)数据;工艺数据取得装置,其用于输出序列数据群即温度数据、压力数据等的工艺数据;以及等离子体用高频电源装置,其用于输出时间序列数据即RF数据。

[0180] 另外,在异常检测装置160B(推论装置)的情况下,附微调整功能推论部1600B输入时间序列数据群,对表示有无异常的信息进行推论。

[0181] 需要说明的是,在异常检测装置160B的情况下,在用于输出用于推论的时间序列数据群的时间序列数据取得装置140A_1～140A_n中,例如包括:发光分光分析装置,其用于输出时间序列数据群即OES(Optical Emission Spectrometry)数据;工艺数据取得装置,其用于输出时间序列数据群即温度数据、压力数据等的工艺数据;以及等离子体用高频电源装置,其用于输出时间序列数据即RF数据。

[0182] <总结>

[0183] 如上所述明确可知,异常检测装置160A取得在制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群(OES数据、工艺数据、RF数据),并且,其以使用多个网络部对取得的时间序列数据群进行处理而由各网络部输出的各输出数据的合成结果接近伴随对象物的处理而产生的事件(表示有无异常的信息)的方式,使各网络部进行机器学习。

[0184] 如此,通过使用多个网络部对时间序列数据群进行处理,能够进行多方面的解析。其结果,在异常检测装置160A中,能够生成用于实现高精度的推论的异常检测模型。

[0185] 另外,异常检测装置160B(推论装置)使用生成的异常检测模型中包含的多个网络部,对于在另一制造工艺的规定的处理单位中伴随对象物的处理而测定的时间序列数据群(OES数据、工艺数据、RF数据)进行处理,输出各输出数据。并且,其通过使用校正参数对输出的各输出数据进行微调整后将其合成,从而对表示有无异常的信息进行推论。另外,其根据推论的表示有无异常的信息中包含的误差,对校正参数进行更新。

[0186] 如此,在制造工艺的规定的处理单位中,在将使用时间序列数据群生成的异常检测模型应用于另一制造工艺时,在异常检测装置160B中,附加了对由多个网络部输出的各输出数据进行微调整的功能。

[0187] 由此,在将异常检测模型应用于另一制造工艺时,能够降低起因于工艺间的个体差的误差(推论结果中包含的误差)。也就是说,根据第三实施方式,不论应用对象如何,均能够提供一种能够进行高精度的推论的推论装置、推论方法以及推论程序。

[0188] [其他的实施方式]

[0189] 在上述第一以及第二实施方式中,作为各输出数据的微调整的方法,对于使用个体灵敏度以及校正矩阵、或者、微调整用的网络部的情况进行了说明。但是,各输出数据的微调整的方法不限于此,例如,可以使用一般化线性混合模型、高斯过程回归分析、卡尔曼滤波器等。

[0190] 另外,在上述第三实施方式中,说明了异常检测装置伴随对象物的处理而取得由发光分光分析装置、工艺数据取得装置、等离子体用高频电源装置输出的OES数据、工艺数据、RF数据。但是,异常检测装置取得的数据的组合不限于此,其可以取得任一者的数据,也可以取得任两者的数据的组合。

[0191] 另外,在上述各实施方式中,说明了附微调整功能推论部162B、1600B具有第一～第M网络部1220_1～1220_M。但是,附微调整功能推论部162B、1600B不需要具有全部的第一～第M网络部1220_1～1220_M,其设定为具有至少任两个以上的网络部。

[0192] 另外,在上述各实施方式中,说明了学习部161A的各网络部的机器学习算法以卷积神经网络为基础构成。但是,不限于此,学习部161A的各网络部的机器学习算法不限于卷积神经网络,可以以其他的机器学习算法为基础来构成。

[0193] 另外,在上述各实施方式中,说明了假想测定装置或者异常检测装置160A作为学习部161A以及推论部162A起作用。但是,作为学习部161A起作用的装置和作为推论部162A起作用的装置并非彼此为一体,也可以分开构成。也就是说,假想测定装置或者异常检测装置160A可以作为不具有推论部162A的学习部161A起作用,也可以作为不具有学习部161A的推论部162A起作用。

[0194] 另外,在上述各实施方式中,说明了将在系统100A中生成的假想测定模型(或者异

常检测模型)中附加了微调整功能的假想测定装置(或者异常检测装置)应用于系统100B。但是,附加了微调整功能的假想测定装置(或者异常检测装置)所应用的应用对象不限于另一系统,也可以为自系统。

[0195] 例如,在变更工艺方案的一部分的情况下等,在变更的程度较小的情况下,可以在通过自系统生成的假想测定模型(或者异常检测模型)中附加微调整功能而进行应用。

[0196] 或者,在自系统内的装置中,可以在进行了部件更换等的维护作业的情况下、因自系统内的装置的部件损耗等导致装置内的环境变化的情况下等通过自系统生成的假想测定模型(或者异常检测模型)的精度降低时进行应用。

[0197] 需要说明的是,本发明不限于在上述实施方式中举出的构成等与其他的要素的组合等得在此示出的构成。关于这些点,在不超过本发明的主旨的范围内能够进行变更,能够根据其应用方式适当决定。

[0198] 本申请要求基于2019年11月29日申请的日本国专利申请第2019-217439号的优先权,并且在本申请中通过参照引用该日本国专利申请的全部内容。

[0199] 附图标记说明

[0200] 100A、100B:系统

[0201] 110A、110B:处理前晶圆

[0202] 120A、120B:处理单位

[0203] 130A、130B:处理后晶圆

[0204] 140A_1～140A_n:时间序列数据取得装置

[0205] 140B_1～140B_n:时间序列数据取得装置

[0206] 150A、150B:检查数据取得装置

[0207] 160A、160B:假想测定装置

[0208] 161A:学习部

[0209] 162A:推论部

[0210] 162B:附微调整功能推论部

[0211] 200:半导体制造装置

[0212] 610:分支部

[0213] 620_1:第一网络部

[0214] 620_11～620_1N:第一层～第N层

[0215] 620_2:第二网络部

[0216] 620_21～620_2N:第一层～第N层

[0217] 620_M:第M网络部

[0218] 620_M1～620_MN:第一层～第N层

[0219] 630:连结部

[0220] 640:比较部

[0221] 1001、1011:标准化部

[0222] 1004、1014:池化部

[0223] 1210:分支部

[0224] 1220_1:第一网络部

[0225] 1220_11～1220_1N:第一层～第N层

[0226] 1220_2:第二网络部

[0227] 1220_21～1220_2N:第一层～第N层

[0228] 1220_M:第M网络部

[0229] 1220_M1～1220_MN:第一层～第N层

[0230] 1240:连结部

[0231] 1410:连结部

[0232] 1420:个体调整部

[0233] 1430:微调整部

[0234] 1440:比较部

[0235] 1600B:附微调整功能推论部

[0236] 1610:微调整网络部

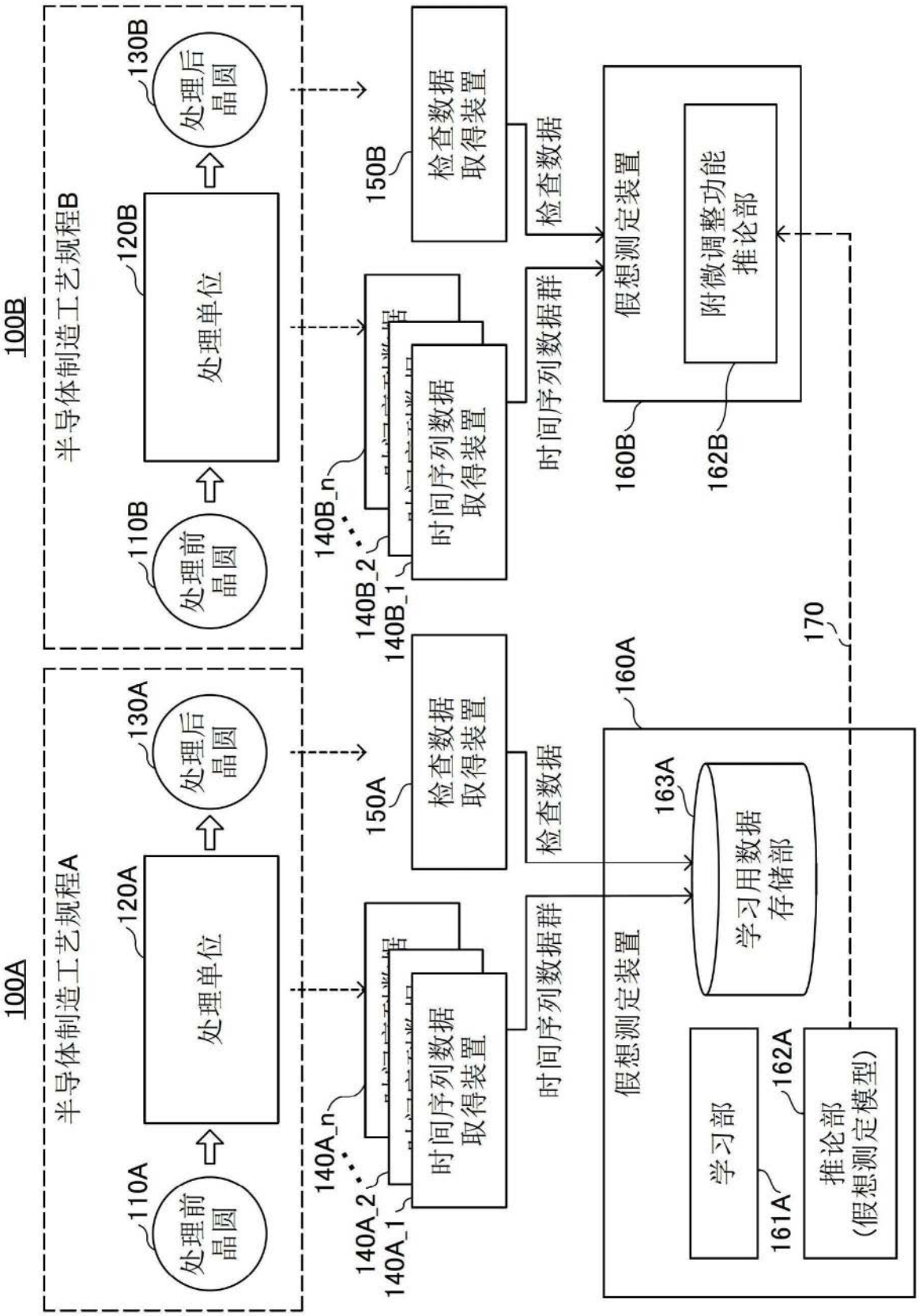

100B
半导体制造工艺规程B
处理前晶圆
110B
处理单位
120B
处理后晶圆
130B
检查数据取得装置
150B
检查数据
时间序列数据群
假想测定装置
160B
附微调整功能推论部
162B
140B_n
140B_2
140B_1
时间序列数据取得装置
100A
半导体制造工艺规程A
处理前晶圆
110A
处理单位
120A
处理后晶圆
130A
检查数据取得装置
150A
检查数据
时间序列数据群
假想测定装置
160A
170
163A
学习用数据存储部
140A_n
140A_2
140A_1
时间序列数据取得装置
学习部
161A
推论部
(假想测定模型)
162A

图1

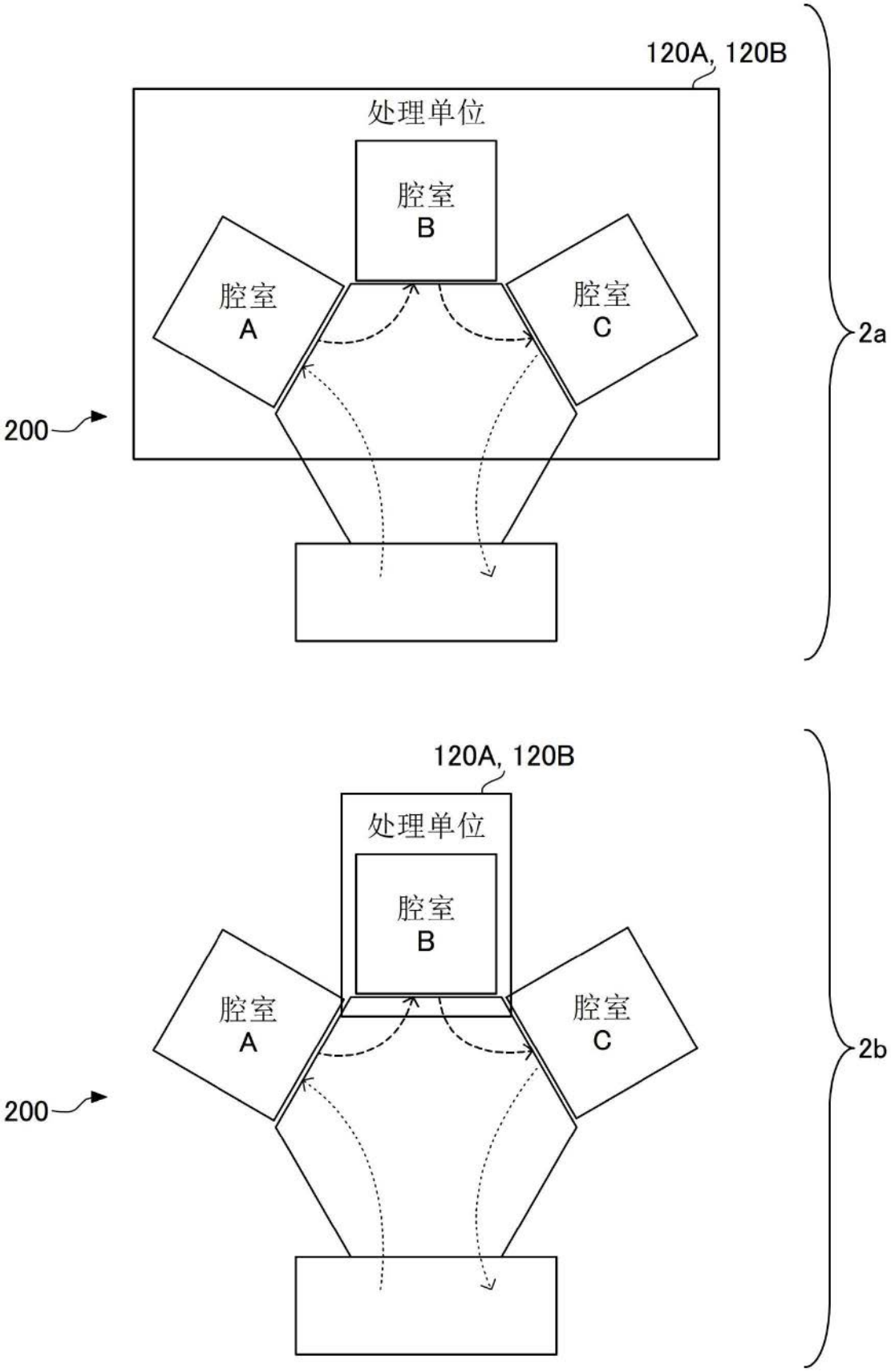

120A, 120B
处理单位
腔室
B
腔室
A
腔室
C
200
2a
120A, 120B
处理单位
腔室
B
腔室
A
腔室
C
200
2b

图2

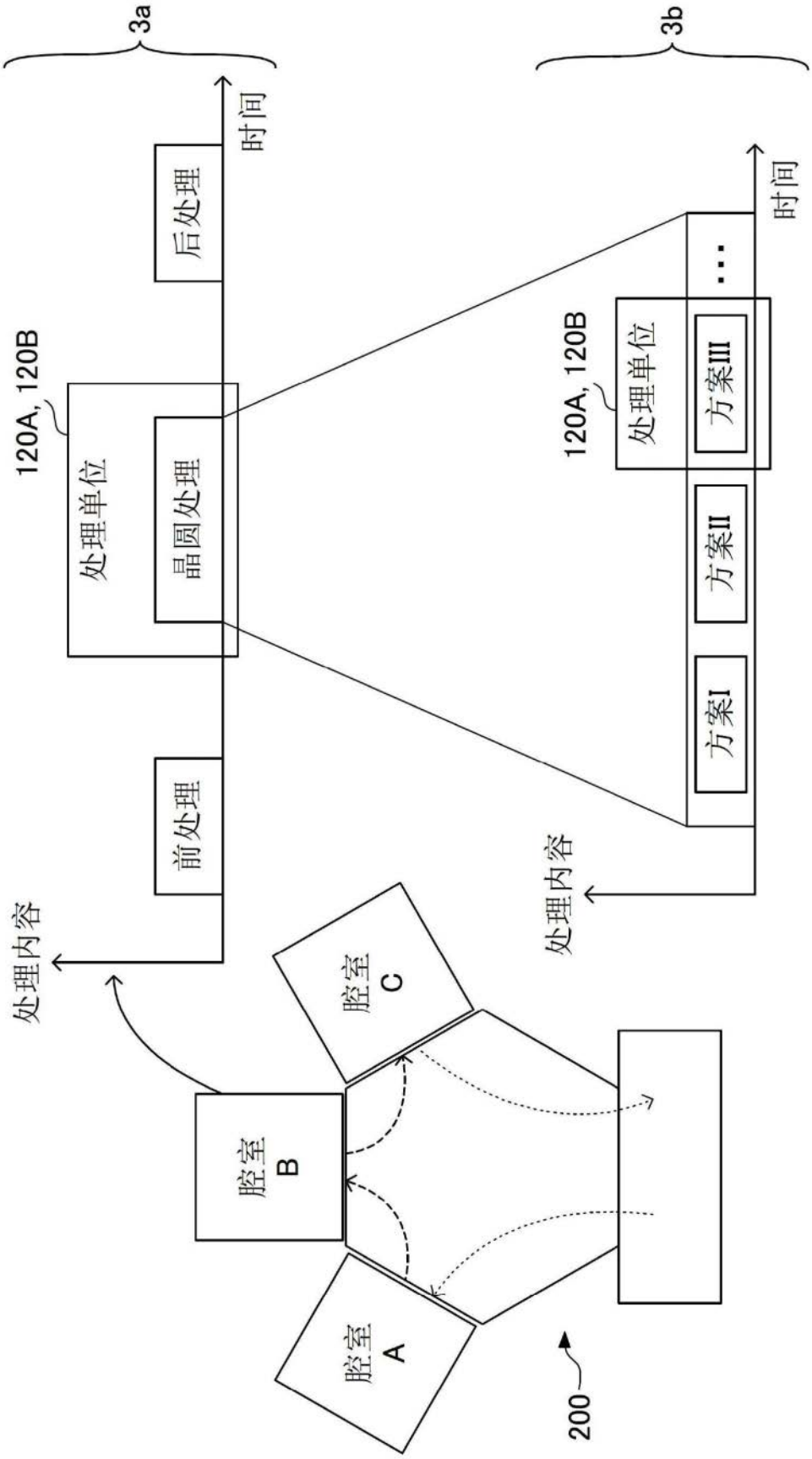

3a
3b
时间
后处理
前处理
120A, 120B
处理单位
晶圆处理
处理内容
120A, 120B
处理单位
方案I
方案II
方案III
...
时间
处理内容
腔室 A
腔室 B
腔室 C
200

图3

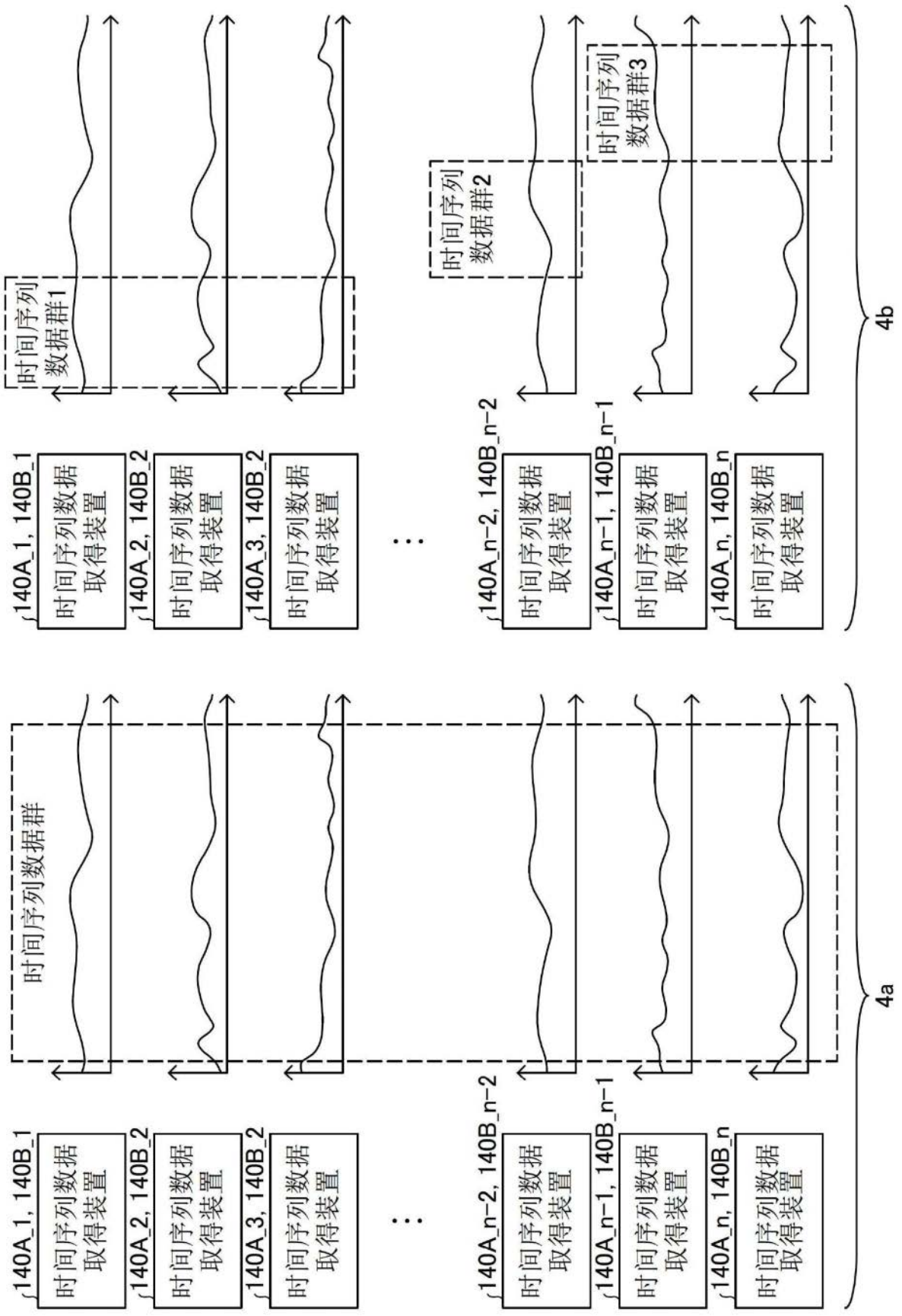

时间序列数据群
140A_1, 140B_1
时间序列数据取得装置
140A_2, 140B_2
时间序列数据取得装置
140A_3, 140B_2
时间序列数据取得装置
140A_n-2, 140B_n-2
时间序列数据取得装置
140A_n-1, 140B_n-1
时间序列数据取得装置
140A_n, 140B_n
时间序列数据取得装置
4a
时间序列数据群1
时间序列数据群2
时间序列数据群3
4b

图4

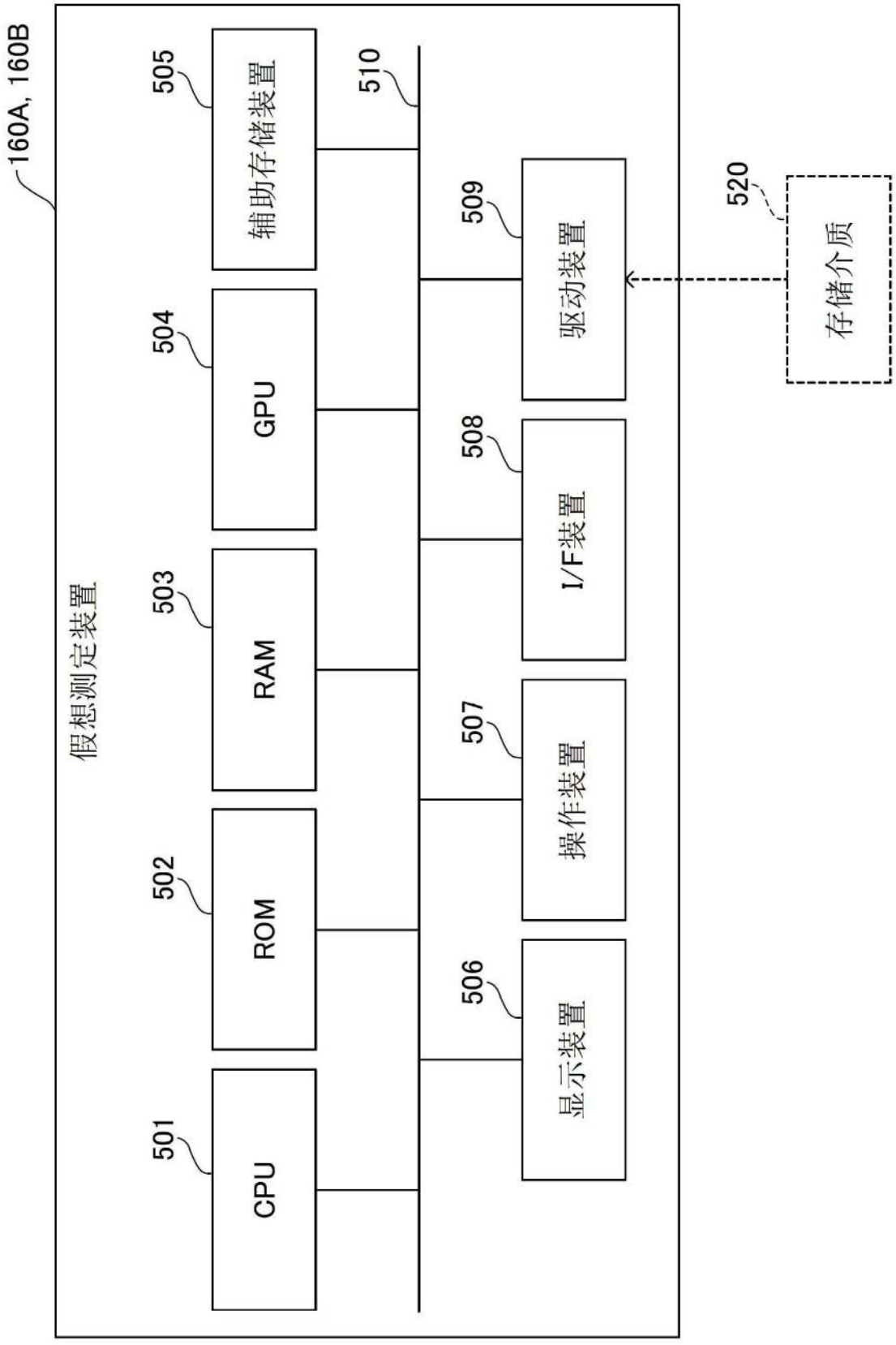

160A, 160B
假想测定装置
CPU
501
ROM
502
RAM
503
GPU
504
辅助存储装置
505
显示装置
506
操作装置
507
I/F装置
508
驱动装置
509
510
存储介质
520

图5

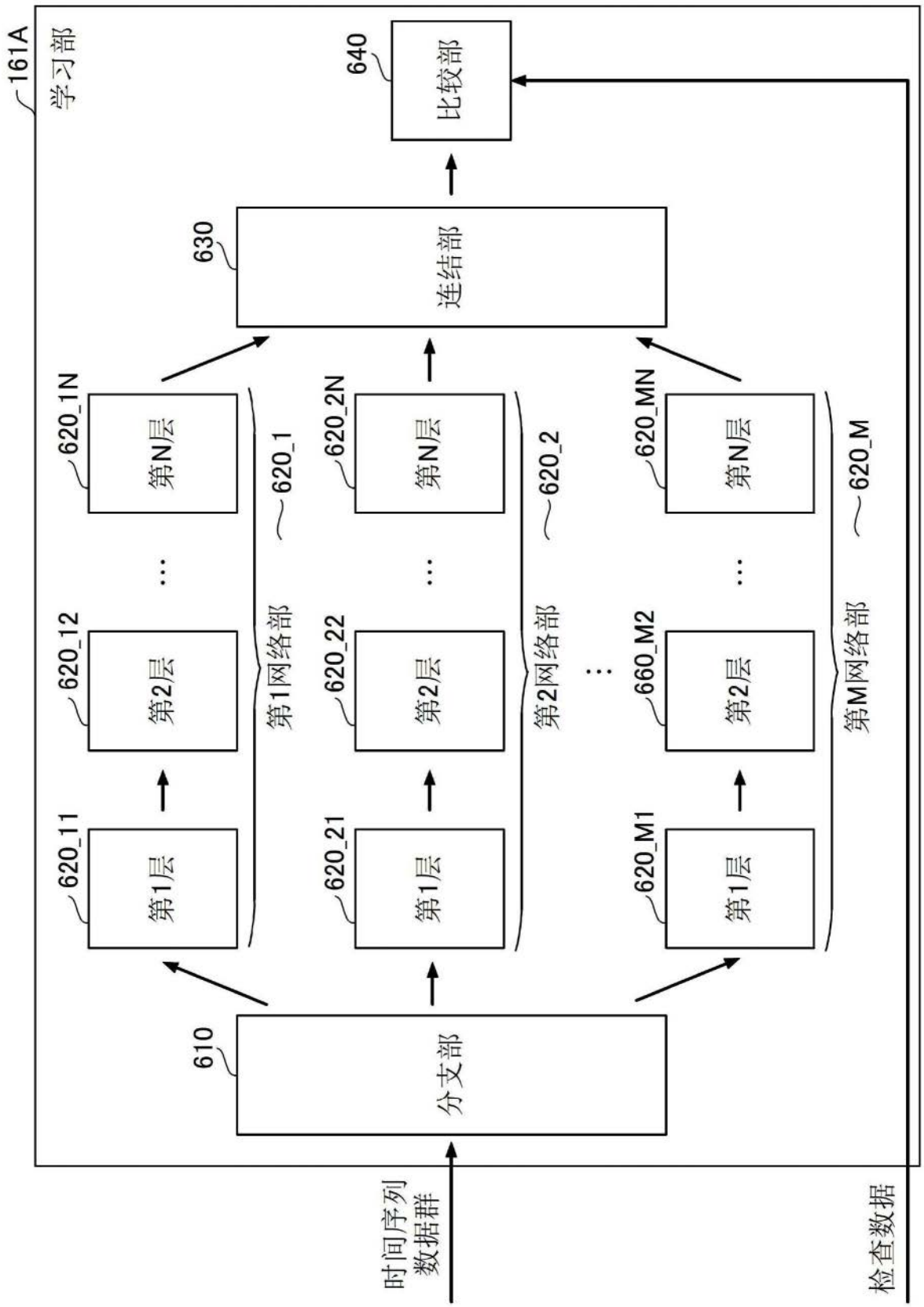

161A
学习部
640
比较部
630
连结部
620_1N
第N层
620_2N
第N层
620_MN
第N层
620_1
620_12
第2层
620_22
第2层
660_M2
第2层
第1网络部
620_11
第1层
620_2
620_21
第1层
第2网络部
620_M
620_M1
第1层
第M网络部
610
分支部
时间序列
数据群
检查数据

图6

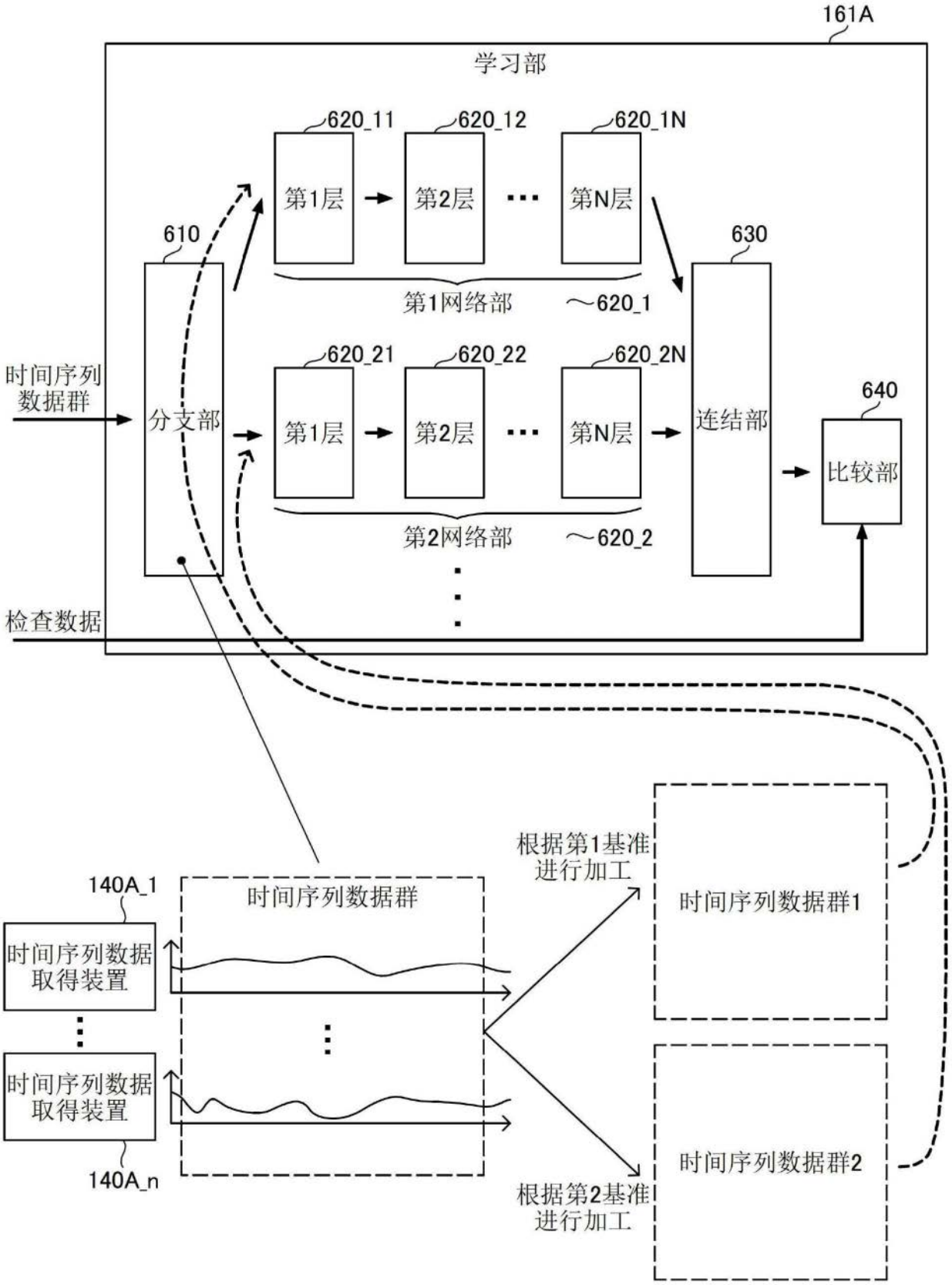

161A
学习部
620_11
620_12
620_1N
第1层
第2层
第N层
610
630
第1网络部
620_1
时间序列
数据群
分支部
620_21
620_22
620_2N
第1层
第2层
第N层
连结部
640
比较部
第2网络部
620_2
检查数据
根据第1基准
进行加工
时间序列数据群1
140A_1
时间序列数据群
时间序列数据
取得装置
时间序列数据
取得装置
时间序列数据群2
根据第2基准
进行加工
140A_n

图7

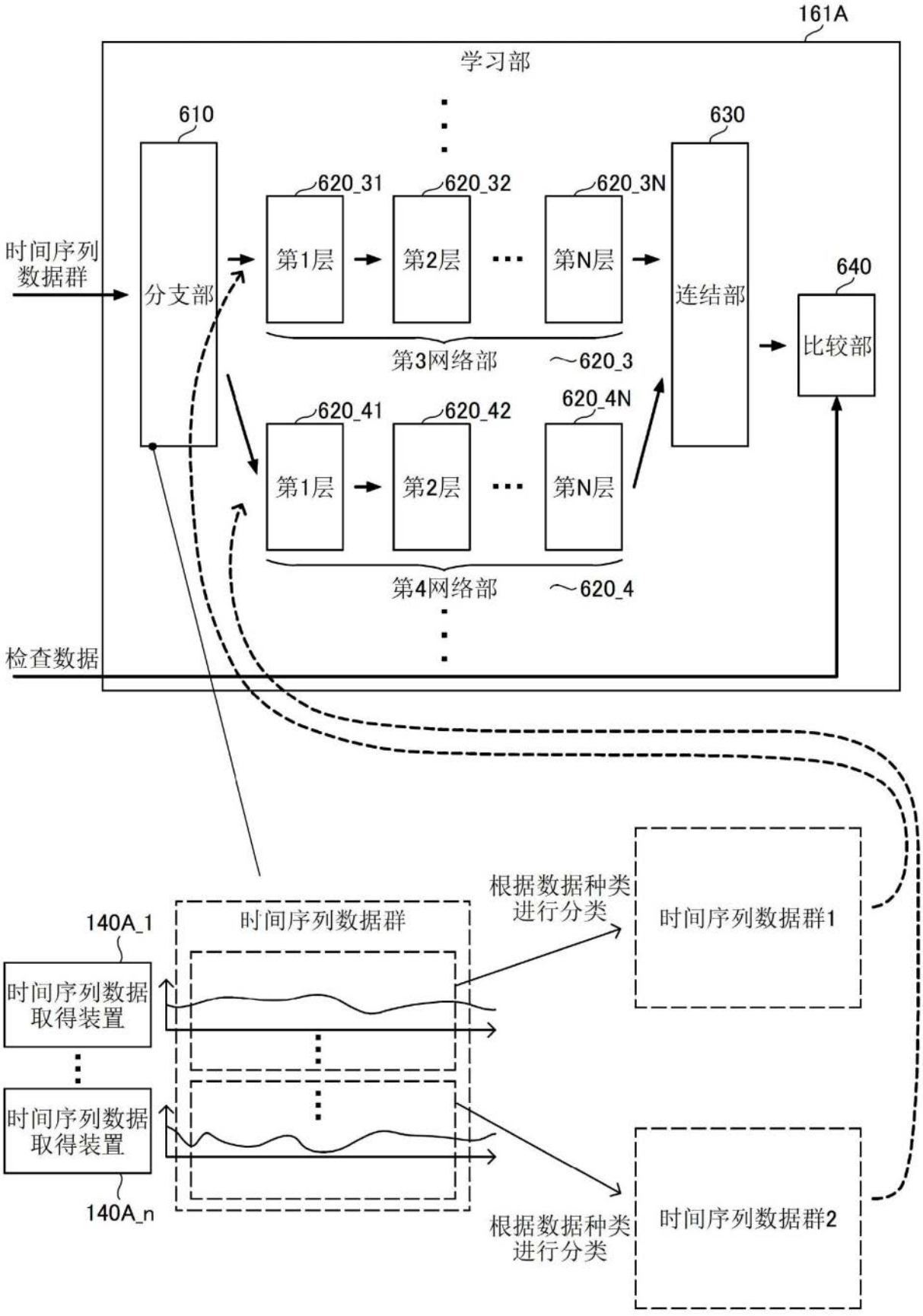

161A
学习部
610
630
620_31
620_32
620_3N
时间序列
数据群
分支部
第1层
第2层
第N层
连结部
640
比较部
第3网络部
620_3
620_41
620_42
620_4N
第1层
第2层
第N层
第4网络部
620_4
检查数据
根据数据种类
进行分类
时间序列数据群1
140A_1
时间序列数据群
时间序列数据
取得装置
时间序列数据
取得装置
140A_n
根据数据种类
进行分类
时间序列数据群2

图8

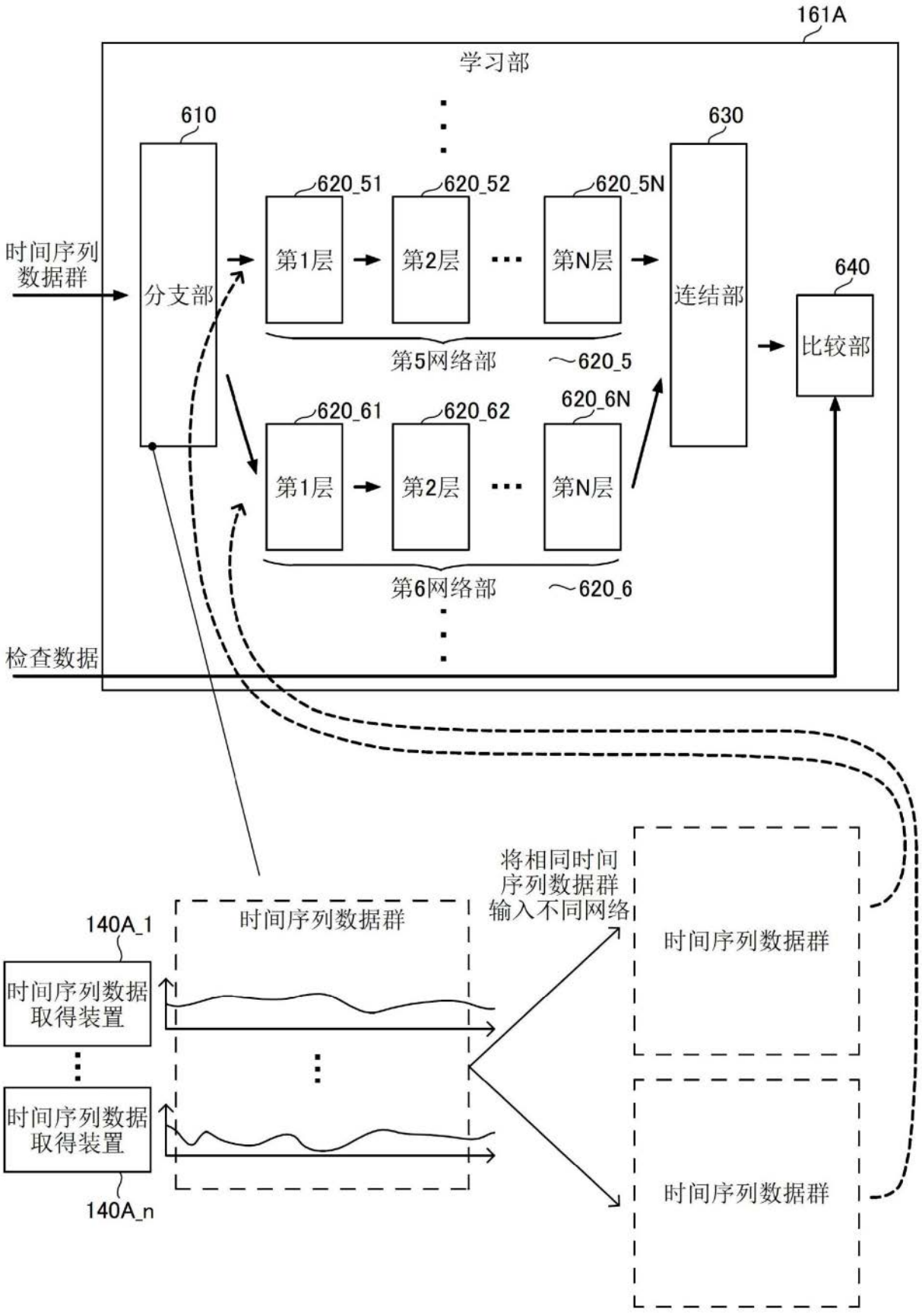

161A
学习部
610
630
620_51
620_52
620_5N
时间序列
数据群
分支部
第1层
第2层
第N层
连结部
640
比较部
第5网络部
620_5
620_61
620_62
620_6N
第1层
第2层
第N层
第6网络部
620_6
检查数据
将相同时间
序列数据群
输入不同网络
时间序列数据群
140A_1
时间序列数据
取得装置
时间序列数据
取得装置
140A_n
时间序列数据群
时间序列数据群

图9

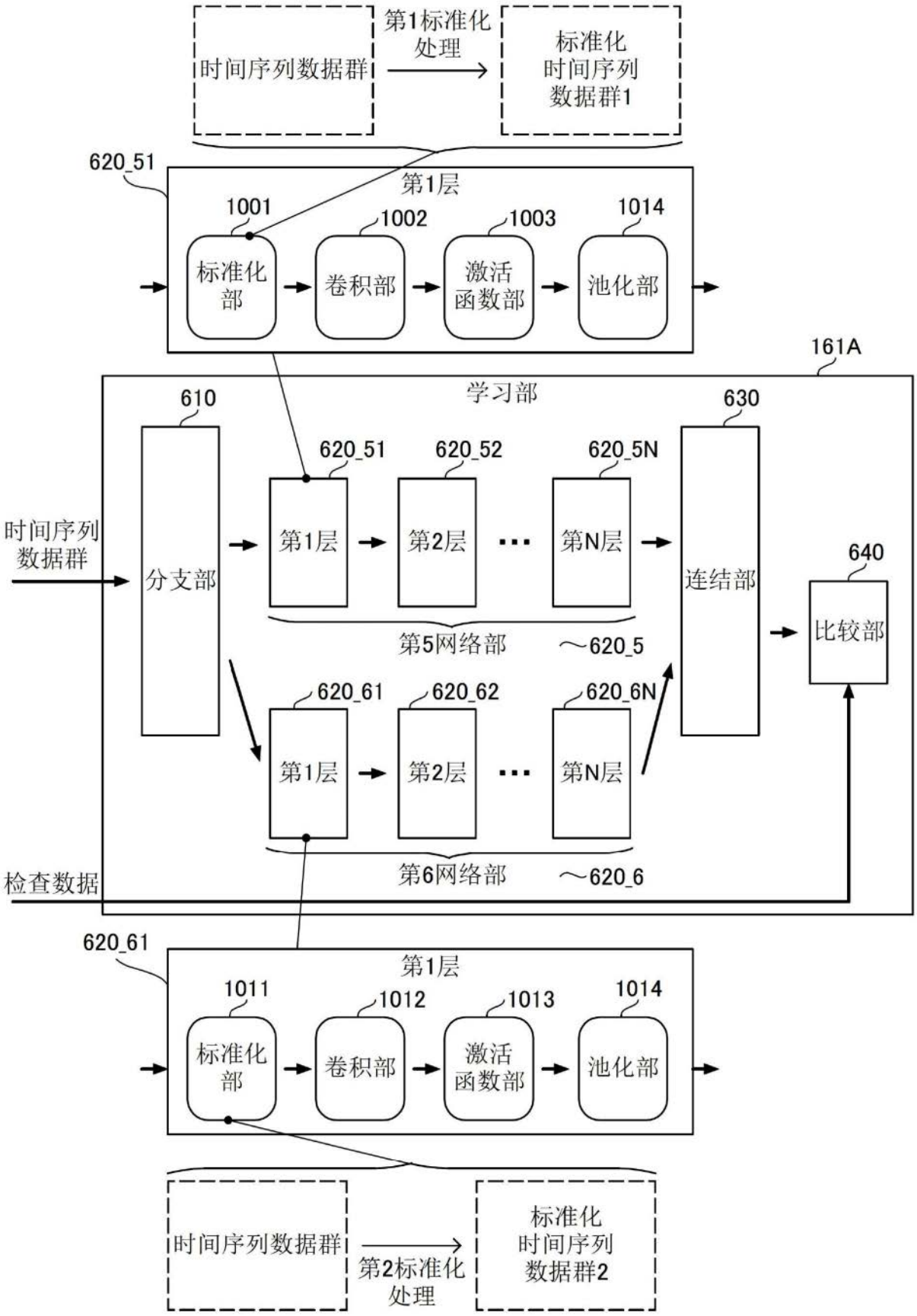

时间序列数据群
第1标准化处理
标准化时间序列数据群1
620_51
第1层
1001
1002
1003
1014
标准化部
卷积部
激活函数部
池化部
161A
学习部
610
630
620_51
620_52
620_5N
时间序列数据群
分支部
第1层
第2层
第N层
连结部
640
比较部
第5网络部
620_5
620_61
620_62
620_6N
第1层
第2层
第N层
第6网络部
620_6
检查数据
620_61
第1层
1011
1012
1013
1014
标准化部
卷积部
激活函数部
池化部
时间序列数据群
第2标准化处理
标准化时间序列数据群2

图10

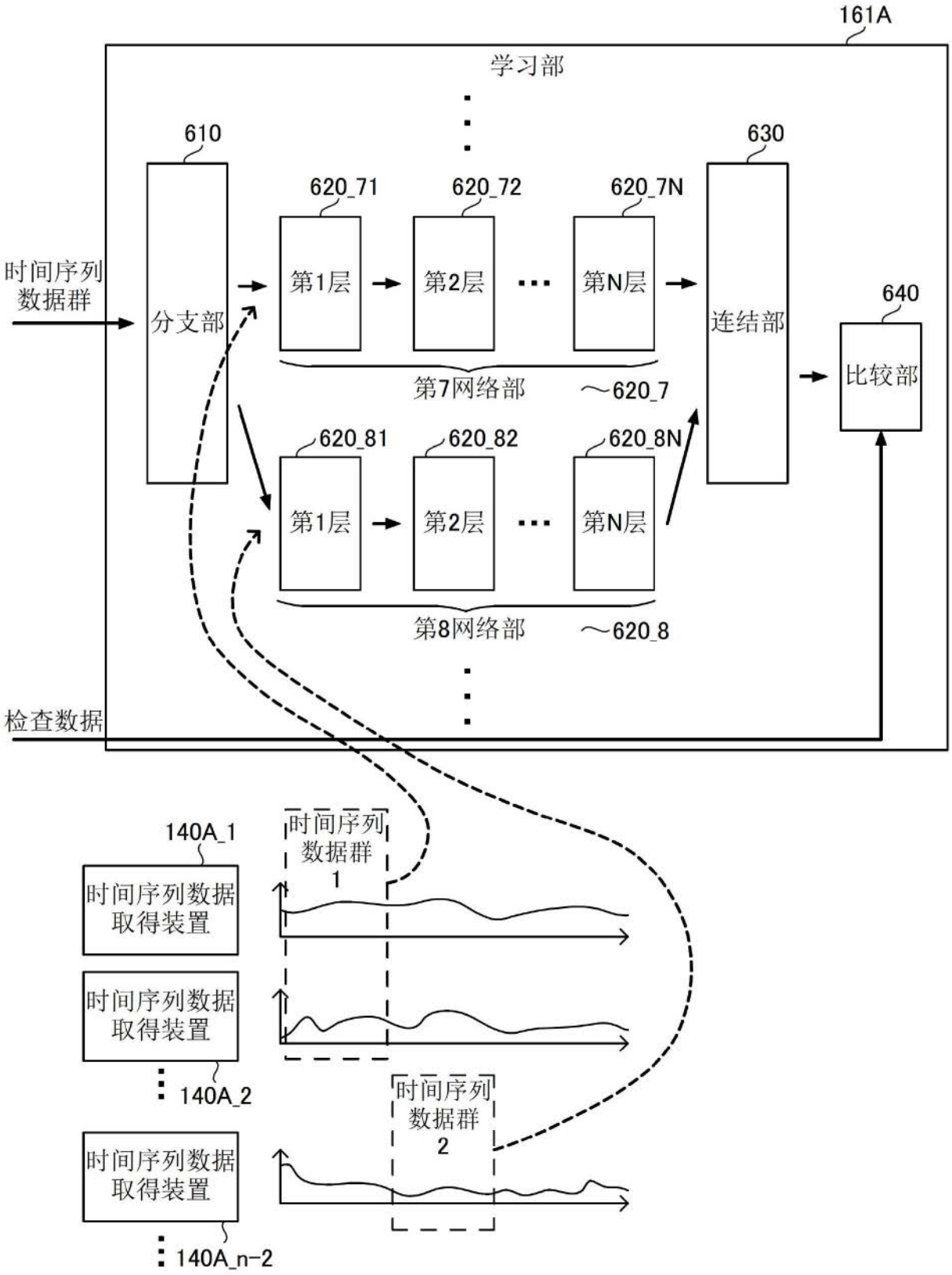

161A
学习部
610
620_71
620_72
620_7N
630
时间序列
数据群
分支部
第1层
第2层
第N层
连结部
640
比较部
第7网络部
620_7
620_81
620_82
620_8N
第1层
第2层
第N层
第8网络部
620_8
检查数据
140A_1
时间序列数据
取得装置
时间序列
数据群
1
时间序列数据
取得装置
140A_2
时间序列
数据群
2
时间序列数据
取得装置
140A_n-2

图11

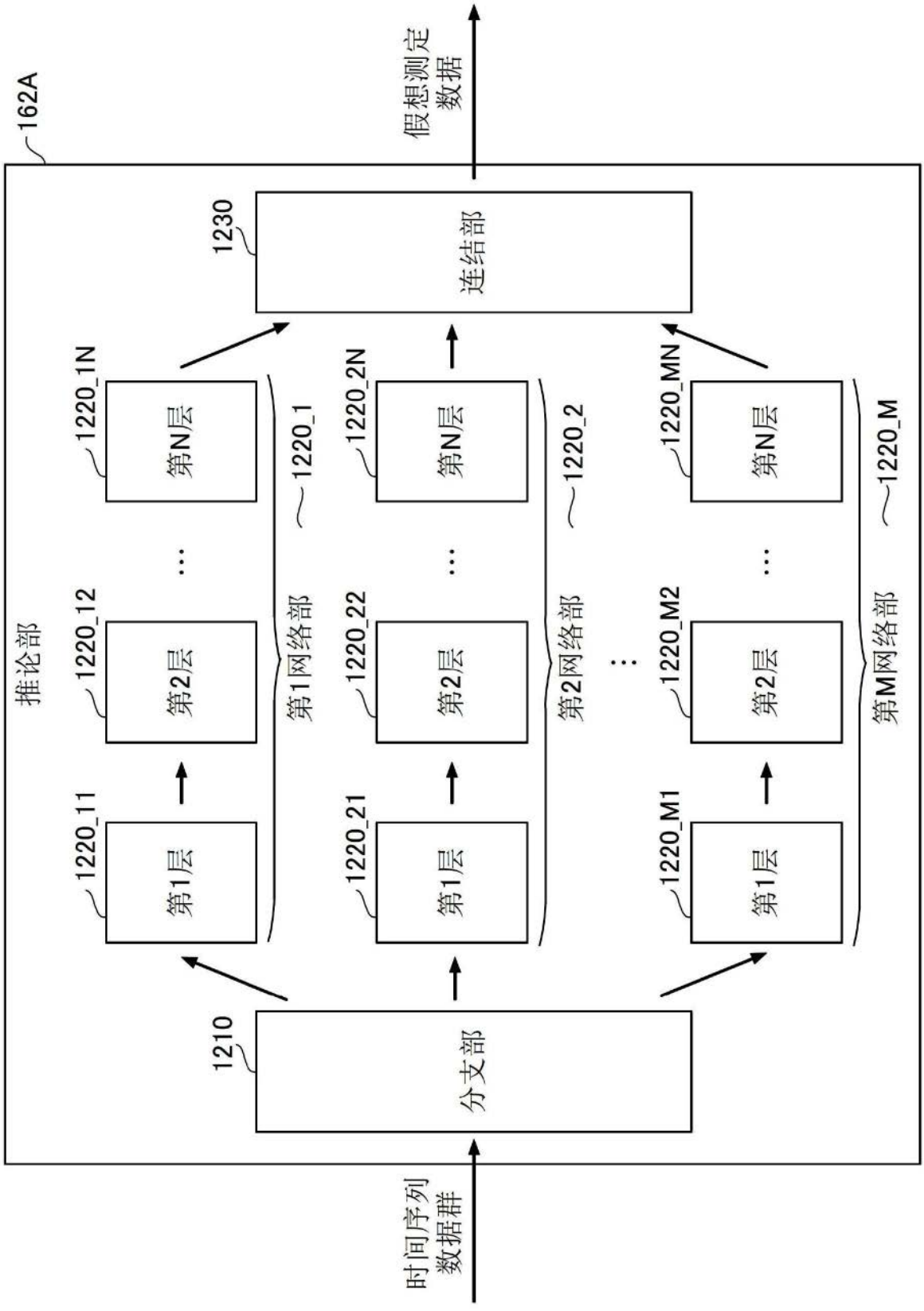

162A
推论部
假想测定数据
1230
连结部
1220_1N
第N层
1220_12
第2层
1220_11
第1层
1220_1
第1网络部
1220_2N
第N层
1220_22
第2层
1220_21
第1层
1220_2
第2网络部
1220_MN
第N层
1220_M2
第2层
1220_M1
第1层
1220_M
第M网络部
1210
分支部
时间序列数据群

图12

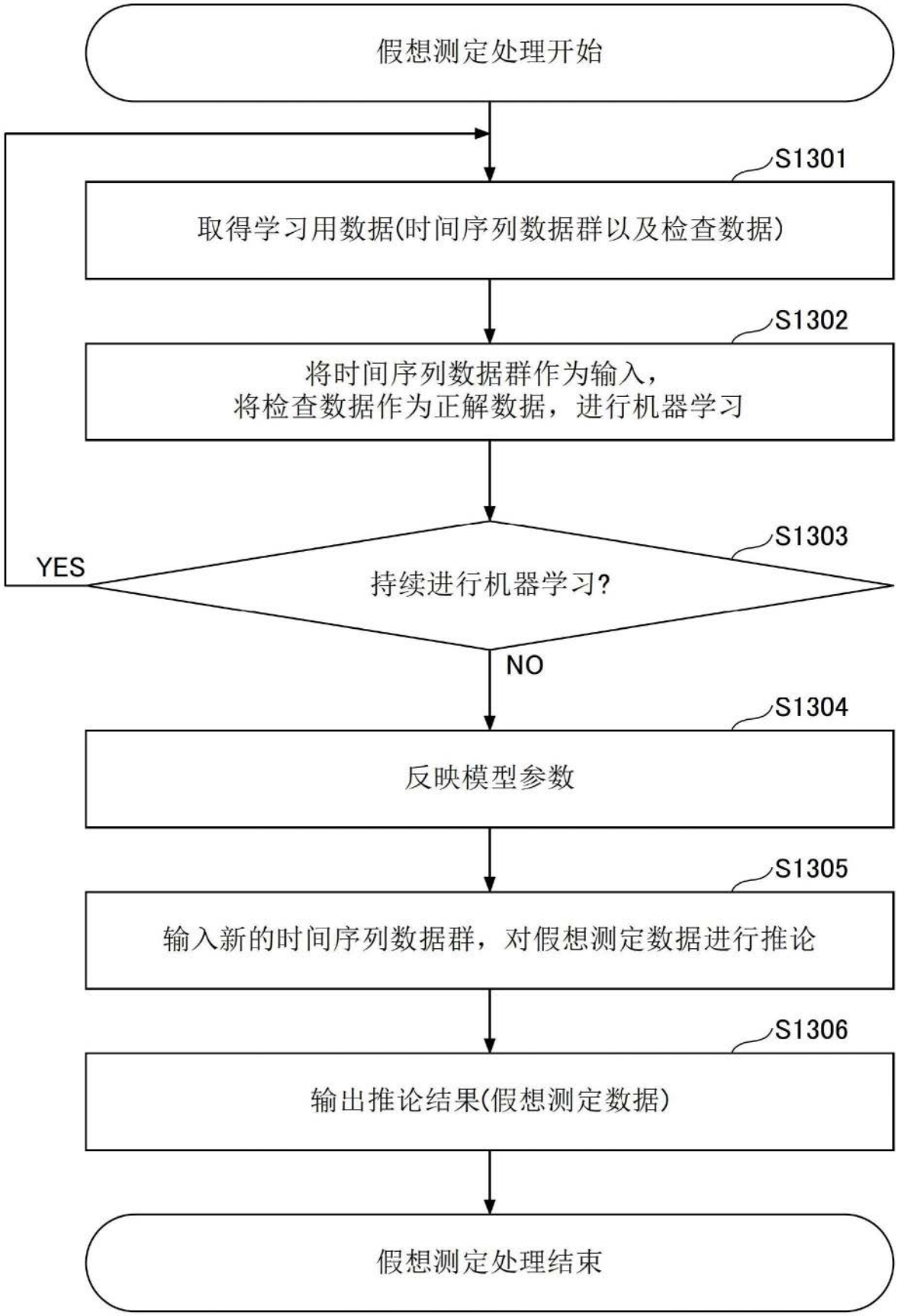

假想测定处理开始
S1301
取得学习用数据(时间序列数据群以及检查数据)
S1302
将时间序列数据群作为输入，
将检查数据作为正解数据，进行机器学习
S1303
YES
持续进行机器学习?
NO
S1304
反映模型参数
S1305
输入新的时间序列数据群，对假想测定数据进行推论
S1306
输出推论结果(假想测定数据)
假想测定处理结束

图13

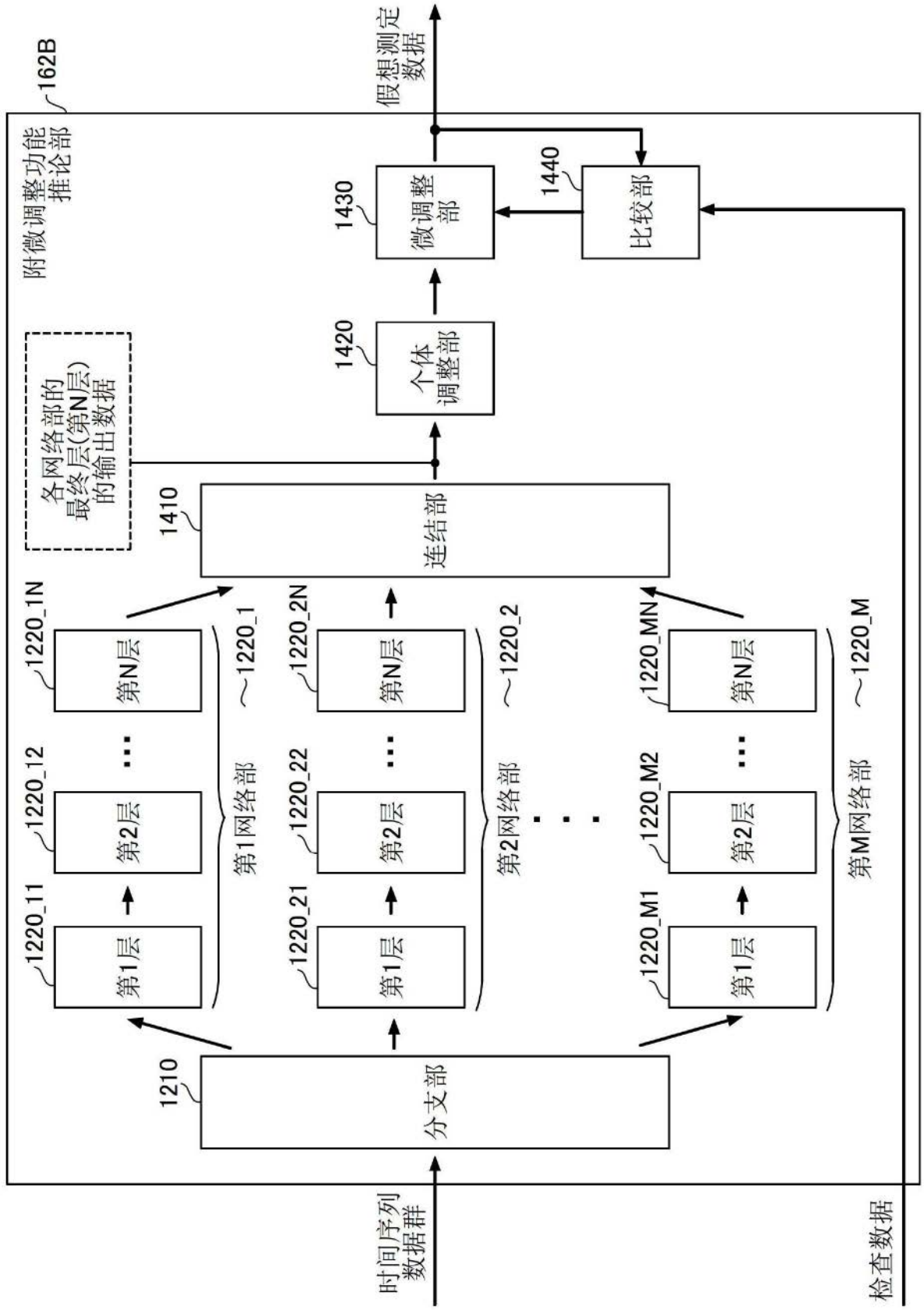

162B
附微调整功能推论部
假想测定数据
1430
微调整部
1440
比较部
1420
个体调整部
各网络部的最终层(第N层)的输出数据
1410
连结部
1220_1N
第N层
1220_12
第2层
1220_11
第1层
第1网络部
1220_1
1220_2N
1220_22
1220_21
第2网络部
1220_2
1220_MN
1220_M2
1220_M1
第M网络部
1220_M
1210
分支部
时间序列数据群
检查数据

图14

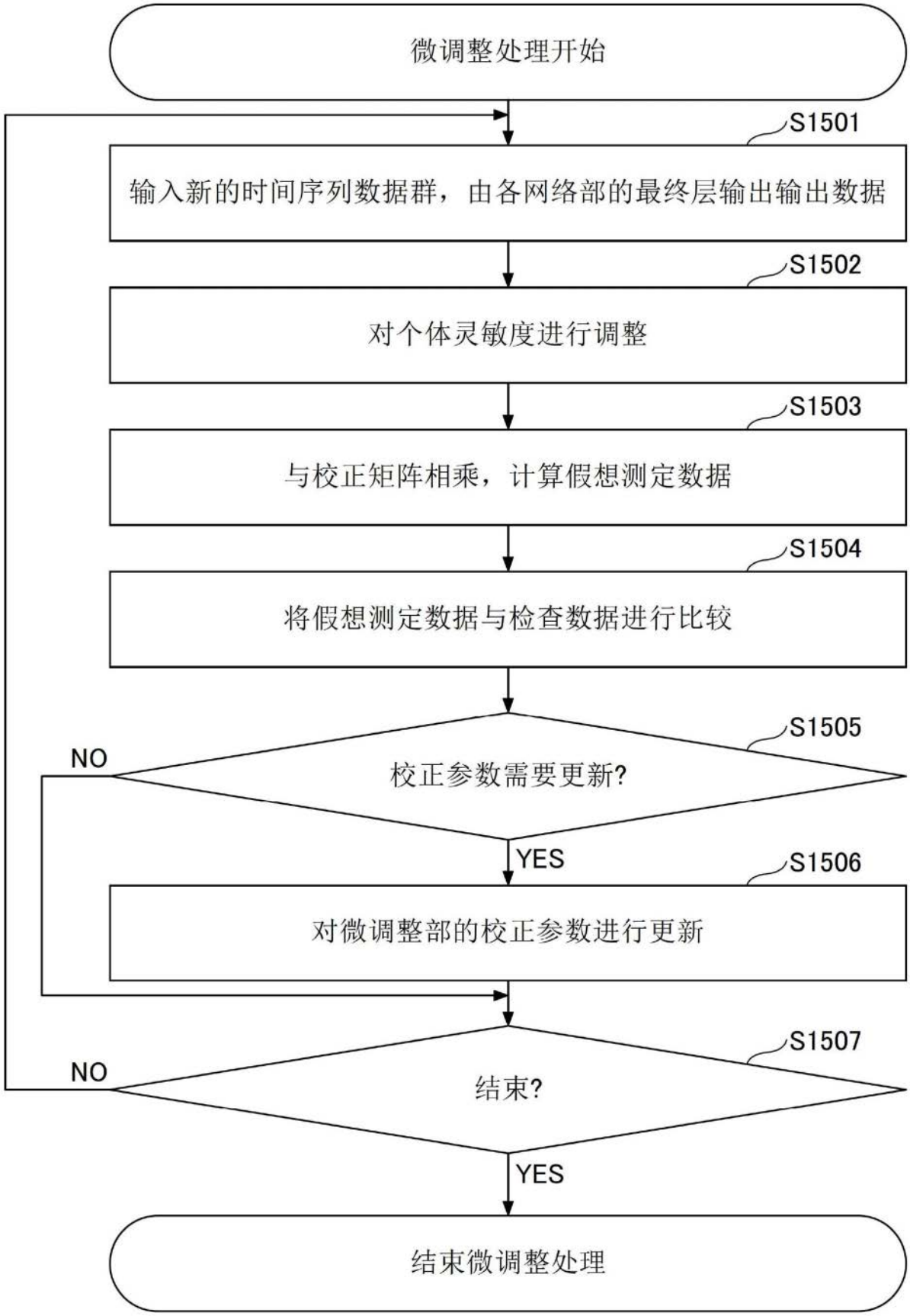

微调整处理开始
S1501
输入新的时间序列数据群，由各网络部的最终层输出输出数据
S1502
对个体灵敏度进行调整
S1503
与校正矩阵相乘，计算假想测定数据
S1504
将假想测定数据与检查数据进行比较
S1505
校正参数需要更新?
NO
YES
S1506
对微调整部的校正参数进行更新
S1507
结束?
NO
YES
结束微调整处理

图15

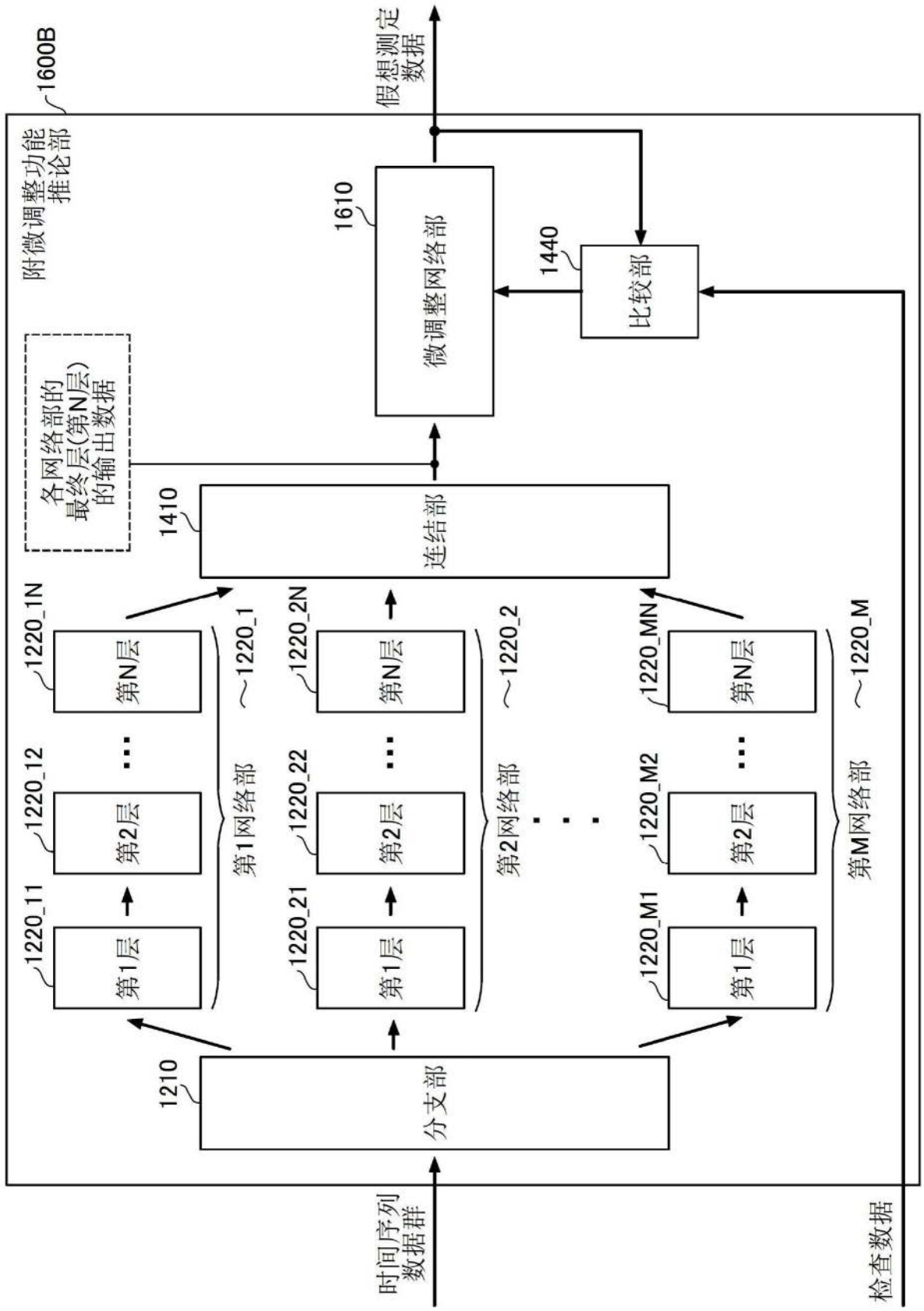

1600B
附微调整功能推论部
假想测定数据
1610
微调整网络部
1440
比较部
各网络部的最终层(第N层)的输出数据
1410
连结部
1220_1N
第N层
1220_12
第2层
1220_11
第1层
第1网络部
1220_1
1220_2N
1220_22
1220_21
第2网络部
1220_2
1220_MN
1220_M2
1220_M1
第M网络部
1220_M
1210
分支部
时间序列数据群
检查数据

图16