

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月22日(22.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/213428 A1

(51) 国際特許分類:

G06F 16/22 (2019.01)

G06F 16/28 (2019.01)

G06F 16/23 (2019.01)

CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2020/015276

(22) 国際出願日:

2020年4月3日(03.04.2020)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2019-076747 2019年4月15日(15.04.2019) JP

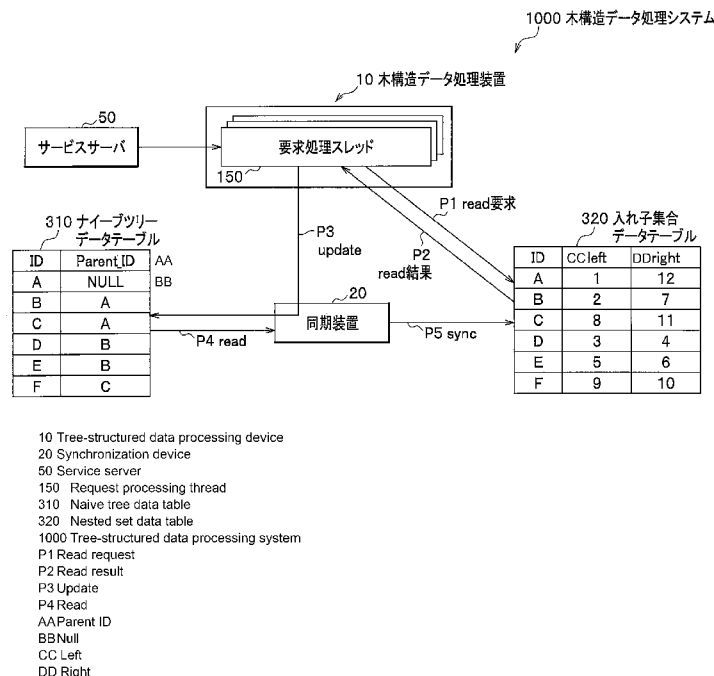
(72) 発明者: 中村 哲朗 (**NAKAMURA, Tetsuro**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
高田 直樹 (**TAKADA, Naoki**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE**

(54) **Title:** TREE-STRUCTURED DATA PROCESSING SYSTEM, TREE-STRUCTURED DATA PROCESSING METHOD, TREE-STRUCTURED DATA PROCESSING DEVICE, AND TREE-STRUCTURED DATA PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 木構造データ処理システム、木構造データ処理方法、木構造データ処理装置および木構造データ処理プログラム



(57) **Abstract:** [Problem] To reduce a service response unavailability time due to an update lock while reconstructing a tree structure in a relational database, and hold the data retrieval/reading performance without deterioration. [Solution] A tree-structured data processing device 10 of a tree-structured data processing system 100 comprises: a processing thread

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

setting unit which launches and executes a request processing thread for performing a search process by referring to a nested set data table, and launches and executes a request processing thread 150 for updating data in a naive tree data table; and a synchronization state management unit which switches the state of each request processing thread 150 to synchronization waiting, when receiving synchronization waiting instruction information indicating the start of a synchronization process between the naive tree data table and the nested set data table. A synchronization device includes a synchronization processing unit which converts the data in the naive tree data table updated by the update request into the data in the nested set data table and synchronizes the data.

(57) 要約: 【課題】リレーショナルデータベースにおける木構造の再構成時において、更新ロックによるサービス応答不可時間を低減するとともに、データ検索読み出し性能を低下させずに保持する。

【解決手段】木構造データ処理システム1000の木構造データ処理装置10は、入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッド150を立ち上げて実行する処理スレッド設定部と、ナীবツリーデータテーブルと入れ子集合データテーブルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を受信した場合に、各要求処理スレッド150の状態を同期待ちに切り替える同期状態管理部とを備える。同期装置は、更新要求により更新されたナীবツリーデータテーブルのデータを、入れ子集合データテーブルのデータに変換して同期させる同期処理部を備える。

明 細 書

発明の名称：

木構造データ処理システム、木構造データ処理方法、木構造データ処理装置および木構造データ処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、木構造のデータをリレーショナルデータベースに格納する木構造データ処理システム、木構造データ処理方法、木構造データ処理装置および木構造データ処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 階層を持ったデータ構造の一つとして、木構造が知られている。例えば、図10に示すような会社の組織構造や、作業の進捗管理システムにおけるチケット（実施すべき作業の内容や優先度等を記録するもの）の親子関係、SNSにおける受信コメントに対する返信コメント、物理的なリソースの容量管理（コンピュータホスト—CPUソケット—CPU，メモリ等の構造）など、様々なデータが木構造で構成される。

[0003] この木構造のデータを、リレーショナルデータベース（以下、単に「データベース」と称する。）にモデル化する手法として、「ナイーブツリー方式」と「入れ子集合方式」とが知られている（非特許文献1参照）。

[0004] ナイーブツリー方式について、図11の符号100に示す木構造のデータがある場合として説明する。

符号100に示す木構造では、ある階層に属する一つのデータから、下位の階層に位置するデータが枝分かれした状態で配置される。この木構造の要素部分を節（以下、「ノード」と称する。）といい、各データが配置される。この木構造では、ノードA，B，C，D，E，Fそれぞれに対応付けられたデータが配置される。ここで各ノードのIDをそれぞれ「A」「B」「C」「D」「E」「F」とする。

ナイーブツリー方式は、符号100に示す木構造のデータをデータベース

に格納する際、符号 310 に示すように、各ノードの ID に対応し階層構造を示す情報として、直近の上位の階層に位置する（親の）ノードの ID をポインタとして格納する単純なモデルである。なお、符号 310 の例で示すデータテーブルを、「ナীবツリー方式のデータテーブル」または「ナীবツリーデータテーブル」と称する。

例えば、ノードの ID 「B」（以下、単にノード「B」と称する。他のノードも同様。）に対応する親 ID（Parent_ID）としてノード「A」が格納される。また、ノード「D」に対応する親 ID（Parent_ID）としてノード「B」が格納される。

[0005] このナীবツリー方式を、木構造のデータベースのモデルとして採用する際の課題は、ツリー全体のデータ検索時に、手続き方の呼び出しとなり、データベースに対して複数のクエリが発生するため、性能が低下しやすいことにある。

例えば、図 11 の符号 100 で示した木構造のデータの場合に、ツリー構造内の全てのデータを取り出すのに、下記に示すような複数回の再帰的な探索か再帰的なテーブル結合が必要となる。

```
[0006]  SELECT  id  WHERE  parent_id = A ;    -- BとCを返す
        SELECT  id  WHERE  parent_id = B ;    -- DとEを返す
        SELECT  id  WHERE  parent_id = C ;    -- Fを返す
        SELECT  id  WHERE  parent_id = D ;    -- 何も返さない
        SELECT  id  WHERE  parent_id = E ;    -- 何も返さない
        SELECT  id  WHERE  parent_id = F ;    -- 何も返さない
```

[0007] 一方、入れ子集合方式では、木構造を入れ子構造として捉え直した上で、ルートノード（最上位のノード）から順に下位のノードを巡って一筆書きし、またルートノードに戻ってくるルートを探索する。このときに、各ノードに入るときと出るときに連番を左端（left）と右端（right）として割り振っていく。

例えば、図 12 の符号 101 に示した木構造のデータの場合に、ルートノ

ードであるノード「A」から下位のノードを巡ってまたノード「A」に戻ってくるルートを探索し、各ノードの左端（left）と右端（right）に番号を割り振っていく。

そして、図12の符号320に示すように、ノード「A」の左端（left）を「1」、右端（right）を「12」、ノード「B」の左端（left）を「2」、右端（right）を「7」等というように設定する。なお、符号320の例で示すデータテーブルを、「入れ子集合方式のデータテーブル」または「入れ子集合データテーブル」と称する。

[0008] この入れ子集合方式を、木構造のデータベースのモデルとして採用する際の課題は、ツリー構造の変更時に、更新すべきカラムが多く、更新中の競合ロックにより性能が低下しやすいことである。

例えば、図13の符号103に示す木構造を符号104に示す木構造に変更する場合を考える。このとき、ナীবツリー方式でデータベースに格納されたデータ（符号310のナীবツリーデータテーブル）では、変更後において、符号311のナীবツリーデータテーブルの破線で示すように、ノード「B」のみの情報（親ID）を「A」→「C」に変更するだけでよい。

これに対し、入れ子集合方式では、変更前のデータ（符号320の入れ子集合データテーブル）を、符号321の入れ子集合データテーブルに示すように、ノード「B」「C」「D」「E」の左端（left）と右端（right）の情報を変更する必要がある。よって、更新すべきデータが多くなってしまう。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：ジョーセルコ著，「プログラマのためのSQLグラフ原論」，翔泳社、2016年8月，p.13-15, 26, 27, 61-63, 98-101, 114-116

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] このナীবツリー方式と入れ子集合方式のデータベースのモデルを比較すると、ナীবツリー方式は、木構造を再構成するデータの更新書き込み（木構造の再構成）について処理性能が優れているものの、データの検索読み出しの処理性能は劣っている。一方、入れ子集合方式は、検索読み出し性能は優れているものの、更新書き込み（木構造の再構成）の性能は劣っている。

[0011] 本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、リレーショナルデータベースにおける木構造の再構成時において、更新ロックによるサービス応答不可時間を低減するとともに、データ検索読み出し性能を低下させずに保持する、木構造データ処理システム、木構造データ処理方法、木構造データ処理装置および木構造データ処理プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上述の目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、リレーショナルデータベースにおける木構造データをデータテーブルに格納するDBサーバと、前記木構造データの更新および検索処理を制御する木構造データ処理装置と、前記DBサーバに格納されたデータテーブル同士を同期させる同期装置と、を備える木構造データ処理システムであって、前記DBサーバは、1つのサービスについてのデータテーブルとして、前記木構造データをナীবツリー方式でモデル化したデータテーブルを示すナীবツリーデータテーブルと、前記木構造データを入れ子集合方式でモデル化したデータテーブルを示す入れ子集合データテーブルとを、対応付けて格納する記憶部を備え、前記木構造データ処理装置が、前記木構造データの更新要求および検索要求を受け付ける要求受付部と、前記検索要求を受け付けた場合に、前記入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、前記更新要求を受け付けた場合に、前記ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッドを立ち上げて実行する処理スレッド設定部と、前記ナীবツリーデータテーブルと前記入れ子集合

データテーブルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を受信した場合に、各前記要求処理スレッドの状態を同期待ちに切り替える同期状態管理部と、を備え、前記同期装置が、前記ＤＢサーバから、前記ナীবツリーデータテーブルの更新完了の情報を受信した場合に、前記同期待ち指示情報を前記木構造データ処理装置に送信する同期待ち指示部と、前記更新要求により更新された前記ナীবツリーデータテーブルのデータを、前記入れ子集合データテーブルのデータに変換して同期させる同期処理部と、を備え、前記木構造データ処理装置が、各前記要求処理スレッドの状態が同期待ちである場合において、前記要求受付部が前記木構造データの検索要求を受け付けたときに、前記処理スレッド設定部が、前記入れ子集合データテーブルに代えて、前記ナীবツリーデータテーブルを参照して検索処理を実行することを特徴とする木構造データ処理システムとした。

[0013] また、請求項２に記載の発明は、リレーショナルデータベースにおける木構造データをデータテーブルに格納するＤＢサーバと、前記木構造データの更新および検索処理を制御する木構造データ処理装置と、前記ＤＢサーバに格納されたデータテーブル同士を同期させる同期装置と、を備える木構造データ処理システムの木構造データ処理方法であって、前記ＤＢサーバは、１つのサービスについてのデータテーブルとして、前記木構造データをナীবツリー方式でモデル化したデータテーブルを示すナীবツリーデータテーブルと、前記木構造データを入れ子集合方式でモデル化したデータテーブルを示す入れ子集合データテーブルとを、対応付けて格納しており、前記木構造データ処理装置が、前記木構造データの更新要求および検索要求を受け付けるステップと、前記検索要求を受け付けた場合に、前記入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、前記更新要求を受け付けた場合に、前記ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッドを立ち上げて実行するステップと、前記ナীবツリーデータテーブルと前記入れ子集合データテーブルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を受信した場合に、各前記要求

処理スレッドの状態を同期待ちに切り替えるステップと、を実行し、前記同期装置が、前記DBサーバから、前記ナীবツリーデータテーブルの更新完了の情報を受信した場合に、前記同期待ち指示情報を前記木構造データ処理装置に送信するステップと、前記更新要求により更新された前記ナীবツリーデータテーブルのデータを、前記入れ子集合データテーブルのデータに変換して同期させるステップと、を実行し、前記木構造データ処理装置が、各前記要求処理スレッドの状態が同期待ちである場合において、前記木構造データの検索要求を受け付けたときに、前記入れ子集合データテーブルに代えて、前記ナীবツリーデータテーブルを参照して検索処理を行うステップを実行することを特徴とする木構造データ処理方法とした。

[0014] また、請求項3に記載の発明は、リレーショナルデータベースにおける木構造データをデータテーブルに格納するDBサーバと、前記DBサーバに格納されたデータテーブル同士を同期させる同期装置と、に通信接続され、前記木構造データの更新および検索処理を制御する木構造データ処理装置であって、前記DBサーバは、1つのサービスについてのデータテーブルとして、前記木構造データをナীবツリー方式でモデル化したデータテーブルを示すナীবツリーデータテーブルと、前記木構造データを入れ子集合方式でモデル化したデータテーブルを示す入れ子集合データテーブルとを、対応付けて格納しており、前記木構造データ処理装置が、前記木構造データの更新要求および検索要求を受け付ける要求受付部と、前記検索要求を受け付けた場合に、前記入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、前記更新要求を受け付けた場合に、前記ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッドを立ち上げて実行する処理スレッド設定部と、前記ナীবツリーデータテーブルと前記入れ子集合データテーブルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を前記同期装置から受信した場合に、各前記要求処理スレッドの状態を同期待ちに切り替える同期状態管理部と、を備え、前記木構造データ処理装置が、各前記要求処理スレッドの状態が同期待ちである場合において

、前記要求受付部が前記木構造データの検索要求を受け付けたときに、前記処理スレッド設定部が、前記入れ子集合データテーブルに代えて、前記ナীবツリーデータテーブルを参照して検索処理を実行することを特徴とする木構造データ処理装置とした。

[0015] また、請求項4に記載の発明は、コンピュータを、請求項3に記載の木構造データ処理装置として機能させるための木構造データ処理プログラムとした。

[0016] このようにすることで、木構造データ処理システムの木構造データ処理装置は、データの検索要求を受信した場合には、検索処理の性能が優れた入れ子集合データテーブルにより検索処理を実行する。また、木構造データ処理装置は、データの更新要求（更新書き込み（木構造の再構成））を受信した場合には、更新処理の性能が優れたナীবツリーデータテーブルにおいてデータ更新を実行した上で、同期装置により、ナীবツリーデータテーブルと入れ子集合データテーブルを同期させることができる。さらに、木構造データ処理装置は、入れ子集合データテーブルが同期処理中であり各要求処理スレッドが同期待ちである場合において、検索要求を受け付けたときには、入れ子集合データテーブルに代えて、ナীবツリーデータテーブルを参照して検索処理を実行することができる。

よって、木構造の再構成時（更新要求時）において、更新ロックによるサービス応答時間を低減できるとともに、データ検索読み出し機能を低下させずに保持することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、リレーショナルデータベースにおける木構造の再構成時において、更新ロックによるサービス応答不可時間を低減するとともに、データ検索読み出し性能を低下させずに保持する、木構造データ処理システム、木構造データ処理方法、木構造データ処理装置および木構造データ処理プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本実施形態に係る木構造データ処理システムの全体構成を示す図である。

[図2]本実施形態に係る木構造データ処理システムの処理の概要を説明するための図である。

[図3]本実施形態に係る木構造データ処理装置の構成例を示す機能ブロック図である。

[図4]本実施形態に係る同期装置の構成例を示す機能ブロック図である。

[図5]本実施形態に係る木構造データ処理システムによる通常時の読み出し要求の処理を説明する図である。

[図6]本実施形態に係る木構造データ処理システムによるデータ更新処理を説明する図である。

[図7]本実施形態に係る木構造データ処理システムによる同期待ち切替時の読み出し要求の処理を説明する図である。

[図8]本実施形態に係る木構造データ処理システムによる同期完了時の処理を説明する図である。

[図9]本実施形態に係る木構造データ処理システムによるデータ同期中のデータ更新処理を説明する図である。

[図10]木構造のデータ例（会社の組織構造）を示す図である。

[図11]ナイーブツリーデータテーブルを説明するための図である。

[図12]入れ子集合データテーブルを説明するための図である。

[図13]ナイーブツリーデータテーブルと入れ子集合データテーブルを用いた場合の課題を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0019] 次に、本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」という。）について説明する。まず、本実施形態に係る木構造データ処理システム等の概要を説明する。

図1は、本実施形態に係る木構造データ処理システム1000の全体構成を示す図である。

図1に示すように、木構造データ処理システム1000は、サービスサーバ50に通信接続される木構造データ処理装置10と、同期装置20と、DBサーバ30とを備える。

[0020] DBサーバ30には、1つのサービスに対して、ナীবツリー方式のデータテーブル（ナীবツリーデータテーブル310）と、入れ子集合方式のデータテーブル（入れ子集合データテーブル320）とが格納される。そして、同期装置20が、このナীবツリーデータテーブル310と入れ子集合データテーブル320とを同期させる。

[0021] 図2は、本実施形態に係る木構造データ処理システム1000の処理の概要を説明するための図である。

図2においては、処理内容を分かりやすく説明するため、筐体としてのDBサーバ30（図1参照）の記載を省略し、このDBサーバ30に格納されているナীবツリーデータテーブル310および入れ子集合データテーブル320を抽出して記載している（以下の図においても同様）。

[0022] 木構造データ処理装置10は、サービスサーバ50からデータの検索読み出し要求を受信すると、その読み出し要求を処理するためのスレッド（以下、「要求処理スレッド150」と称する。）を立ち上げる。そして、木構造データ処理装置10は、入れ子集合データテーブル320に読み出し要求（read要求）を送信して（符号P1）、応答（read結果）を受信する（符号P2）ことによりデータを読み出す。

また、木構造データ処理装置10は、サービスサーバ50からデータの更新要求を受信すると、その更新要求を処理するためのスレッド（要求処理スレッド150）を立ち上げる。そして、木構造データ処理装置10は、その更新要求に基づき、同期装置20を介してナীবツリーデータテーブル310を更新（update）する（符号P3）。そして、ナীবツリーデータテーブル310の更新が終わった後に、バックグラウンドで、同期装置20がナীবツリーデータテーブル310を読み込み（read）（符号P4）、入れ子集合データテーブル320の情報に変換し同期（sync）させる（符号P

5)。

[0023] このように、木構造データ処理装置 10 は、データの検索読み出し要求を受信した場合には、読み出し処理の性能が優れた入れ子集合データテーブル 320 にアクセスする。また、木構造データ処理装置 10 は、データの更新要求（更新書き込み（木構造の再構成））を受信した場合には、更新処理の性能が優れたナীবツリーデータテーブル 310 にアクセスする。よって、木構造データ処理システム 1000 によれば、木構造の再構成時（更新要求時）において、更新ロックによるサービス応答時間を低減できるとともに、データ検索読み出し機能を低下させずに保持することができる。

以下、木構造データ処理システム 1000 を構成する各装置について、詳細に説明する。

[0024] ≪木構造データ処理装置≫

木構造データ処理装置 10 は、サービスサーバ 50 からのクエリを受け付ける。ここでは、あるサービスに対応するデータテーブルに対して、読み出し要求と更新要求のクエリを受信するものとする。木構造データ処理装置 10 は、クエリを受信するとスレッド（要求処理スレッド 150）をたて、その要求処理スレッド 150 を同期装置 20 に登録する。そして、木構造データ処理装置 10 は、クエリの内容に基づき、DBサーバ 30（図 1）に記憶された、ナীবツリーデータテーブル 310、入れ子集合データテーブル 320 のどちらかを要求先として決定し、要求処理スレッド 150 毎に処理を実行する。

[0025] 木構造データ処理装置 10 は、通常時において読み出し要求を受信した場合、入れ子集合データテーブル 320 にその読み出し要求を送信する。一方、木構造データ処理装置 10 は、更新要求を受信した場合は、ナীবツリーデータテーブル 310 に同期装置 20 を介してその更新要求を送信する。ただし、木構造データ処理装置 10 は、入れ子集合データテーブル 320 が同期処理中（後記する「同期待ち切替時」）である場合には、読み出し要求を受信したときにナীবツリーデータテーブル 310 に読み出し要求を送

信する制御を行う。これにより、木構造データ処理装置 10 は、競合ロックによりサービス無応答時間が発生する時間を低減しつつ、通常時においては、高い検索性能を得ることができる。

[0026] 図 3 は、本実施形態に係る木構造データ処理装置 10 の構成例を示す機能ブロック図である。

この木構造データ処理装置 10 は、図 3 に示すように、制御部 11、入出力部 12 および記憶部 13 を備えるコンピュータ等により実現される。

入出力部 12 は、情報の送受信を行うための通信インタフェース、および、キーボード等の入力装置や、モニタ等の出力装置との間で情報の送受信を行うための入出力インタフェースからなる。

記憶部 13 は、フラッシュメモリやハードディスク、RAM (Random Access Memory) 等により構成される。また、この記憶部 13 には、制御部 11 の各機能を実行させるためのプログラム（木構造データ処理プログラム）や、制御部 11 の処理に必要な情報が一時的に記憶される。

[0027] 制御部 11 は、図 3 に示すように、要求受付部 111、処理スレッド設定部 112、同期状態管理部 113、要求応答部 114 を含んで構成される。

この制御部 11 は、例えば、記憶部 13 に記憶されたプログラムを不図示の CPU (Central Processing Unit) が、RAM に展開し実行することにより実現される。

[0028] 要求受付部 111 は、サービスサーバ 50 からのクエリを受け付ける。ここで、要求受付部 111 が受け付けるクエリは、読み出し要求や更新要求について指示する抽象的な要求で示される情報である。

要求受付部 111 は、受け付けた抽象的な読み出し要求や抽象的な更新要求を示すクエリを、処理スレッド設定部 112 に出力する。

なお、この抽象的な読み出し要求や抽象的な更新要求は、サービスサーバ 50 と木構造データ処理装置 10 との間で、予め規定しておいた情報（プロトコル）を利用できるように設定しておく。

[0029] 処理スレッド設定部 112 は、クエリを取得するとスレッド（要求処理ス

レッド１５０）を立ち上げる。そして、処理スレッド設定部１１２は、立ち上げた要求処理スレッド１５０の識別士の情報（識別情報）を、同期装置２０に送信することにより登録させる。

また、処理スレッド設定部１１２は、取得したクエリの内容が読み出し要求であるのか、更新要求であるのか等の要求内容を判定する。

[0030] そして、処理スレッド設定部１１２は、そのクエリが更新要求である場合には、ナীবツリー用のSQL（Structured Query Language）に変換し、立ち上げた要求処理スレッド１５０の処理として、同期装置２０にその更新要求を送信することにより、ナীবツリーデータテーブル３１０を更新させる。

[0031] なお、例えば、図２に示したナীবツリーデータテーブル３１０において、ノード「B」の親ID（Parent_ID）を「C」に変更する場合には、抽象的な更新要求を、以下に示すようなSQL文に変換する。

- UPDATE <NAIVE_TABLE> SET parent_id=C WHERE id=B

[0032] また、処理スレッド設定部１１２は、取得したクエリの内容が読み出し要求である場合で通常時（入れ子集合データテーブル３２０が同期処理中でない）においては、（抽象的な）読み出し要求を入れ子集合用の再帰SQLに変換し、入れ子集合データテーブル３２０に読み出し要求（read）を送信する。

[0033] なお、例えば、図２に示した入れ子集合データテーブル３２０において、ノードAより下位のノードをすべて検索する場合には、抽象的な読み出し要求を、以下に示すような再帰SQLに変換する。

- SELECT naive.id FROM <NESTED_SET_TABLE> AS naive WHERE A.left <= naive.left AND naive.right <= A.right

[0034] 一方、処理スレッド設定部１１２は、取得したクエリの内容が読み出し要求である場合で入れ子集合データテーブル３２０の同期待ち時においては、（抽象的な）読み出し要求をナীবツリー用の再帰SQLに変換し、ナীবツリーデータテーブル３１０に読み出し要求（read）を送信する。

[0035] なお、例えば、図2に示したナীবツリーデータテーブル310において、ノードAより下位のノードをすべて検索する場合には、抽象的な読み出し要求を、以下に示すような再帰SQLに変換する。

```
- WITH RECURSIVE sub_tree(id, parent_id) AS
(
    SELECT naive.id AS id, naive.parent_id AS parent_id FROM <NAIVE_
TABLE> AS naive WHERE naive.id = A UNION ALL
    SELECT naive_alias.id AS naive_alias_id, naive_alias.parent_id
AS naive_alias_parent_id
    FROM <NAIVE_TABLE> AS naive_alias, sub_tree AS subtree_alias WHE
RE naive_alias.parent_id = subtree_alias.id
)
SELECT sub_tree.id FROM sub_tree
```

[0036] また、処理スレッド設定部112は、入れ子集合データテーブル320が同期処理中か否かを、同期状態管理部113の設定（「同期待ち」の指示）により把握することができる。

なお、処理スレッド設定部112は、各要求処理スレッド150の処理が終了した場合に、終了した要求処理スレッド150の識別子を、同期装置20に送信することにより、登録した識別士を削除させる。

[0037] 同期状態管理部113は、同期装置20から、入れ子集合データテーブル320の同期開始時において現在実行中の各要求処理スレッド150に対する同期待ち指示情報を受信することにより、すべての要求処理スレッド150の状態を「通常」（同期待ちしていない状態）から「同期待ち」に切り替える。

また、同期状態管理部113は、同期装置20から、現在実行中の各要求処理スレッド150に対する、入れ子集合データテーブル320の同期完了を示す同期完了通知を受信することにより、すべての要求処理スレッド150の状態を「同期待ち」から「通常」（同期待ちしていない状態）に切り替

える。

[0038] 要求応答部 114 は、各要求処理スレッド 150 により処理された読み出し要求や更新要求の結果情報を、サービスサーバ 50 に送信する。

[0039] ≪同期装置≫

同期装置 20 は、木構造データ処理装置 10 の指示に基づき、ナীবツリーデータテーブル 310 に更新要求を実行させる。また、同期装置 20 は、更新したナীবツリーデータテーブル 310 と、入れ子集合データテーブル 320 とを同期させる同期処理を実行する。

[0040] 図 4 は、本実施形態に係る同期装置 20 の構成例を示す機能ブロック図である。

この同期装置 20 は、図 4 に示すように、制御部 21、入出力部 22 および記憶部 23 を備えるコンピュータ等により実現される。

入出力部 22 は、情報の送受信を行うための通信インタフェース、および、キーボード等の入力装置や、モニタ等の出力装置との間で情報の送受信を行うための入出力インタフェースからなる。

記憶部 23 は、フラッシュメモリやハードディスク、RAM 等により構成される。また、この記憶部 23 には、制御部 21 の各機能を実行させるためのプログラムや、制御部 21 の処理に必要な情報として、例えば、スレッド（要求処理スレッド 150）の識別情報などが一時的に記憶される。

[0041] 制御部 21 は、図 4 に示すように、スレッド登録部 211、データ更新指示部 212、同期待ち指示部 213、同期処理部 214、同期完了通知部 215 を含んで構成される。

この制御部 21 は、例えば、記憶部 23 に記憶されたプログラムを不図示の CPU が、RAM に展開し実行することにより実現される。

[0042] スレッド登録部 211 は、木構造データ処理装置 10 から要求処理スレッド 150 の識別情報（識別士）を取得し記憶部 23 に記憶する。これにより、スレッド登録部 211 は、現在処理中のスレッド（要求処理スレッド 150）を登録しておく。

また、スレッド登録部 2 1 1 は、処理が終了した要求処理スレッド 1 5 0 の識別情報（識別子）を、同期装置 2 0 から受信した場合には、登録した要求処理スレッド 1 5 0 の識別情報を削除する。

[0043] データ更新指示部 2 1 2 は、木構造データ処理装置 1 0 からナীবツリーデータテーブル 3 1 0 の更新要求（ナীবツリー用の SQL）を受信すると、その更新要求（update）を DB サーバ 3 0（図 1）に送信することにより、ナীবツリーデータテーブル 3 1 0 を更新させる。

[0044] 同期待ち指示部 2 1 3 は、DB サーバ 3 0（図 1）からナীবツリーデータテーブル 3 1 0 の更新完了（update 完了）の情報を受信する。そして、同期待ち指示部 2 1 3 は、この更新完了の受信を契機として、記憶部 2 3 に登録しておいた各要求処理スレッド 1 5 0 の識別情報（識別子）を参照し、その各要求処理スレッド 1 5 0 に対する同期待ち指示情報を生成して、木構造データ処理装置 1 0 に送信する。

[0045] 同期処理部 2 1 4 は、同期待ち指示部 2 1 3 が、木構造データ処理装置 1 0 に対して、同期待ち指示情報を送信したことを契機として、ナীবツリーデータテーブル 3 1 0 の情報を読み込み、入れ子集合データテーブル 3 2 0 との間で同期処理を実行する。このナীবツリーデータテーブル 3 1 0 から入れ子集合データテーブル 3 2 0 への変換は、例えば、非特許文献 1 に記載のスタックアルゴリズムにより実現することができる。

[0046] 同期完了通知部 2 1 5 は、同期処理部 2 1 4 によるナীবツリーデータテーブル 3 1 0 と入れ子集合データテーブル 3 2 0 との間の同期処理が完了すると、木構造データ処理装置 1 0 に対して、同期完了通知を送信する。

[0047] ≪DB サーバ≫

DB サーバ 3 0 は、1 つのサービスに対応付けて、ナীবツリーデータテーブル 3 1 0 と入れ子集合データテーブル 3 2 0 とを格納するサーバである。

この DB サーバ 3 0 は、図 1 に示すように、制御部 3 1 と入出力部 3 2 と記憶部 3 3 とを備えるコンピュータ等により実現される。

入出力部 32 は、情報の送受信を行うための通信インタフェース、および、キーボード等の入力装置や、モニタ等の出力装置との間で情報の送受信を行うための入出力インタフェースからなる。

記憶部 33 は、フラッシュメモリやハードディスク、RAM 等により構成される。また、この記憶部 33 には、1 つのサービスに対応付けられた、ナীবツリーデータテーブル 310 および入れ子集合データテーブル 320 が格納される。なお、記憶部 33 には、複数のサービスそれぞれに対応付けられた、ナীবツリーデータテーブル 310 および入れ子集合データテーブル 320 の組が複数格納されていてもよい。

[0048] 制御部 31 は、DB 30 の処理全般を司り、ナীবツリーデータテーブル 310 に対する更新要求や読み出し要求を受け付けて実行したり、入れ子集合データテーブル 320 に対する読み出し要求や同期処理の制御を受け付けて実行したりする。また、制御部 31 は、各要求等の処置が完了すると応答情報として完了情報を出力する。

[0049] <処理の流れ>

次に、木構造データ処理システム 1000 が実行する処理の流れについて、図 5 ～図 9 を参照して説明する。

[0050] <<通常時の読み出し処理>>

まず、通常時（入れ子集合データテーブル 320 が同期処理中でない）において行われる、読み出し要求の処理を説明する。

図 5 は、本実施形態に係る木構造データ処理システム 1000 による通常時の読み出し要求の処理を説明する図である。通常時において、木構造データ処理システム 1000 では、読み出し要求に対する処理を、入れ子集合データテーブル 320 を参照して行う。

[0051] まず、木構造データ処理装置 10 の要求受付部 111 は、サービスサーバ 50 からクエリとして（抽象的な）読み出し要求を受け付ける（ステップ S10）。そして、要求受付部 111 は、その受け付けたクエリ（読み出し要求）を、処理スレッド設定部 112 に出力する。

[0052] 続いて、木構造データ処理装置 10 の処理スレッド設定部 112 は、クエリを取得すると要求処理スレッド 150 を立ち上げる。そして、処理スレッド設定部 112 は、立ち上げた要求処理スレッド 150 の識別情報（識別子）を、同期装置 20 に送信する（ステップ S11）。

同期装置 20 のスレッド登録部 211 は、スレッド（要求処理スレッド 150）の識別情報を受信すると、記憶部 23 に記憶することにより登録する（ステップ S12）。

[0053] 次に木構造データ処理装置 10 の処理スレッド設定部 112 は、取得したクエリの内容が読み出し要求であるのか、更新要求であるのか等の要求内容を判定する。そして、処理スレッド設定部 112 は、そのクエリが読み出し要求であると判定した場合であり、同期状態管理部 113 が同期待ち指示情報を受信していない、つまり、入れ子集合データテーブル 320 が同期処理中でないときに、立ち上げた要求処理スレッド 150 のトランザクションにおいて、（抽象的な）読み出し要求を入れ子集合用の再帰 SQL に変換し、入れ子集合データテーブル 320 に読み出し要求（read 要求）を送信する（ステップ S13）。そして、DB サーバ 30 から、応答（read 結果）を受信し（ステップ S14）、木構造データ処理装置 10 の要求応答部 114 が、その応答（read 結果）をサービスサーバ 50 に送信する。

[0054] このように、木構造データ処理システム 1000 では、通常時において、サービスサーバ 50 から、データの読み出し要求を受信した場合には、入れ子集合データテーブル 320 からデータを読み出し、サービスサーバ 50 に返信することができる。よって、ナীবツリーデータテーブル 310 からデータを読み出す場合に比べ、処理負荷を減らすことが可能となる。

[0055] なお、木構造データ処理装置 10 が実行する、クエリを受信し要求処理スレッド 150 を立ち上げた際に行われる、要求処理スレッド 150 の識別情報の送信（ステップ S11）と、同期装置 20 における登録（ステップ S12）は、読み出し要求を示すクエリの場合に限られず、更新要求を示すクエリの場合等にも同様に行われる。つまり、要求処理スレッド 150 が立ち上

げられた際に、その内容にかかわらず行われる処理である。以下に示す図6～図9の説明においては、この要求処理スレッド150の識別情報の登録処理についての図示を省略するが、ステップS11およびS12の処理が同様に実行されているものとする。

[0056] 《データ更新処理》

次に、木構造データ処理システム1000が実行するデータ更新処理について説明する。

図6は、本実施形態に係る木構造データ処理システム1000によるデータ更新処理を説明する図である。木構造データ処理システム1000では、データの更新要求（更新書き込み（木構造の再構成））の処理を、まず、ナイーブツリーデータテーブル310において実行し、その後、入れ子集合データテーブル320との間で同期処理を実行する。

[0057] まず、木構造データ処理装置10の要求受付部111は、サービスサーバ50からクエリとして（抽象的な）更新要求を受け付ける（ステップS20）。そして、要求受付部111は、その受け付けたクエリ（更新要求）を、処理スレッド設定部112に出力する。

[0058] 続いて、木構造データ処理装置10の処理スレッド設定部112は、クエリを取得すると要求処理スレッド150を立ち上げ、その要求処理スレッド150の識別情報（識別士）を同期装置20に送信することにより登録させる（図示省略）。

[0059] 次に木構造データ処理装置10の処理スレッド設定部112は、取得したクエリの内容が読み出し要求であるのか、更新要求であるのか等の要求内容を判定する。そして、処理スレッド設定部112は、そのクエリが更新要求であると判定した場合に、立ち上げた要求処理スレッド150のトランザクションにおいて、（抽象的な）更新要求をナイーブツリー用のSQLに変換し、同期装置20に更新要求（update要求）を送信する（ステップS21）。

同期装置20のデータ更新指示部212は、木構造データ処理装置10か

ら更新要求（update要求）を受信すると、DBサーバ30（図1）に対して更新指示（update更新）を送信することにより、データを更新させる（ステップS22）。

[0060] 次に、同期装置20の同期待ち指示部213は、DBサーバ30（図1）からナীবツリーデータテーブル310の更新完了（update完了）の情報を受信する（ステップS23）。そして、同期待ち指示部213は、この更新完了の受信を契機として、記憶部23に登録しておいた各要求処理スレッド150の識別情報（識別子）を参照し、その各要求処理スレッド150に対する同期待ち指示情報を生成して、木構造データ処理装置10に送信する（ステップS24）。

[0061] 木構造データ処理装置10の同期状態管理部113は、各要求処理スレッド150に対する同期待ち指示情報を受信すると、すべての要求処理スレッド150の状態を「通常」（同期待ちしていない状態）から「同期待ち」に切り替える（ステップS25）。

[0062] 次に、同期装置20の同期処理部214は、バックグラウンドでナীবツリーデータテーブル310を読み込み、入れ子集合データテーブル320の情報に変換し同期（sync）させる（ステップS26）。

[0063] このように、木構造データ処理システム1000では、サービスサーバ50からデータの更新要求を受信した場合には、まずナীবツリーデータテーブル310を更新し、その後、バックグラウンドで入れ子集合データテーブル320を同期させることができる。よって、木構造を再構成するデータの更新書き込み（木構造の再構成）について、入れ子集合よりも処理負荷の少ない、ナীবツリーデータテーブル310を優先して処理させることができる。

[0064] 《データ同期中の読み出し処理》

次に、入れ子集合データテーブル320が同期処理中（「同期待ち」切替時）において行われる、読み出し要求の処理について説明する。

図7は、本実施形態に係る木構造データ処理システム1000による「同

期待ち」切替時の読み出し要求の処理を説明する図である。図7においては、図6のステップS25において、各要求処理スレッド150の状態が「通常時」から「同期待ち」に切り替わっている状態、つまり、同期装置20による入れ子集合データテーブル320への同期処理が実行中であるとする。

この場合において、木構造データ処理システム1000では、読み出し要求に対する処理を、入れ子集合データテーブル320に代えて、ナীবツリーデータテーブル310を参照して行う。

[0065] まず、木構造データ処理装置10の要求受付部111は、サービスサーバ50からクエリとして（抽象的な）読み出し要求を受け付ける（ステップS30）。そして、要求受付部111は、その受け付けたクエリ（読み出し要求）を、処理スレッド設定部112に出力する。

[0066] 続いて、木構造データ処理装置10の処理スレッド設定部112は、クエリを取得すると要求処理スレッド150を立ち上げ、その要求処理スレッド150の識別情報（識別士）を同期装置20に送信することにより登録させる（図示省略）。

[0067] 次に木構造データ処理装置10の処理スレッド設定部112は、取得したクエリの内容が読み出し要求であるのか、更新要求であるのか等の要求内容を判定する。そして、処理スレッド設定部112は、そのクエリが読み出し要求であると判定した場合であり、各要求処理スレッド150が「同期待ち」の状態であるときには、立ち上げた要求処理スレッド150のトランザクションにおいて、（抽象的な）読み出し要求をナীবツリー用の再帰SQLに変換し、ナীবツリーデータテーブル310に読み出し要求（read要求）を送信する（ステップS31）。そして、DBサーバ30（図1）から、応答（read結果）を受信し（ステップS32）、木構造データ処理装置10の要求応答部114が、その応答（read結果）をサービスサーバ50に送信する。

[0068] このように、木構造データ処理システム1000では、入れ子集合データテーブル320の同期待ち時においては、入れ子集合データテーブル320

の代わりに、ナীবツリーデータテーブル310を参照して、読み出し結果を得ることができる。よって、更新ロックによるサービス応答不可時間を低減することができる。

[0069] 《データ同期完了時の処理》

次に、入れ子集合データテーブル320の同期完了時の処理について説明する。

図8は、本実施形態に係る木構造データ処理システム1000による同期完了時の処理を説明する図である。

[0070] 同期装置20は、入れ子集合データテーブル320の同期処理が完了すると、DBサーバ30（図1）から同期完了の結果情報を受信する（ステップS40）。

そして、同期装置20の同期完了通知部215は、この同期完了の結果情報を受信すると、記憶部23に登録しておいた各要求処理スレッド150の識別情報（識別子）を参照し、その各要求処理スレッド150に対する同期待ちの解消を示す同期完了通知を生成して、木構造データ処理装置10に送信する（ステップS41）。

[0071] 木構造データ処理装置10の同期状態管理部113は、各要求処理スレッド150に対して同期完了通知を受信すると、すべての要求処理スレッド150の状態を「同期待ち」から「通常」に切り替えることにより、「同期待ち」状態を解消する（ステップS42）。

[0072] このように、木構造データ処理システム1000では、入れ子集合データテーブル320の同期処理が完了した場合には、各要求処理スレッド150の状態を「同期待ち」から「通常」に切り替えることができる。

[0073] 《データ同期中のデータ更新処理》

次に、木構造データ処理システム1000がデータ同期中の場合において、同じデータテーブルに対しさらにデータの更新要求（更新書き込み（木構造の再構成））を受け付けたときの処理を説明する。

図9は、本実施形態に係る木構造データ処理システム1000による、デ

ータ同期中におけるデータ更新処理を説明する図である。木構造データ処理システム１０００では、同期装置２０により入れ子集合データテーブル３２０が同期処理中の場合において、さらに、更新要求を受け付けた場合には、同期装置２０が直前の同期処理をキャンセルし、更新された最新のデータで改めて同期処理を行う。

[0074] まず、木構造データ処理装置１０の要求受付部１１１は、サービスサーバ５０からクエリとして（抽象的な）更新要求を受け付ける（ステップＳ５０）。そして、要求受付部１１１は、その受け付けたクエリ（更新要求）を、処理スレッド設定部１１２に出力する。

[0075] 続いて、木構造データ処理装置１０の処理スレッド設定部１１２は、クエリを取得すると要求処理スレッド１５０を立ち上げ、その要求処理スレッド１５０の識別情報（識別士）を同期装置２０に送信することにより登録させる（図示省略）。

[0076] 次に木構造データ処理装置１０の処理スレッド設定部１１２は、取得したクエリの内容が読み出し要求であるのか、更新要求であるのか等の要求内容を判定する。そして、処理スレッド設定部１１２は、そのクエリが更新要求であると判定した場合に、立ち上げた要求処理スレッド１５０のトランザクションにおいて、（抽象的な）更新要求をナীবツリー用のSQLに変換し、同期装置２０に更新要求（update要求）を送信する（ステップＳ５１）。

同期装置２０のデータ更新指示部２１２は、木構造データ処理装置１０から更新要求（update要求）を受信すると、DBサーバ３０（図１）に対して更新指示（update更新）を送信することにより（ステップＳ５２）、データを更新させる。

[0077] 次に、同期装置２０の同期待ち指示部２１３は、DBサーバ３０（図１）からナীবツリーデータテーブル３１０の更新完了（update完了）の情報を受信する（ステップＳ５３）。

[0078] 続いて、同期装置２０の同期処理部２１４は、現時点で実行している（直

前の) 同期処理をキャンセルする (ステップ S 5 4)。そして、同期処理部 2 1 4 は、改めて最新のナীবツリーデータテーブル 3 1 0を読み込み、入れ子集合データテーブル 3 2 0の情報に変換し同期 (sync) させる (ステップ S 5 5)。

[0079] このように木構造データ処理システム 1 0 0 0では、データ同期中の場合において、同じデータテーブルに対しさらにデータの更新要求 (更新書き込み (木構造の再構成)) を受け付けたときに、直前の同期処理をキャンセルした上で、最新のナীবツリーデータテーブル 3 1 0のデータに基づき、入れ子集合データテーブル 3 2 0を同期させることが可能となる。

[0080] ≪トランザクション中の同期待ち処理≫

次に、木構造データ処理システム 1 0 0 0の木構造データ処理装置 1 0が立ち上げた、ある要求処理スレッド 1 5 0のトランザクション中に、別の要求処理スレッド 1 5 0のトランザクションに起因する同期待ち切り替え処理が実行された場合について説明する。この場合は、D Bサーバ 3 0 (図 1)において予め設定されるトランザクションの分離レベルの高低により処理が異なるものとなる。ここでは、例えば、要求処理スレッド 1 5 0のトランザクションにおいて、図 5に示すような、入れ子集合データテーブル 3 2 0からの読み出し処理が行われているときに、他のトランザクションの処理により、同期待ち切り替え処理を実行する場合として説明する。

なお、高いトランザクション分離レベルがD Bサーバ 3 0において設定されている場合には、そのトランザクション開始時にそのデータテーブル (入れ子集合データテーブル 3 2 0) のスナップショットからデータを繰り返し読み込むため、同期待ち切り替え処理は、そのトランザクションには反映されないものとなる。一方、低いトランザクション分離レベルがD Bサーバ 3 0において設定されている場合には、トランザクションの処理中でも同期待ち切り替え処理が直ちに反映される。

[0081] 具体的には、処理中の要求処理スレッド 1 5 0でトランザクションが既に開始されている場合において、D Bサーバ 3 0に高いトランザクション分離

レベルが設定されているときには、トランザクション開始時のスナップショットからデータを継続的に読み込む（REPEATABLE_READ）。そのため、木構造データ処理装置10が同期待ち切り替え処理を実行した場合においても、入れ子集合データテーブル320からの読み出し処理を続け、ナীবツリーデータテーブル310からの読み出し処理に切り替えない。よって、高いトランザクション分離レベルでは、トランザクション中のデータ整合性が保証される。その代わり、現時点でのデータの変更が反映されないため、結果的にトランザクションの処理失敗が起こりやすいものとなる。

[0082] これに対し、処理中の要求処理スレッド150でトランザクションが既に開始されている場合において、DBサーバ30に低いトランザクション分離レベルが設定されているときには、トランザクション中であっても、データに反映された変更を直ちに読み込む必要がある。そのため、木構造データ処理装置10が同期待ち切り替え処理を実行した場合には、入れ子集合データテーブル320からの読み出しを中止し、更新されたナীবツリーデータテーブル310からデータを読み出すように直ちに切り替わる。よって、低いトランザクション分離レベルでは、トランザクションのデータの整合性は保証されない。その代わりに、現時点でのデータの変更が反映されるため、結果的にトランザクションの処理が成功しやすいものとなる。

[0083] なお、処理中の要求処理スレッド150でトランザクションがまだ開始されていない場合には、トランザクション分離レベルに関係なく、ナীবツリーデータテーブル310から読み出し処理を行うようにする。

[0084] また、木構造データ処理システム1000の木構造データ処理装置10が立ち上げたある要求処理スレッド150のトランザクション中に、別の要求処理スレッド150のトランザクションに起因して同期待ち処理が解消された場合においては、図7に示すように、読み出し要求に対する処理を、ナীবツリーデータテーブル310を参照して行っていたものを、トランザクションの分離レベルに関係なく、入れ子集合データテーブル320から読み出すように切り替える。これは、ナীবツリーデータテーブル310と入

れ子集合データテーブル 320 の同期が完了しているためデータの整合性が保証されており、より処理負荷の少ない入れ子集合データテーブル 320 を利用の方が有利なためである。

- [0085] 以上、説明したように、本実施形態に係る木構造データ処理システム 1000、木構造データ処理方法、木構造データ処理装置 10 および木構造データ処理プログラムによれば、リレーショナルデータベースにおける木構造の再構成時において、更新ロックによるサービス応答不可時間を低減するとともに、データ検索読み出し性能を低下させずに保持することができる。

符号の説明

- [0086] 10 木構造データ処理装置
- 11, 21, 31 制御部
- 12, 22, 32 入出力部
- 13, 23, 33 記憶部
- 20 同期装置
- 30 DBサーバ
- 50 サービスサーバ
- 111 要求受付部
- 112 処理スレッド設定部
- 113 同期状態管理部
- 114 要求応答部
- 150 要求処理スレッド
- 211 スレッド登録部
- 212 データ更新指示部
- 213 同期待ち指示部
- 214 同期処理部
- 215 同期完了通知部
- 310 ナイーブツリーデータテーブル
- 320 入れ子集合データテーブル

1 0 0 0 木構造データ処理システム

請求の範囲

[請求項1]

リレーショナルデータベースにおける木構造データをデータテーブルに格納するDBサーバと、前記木構造データの更新および検索処理を制御する木構造データ処理装置と、前記DBサーバに格納されたデータテーブル同士を同期させる同期装置と、を備える木構造データ処理システムであって、

前記DBサーバは、1つのサービスについてのデータテーブルとして、前記木構造データをナীবツリー方式でモデル化したデータテーブルを示すナীবツリーデータテーブルと、前記木構造データを入れ子集合方式でモデル化したデータテーブルを示す入れ子集合データテーブルとを、対応付けて格納する記憶部を備え、

前記木構造データ処理装置は、

前記木構造データの更新要求および検索要求を受け付ける要求受付部と、

前記検索要求を受け付けた場合に、前記入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、前記更新要求を受け付けた場合に、前記ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッドを立ち上げて実行する処理スレッド設定部と、

前記ナীবツリーデータテーブルと前記入れ子集合データテーブルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を受信した場合に、各前記要求処理スレッドの状態を同期待ちに切り替える同期状態管理部と、を備え、

前記同期装置は、

前記DBサーバから、前記ナীবツリーデータテーブルの更新完了の情報を受信した場合に、前記同期待ち指示情報を前記木構造データ処理装置に送信する同期待ち指示部と、

前記更新要求により更新された前記ナীবツリーデータテーブル

のデータを、前記入れ子集合データテーブルのデータに変換して同期させる同期処理部と、を備え、

前記木構造データ処理装置は、

各前記要求処理スレッドの状態が同期待ちである場合において、前記要求受付部が前記木構造データの検索要求を受け付けたときに、前記処理スレッド設定部が、前記入れ子集合データテーブルに代えて、前記ナীবツリーデータテーブルを参照して検索処理を実行すること

を特徴とする木構造データ処理システム。

[請求項2]

リレーショナルデータベースにおける木構造データをデータテーブルに格納するDBサーバと、前記木構造データの更新および検索処理を制御する木構造データ処理装置と、前記DBサーバに格納されたデータテーブル同士を同期させる同期装置と、を備える木構造データ処理システムの木構造データ処理方法であって、

前記DBサーバは、1つのサービスについてのデータテーブルとして、前記木構造データをナীবツリー方式でモデル化したデータテーブルを示すナীবツリーデータテーブルと、前記木構造データを入れ子集合方式でモデル化したデータテーブルを示す入れ子集合データテーブルとを、対応付けて格納しており、

前記木構造データ処理装置は、

前記木構造データの更新要求および検索要求を受け付けるステップと、

前記検索要求を受け付けた場合に、前記入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、前記更新要求を受け付けた場合に、前記ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッドを立ち上げて実行するステップと、

前記ナীবツリーデータテーブルと前記入れ子集合データテーブ

ルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を受信した場合に、各前記要求処理スレッドの状態を同期待ちに切り替えるステップと、を実行し、

前記同期装置は、

前記DBサーバから、前記ナイーブツリーデータテーブルの更新完了の情報を受信した場合に、前記同期待ち指示情報を前記木構造データ処理装置に送信するステップと、

前記更新要求により更新された前記ナイーブツリーデータテーブルのデータを、前記入れ子集合データテーブルのデータに変換して同期させるステップと、を実行し、

前記木構造データ処理装置は、

各前記要求処理スレッドの状態が同期待ちである場合において、前記木構造データの検索要求を受け付けたときに、前記入れ子集合データテーブルに代えて、前記ナイーブツリーデータテーブルを参照して検索処理を行うステップを実行すること

を特徴とする木構造データ処理方法。

[請求項3]

リレーショナルデータベースにおける木構造データをデータテーブルに格納するDBサーバと、前記DBサーバに格納されたデータテーブル同士を同期させる同期装置と、に通信接続され、前記木構造データの更新および検索処理を制御する木構造データ処理装置であって、

前記DBサーバは、1つのサービスについてのデータテーブルとして、前記木構造データをナイーブツリー方式でモデル化したデータテーブルを示すナイーブツリーデータテーブルと、前記木構造データを入れ子集合方式でモデル化したデータテーブルを示す入れ子集合データテーブルとを、対応付けて格納しており、

前記木構造データ処理装置は、

前記木構造データの更新要求および検索要求を受け付ける要求受付部と、

前記検索要求を受け付けた場合に、前記入れ子集合データテーブルを参照して検索処理する要求処理スレッドを立ち上げて実行するとともに、前記更新要求を受け付けた場合に、前記ナীবツリーデータテーブルのデータ更新をする要求処理スレッドを立ち上げて実行する処理スレッド設定部と、

前記ナীবツリーデータテーブルと前記入れ子集合データテーブルとの間の同期処理の開始を示す同期待ち指示情報を前記同期装置から受信した場合に、各前記要求処理スレッドの状態を同期待ちに切り替える同期状態管理部と、を備え、

前記木構造データ処理装置は、

各前記要求処理スレッドの状態が同期待ちである場合において、前記要求受付部が前記木構造データの検索要求を受け付けたときに、前記処理スレッド設定部が、前記入れ子集合データテーブルに代えて、前記ナীবツリーデータテーブルを参照して検索処理を実行すること

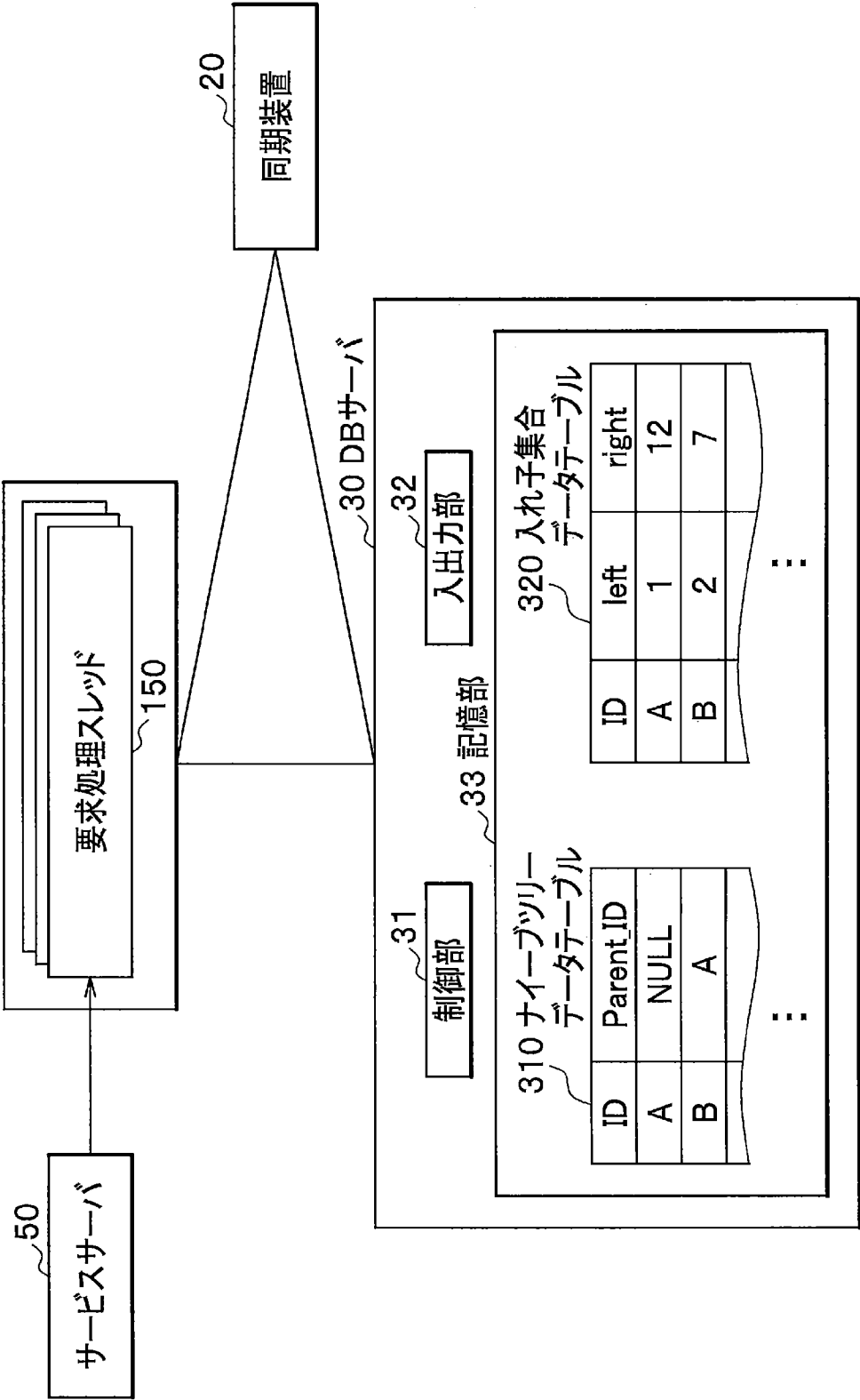
を特徴とする木構造データ処理装置。

[請求項4] コンピュータを、請求項3に記載の木構造データ処理装置として機能させるための木構造データ処理プログラム。

[図1]

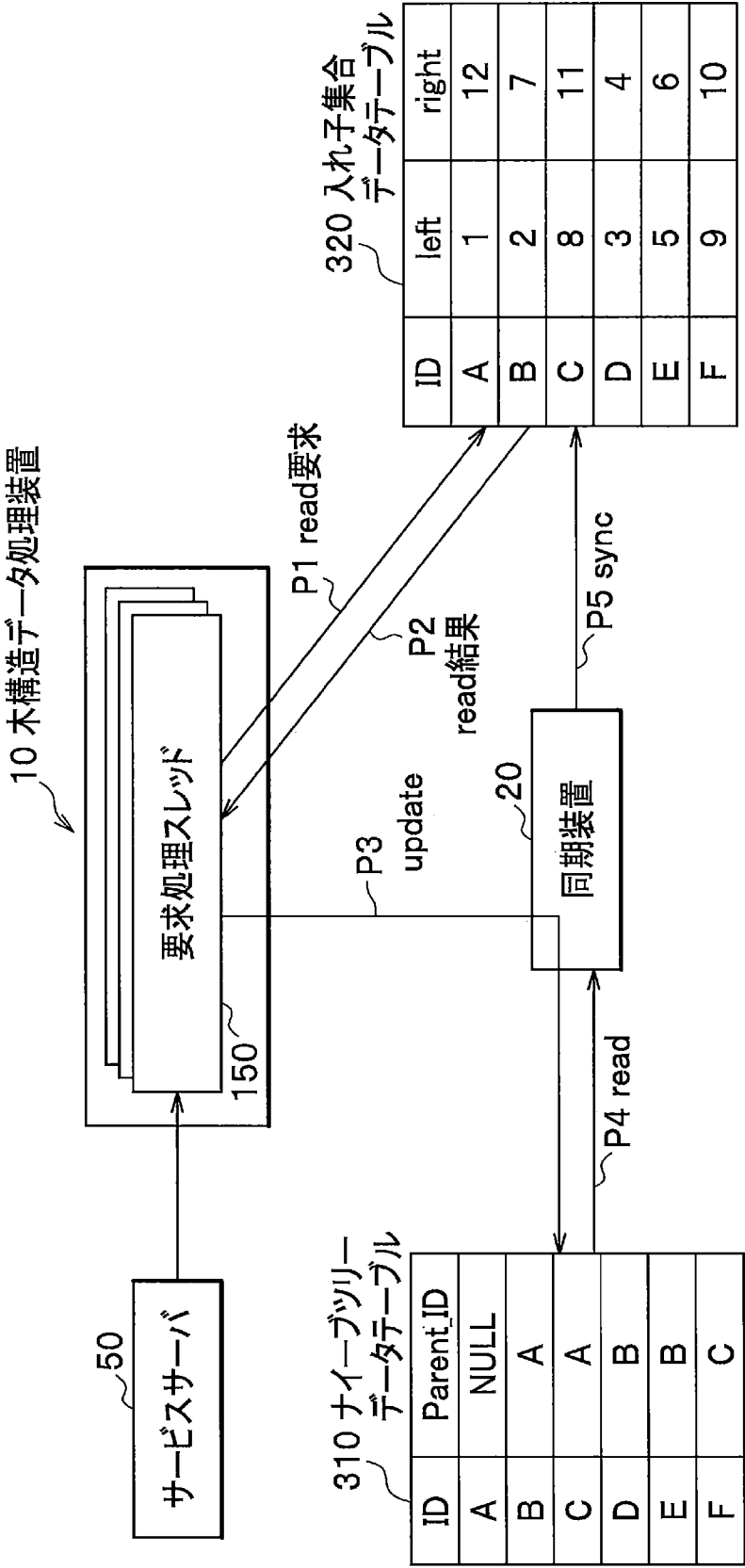
1000 木構造データ処理システム

10 木構造データ処理装置

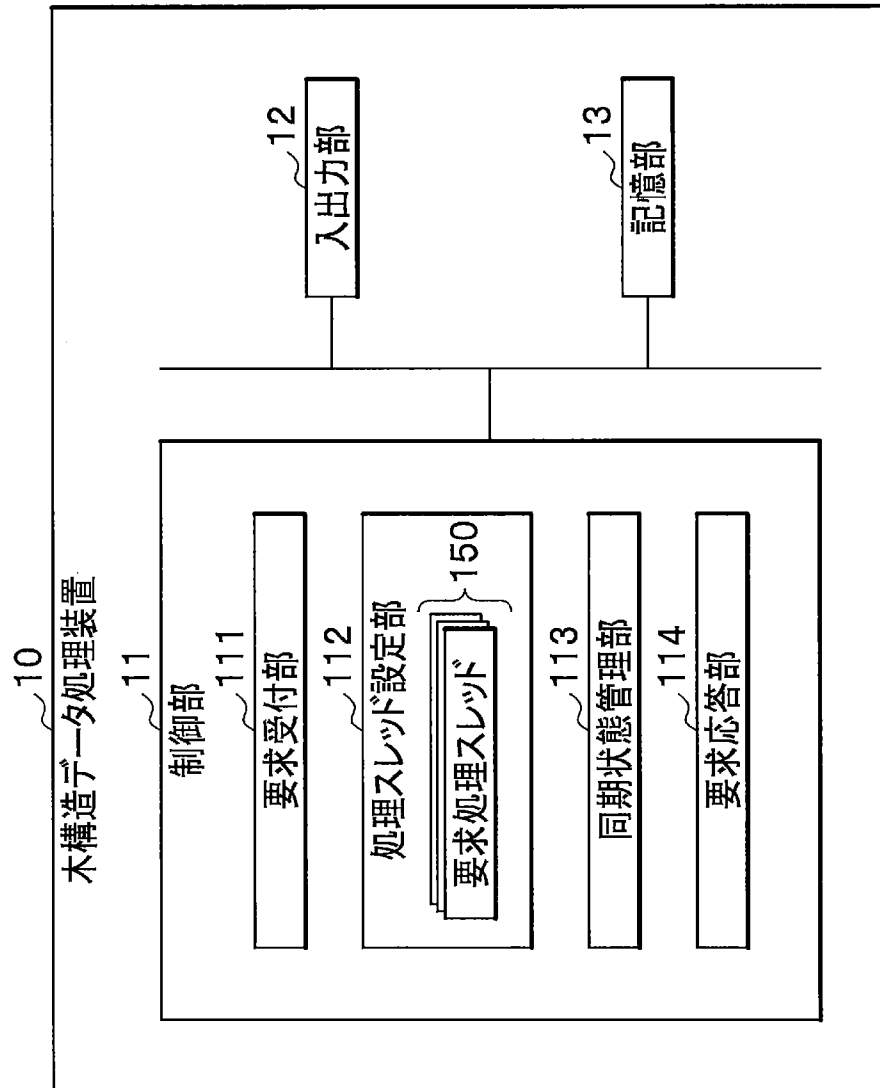


[図2]

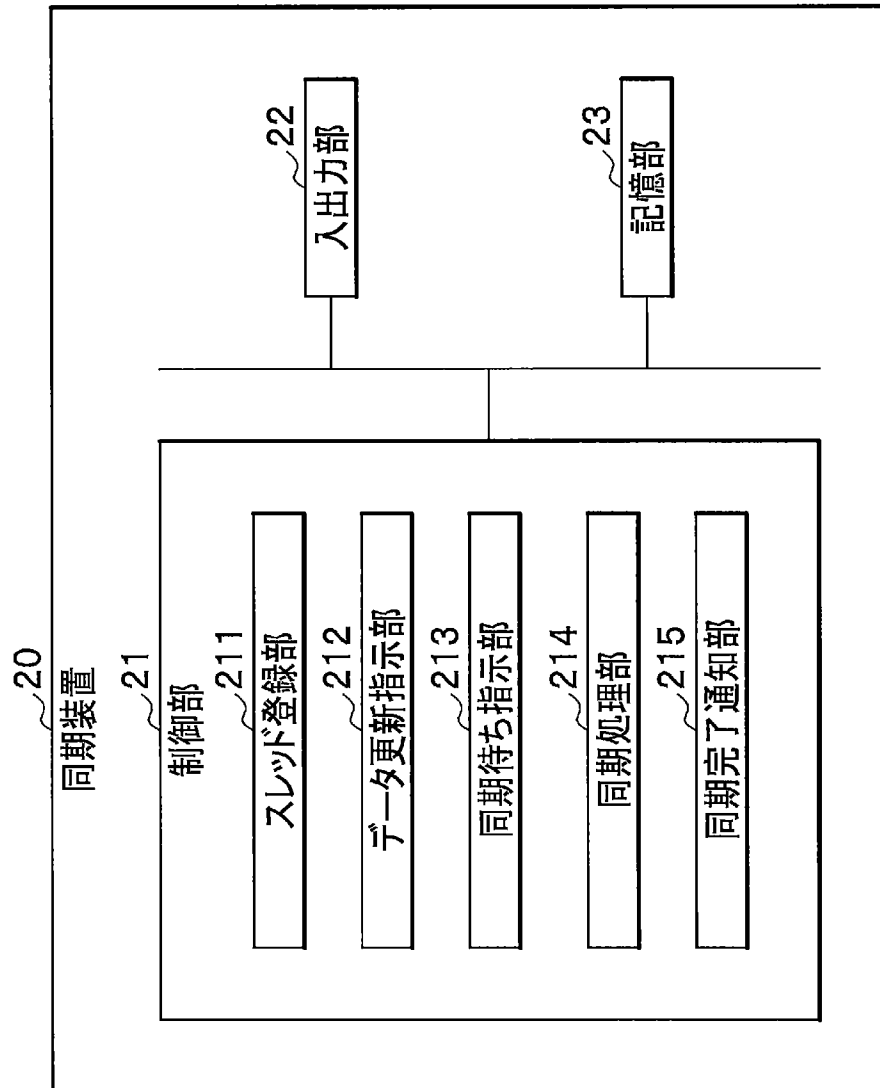
1000 木構造データ処理システム



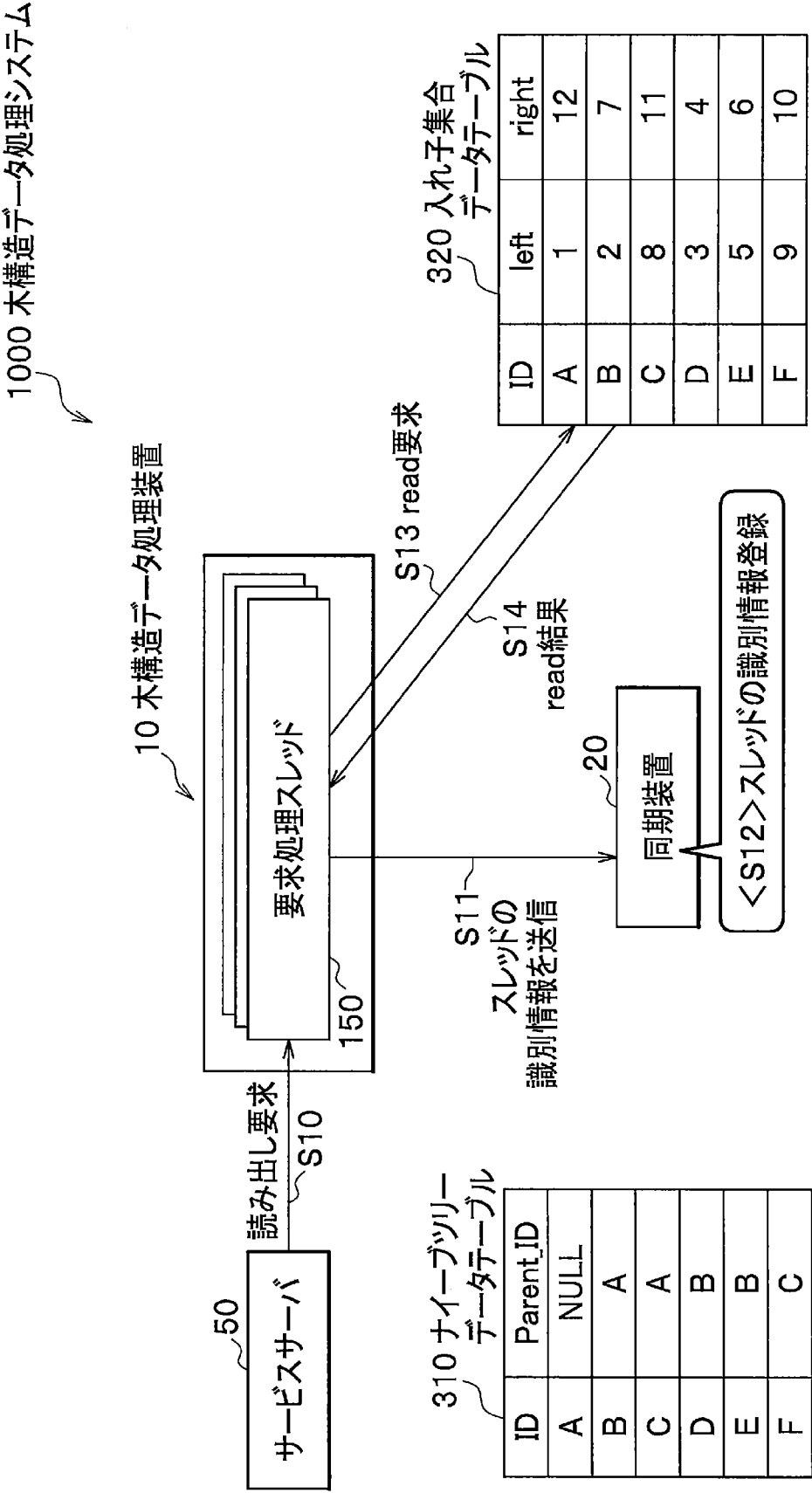
[図3]



[図4]



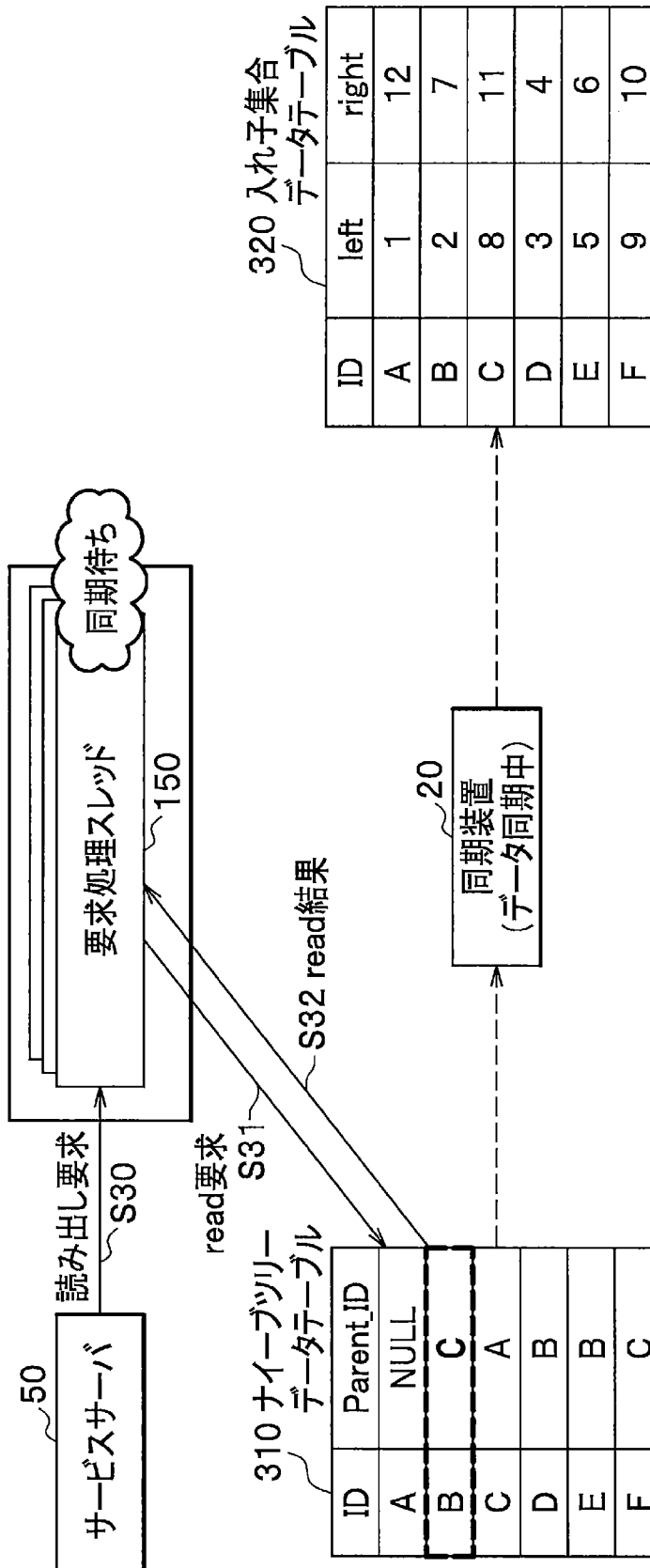
[図5]



[図7]

1000 木構造データ処理システム

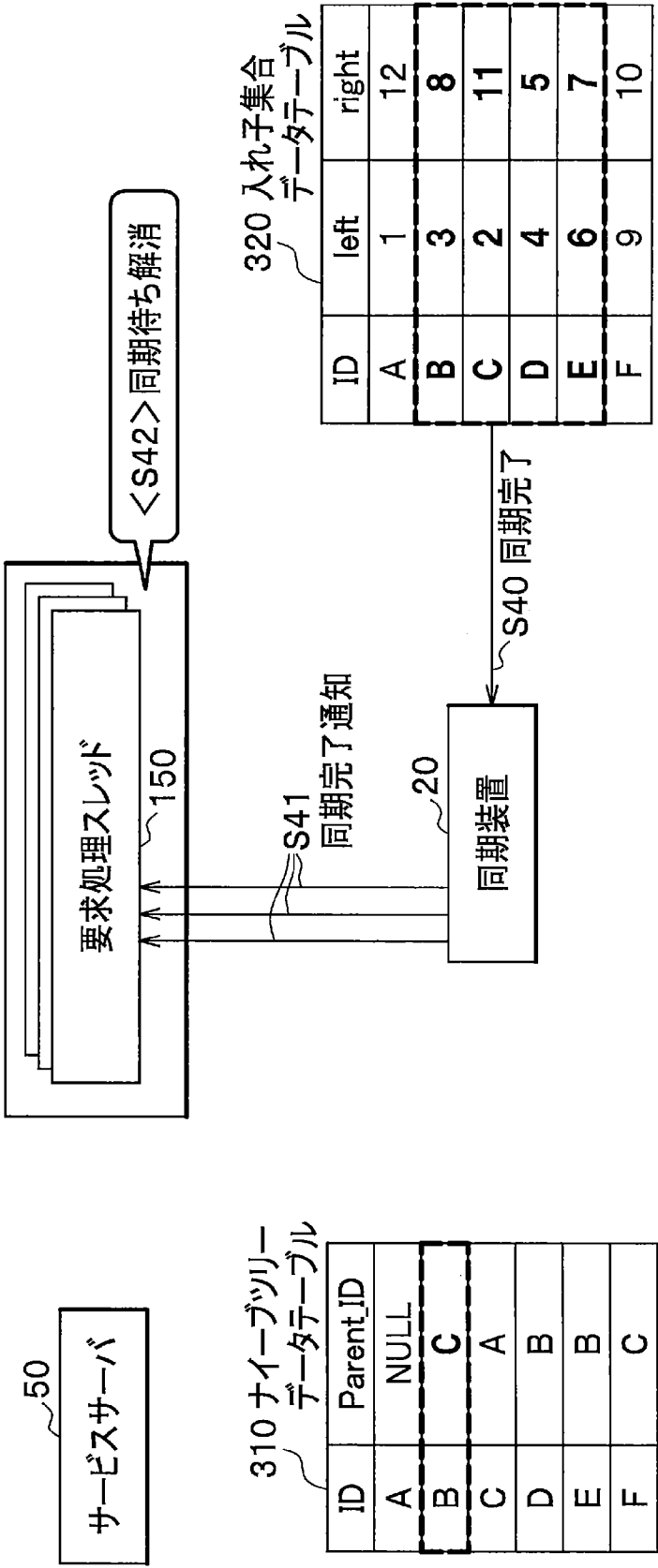
10 木構造データ処理装置



[図8]

1000 木構造データ処理システム

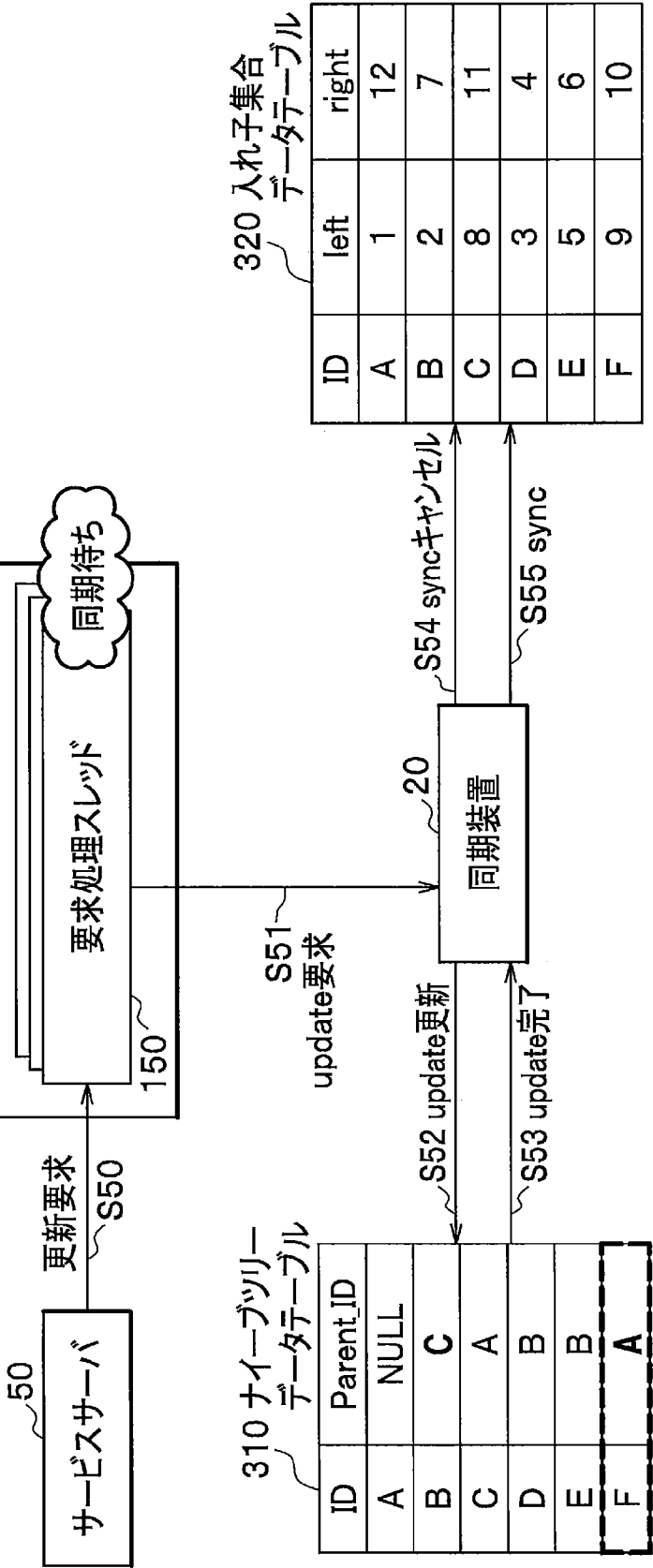
10 木構造データ処理装置



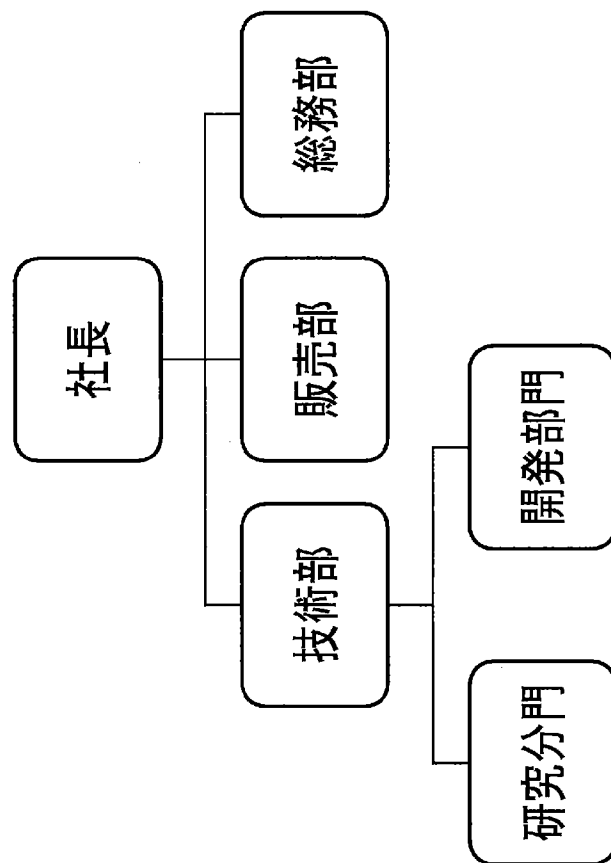
[図9]

1000 木構造データ処理システム

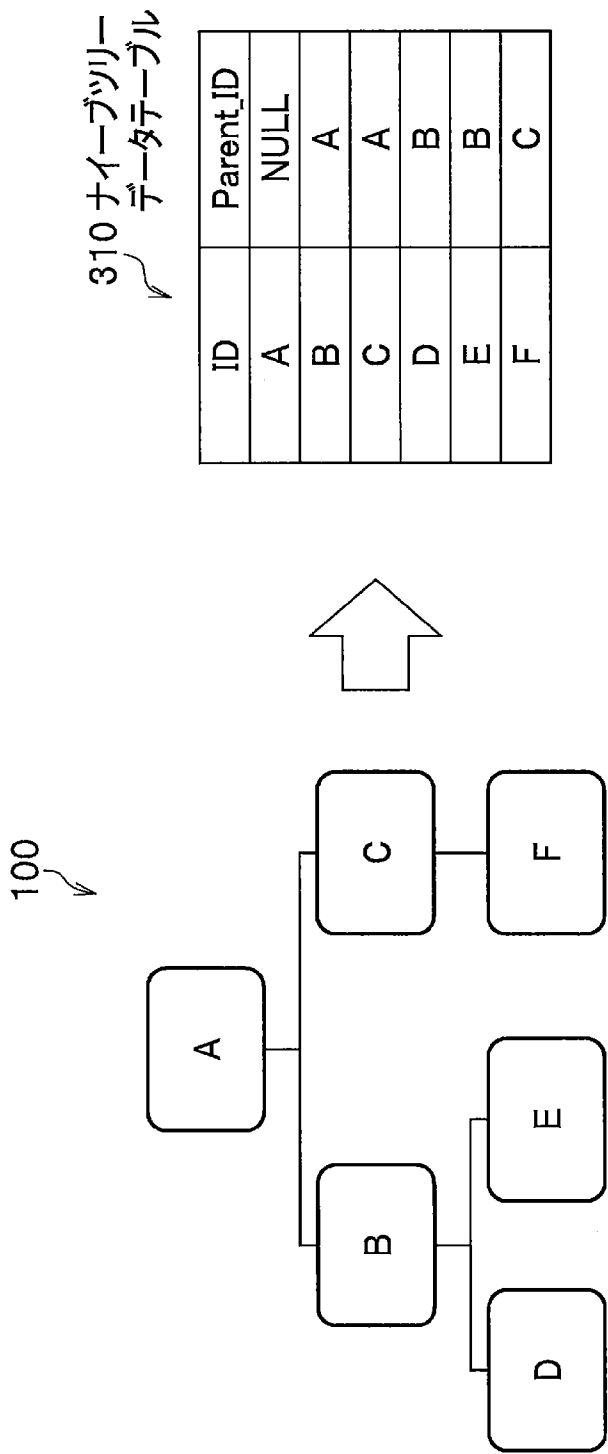
10 木構造データ処理装置



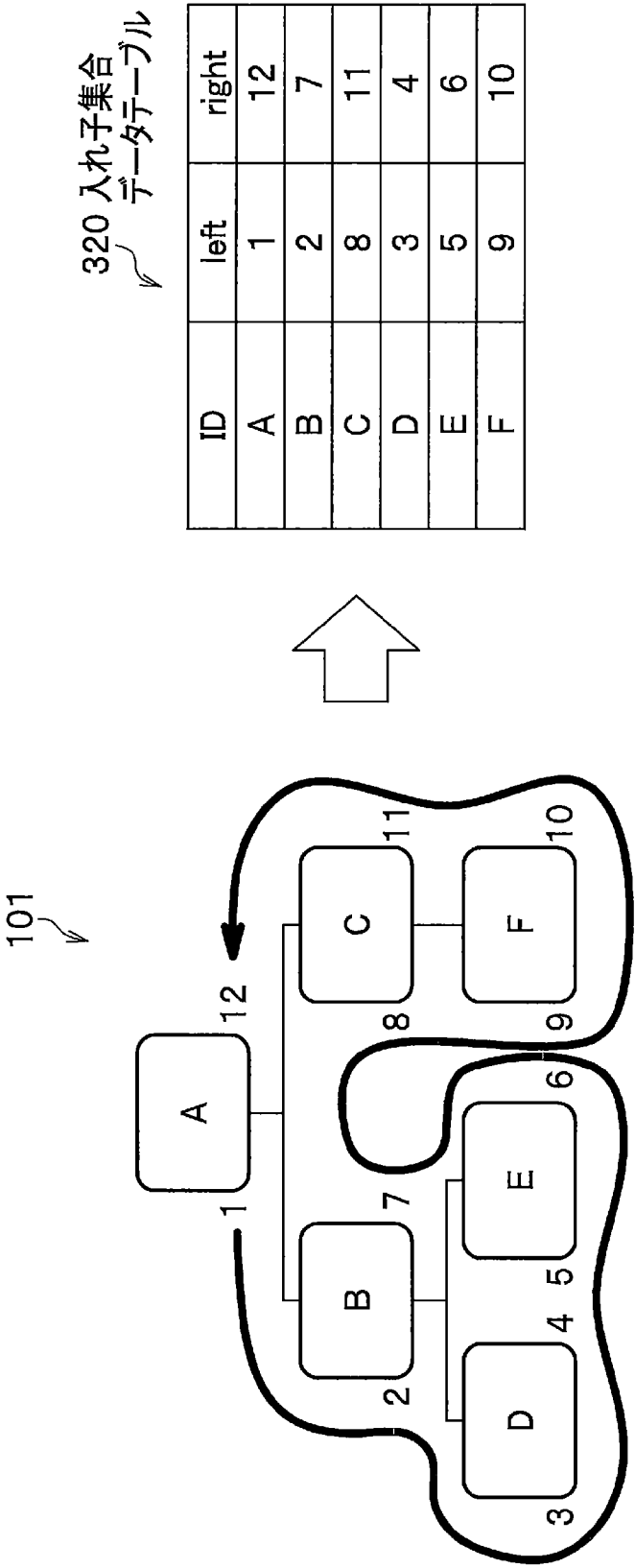
[図10]



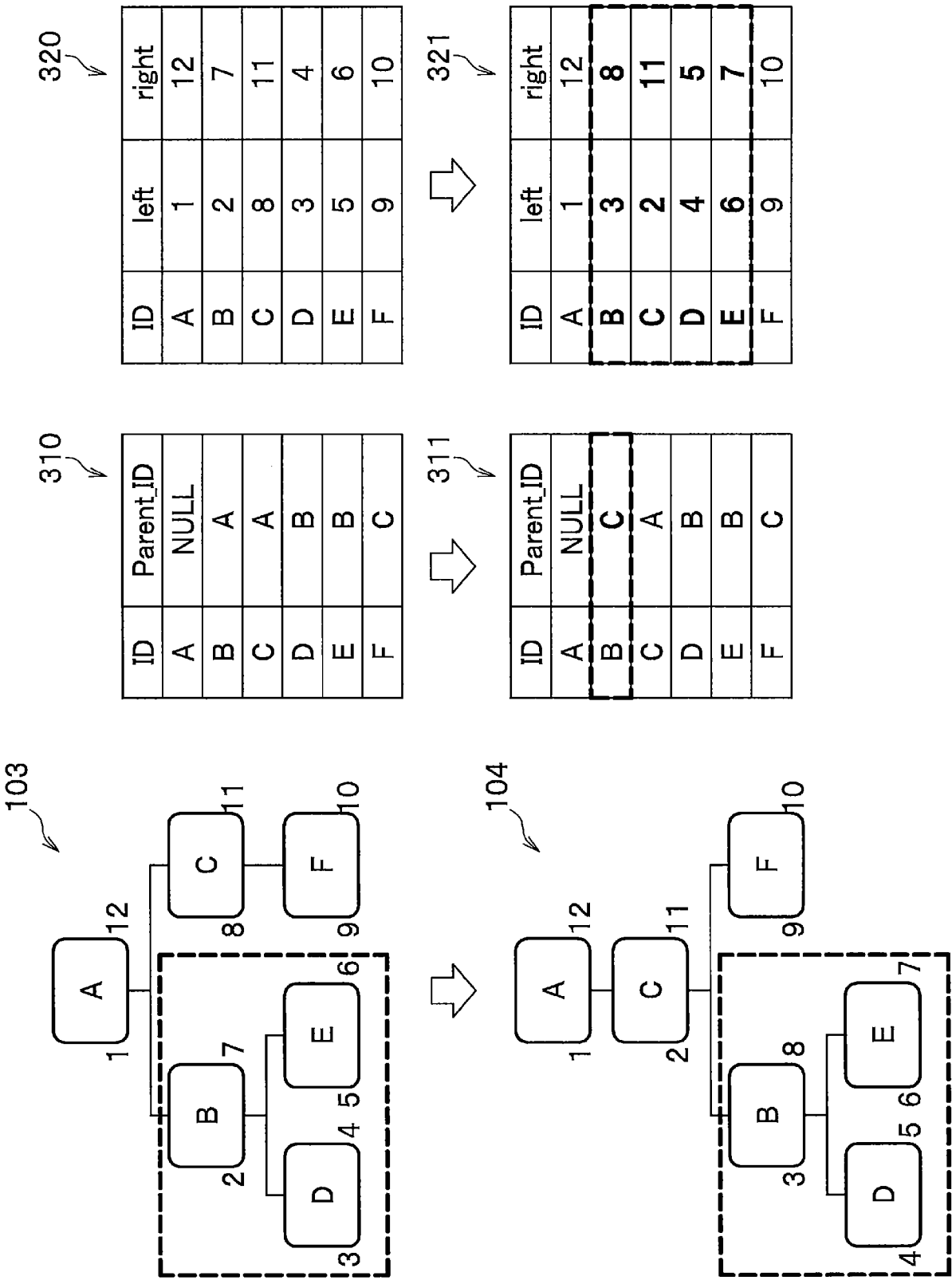
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/015276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 16/22(2019.01)i; G06F 16/23(2019.01)i; G06F 16/28(2019.01)i
FI: G06F16/23; G06F16/28; G06F16/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F16/22; G06F16/23; G06F16/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/0177688 A1 (EVOLUTIONS SOFTWARE AS) 09.07.2009 (2009-07-09) paragraphs [0072]-[0080]	1-4
A	JP 2012-226499 A (TOSHIBA CORP.) 15.11.2012 (2012-11-15) paragraphs [0009]-[0085]	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 June 2020 (23.06.2020)

Date of mailing of the international search report
30 June 2020 (30.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2020/015276

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2009/0177688 A1	09 Jul. 2009	EP 2081139 A1 paragraphs [0072]- [0080] EP 2385487 A1 paragraphs [0081]- [0089] (Family: none)	
JP 2012-226499 A	15 Nov. 2012		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 16/22(2019.01)i; G06F 16/23(2019.01)i; G06F 16/28(2019.01)i FI: G06F16/23; G06F16/28; G06F16/22														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06F16/22; G06F16/23; G06F16/28														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	US 2009/0177688 A1 (EVOLUTIONS SOFTWARE AS) 09.07.2009 (2009 - 07 - 09) [0072]-[0080]	1-4												
A	JP 2012-226499 A (株式会社東芝) 15.11.2012 (2012 - 11 - 15) [0009] - [0085]	1-4												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 23.06.2020	国際調査報告の発送日 30.06.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 西村 直史 5N 5088 電話番号 03-3581-1101 内線 3586													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/015276

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
US	2009/0177688	A1	09.07.2009	EP 2081139 A1 [0072]-[0080] EP 2385487 A1 [0081]-[0089]	
JP	2012-226499	A	15.11.2012	(ファミリーなし)	