

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6174328号  
(P6174328)

(45) 発行日 平成29年8月2日 (2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日 (2017.7.14)

(51) Int.Cl.

G O 6 F 12/00 (2006.01)

F I

G O 6 F 12/00 5 2 0 A

G O 6 F 12/00 5 3 3 J

請求項の数 11 外国語出願 (全 23 頁)

|              |                               |           |                     |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2013-21456 (P2013-21456)    | (73) 特許権者 | 510279239           |
| (22) 出願日     | 平成25年2月6日 (2013.2.6)          |           | ダッソー システムズ エノビア コーポ |
| (65) 公開番号    | 特開2013-164846 (P2013-164846A) |           | レーション               |
| (43) 公開日     | 平成25年8月22日 (2013.8.22)        |           | アメリカ合衆国 02451 マサチュー |
| 審査請求日        | 平成28年2月4日 (2016.2.4)          |           | セッツ州 ウォーザン ワイマン ストリ |
| (31) 優先権主張番号 | 13/367,785                    | (74) 代理人  | 110001243           |
| (32) 優先日     | 平成24年2月7日 (2012.2.7)          |           | 特許業務法人 谷・阿部特許事務所    |
| (33) 優先権主張国  | 米国 (US)                       | (72) 発明者  | デービッド エドワード ティークスバリ |
|              |                               |           | ー                   |
|              |                               |           | アメリカ合衆国 02451 マサチュー |
|              |                               |           | セッツ州 ウォルサム ワイマン ストリ |
|              |                               |           | ート 175              |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 関連付けられたデータ依存関係

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データベース内の複数のデータベースオブジェクト間で最新性を保持する際に使用するためのコンピュータ実施方法であって、

前記データベースをデータの集合に投影するステップであって、前記データの集合は、前記複数のデータベースオブジェクトのうちの第1のデータベースオブジェクトと、前記複数のデータベースオブジェクトのうちの少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間における接続を表し、

前記データの集合を、前記複数のデータベースオブジェクトのフォーマットとは異なりかつフラット化されたフォーマット内に格納するステップであって、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトのメタデータ値が前記第1のデータベースオブジェクトに投影される、ステップと、

前記異なりかつフラット化されたフォーマットにより、前記データの集合を、前記第1のデータベースオブジェクトに直接的に存在する少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトを有するものとして表現するステップであって、前記格納するステップは、前記格納されたデータの集合が投影インデックスとして機能するように前記データの集合をさらに格納する、ステップと、

前記データの集合内の前記第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ依存関係を特定するステップであって、前記エンティティ依存関係は少なくともデータベースオブジェクト識別子を

10

20

含む、ステップと、

前記データの集合内の、前記第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係を特定するステップであって、前記パス依存関係は少なくともエンティティ識別子、関係タイプ、および関係方向を含む、ステップと、

を含む、前記データベースをデータの集合に投影するステップと、

前記エンティティ依存関係および前記パス依存関係のうちの少なくとも一方の修正に  
応答して、前記データの集合による表現に対応する前記第1のデータベースオブジェクト  
および前記第2のデータベースオブジェクトのうちの一方を自動的に更新するステップと  
を含むことを特徴とするコンピュータ実施方法。

10

【請求項2】

前記データベースを前記データの集合に投影するステップは、前記第1のデータベース  
オブジェクトと、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトとの間における前記エン  
ティティ依存関係および前記パス依存関係のうちの少なくとも一方が、前記第1のデ  
ータベースオブジェクトに関連付けられて格納されるように、前記複数のデータベースオ  
ブジェクトをメモリアrea内に格納するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載  
のコンピュータ実施方法。

【請求項3】

エンティティ依存関係を特定するステップは、

修正されたデータベースオブジェクトのリストを決定するステップであって、前記リス  
トを検索して前記第2のデータベースオブジェクトの修正を決定する、ステップと、

20

前記第2のデータベースオブジェクトの修正により影響を受ける、前記第1のデータバ  
ースオブジェクトと前記第2のデータベースオブジェクトとの間のエンティティ依存関  
係を決定するステップと、

前記第1のデータベースオブジェクトを作成して前記影響を受けるエンティティ依存関  
係を示すステップと

を含むことを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ実施方法。

【請求項4】

エンティティ依存関係を決定するステップは、前記第1のデータベースオブジェクト  
と、前記第2のデータベースオブジェクトとの間における前記エンティティ依存関係が  
、前記第2のデータベースオブジェクトの前記修正によって影響を受けているかどうかを  
、前記投影インデックスに基づいて決定するステップをさらに含むことを特徴とする請  
求項3に記載のコンピュータ実施方法。

30

【請求項5】

前記第1のデータベースオブジェクトと、前記第2のデータベースオブジェクトとの間  
における前記エンティティ依存関係が、前記第2のデータベースオブジェクトの前記修  
正によって影響を受けていると決定したことに応答して、前記第1のデータベースオブ  
ジェクトが最新ではないことをメモリアrea内に示すステップをさらに含むことを特徴と  
する請求項4に記載のコンピュータ実施方法。

【請求項6】

40

パス依存関係を特定するステップは、

データベースオブジェクト間の修正された関係のリストを決定するステップであって、  
前記リストを検索して前記第1のデータベースオブジェクトと前記第2のデータバ  
ースオブジェクトとの間の関係の修正を決定する、ステップと、

前記第1のデータベースオブジェクトと前記第2のデータベースオブジェクトとの間の  
前記関係の前記修正により影響を受ける、前記第1のデータベースオブジェクトと前記第  
2のデータベースオブジェクトとの間のパス依存関係を決定するステップと、

前記第1のデータベースオブジェクトにマークをつけて前記影響を受けるパス依存関係  
を示すステップと

を含むことを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ実施方法。

50

## 【請求項 7】

パス依存関係を決定するステップは、前記第 1 のデータベースオブジェクトと、前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間における前記パス依存関係が、前記第 1 のデータベースオブジェクトと、前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間における前記関係の前記修正によって影響を受けているかどうかを、前記投影インデックスに基づいて決定するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 6 に記載のコンピュータ実施方法。

## 【請求項 8】

前記第 1 のデータベースオブジェクトと、前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間における前記パス依存関係が、前記第 1 のデータベースオブジェクトと、前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間における前記関係の前記修正によって影響を受けていると決定したことに応答して、前記第 1 のデータベースオブジェクトが最新ではないことをメモリエリア内に示すステップをさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載のコンピュータ実施方法。

## 【請求項 9】

前記データの集合による対応する表現を自動的に更新するステップは、前記エンティティ-依存関係および前記パス依存関係のうちの少なくとも一方の前記修正を反映するように前記第 1 のデータベースオブジェクトを更新するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のコンピュータ実施方法。

## 【請求項 10】

(a) メモリエリアであって、

エンティティ-依存関係およびパス依存関係によって接続されている少なくとも第 1 のデータベースオブジェクトおよび第 2 のデータベースオブジェクトを含む複数のデータベースオブジェクトをデータベース内に格納し、

前記データベースをデータの集合に投影し、

前記第 1 のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間における関係が、前記データの集合内の前記第 1 のデータベースオブジェクトに関連付けられて格納されるように前記データの集合を格納するように構成されているメモリエリアであって、前記メモリエリアは

前記データの集合を、前記複数のデータベースオブジェクトのフォーマットとは異なりかつフラット化されたフォーマットに格納し、少なくとも前記第 2 のデータベースオブジェクトのメタデータ値は前記第 1 のデータベースオブジェクトに投影され、

前記格納されたデータの集合が投影インデックスとして機能するように、前記異なりかつフラット化されたフォーマットにより、前記データの集合を、前記第 1 のデータベースオブジェクトに直接的に存在する少なくとも前記第 2 のデータベースオブジェクトを有するものとして表現する、メモリエリアと、

(b) 前記メモリエリアに動作可能に結合されているプロセッサであって、

前記第 1 のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ-依存関係であって、少なくともデータベースオブジェクト識別子を含むエンティティ-依存関係を決定し、

前記第 1 のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第 2 のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係であって、少なくともエンティティ識別子、関係タイプ、および関係方向を含むパス依存関係を決定し、

前記エンティティ-依存関係および前記パス依存関係のうちの少なくとも一方の修正に応答して、前記データの集合内の格納された関連付けに対応する前記第 1 のデータベースオブジェクトおよび前記第 2 のデータベースオブジェクトのうちの一方を自動的に更新するように構成されている、プロセッサと

を含むことを特徴とするコンピュータシステム。

## 【請求項 11】

データベース内の複数のデータベースオブジェクト間で最新性を保持する際に使用するためのコンピュータ読み取り可能記録媒体であって、前記コンピュータ読み取り可能記録

10

20

30

40

50

媒体はコンピュータによって実行可能なコンポーネントを有し、前記コンポーネントは、少なくとも1つのプロセッサによって実行されたときに、

エンティティ依存関係およびパス依存関係によって接続されている少なくとも第1のデータベースオブジェクトおよび第2のデータベースオブジェクトを含む複数のデータベースオブジェクトをメモリエリア内に格納すること、および

前記第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトとの間における関係が、前記第1のデータベースオブジェクトに関連付けられて格納されるように前記複数のデータベースオブジェクトのデータの集合を前記メモリエリア内に格納することを前記少なくとも1つのプロセッサに行わせるインデックス作成コンポーネントであって、

10

前記複数のデータの集合を、前記複数のデータベースオブジェクトのフォーマットとは異なりかつフラット化されたフォーマット内に格納し、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトのメタデータ値が前記第1のデータベースオブジェクトに投影され、

前記異なりかつフラット化されたフォーマットにより、前記格納されたデータの集合が投影インデックスとして機能するように、前記データの集合を、前記第1のデータベースオブジェクトに直接的に存在する少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトを有するものとして表現する、インデックス作成コンポーネントと、

少なくとも1つのプロセッサによって実行されたときに、前記第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ依存関係であって、少なくともデータベースオブジェクト識別子を含むエンティティ依存関係を決定することを前記少なくとも1つのプロセッサに行わせるエンティティ依存関係コンポーネントと、

20

少なくとも1つのプロセッサによって実行されたときに、前記第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも前記第2のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係であって、少なくともエンティティ識別子、関係タイプ、および関係方向を含むパス依存関係を決定することを前記少なくとも1つのプロセッサに行わせるパス依存関係コンポーネントと

を含み、前記インデックス作成コンポーネントは、前記エンティティ依存関係および前記パス依存関係のうちの少なくとも一方の修正にตอบสนองして、前記データの集合内の格納された関連付けおよび前記第1のデータベースオブジェクトを自動的に更新することを前記少なくとも1つのプロセッサにさらに行わせることを特徴とするコンピュータ読み取り可能記録媒体。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載されている実施形態は、一般には、データベースの技術に関し、より詳細には、インデックス作成の技術および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リレーショナルデータベースに基づく少なくともいくつかの知られているアプリケーションは、データベースオブジェクトが1つまたは複数の関係を通じてその他のデータベースオブジェクトに接続されることを可能にするモデリング機能(modeling capability)を提供する。より具体的には、そのようなアプリケーションは、タイプによって、また、どんなタイプの関係がデータベースオブジェクトどうしを接続するかに従って、データベースオブジェクトを記述することを可能にする。その上、そのようないくつかのアプリケーションは、正規化されたデータに対する検索を可能にする。しかし、正規化されたデータの検索は一般に、過度なプロセッサおよび/またはメモリの利用を必要とする。その他のアプリケーションは、検索がインデックスに基づいて実行されることを可能にする。しかし、これらのインデックスは、データベース内でのノードおよび/またはノードの関係(nodal relationship)の追加、修正、および/

40

50

または削除に起因して、古くなる場合が多い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明の一態様においては、複数のデータベースオブジェクトの投影インデックスの最新性(currency)を保持する際に使用するためのコンピュータ実施方法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】

【0004】

このコンピュータ実施方法は、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間における接続を表す投影インデックスを作成するステップと、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ依存関係を特定するステップと、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係を特定するステップと、エンティティ依存関係およびパス依存関係のうち的一方または両方の修正に応答して投影インデックスを更新するステップとを含む。

【0005】

別の態様においては、あるコンピュータシステムが、エンティティ依存関係およびパス依存関係によって接続されている少なくとも第1のデータベースオブジェクトおよび第2のデータベースオブジェクトを含む複数のデータベースオブジェクトを格納するように構成されているメモリエリアを含む。このメモリエリアはまた、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間における関係が、第1のデータベースオブジェクトに関連付けられて格納されるようにデータベースオブジェクトの投影インデックスを格納する。このコンピュータシステムはまた、メモリエリアに動作可能に結合されているプロセッサを含む。このプロセッサは、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ依存関係を特定し、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係を特定し、エンティティ依存関係およびパス依存関係のうち的一方または両方の修正に応答して投影インデックスを更新するように構成されている。

【0006】

別の態様においては、複数のデータベースオブジェクトの投影インデックスの最新性を保持する際に使用するためのコンピュータプログラム製品が提供され、このコンピュータプログラム製品は、コンピュータによって実行可能なコンポーネントを有する1つまたは複数のコンピュータ可読記録媒体を含む。それらのコンポーネントは、プロセッサによって実行されたときに、エンティティ依存関係およびパス依存関係によって接続されている少なくとも第1のデータベースオブジェクトおよび第2のデータベースオブジェクトを含むデータベースオブジェクトをメモリエリア内に格納すること、および第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間における関係が、第1のデータベースオブジェクトに関連付けられて格納されるようにデータベースオブジェクトの投影インデックスをメモリエリア内に格納することをプロセッサに行わせるインデックス作成コンポーネントを含む。それらのコンポーネントはまた、プロセッサによって実行されたときに、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ依存関係を特定することをプロセッサに行わせるエンティティ依存関係コンポーネントと、プロセッサによって実行されたときに、第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係を特定することをプロセッサに行わせるパス依存関係コンポーネントとを含む。インデックス作成コンポーネントはまた、エンティティ依存関係およびパス依存関係のうち的一方または両方の修正に応答して投影インデックスおよび第1のデータベースオブジェクトを更新することをプロセッサに行わせる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

本発明の1つまたは複数の実施形態の詳細は、添付の図面および以降の説明に記載されている。本発明のその他の特徴、目的、および利点は、説明および図面から、ならびに特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【図1】2つのデータベースオブジェクトの間におけるエンティティ-依存関係およびパス依存関係を示すシンプルなブロック図である。

【図2】投影を使用してリレーショナルデータベースをどのようにフラット化することができるかを示す図である。

【図3】投影インデックスの最新性を保持するために使用するための例示的なコンピュータ実施方法を示すフローチャートである。

【図4】例示的なコンピュータシステムを示すブロック概略図である。

【図5】図4に示されているコンピュータシステムと共に使用するための例示的なコンピュータアーキテクチャーを示すブロック概略図である。

【図6】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図7】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図8】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図9】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図10】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図11】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図12】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

【図13】本明細書に記載されている実施形態のユースケースを示すブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

本明細書に記載されている実施形態においては、「データベースオブジェクト」という用語は一般に、データを格納すること、データのクエリーを行うこと、またはデータを参照することのために使用される、データベース内の任意の定義されたオブジェクトを指す。例示的なタイプのデータベースオブジェクトは、テーブル、ビュー、クラス、シーケンス、インデックス、ストアドプロシージャ、およびシノニムを含む。上記の例は、例示的なものにすぎず、したがって、決して「データベースオブジェクト」という用語の定義および/または意味を限定することを意図していない。

## 【0009】

最新のデータベースオブジェクト値および/またはパスを保持するために使用するためのシステム、方法、装置、およびコンピュータプログラム製品の例示的な実施形態が、本明細書に記載されている。本明細書に記載されている実施形態は、投影されるデータに関連付けられている2つのタイプの依存関係を識別することによって、データベース内の古いデータを減らすことを容易にする。第1のタイプの依存関係は、エンティティ-依存関係 (d e p e n d e n c y) であり、この場合、データは、何らかのデータベースオブジェクトの一部として格納され、それによって、そのデータベースオブジェクトに変更があれば、別のデータベースオブジェクト上に投影される値が影響を受ける可能性が生じる。エンティティ-依存関係は、単一のデータベースオブジェクトを識別し、たとえばオブジェクト識別子を使用して記述される。第2のタイプの依存関係は、パス依存関係である。2つのデータベースオブジェクトの間における1つまたは複数の関係が修正されると、投影によって別の一式のエンティティへ導かれる可能性がある。パス依存関係は、たとえば、エンティティ識別子、関係タイプ、および関係方向 (r e l a t i o n s h i p d i r e c t i o n) を使用して記述することができる。

## 【0010】

図1は、2つのデータベースオブジェクトの間におけるエンティティ-依存関係およびパス依存関係を示すシンプルなブロック図である。具体的には、図1は、第1のデータベースオブジェクト (O b j 1) 102と、第2のデータベースオブジェクト (O b j 2)

104と、「foo」という値を有する第3のデータベースオブジェクト(Obj3)106を含む複数のデータベースオブジェクト100を示している。図1はまた、データベースオブジェクト100どうしの間における複数の関係108を示している。具体的には、第1の関係(Rel1)110が、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104との間に存在し、第2の関係(Rel2)112が、第2のデータベースオブジェクト104と、第3のデータベースオブジェクト106との間に存在する。それぞれの関係108は、1つの関係タイプに関連付けられている。たとえば、第1の関係110は、関係タイプREL1に関連付けられており、第2の関係112は、関係タイプREL2に関連付けられている。その上、それぞれの関係108は、「to」または「from」など、1つの関係方向に関連付けられており、この関係方向は、2つの関連したデータベースオブジェクトの間における依存関係の方向を示す。

#### 【0011】

図1の例においては、第1のデータベースオブジェクト102は、依存エンティティである。なぜなら、第3のデータベースオブジェクト106に対する変更があれば、その変更によって、第1のデータベースオブジェクト102および/または第2のデータベースオブジェクト104上に投影される値が潜在的に変更される可能性があるためである。したがって、第3のデータベースオブジェクト106と、少なくとも第1のデータベースオブジェクト102との間に、エンティティ依存関係114が存在する。その上、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104との間に、第1のパス依存関係116が存在する。上述のように、第1のパス依存関係116は、第1のデータベースオブジェクト102の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第1のデータベースオブジェクト102から第2のデータベースオブジェクト104へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、図1に示されているように、第1のパス依存関係116は、Obj1/REL1/fromとして識別することができる。同様に、第2のデータベースオブジェクト104と、第3のデータベースオブジェクト106との間に、第2のパス依存関係118が存在する。上述のように、第2のパス依存関係118は、第2のデータベースオブジェクト104の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第3のデータベースオブジェクト106から第2のデータベースオブジェクト104へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、図1に示されているように、第2のパス依存関係118は、Obj2/REL2/toとして識別することができる。

#### 【0012】

データベースオブジェクト100および関係108のそれぞれは、メタデータ120を含むことができる。そのようなメタデータ120を検索する際には、特定のデータベースオブジェクト100、たとえば第3のデータベースオブジェクト106を、接続されているデータベースオブジェクト100、たとえば第1のデータベースオブジェクト102に関連して検索することが望ましい場合が多い。たとえば、別のデータベースオブジェクト100が所与のメタデータ値を有する場合には、その別のデータベースオブジェクト100に接続されているすべてのデータベースオブジェクト100を特定するように検索を構築することができる。そのような検索は、既存のデータベースオブジェクト構造が維持され、それによってクエリーが、接続されている複数のデータベースオブジェクト100を横断して、それぞれが所与の基準にマッチするかどうかを確認される場合には、正規化されたデータに対して実行することができる。少なくともいくつかの知られているリレーショナルデータベースシステム、たとえば、大きなデータセットを伴うリレーショナルデータベースシステムにおいては、このことによって、高価なメモリリソースおよび/または処理リソースが必要となる。したがって、本発明の実施形態は、データベースオブジェクト構造を「フラット化」する。そのようなアプローチにおいては、それぞれのデータベースオブジェクト100は、別々のフォームに格納され、その他の接続されているデータベースオブジェクト100のメタデータ120は、それらの接続されているデータベースオブジェクト100が、あたかも元のデータベースオブジェクト100上に直接存在するか

10

20

30

40

50

のように、元のデータベースオブジェクト 100 上に投影される。そのような「投影」は、データの「フラット化」と呼ばれる場合が多い。その上、そのような投影は、より迅速でリソース集約度のより低い検索を容易にするために、更新可能なインデックスとして格納することができる。

#### 【0013】

図2は、投影を使用してリレーショナルデータベースをどのようにフラット化することができるかを示している。具体的には、図2は、上述したような、データベースオブジェクト100と、データベースオブジェクト100どうしの間における関係108とを含む、リレーショナルデータベースなどのデータベース200のブロック図である。図2の右手側には、投影インデックス202のブロック図表示がある。具体的には、図2は、あるデータベースオブジェクト、たとえば第3のデータベースオブジェクト106のメタデータ値120が、別のデータベースオブジェクト、たとえば第1のデータベースオブジェクト102上にどのように投影されるかを示している。

10

#### 【0014】

図3は、データベースオブジェクト100(図1に示されている)の投影インデックス202(図2に示されている)の最新性を保持するために使用するための例示的なコンピュータ実施方法を示すフローチャート300である。例示的な一実施形態においては、第1のデータベースオブジェクト102と、少なくとも第2のデータベースオブジェクト104(両方とも、図1に示されている)との間における接続を表すために、投影インデックス202が302において作成される。図2に示されているように、第1のデータベースオブジェクト102と第3のデータベースオブジェクト106(図1に示されている)との間における接続を表すために、投影インデックス202を作成することができる。投影インデックス202は、メモリアリア内に格納される。その上、以降でさらに詳細に説明するように、投影インデックス202は、1つまたは複数のデータベースオブジェクト100の値に対する修正、および/またはデータベースオブジェクト100どうしの間における関係108に対する修正を反映するように更新することができる。

20

#### 【0015】

いくつかの実施形態においては、投影インデックス202は、データベースオブジェクト100をメモリアリア内に格納することによって作成され、それによって、第1のデータベースオブジェクト102と、少なくとも第2のデータベースオブジェクト104との間におけるエンティティ依存関係および/またはパス依存関係が、第1のデータベースオブジェクト102に関連付けられてメモリアリア内に格納される。

30

#### 【0016】

例示的な一実施形態においては、コンピュータが、データベースオブジェクト100どうしの間における、たとえば、第1のデータベースオブジェクト102と、別のデータベースオブジェクト100との間における1つまたは複数のエンティティ依存関係を304において処理する。たとえば、第1のデータベースオブジェクト102と、第3のデータベースオブジェクト106との間において、エンティティ依存関係114が検知される。コンピュータは、修正または削除されたデータベースオブジェクト100のリストを306において特定する。投影インデックス202に基づいて、コンピュータは、メモリアリアを検索して、第2のデータベースオブジェクト104および/または第3のデータベースオブジェクト106が修正または削除されたときに影響を受けたエンティティ依存関係を308において特定する。たとえば、投影インデックス202に基づいて、コンピュータは、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104および/または第3のデータベースオブジェクト106との間におけるエンティティ依存関係114が、第2のデータベースオブジェクト104および/または第3のデータベースオブジェクト106の修正によって影響を受けているかどうかを特定する。第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104および/または第3のデータベースオブジェクト106との間における影響を受けたエンティティ依存関係を特定したことに応答して、コンピュータは、310において、第1のデ

40

50



ータベースオブジェクト 102 が最新ではない (noncurrent) ことをメモリエリア内に示す。

【0017】

その上、コンピュータはまた、データベースオブジェクト 100 どうしの間における、たとえば、第 1 のデータベースオブジェクト 102 と、別のデータベースオブジェクト 100 との間における 1 つまたは複数のパス依存関係を 312 において処理する。たとえば、第 1 のデータベースオブジェクト 102 と、第 2 のデータベースオブジェクト 104 との間において、第 1 のパス依存関係 116 (図 1 に示されている) が検知され、第 2 のデータベースオブジェクト 104 と、第 3 のデータベースオブジェクト 106 との間において、第 2 のパス依存関係 118 (図 1 に示されている) が検知される。コンピュータは、データベースオブジェクト 100 どうしの間における修正または削除された関係 108 のリストを 314 において特定する。投影インデックス 202 に基づいて、コンピュータは、メモリエリアを検索して、第 1 のデータベースオブジェクト 102 と、第 2 のデータベースオブジェクト 104 との間における第 1 のパス依存関係 116 などの関係が修正されたときに影響を受けたパス依存関係を 316 において特定する。同様に、コンピュータは、第 2 のデータベースオブジェクト 104 と、第 3 のデータベースオブジェクト 106 との間における第 2 のパス依存関係 118 が修正されたことを検知する。影響を受けたパス依存関係を特定したことに応答して、コンピュータは、318 において、第 1 のデータベースオブジェクト 102 が最新ではないことをメモリエリア内に示す。

【0018】

例示的な一実施形態においては、コンピュータは、エンティティ依存関係およびパス依存関係のうちの少なくとも一方の修正を検知したことに応答して、および第 1 のデータベースオブジェクト 102 が最新ではないとしてマークまたは表示されたときに、320 において投影インデックス 202 を作成または更新する。たとえば、コンピュータは、第 1 のデータベースオブジェクト 102 を更新して、影響を受けたエンティティ依存関係および/または影響を受けたパス依存関係の修正を反映することによって、320 において投影インデックス 202 を更新する。

【0019】

図 4 は、最新のデータベースオブジェクト値および/またはパスを保持する際に使用するための、ならびに上述のプロセス、および/または上述のプロセスに関連付けることができるさらなるプロセスを実行する際に使用するための例示的なコンピュータシステム 400 を示すブロック概略図である。例示的な一実施形態においては、メモリエリア 402 が、メタデータ、データベースオブジェクト、データベースオブジェクトどうしの間における関係、データベースオブジェクトどうしの間におけるエンティティ依存関係、データベースオブジェクトどうしの間におけるパス依存関係、または任意の適切な情報もしくはデータなどのデータを格納する際に使用するための 1 つまたは複数のストレージデバイス 404 を含む。いくつかの実施形態においては、メモリエリア 402 は、サーバシステム 406 に結合されており、そしてサーバシステム 406 は、ネットワーク 410 を介して管理者システムおよび/またはユーザシステムなどのクライアントシステム 408 に結合されている。ストレージデバイス 404 は、1 つもしくは複数のデータベースとして具体化することができ、単一のもしくは複数の地理的サイトに配置することができ、またはサーバシステム 406 と統合することができる。

【0020】

理解できるように、ネットワーク 410 は、インターネットなどの公的なネットワーク、または LAN もしくは WAN ネットワークなどの私的なネットワーク、またはそれらの任意の組合せとすることができ、PSTN または ISDN サブネットワークを含むこともできる。ネットワーク 410 はまた、イーサネット (登録商標) ネットワークなどの有線ネットワークとすることもでき、または EDGE、3G、および 4G ワイヤレスセルラシステムを含むセルラネットワークなどのワイヤレスネットワークとすることもできる。ワイヤレスネットワークは、Wi-Fi、Bluetooth (登録商標)、または知ら

れているその他の任意のワイヤレス形態の通信とすることもできる。したがってネットワーク 410 は、例示的なものにすぎず、決して本発明の進歩の範囲を限定するものではない。

【0021】

当業者なら認識するように、クライアントシステム 408 は、図 5 を参照して後述するコンピュータシステム、または知られているその他の任意のコンピューティングシステムなど、任意の適切なコンピュータシステムとすることができる。その上、サーバシステム 406 は、上述のプロセス、および / または上述のプロセスに関連付けることができる任意のさらなるプロセスを実行するように構成されているということを理解されたい。

【0022】

サーバシステム 406 は、上述のプロセスを実行するための非一時的なコンピュータ可読命令を格納し、それらの命令を、ネットワーク 410 を介してクライアントシステム 408 に提供する。その上、サーバシステム 406 は、クライアントシステム 408 にとって必要とされた際には、メモリエリア 402 からデータを提供することもできる。したがって図 4 は、クラウドコンピューティング、分散コンピューティングなどを介したコンピュータシステム 400 の実装形態を含む。

【0023】

図 5 は、サーバシステム 406 および / またはクライアントシステム 408 (それぞれ図 4 に示されている) と共に使用するための例示的なコンピュータアーキテクチャ 500 を示すブロック概略図である。

【0024】

例示的な一実施形態においては、コンピュータアーキテクチャ 500 は、上述のプロセス、および / または上述のプロセスに関連付けることができる任意のさらなるプロセスを実行する 1 つまたは複数のプロセッサ 502 (CPU) を含む。「プロセッサ」という用語は一般に、システムおよびマイクロコントローラ、RISC (reduced instruction set circuit)、ASIC (application-specific integrated circuit)、プログラマブルロジック回路、および / または本明細書に記載されている機能を実行することができるその他の任意の回路もしくはプロセッサを含む任意のプログラム可能なシステムを指すということを理解されたい。上記の例は、例示的なものにすぎず、したがって、決して「プロセッサ」という用語の定義および / または意味を限定することを意図していない。

【0025】

上述のプロセス、および / または上述のプロセスに関連付けることができる任意のさらなるプロセスのステップは、コンピュータ実行可能命令として、たとえば、システムバス 506 によってプロセッサ 502 に動作可能におよび / または通信可能に結合されているメモリエリア 504 内に格納することができる。「メモリエリア」とは、本明細書において使用される際には、一般に、最新のデータベースオブジェクト値および / またはバスを保持する際に役立つように 1 つまたは複数のプロセッサによって実行可能なプログラムコードおよび命令を格納する任意の手段を指す。メモリエリア 504 は、1 つまたは複数の形態のメモリを含むことができる。たとえばメモリエリア 504 は、RAM (random-access memory) 508 を含むことができ、RAM 508 は、不揮発性 RAM、磁気 RAM、強誘電体 RAM、および / またはその他の形態の RAM を含むことができる。メモリエリア 504 は、ROM (read-only memory) 510、および / またはフラッシュメモリ、および / または EEPROM (electrically-programmable read-only memory) を含むこともできる。その他の任意の適切な磁気、光学、および / または半導体メモリ、たとえば HDD (hard-disk drive) 512 を単体で、またはその他の形態のメモリと組み合わせて、メモリエリア 504 内に含むことができる。HDD 512 は、プロセッサ 502 にメッセージを伝送する際に、およびプロセッサ 502 からメッセージを受け取る際に使用するためのディスクコントローラ 514 に結合することもできる。その上、メモ

10

20

30

40

50

リエリア504は、適切なカートリッジディスク、CD-ROM、DVD、またはUSBメモリなど、着脱可能なまたは取り外し可能なメモリ516とすることもでき、またはそうしたメモリ516を含むこともできる。上記の例は、例示的なものにすぎず、したがって、決して「メモリエリア」という用語の定義および/または意味を限定することを意図していない。

#### 【0026】

さらに、いくつかの実施形態においては、メモリエリア504は、データベースを含む。本明細書において使用される際には、「データベース」という用語は一般に、階層型データベース、リレーショナルデータベース、フラットファイルデータベース、オブジェクトトリレーショナルデータベース、オブジェクト指向データベース、およびコンピュータシステム内に格納されるレコードまたはデータのその他の任意の構造化された集合を含むデータの任意の集合を指す。上記の例は、例示的なものにすぎず、したがって、決してデータベースという用語の定義および/または意味を限定することを意図していない。データベースの例は、Oracle（登録商標）Database、MySQL、IBM（登録商標）DB2、Microsoft（登録商標）SQL Server、Sybase（登録商標）、およびPostgreSQLを含むが、それらを含むことだけに限定されない。しかし、本明細書に記載されているシステムおよび方法を可能にする任意のデータベースを使用することができる。（Oracleは、カリフォルニア州レッドウッドシヨアーズのOracle Corporationの登録商標であり、IBMは、ニューヨーク州アーモンのInternational Business Machines Corporationの登録商標であり、Microsoftは、ワシントン州レッドモントのMicrosoft Corporationの登録商標であり、Sybaseは、カリフォルニア州ダブリンのSybaseの登録商標である。）

#### 【0027】

コンピュータアーキテクチャー500はまた、ディスプレイデバイス518を含み、ディスプレイデバイス518は、ディスプレイコントローラ520に結合されており、たとえば動作可能に結合されている。ディスプレイコントローラ520は、ディスプレイデバイス518によって表示するためのデータを、システムバス506を介して受け取る。ディスプレイデバイス518は、モニタ、テレビジョンディスプレイ、プラズマディスプレイ、LCD（liquid crystal display）、LED（light-emitting diode）に基づくディスプレイ、OLED（organic LED）に基づくディスプレイ、ポリマーLEDに基づくディスプレイ、表面伝導型電子放出素子に基づくディスプレイ、投影および/もしくは反映されたイメージを含むディスプレイ、またはその他の任意の適切な電子デバイスもしくはディスプレイメカニズムとすることができるが、それらには限定されない。その上、ディスプレイデバイス518は、関連付けられたタッチスクリーンコントローラを伴うタッチスクリーンを含むことができる。上記の例は、例示的なものにすぎず、したがって、決して「ディスプレイデバイス」という用語の定義および/または意味を限定することを意図していない。

#### 【0028】

加えて、コンピュータアーキテクチャー500は、ネットワーク（図5には示されていない）と通信する際に使用するためのネットワークインターフェース522を含む。その上、コンピュータアーキテクチャー500は、1つまたは複数の入力デバイス、たとえばキーボード524、および/またはポインティングデバイス526、たとえばローラーボール、マウス、タッチパッドなどを含む。それらの入力デバイスは、I/O（input/output）インターフェース528に結合され、I/Oインターフェース528によってコントロールされ、I/Oインターフェース528は、システムバス506にさらに結合されている。

#### 【0029】

ディスプレイデバイス518、キーボード524、ポインティングデバイス526、ならびにディスプレイコントローラ520、ディスクコントローラ514、ネットワークイ

10

20

30

40

50

ンターフェース 5 2 2、および I / O インターフェース 5 2 8 の一般的な特徴および機能は知られているため、本明細書においては、説明を簡潔にするために、それらの特徴に関する説明を省略する。

#### 【 0 0 3 0 】

図 6 ~ 図 1 1 は、本明細書に記載されている実施形態のさまざまなユースケースを示すブロック図である。より具体的には、図 6 ~ 図 1 1 は、従来技術によって未解決である複数の問題を解決するために、本明細書に記載されている実施形態をどのように使用することができるかを示している。図 6 ~ 図 1 1 のそれぞれにおいては、投影インデックス 2 0 2 が既に作成されていると想定する。その上、後述の例のそれぞれは、サーバシステム 4 0 6 またはクライアントシステム 4 0 8 ( 両方とも図 4 に示されている ) によって実行することができる。さらに、図 6 ~ 図 1 1 に示されているそれぞれのデータベースオブジェクトの間における元の関係については、図 1 に関連して上述した。これは、本明細書に記載されている実施形態を使用することができる状況を網羅した組合せではないということを理解されたい。これらは単に、知られているシステムおよび方法から記載の実施形態を区別するための例示的なものである。

#### 【 0 0 3 1 】

図 6 は、上述の実施形態が、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 のメタデータ値が修正されたときに第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 の更新をどのように可能にするかを示している。はじめに、修正または削除されたデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。図 6 に示されているように、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 の値 1 2 0 が、「 f o o 」から「 b a r 」へ変更されている。次いで、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 に対するエンティティ依存関係を有するデータベースオブジェクト 1 0 0 を含むデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。前に説明したように、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 は、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 のエンティティ依存関係 1 1 4 を有する。なぜなら、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 に対する変更があれば、その変更によって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 上に投影される値が潜在的に変更される可能性があるためである。したがって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 は、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる ( すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる ) 。

#### 【 0 0 3 2 】

次に、修正または削除された関係 1 0 8 のリストが生成される。このシナリオにおいては、修正または削除された関係 1 0 8 がないため、影響を受けた関係 / パス依存関係の理由から「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト 1 0 0 はない。

#### 【 0 0 3 3 】

次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 の値の投影が、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 上に投影されるように、投影インデックス 2 0 2 が再作成される。

#### 【 0 0 3 4 】

図 7 は、上述の実施形態が、中間のデータベースオブジェクト 1 0 0 が削除されたときに第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 の更新をどのように可能にするかを示している。はじめに、修正または削除されたデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。図 7 に示されているように、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 が削除されている。次いで、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 がエンティティ依存関係を有するデータベースオブジェクト 1 0 0 を含むデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。このシナリオにおいては、そのようなデータベースオブジェクト 1 0 0 がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト 1 0 0 はない。

#### 【 0 0 3 5 】

次に、修正または削除された関係 1 0 8 のリストが生成される。図 7 に示されているよ

10

20

30

40

50

うに、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104との間に、第1の関係110が存在し、第2のデータベースオブジェクト104と、第3のデータベースオブジェクト106との間に、第2の関係112が存在する。第2のデータベースオブジェクト104を削除した結果、第1の関係110および第2の関係112も削除されている。次いで、影響を受けたパス依存関係が、修正または削除された関係108のリストから特定される。この場合、第1の関係110を削除したことによって、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104との間におけるパス依存関係が影響を受けている。同様に、第2の関係112を削除したことによって、第2のデータベースオブジェクト104と、第3のデータベースオブジェクト106との間におけるパス依存関係が影響を受けている。したがって、第1のデータベースオブジェクト102が、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる（すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる）。次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第3のデータベースオブジェクト106の値の投影が、パス依存関係を伴わずに第1のデータベースオブジェクト102上に投影されるように、投影インデックス202が再作成される。

10

#### 【0036】

図8は、上述の実施形態が、リーフデータベースオブジェクト(leaf database object)100が削除されたときに第1のデータベースオブジェクト102の更新をどのように可能にするかを示している。はじめに、修正または削除されたデータベースオブジェクト100のリストが生成される。図8に示されているように、第3のデータベースオブジェクト106が削除されている。次いで、第3のデータベースオブジェクト106に対するエンティティ-依存関係を有するデータベースオブジェクト100を含むデータベースオブジェクト100のリストが生成される。前に説明したように、第1のデータベースオブジェクト102は、第3のデータベースオブジェクト106のエンティティ-依存関係114を有する。なぜなら、第3のデータベースオブジェクト106を削除すると、第1のデータベースオブジェクト102上に投影される値が変更されるためである。したがって、第1のデータベースオブジェクト102は、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる（すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる）。

20

#### 【0037】

次に、修正または削除された関係108のリストが生成される。このシナリオにおいては、修正または削除された関係108がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト100はない。

30

#### 【0038】

次いで、マークされたオブジェクトは、削除を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第3のデータベースオブジェクト106の値が、もはや第1のデータベースオブジェクト102上に投影されないように、投影インデックス202が再作成される。

#### 【0039】

図9は、上述の実施形態が、中間の関係108が削除されたときに、または中間のデータベースオブジェクト100が接続を解除されたときに第1のデータベースオブジェクト102の更新をどのように可能にするかを示している。はじめに、修正または削除されたデータベースオブジェクト100のリストが生成される。図9に示されているように、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104との間における第1の関係110が削除されている。次いで、第2のデータベースオブジェクト104がエンティティ-依存関係を有するデータベースオブジェクト100を含むデータベースオブジェクト100のリストが生成される。このシナリオにおいては、そのようなデータベースオブジェクト100がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト100はない。

40

#### 【0040】

50

次に、修正または削除された関係 1 0 8 のリストが生成される。図 9 に示されているように、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 との間における第 1 の関係 1 1 0 が削除されている。次いで、影響を受けたパス依存関係が、修正または削除された関係 1 0 8 のリストから特定される。この場合、第 1 の関係 1 1 0 を削除したことによって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 との間におけるパス依存関係が影響を受けている。したがって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 が、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる（すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる）。次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第 3 のデータベースオブジェクト 1 0 6 の値が、もはや第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 上に投影されないように、投影インデックス 2 0 2 が再作成される。

10

#### 【 0 0 4 1 】

図 1 0 は、上述の実施形態が、新たなリーフデータベースオブジェクト 1 0 0 の追加をどのように可能にするかを示している。はじめに、修正された（たとえば、追加された）データベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。図 1 0 に示されているように、「f o o 2」というメタデータ値 1 2 4 を有する第 4 のデータベースオブジェクト（O b j 3 a）1 2 2 が追加されている。図 1 0 はまた、第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 と、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 との間における第 3 の関係（r e l 2 a）1 2 6 を示している。上述のように、それぞれの関係 1 0 8 は、1 つの関係タイプに関連付けられている。ここでは、第 3 の関係 1 2 6 は、関係タイプ R E L 2 に関連付けられている。第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 の追加に伴って、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 と、第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 との間に、第 3 のパス依存関係が存在する。上述のように、第 3 のパス依存関係は、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 から第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、第 3 のパス依存関係は、O b j 2 / R E L 2 / t o として識別することができる。

20

#### 【 0 0 4 2 】

次に、第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 がエンティティ依存関係を有するデータベースオブジェクト 1 0 0 を含むデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。このシナリオにおいては、そのようなデータベースオブジェクト 1 0 0 がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト 1 0 0 はない。

30

#### 【 0 0 4 3 】

次いで、修正または削除された関係 1 0 8 のリストが生成される。図 1 0 に示されているように、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 と、第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 との間における第 3 の関係 1 2 6 が追加されている。次いで、影響を受けたパス依存関係が、修正または削除された関係 1 0 8 のリストから特定される。この場合、第 3 の関係 1 2 6 を追加したことによって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 との間におけるパス依存関係が影響を受けている。したがって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 が、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる（すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる）。次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第 4 のデータベースオブジェクト 1 2 2 の値が、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 上に投影されるようになるように、投影インデックス 2 0 2 が再作成される。

40

#### 【 0 0 4 4 】

図 1 1 は、上述の実施形態が、新たなリーフデータベースオブジェクト 1 0 0 および新たな中間のデータベースオブジェクト 1 0 0 の追加をどのように可能にするかを示している。はじめに、修正された（たとえば、追加された）データベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。図 1 1 に示されているように、「f o o 2」というメタデータ値 1

50

24を有する第4のデータベースオブジェクト(O b j 3 a)122が追加されている。図11はまた、第4のデータベースオブジェクト122と、第2のデータベースオブジェクト104との間における第3の関係(r e l 2 a)126を示している。上述のように、それぞれの関係108は、1つの関係タイプに関連付けられている。ここでは、第3の関係126は、関係タイプR E L 2に関連付けられている。第4のデータベースオブジェクト122の追加に伴って、第2のデータベースオブジェクト104と、第4のデータベースオブジェクト122との間に、第3のパス依存関係が存在する。上述のように、第3のパス依存関係は、第2のデータベースオブジェクト104の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第4のデータベースオブジェクト122から第2のデータベースオブジェクト104へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、第3のパス依存関係は、O b j 2 / R E L 2 / t oとして識別することができる。

10

【0045】

図11はまた、追加されている第5のデータベースオブジェクト(O b j 2 a)128を示している。第1のデータベースオブジェクト102と、第5のデータベースオブジェクト128との間に、第4の関係(r e l 1 a)130が存在する。上述のように、それぞれの関係108は、1つの関係タイプに関連付けられている。ここでは、第4の関係130は、関係タイプR E L 1に関連付けられている。第5のデータベースオブジェクト128の追加に伴って、第1のデータベースオブジェクト102と、第5のデータベースオブジェクト128との間に、第4のパス依存関係が存在する。第4のパス依存関係は、第1のデータベースオブジェクト102の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第1のデータベースオブジェクト102から第5のデータベースオブジェクト128へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、第4のパス依存関係は、O b j 1 / R E L 1 / f r o mとして識別することができる。

20

【0046】

次に、第5のデータベースオブジェクト128がエンティティ依存関係を有するデータベースオブジェクト100を含むデータベースオブジェクト100のリストが生成される。このシナリオにおいては、そのようなデータベースオブジェクト100がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト100はない。

【0047】

30

次いで、修正または削除された関係108のリストが生成される。図11に示されているように、第1のデータベースオブジェクト102と、第5のデータベースオブジェクト128との間における第4の関係130が追加されている。次いで、影響を受けたパス依存関係が、修正または削除された関係108のリストから特定される。この場合、第4の関係130を追加したことによって、第1のデータベースオブジェクト102と、第5のデータベースオブジェクト128との間における第4のパス依存関係が生じている。その上、第2のデータベースオブジェクト104と、第4のデータベースオブジェクト122との間における第3の関係126が追加されている。第3の関係126を追加したことによって、第1のデータベースオブジェクト102と、第2のデータベースオブジェクト104との間におけるパス依存関係が影響を受けている。したがって、第1のデータベースオブジェクト102が、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる(すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる)。次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第4のデータベースオブジェクト122および第5のデータベースオブジェクト128が、第1のデータベースオブジェクト102上に投影されるようになるように、投影インデックス202が再作成される。

40

【0048】

図12は、上述の実施形態が、第1の新たなリーフデータベースオブジェクト100の追加をどのように可能にするかを示している。より具体的には、図12は、上述の実施形態が、第2のデータベースオブジェクト104が最初に、第2のデータベースオブジェク

50

ト 1 0 4 を別のデータベースオブジェクト 1 0 0 に接続する関係を有していない場合に、第 1 の新たなリーフデータベースオブジェクトの追加をどのように可能にするかを示している。言い換えれば、図 1 2 は、新たに追加されたリーフデータベースオブジェクトから第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 への最初の関係が、どのように作成されるかを示している。はじめに、修正された（たとえば、追加された）データベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。図 1 2 に示されているように、「f o o 2」というメタデータ値 1 3 4 を有する第 6 のデータベースオブジェクト（O b j 3 a）1 3 2 が追加されている。図 1 2 はまた、第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 と、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 との間における第 5 の関係（r e l 2 a）1 3 6 を示している。上述のように、それぞれの関係 1 0 8 は、1 つの関係タイプに関連付けられている。ここでは、第 5 の関係 1 3 6 は、関係タイプ R E L 2 に関連付けられている。第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 の追加に伴って、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 と、第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 との間に、第 5 のパス依存関係が存在する。上述のように、第 5 のパス依存関係は、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 から第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、第 5 のパス依存関係は、O b j 2 / R E L 2 / t o として識別することができる。

10

#### 【 0 0 4 9 】

次に、第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 がエンティティ依存状態を有するデータベースオブジェクト 1 0 0 を含むデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。このシナリオにおいては、そのようなデータベースオブジェクト 1 0 0 がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト 1 0 0 はない。

20

#### 【 0 0 5 0 】

次いで、修正または削除された関係 1 0 8 のリストが生成される。図 1 2 に示されているように、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 と、第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 との間における第 5 の関係 1 3 6 が追加されている。次いで、影響を受けたパス依存関係が、修正または削除された関係 1 0 8 のリストから特定される。この場合、第 5 の関係 1 3 6 を追加したことによって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第 2 のデータベースオブジェクト 1 0 4 との間におけるパス依存関係が影響を受けている。したがって、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 が、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる（すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる）。次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第 6 のデータベースオブジェクト 1 3 2 の値が、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 上に投影されるようになるように、投影インデックス 2 0 2 が再作成される。

30

#### 【 0 0 5 1 】

図 1 3 は、上述の実施形態が、第 1 の新たなリーフデータベースオブジェクト 1 0 0 および第 1 の新たな中間のデータベースオブジェクト 1 0 0 の追加をどのように可能にするかを示している。より具体的には、図 1 3 は、上述の実施形態が、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 が最初に、第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 を別のデータベースオブジェクト 1 0 0 に接続する関係を有していない場合に、第 1 の新たなリーフデータベースオブジェクトおよび第 1 の新たな中間のデータベースオブジェクトの追加をどのように可能にするかを示している。言い換えれば、図 1 3 は、新たに追加されたリーフデータベースオブジェクトおよび中間のデータベースオブジェクトから第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 への最初の関係が、どのように作成されるかを示している。はじめに、修正された（たとえば、追加された）データベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。図 1 3 に示されているように、第 7 のデータベースオブジェクト（O b j 2 a）1 3 8 が、中間のデータベースオブジェクト 1 0 0 として追加されている。第 1 のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第 7 のデータベースオブジェクト 1 3 8 との間に、第 6 の関係

40

50



( r e l 1 a ) 1 4 0 が存在する。上述のように、それぞれの関係 1 0 8 は、1つの関係タイプに関連付けられている。ここでは、第6の関係 1 4 0 は、関係タイプ R E L 1 に関連付けられている。第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 の追加に伴って、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 との間に、第6のパス依存関係が存在する。第6のパス依存関係は、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 の識別子などのエンティティ識別子、関係タイプ、および、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 から第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 へなどの関係方向を使用して識別することができる。したがって、第6のパス依存関係は、O b j 1 / R E L 1 / f r o m として識別することができる。

【 0 0 5 2 】

10

図 1 3 はまた、「 f o o 2 」というメタデータ値 1 4 4 を有する、追加されている第8のデータベースオブジェクト ( O b j 3 a ) 1 4 2 を示している。図 1 3 はまた、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 と、第8のデータベースオブジェクト 1 4 2 との間における第7の関係 ( r e l 2 a ) 1 4 6 を示している。上述のように、それぞれの関係 1 0 8 は、1つの関係タイプに関連付けられている。ここでは、第7の関係 1 4 6 は、関係タイプ R E L 2 に関連付けられている。

【 0 0 5 3 】

次に、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 および第8のデータベースオブジェクト 1 4 2 がエンティティ依存関係を有するデータベースオブジェクト 1 0 0 を含むデータベースオブジェクト 1 0 0 のリストが生成される。このシナリオにおいては、そのようなデータベースオブジェクト 1 0 0 がないため、「古い」または最新ではないとしてマークされるデータベースオブジェクト 1 0 0 はない。

20

【 0 0 5 4 】

次いで、修正、削除、または追加された関係 1 0 8 のリストが生成される。図 1 3 に示されているように、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 との間における第6の関係 1 4 0、および、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 と、第8のデータベースオブジェクト 1 4 2 との間における第7の関係 1 4 6 が追加されている。次いで、影響を受けたパス依存関係が、修正または削除された関係 1 0 8 のリストから特定される。この場合、第6の関係 1 4 0 および第7の関係 1 4 6 を追加したことによって、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 と、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 との間における第6のパス依存関係が生じている。したがって、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 が、影響を受けたオブジェクトとしてマークされる(すなわち、「古い」または最新ではないとしてマークされる)。次いで、マークされたオブジェクトは、修正を反映するようにインデックスが付けられる。たとえば、第7のデータベースオブジェクト 1 3 8 および第8のデータベースオブジェクト 1 4 2 が、第1のデータベースオブジェクト 1 0 2 上に投影されるようになるように、投影インデックス 2 0 2 が再作成される。

30

【 0 0 5 5 】

最新のデータベースオブジェクト値および/またはパスを保持する際に使用するためのシステム、方法、装置、およびコンピュータプログラム製品の例示的な実施形態が、詳細に上述されている。本システム、方法、装置、およびコンピュータプログラム製品は、本明細書に記載されている特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、本方法のオペレーション、ならびに/または本システムおよび/もしくは装置のコンポーネントは、本明細書に記載されているその他のオペレーションおよび/またはコンポーネントから独立して別個に利用することができる。さらに、記載のオペレーションおよび/またはコンポーネントは、その他のシステム、方法、および/もしくは装置において定義することもでき、またはその他のシステム、方法、および/もしくは装置と組み合わせて使用することもでき、本明細書に記載されているシステム、方法、および記録媒体のみと共に実施することに限定されるものではない。

40

【 0 0 5 6 】

50

コンピュータ、たとえば本明細書に記載されているコンピュータは、少なくとも1つのプロセッサまたは処理装置と、システムメモリとを含む。コンピュータは、典型的には、少なくとも何らかの形態のコンピュータ可読メディアを有する。限定ではなく、例として、コンピュータ可読メディアは、コンピュータ可読記録媒体および通信メディアを含む。コンピュータ可読記録媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、またはその他のデータなどの情報を格納するための任意の方法またはテクノロジーにおいて実装される非一時的な、揮発性の、および不揮発性の、取り外し可能な、および取り外し不能なメディアを含む。通信メディアは、典型的には、搬送波もしくはその他の伝送メカニズムなどの変調されたデータ信号内のコンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、またはその他のデータを具体化し、任意の情報伝達メディアを含む。当業者なら、変調されたデータ信号をよく知っており、変調されたデータ信号は、情報をその信号内でエンコードするような方法で設定または変更されたその特性のうちの1つまたは複数を有する。また上記のいずれの組合せも、コンピュータ可読メディアの範囲内に含まれるものである。

#### 【0057】

本発明については、例示的なコンピュータシステム環境との関連から説明しているが、本発明の実施形態は、その他の多くの汎用または専用のコンピュータシステム環境または構成と共に使用することができる。このコンピュータシステム環境は、本発明のいかなる態様の使用または機能の範囲に関しても何らかの限定を提示することを意図するものではない。その上、このコンピュータシステム環境は、この例示的な動作環境内に示されているコンポーネントのうちの任意の1つまたは組合せに関して何らかの依存性または必要性を有すると解釈すべきではない。本発明の態様と共に使用するのに適する可能性のあるよく知られているコンピュータシステム、環境、および/または構成の例は、パーソナルコンピュータ、サーバコンピュータ、ハンドヘルドデバイスまたはラップトップデバイス、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースのシステム、セットトップボックス、プログラム可能な家庭用電化製品、携帯電話、ネットワークPC、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、上記のシステムまたはデバイスのうちのいずれかを含む分散コンピューティング環境などを含むが、それらには限定されない。

#### 【0058】

本発明の実施形態については、1つまたは複数のコンピュータまたはその他のデバイスによって実行される、プログラムコンポーネントまたはプログラムモジュールなどのコンピュータ実行可能命令という一般的なコンテキストにおいて説明することができる。本発明の態様は、任意の数および編成のコンポーネントまたはモジュールと共に実施することができる。たとえば、本発明の態様は、図に示され本明細書に記載されている特定のコンピュータ実行可能命令または特定のコンポーネントもしくはモジュールに限定されるものではない。本発明の代替実施形態は、図示され本明細書に記載されているよりも多くの機能または少ない機能を有するさまざまなコンピュータ実行可能命令またはコンポーネントを含むことができる。

#### 【0059】

本明細書に記載されているシステム、方法、装置、およびコンピュータプログラム製品の例示的な技術的効果は、(a)第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間における接続を表す投影インデックスを作成すること、(b)第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるエンティティ依存関係を特定すること、(c)第1のデータベースオブジェクトと、少なくとも第2のデータベースオブジェクトとの間におけるパス依存関係を特定すること、および(d)エンティティ依存関係およびパス依存関係のうちの一方または両方の修正に応答して投影インデックスを更新することのうちの少なくとも1つを含む。

#### 【0060】

図示され本明細書に記載されている本発明の実施形態におけるオペレーションの実行ま

10

20

30

40

50

たは実施の順序は、特段の指定がない限り、必須ではない。すなわち、それらのオペレーションは、特段の指定がない限り、任意の順序で実施することができ、本発明の実施形態は、本明細書で開示されているよりも多いオペレーションまたは少ないオペレーションを含むことができる。たとえば、特定のオペレーションを別のオペレーションの前に、別のオペレーションと同時に、または別のオペレーションの後に実施または実行することは、本発明の態様の範囲内であると考えられる。

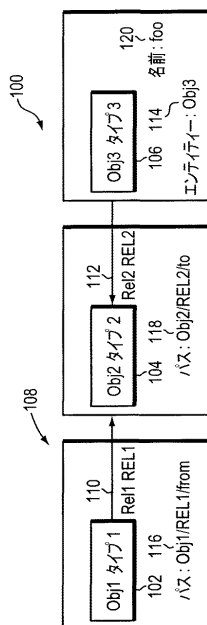
#### 【0061】

本発明の態様またはその実施形態の要素を紹介する際に、「a」、「an」、「the」、および「said」という冠詞は、それらの要素が1つまたは複数存在するということを意味することを意図している。「comprising」、「including」、および「having」という用語は、包括的であることを意図しており、記載されている要素のほかにさらなる要素が存在しうるということを意味している。

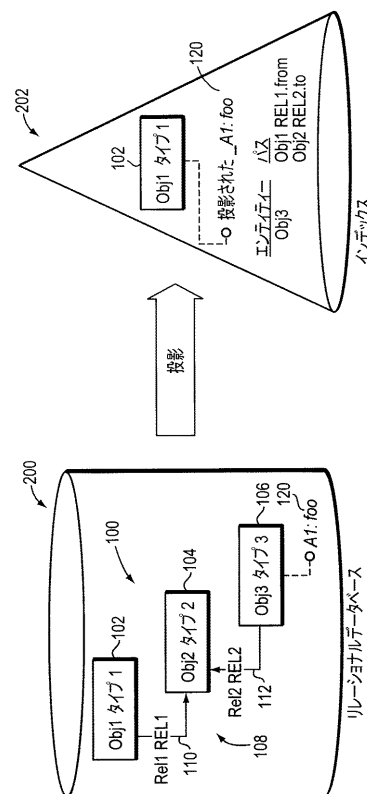
#### 【0062】

本明細書は、最良の形態を含めて本発明を開示するために、そしてまた、任意の当業者が、任意のデバイスまたはシステムを作成して使用すること、および任意の組み込まれた方法を実行することを含めて、本発明を実施することを可能にするために、例を使用している。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲によって定義され、また、当業者が想起するその他の例を含むことができる。そのようなその他の例は、特許請求の範囲の文言と異なる構造的要素を有する場合には、または特許請求の範囲の文言との非実質的な相違を有する均等な構造的要素を含む場合には、特許請求の範囲の範囲内にあることを意図されている。

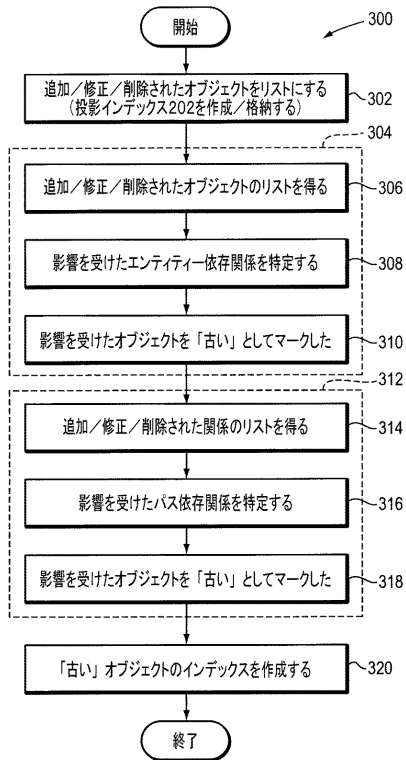
【図1】



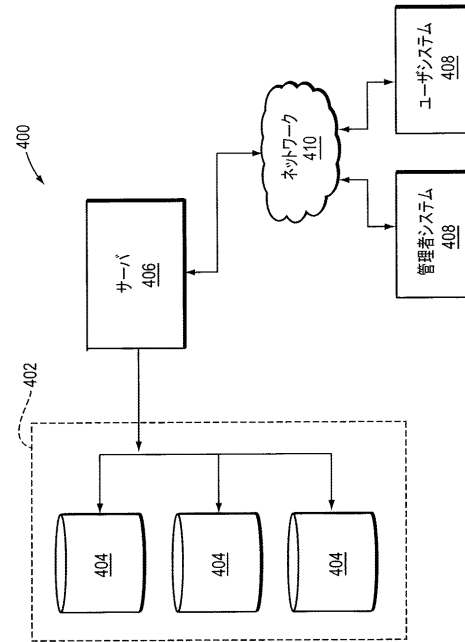
【図2】



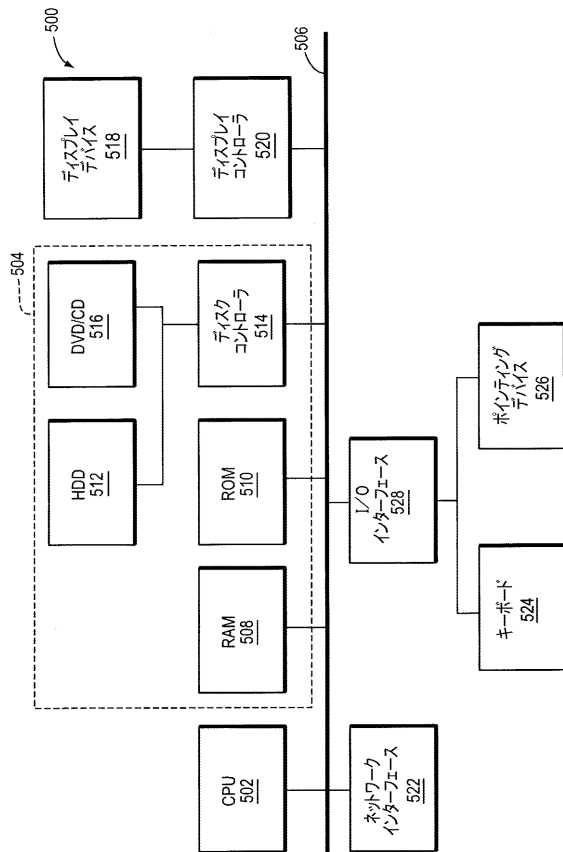
【図 3】



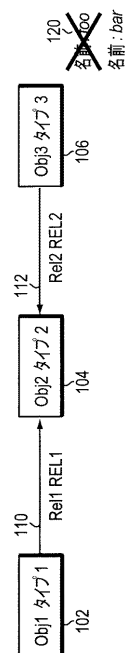
【図 4】



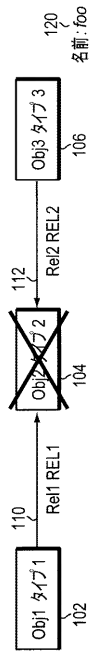
【図 5】



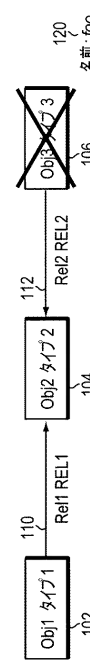
【図 6】



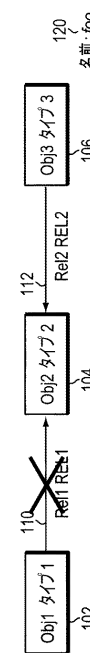
【図 7】



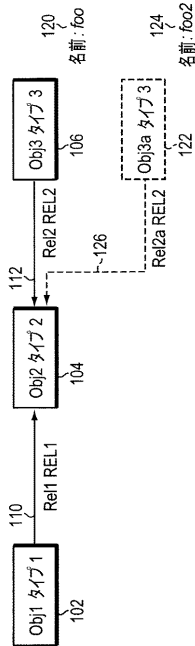
【図 8】



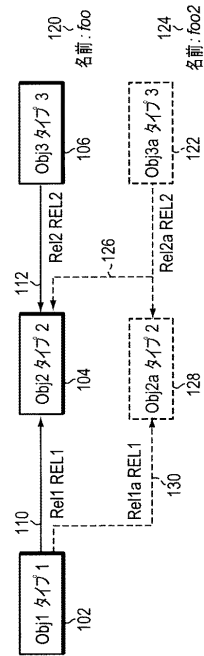
【図 9】



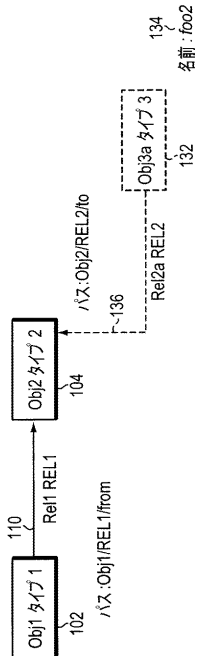
【図 10】



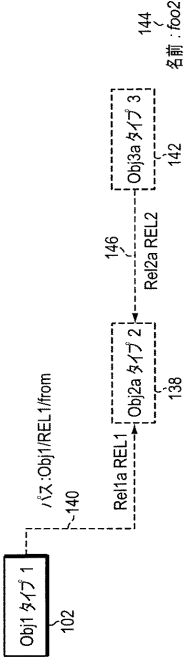
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 クラーク デービッド ミリケン

アメリカ合衆国 02451 マサチューセッツ州 ウォルサム ワイマン ストリート 175

審査官 小林 哲雄

(56)参考文献 特開平09-259021(JP,A)

再公表特許第2008/149552(JP,A1)

特開平08-016396(JP,A)

米国特許出願公開第2006/0122977(US,A1)

米国特許出願公開第2005/0278275(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 12/00