

(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
2021年7月1日(01.07.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/131002 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/70 (2013.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/051316

(22) 国際出願日:

2019年12月26日(26.12.2019)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

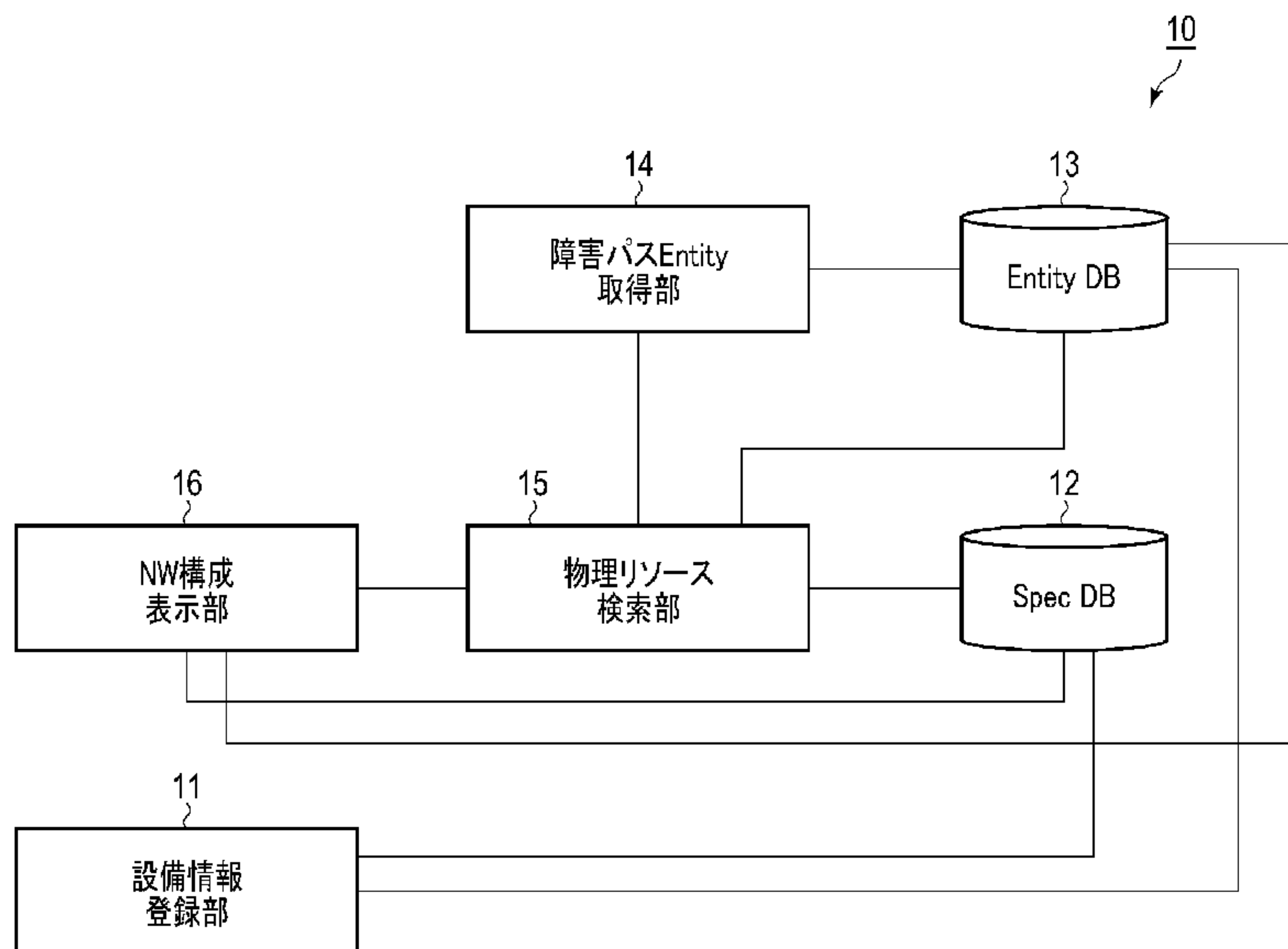
(72) 発明者: 深見 公彦 (FUKAMI, Kimihiko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 佐藤 正崇

(SATO, Masataka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 西川 翔平(NISHIKAWA, Shohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 村瀬 健司(MURASE, Kenji); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 田山 健一(TAYAMA, Kenichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外(KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

(54) Title: NETWORK MANAGEMENT DEVICE, METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: ネットワーク管理装置、方法およびプログラム



11 Equipment information registration unit
14 Failure path entity acquisition unit
15 Physical resource search unit
16 NW configuration display unit

(57) Abstract: This network management device comprises: a storage device which stores information indicating correspondence relations between information objects relating to the logical layer of a network configuration, information objects relating to the physical layer, and information objects relating to the equipment layer, which are objects that store information objects relating to the physical layer; an acquisition unit which acquires from the storage device the information objects relating to the path of a failure in the logical layer of the network configuration; and a search unit which, from among the information objects relating to the equipment layer stored in the storage device, searches, as candidates for the failure-causing equipment, for information objects acquired by the acquisition unit relating to the equipment layer and the

[続葉有]

(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, JP, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

physical layer associated with the information objects relating to the failure path.

(57) 要約: 一実施形態に係るネットワーク管理装置は、ネットワーク構成の論理レイヤに関する情報オブジェクトと物理レイヤに関する情報オブジェクトと当該物理レイヤに関する情報オブジェクトが収容されるオブジェクトである設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係を示す情報を格納する格納装置と、前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得する取得部と、前記格納装置に格納される前記設備レイヤに関する情報オブジェクトのうち、前記取得部により取得された、前記障害の発生経路に関する情報オブジェクトに対応付けられる前記設備レイヤおよび前記物理レイヤに関する情報オブジェクトを、障害原因となる設備の候補として検索する検索部とを有する。

明 細 書

発明の名称： ネットワーク管理装置、方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、ネットワーク管理装置、方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 通信ネットワーク（network）によるサービス（service）を実現する物理レイヤ上のビル（building）、通信ケーブル（cable）、通信装置、または通信媒体に障害を疑似的に発生させ、この障害がサービスへ及ぼす影響をシミュレーション（simulation）する際、サービス、NWの種別に依らず、同一の方法でサービスへ及ぼす影響を特定する技術がある（例えば非特許文献1を参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1： ネットワーク障害が及ぼすサービス影響把握方式の検討（A Study on Method of Visualization for Multiple Network Structure）（ICM研究会2019年3月）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の非特許文献1に開示される技術は、論理レイヤ（layer）上の伝送レイヤ、サービスレイヤなどで起きた障害を引き起こした、物理レイヤ上の箇所の候補を特定する手段を提供していない。

[0005] この発明は、上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、通信ネットワークの論理レイヤ上で発生した障害原因となる設備の候補を特定することができるようにしたネットワーク管理装置、方法およびプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係るネットワーク管理装置は、ネットワーク構成の論理レイヤに関する情報オブジェクトと物理レイヤに関する情報オブジェクトと当該物理レイヤに関する情報オブジェクトが収容されるオブジェクトである設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係を示す情報を格納する格納装置と、前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得する取得部と、前記格納装置に格納される前記設備レイヤに関する情報オブジェクトのうち、前記取得部により取得された、前記障害の発生経路に関する情報オブジェクトに対応付けられる前記設備レイヤおよび前記物理レイヤに関する情報オブジェクトを、障害原因となる設備の候補として検索する検索部とを備える。

[0007] 本発明の一態様に係るネットワーク管理方法は、ネットワーク構成の論理レイヤに関する情報オブジェクトと物理レイヤに関する情報オブジェクトと当該物理レイヤに関する情報オブジェクトが収容されるオブジェクトである設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係が示される情報が格納される格納装置を有するネットワーク管理装置により行なわれるネットワーク管理方法であって、前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得することと、前記格納装置に格納される前記設備レイヤに関する情報オブジェクトのうち、前記取得された、前記障害の発生経路に関する情報オブジェクトに対応付けられる前記設備レイヤおよび前記物理レイヤに関する情報オブジェクトを、障害原因となる設備の候補として検索することと、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、通信ネットワークの論理レイヤ上で発生した障害原因となる設備の候補を特定することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における設備レイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における物理レイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

[図3]図3は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成におけるLogical Deviceレイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

[図4]図4は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における通信レイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

[図5]図5は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用される設備Entityおよび物理Entityの適用事例を示す図である。

[図6]図6は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用される物理Entityおよび論理Entityの適用事例を示す図である。

[図7]図7は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成のオブジェクト化の一例を示す図である。

[図8]図8は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パス（pass）の指定の一例を示す図である。

[図9]図9は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスにより利用される物理リソース（Resource）の検索の一例を示す図である。

[図10]図10は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスにより利用される物理リソースの検索結果の一例を表形式で示す図である。

[図11]図11は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスが共通する物理リソースの検索の一例を示す図である。

[図12]図12は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスが共通する設備リソースの検索結果

の一例を表形式で示す図である。

[図13]図 1 3 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置のソフトウェア構成の一例を示す図である。

[図14]図 1 4 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による設備情報の登録の手順の一例を示すシーケンス (sequence) 図である。

[図15]図 1 5 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により保持される設備情報のSpec(設備レイヤおよび物理レイヤ)の一例を表形式で示す図である。

[図16]図 1 6 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により保持される設備情報のSpec(論理レイヤ)の一例を表形式で示す図である。

[図17]図 1 7 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるSpec, Entityクラス (class) の利用の一例を示す図である。

[図18]図 1 8 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のSpecificationテーブル (table) のスキーマ (schema) の一例を表形式で示す図である。

[図19]図 1 9 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のSpecCharacteristicテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

[図20]図 2 0 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のEntityテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

[図21]図 2 1 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のCharacteristicValueテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

[図22]図 2 2 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置における障害箇所の入力で機能する構成の一例を示す図である。

[図23]図 2 3 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置における物理リソースの検索で機能する構成の一例を示す図である。

[図24]図24は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による障害パスの入力から物理および設備リソースの検索までの処理手順の一例を示すフローチャート（flow chart）である。

[図25]図25は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により適用される障害箇所Entityの配列の型の一例を表形式で示す図である。

[図26]図26は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるPP Entityの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図27]図27は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるPD, PL Entityの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図28]図28は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるPS Entityの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図29]図29は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるAS Entityの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図30]図30は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による共通利用される物理リソースの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図31]図31は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により適用される重複Entityの配列の型の一例を表形式で示す図である。

[図32]図32は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により適用される障害箇所Entityの配列の一例を表形式で示す図である。

[図33]図33は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置のハードウェア（hardware）構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しながら、この発明に係わる一実施形態を説明する。

本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置では、通信ネットワークの設備レイヤ、物理レイヤおよび論理レイヤの各構成要素が、統一された情報オブジェクト（object）（以下、単にオブジェクトと称する）を用いてオブジェクト化される。

また、ネットワーク管理装置は、各オブジェクト間のつながりを用いて、論理レイヤで発生した障害原因となる設備の候補を設備レイヤおよび物理レイヤにて特定する。設備レイヤのオブジェクトには、物理レイヤのオブジェクトが収容される。

これにより、プロトコル（protocol）、媒体種別の異なる複数レイヤにより構成されたネットワークで発生した障害原因となる設備の候補が特定される。

[0011] 次に、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置の概要について、下記の（１）～（１１）にて説明する。

（１） ネットワーク管理装置は、従来技術に基づくオブジェクト（Spec, Entity（情報オブジェクト））により、対象となるNWを上位レイヤから順に論理レイヤ、物理レイヤおよび設備レイヤにてオブジェクト化する。

[0012] 設備レイヤは例えばビル、ケーブルなどである。本実施形態では、設備レイヤにおけるビル、通信ケーブルがビルオブジェクト、ケーブルオブジェクトとしてそれぞれ保持される。上記のビルは通信装置が収容される建物または設備であれば特に限られない。また、上記のケーブルは通信媒体が収容される設備であれば特に限られない。

[0013] 物理レイヤは、例えばネットワーク装置、通信ポート（port）、通信媒体である。本実施形態では、物理レイヤにおけるネットワーク装置、通信ポート、通信媒体は、装置オブジェクト、ポートオブジェクト、媒体オブジェクトとしてそれぞれ保持される。

[0014] 論理レイヤは例えば点オブジェクト、線又は面オブジェクトに対応する。本実施形態では、論理レイヤにおける通信の発生箇所又はその終端が点オブジェクトとして保持され、この点オブジェクト間の通信と、点オブジェクト間の通信可能範囲とが、線又は面オブジェクトとしてそれぞれ保持される。

なお、上記の物理レイヤおよび設備レイヤは、広義の物理レイヤに含まれる狭義の物理レイヤおよび設備レイヤと称してもよい。

[0015] （２） オペレータ（operator）は、障害が発生した通信パス（communica

tion pass) (障害パスと称されることがある) に対応する複数の線オブジェクトを指定して、故障状態を設定する。

[0016] (3) ネットワーク管理装置は、(2) で指定された線オブジェクトを構成する点オブジェクトを取得する。

[0017] (4) ネットワーク管理装置は、(3) で取得された点オブジェクトが有する、下位レイヤの点オブジェクトを繰り返し検索し、点オブジェクトが存在しない場合に処理を中断する。

(5) ネットワーク管理装置は、(4) での処理中断時までに得られた点オブジェクトが有するポートオブジェクトを取得する。

(6) ネットワーク管理装置は、(5) で取得されたポートオブジェクトに属する装置オブジェクトおよび媒体オブジェクトを検索する。

[0018] (7) ネットワーク管理装置は、(6) で取得された装置オブジェクトを含む(装置オブジェクトが収容される)ビルオブジェクトを取得する。

(8) ネットワーク管理装置は、(6) で取得された媒体オブジェクトを含む(媒体オブジェクトが収容される)ケーブルオブジェクトを取得する。

[0019] (9) ネットワーク管理装置は、(2) で指定された複数の線オブジェクトについて(3) ~ (8) の手順を実施し、線オブジェクトにより利用されるビルオブジェクト、ケーブルオブジェクト、装置オブジェクトおよび媒体オブジェクトを取得する。

[0020] (10) 線オブジェクトにより共通して利用されるビルオブジェクト、ケーブルオブジェクト、装置オブジェクトおよび媒体オブジェクトについて、他の線オブジェクトにより重複利用されるものがある。ネットワーク管理装置は、この重複利用の数(重複度)と、該当する設備、物理レイヤのオブジェクトを保持し、出力する。

[0021] (11) ネットワーク管理装置は、(10) で保持した設備および物理レイヤのオブジェクトを、それぞれの重複度に応じて強調表示する。

[0022] 次に、ネットワーク構成のオブジェクト化について説明する。ここでは、

設備レイヤのオブジェクト化の方法について説明する。このオブジェクト化については、例えば日本国特願2018-196853明細書およびPCT/JP2019/040978明細書にも記載されている。

[0023] 図1は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における設備レイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

図1に示されるように、設備レイヤの構成は、PS(Physical Structure), AS(Aggregate Section) Entityが適用されることにより、統一した形式で保持される。

[0024] 図1に示されるように、設備レイヤにおけるEntity名は、PSおよびASに区分される。

図1に示されるように、PSは収容ビル、マンホール(manhole)などの設備を意味する。PSに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) status : PS Entityの状態を示す属性(正常 : true, 故障 : false)

(2つ目) pdList : PS Entityが持つPD Entityの配列

(3つ目) AsList : PS Entityが持つAS Entityの配列

(4つ目) Position : PS Entityの位置を示す2次元座標

[0025] 図1に示されるように、AS(Aggregate Section)は、ケーブル、通信管路(communication line)、とう道(洞道)(cable tunnel/service tunnel)などを意味する。ASに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

[0026] (1つ目) status : AS Entityの状態を示す属性(正常 : true, 故障 : false)

(2つ目) plList : AS Entityが持つPL Entityの配列

(3つ目) position : ASの位置を示す2次元座標

設備レイヤのPSは上記のビルオブジェクトに対応し、設備レイヤのASは上記のケーブルオブジェクトに対応する。

[0027] 次に物理レイヤのオブジェクト化について説明する。

図2は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における物理レイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

図2に示されるように、物理レイヤの構成には、PD(Physical Device), PP(Physical Port), PL(Physical Link), PC(Physical Connector) Entityが適用されることにより、統一した形式で保持される。

[0028] 図2に示されるように、物理レイヤにおけるEntity名は、PD, PP, PL, PCに区分される。

図2に示されるように、PDは装置を意味する。PDに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) status : PDの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(2つ目) ppList : PDが持つPPの配列

(3つ目) position : PDの位置を示す2次元座標

[0029] PPは装置が有する通信ポートを意味する。PPに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) status : PPの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(2つ目) position : PDの位置を示す2次元座標

[0030] PLはケーブルの心線を意味する。PLに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) status : PLの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(2つ目) pcList : PLが持つPCの配列

[0031] PCはケーブルの接続用コネクタ (connector) を意味する。PCに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) status : PCの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(2つ目) ppList : PCが有するPPの配列

物理レイヤにおけるPDは上記の装置オブジェクトに対応し、物理レイヤにおけるPPは上記のポートオブジェクトに対応し、物理レイヤにおけるPL, PCは上記の媒体オブジェクトに対応する。

[0032] 次に論理レイヤのオブジェクト化について説明する。

図3および図4は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における論理レイヤのオブジェクト化の一例を表形式で示す図である。

図3および図4に示されるように、論理レイヤの構成は、TPE(Termination Point Encapsulation), NFD(Network Forwarding Domain), TL(Topological Link), FRE(Forwarding Relationship Encapsulation), LC(Link Connect), XC(Cross(X) Connect), NC(Network Connect)) Entityが適用されることにより、統一した形式で保持される。

[0033] 図4に示されるように、FRE Entityは、LC(Link Connect), XC(Cross(X) Connect), NC(Network Connect)) Entityに区分される。

[0034] TLは装置間の接続性(Logical Deviceレイヤ内)を意味する。TLに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) EndPointList : TL Entityを構成するTPE Entity配列

(2つ目) status : TL Entityの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

[0035] NFDは装置内の転送可能範囲(Logical Deviceレイヤ内)を意味する。NFDに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) endPointList : NFD Entityを構成するTPE Entity配列

(2つ目) Status : NFD Entityの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

[0036] TPEは通信の終端点を意味する。TPEに係る各種の「属性：説明」は以下のとおりである。

(1つ目) tpeRefList : 対応する下位レイヤのTPE Entityを持つTPE Entity

y配列(実施例では配列数 1)

(2 目) ppRefList : TPE Entityに対応するPP Entity配列(実施例では配列数 1)

(3 目) status : TPE Entityの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(4 目) layerName : レイヤ名

論理レイヤにおけるTLは上記の線オブジェクトに対応し、論理レイヤにおけるNFDは上記の線または面オブジェクトに対応し、論理レイヤにおけるTPEは上記の点オブジェクトに対応する。

[0037] FREのLCは装置間の接続性(通信レイヤ内)を意味する。LCに係る各種の「属性 : 説明」は以下のとおりである。

(1 目) endPointList : LC Entityを構成するTPE Entity配列

(2 目) status : LC Entityの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(3 目) layerName : レイヤ名

[0038] XCは装置内の接続性(通信レイヤ内)を意味する。XCに係る各種の「属性 : 説明」は以下のとおりである。

(1 目) endPointList : XC Entityを構成するTPE Entity配列

(2 目) status : XC Entityの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(3 目) layerName : レイヤ名

[0039] NCはLC, XCによって形成されるEnd-Endの接続性(通信レイヤ内)を意味する。XCに係る各種の「属性 : 説明」は以下のとおりである。

(1 目) endPointList : LC, XCを構成するTPE Entity配列

(2 目) status : NC Entityの状態を示す属性 (正常動作 : true, 異常動作 : false)

(3 目) userList : 加入者名を保持する文字列配列または、加入者名を取得するIF (interface) のURL (Uniform Resource Locator)

(4つ目) layerName : レイヤ名

論理レイヤにおけるLCおよびXCは上記の線または面オブジェクトに対応する。また、論理レイヤにおけるNCは、論理レイヤ上の始点と終点との間の全ての点オブジェクトが格納される点オブジェクト配列を有する通信オブジェクトに対応する。

[0040] 次に、設備Entityおよび物理Entityの適用事例について説明する。図5は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用される設備Entityおよび物理Entityの適用事例を示す図である。

図5に示されるように、Physical Resourceは、物理レイヤと設備レイヤに区分される。

[0041] 図5に示された例では、Physical Resourceの物理レイヤは、PD(NW装置)、PD(CTF(Cable termination Frame : 光ファイバ (optical fiber) 終端装置)、PL(心線)、PC(コネクタ)、PP(ポート)を有する。PD(NW装置)、PD(CTF)は、PP(ポート)を備え、PL(心線)の両端にはPC(コネクタ)が取り付けられる。

[0042] PD(NW装置)側のPP(ポート)がPL(心線)の一端のPC(コネクタ)に接続され、PD(CTF)側のPP(ポート)がPL(心線)の他端のPC(コネクタ)に接続されることで、PD(NW装置)とPD(CTF)が通信可能となる。PD(CTF)同士の接続についても同様である。

[0043] 図5に示された例では、Physical Resourceの設備レイヤは、PS(局ビル)、PD(NW装置)、PD(CTF)、Aggregate Section(ケーブル)を有する。

Aggregate SectionはPL(心線)を複数有するオブジェクトである。

[0044] PS(局ビル)内にはPD(NW装置)、PD(CTF)が設けられる。これにより、PS(局ビル)間が通信可能となる。例えば、1つ目のPS(局ビル)内のPD(CTF)と、2つ目のPS(局ビル)内のPD(CTF)とが、Aggregate Section(ケーブル)を介してPS(局ビル)通信可能となる。

[0045] 次に、物理Entityおよび論理Entityの適用事例について説明する。図6は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用される物理Entityおよび論理Entityの適用事例を示す図である。

図6に示された例では、Physical Resourceは物理レイヤを有し、Logical Resourceは、通信レイヤとLogical Deviceレイヤとを有する。Logical Deviceレイヤは、論理レイヤに対する下位レイヤでのオブジェクトに対応し、物理レイヤは、Logical Deviceレイヤに対する下位レイヤでのオブジェクトに対応する。図6に示された例では、物理レイヤでは、Physical DeviceのPP同士が、PLの一端および他端のPCと接続される。

対応する論理レイヤは、TPE, XCおよびLCを有し、Logical DeviceレイヤはTPE, NFD, TLを有する。図6では、あるレイヤでの点オブジェクトに対する下位レイヤにオブジェクトが矢印で示される。

[0046] 図6に示された例では、物理レイヤでのPhysical Deviceは、論理レイヤのXC、Logical DeviceレイヤのNFDにそれぞれ対応する。

図6に示された例では、Physical DeviceでのPPは、論理レイヤでのTPE、Logical DeviceレイヤでのTPEにそれぞれ対応する。PLに取り付けられるPCも同様である。

図6に示された例では、物理レイヤでのPLは、論理レイヤでのLC、Logical DeviceレイヤでのTLにそれぞれ対応する。また、図6に示された例では、論理レイヤでのXCおよびLCによって1つのNCが形成される。

[0047] 次にネットワーク構成のオブジェクト化の事例について説明する。図7は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成のオブジェクト化の一例を示す図である。

ここでは、2つの光リング（リングと称することがある）を実現するOTN(Optical Transport Network：光伝送網)ネットワークのネットワーク構成の設備、物理および論理レイヤを示す。なお、Logical Deviceレイヤについては割愛する。

[0048] 図7に示された例では、OTNが実現される論理レイヤでは、1つ目のリングにおいてTPE_OTN_1~4、FRE(LC)_OTN_1, 2を含むTPEとFRE(LC, XC, NC)が設けられる。

この論理レイヤでは、2つ目のリングにおいてTPE_OTN_5, 6、FRE(LC)_OTN

_3を含むTPEとFRE(LC, XC, NC)が設けられる。

[0049] 装置が実現される物理レイヤでは、1つ目のリングにおいてPP_OTN_1~4、PD_OTN_1~4とPL_OTN_1, 2を含むPP, PDおよびPLが設けられる。

この物理レイヤでは、2つ目のリングにおいてPP_OTN_5, 6、PD_OTN_5, 6、PL_OTN_3を含む、PP, PDおよびPLが設けられる。

設備が実現される設備レイヤでは、PS_A~F、AS_1~3を含むPS、ASが設けられる。

[0050] 論理レイヤのTPE_OTN_1~6は、物理レイヤのPP_OTN_1~6に1対1で対応する。

論理レイヤのFRE(LC)_OTN_1~3は物理レイヤのPL_OTN_1~3に1対1で対応する。このPL_OTN_1~3は、設備レイヤのAS_1~3に1対1で対応する。

物理レイヤのPD_OTN_1~4は設備レイヤのPS_B, C, A, Dに1対1で対応する。物理レイヤのPD_OTN_5, 6は設備レイヤのPS_A, Fに1対1で対応する。

[0051] 次に物理リソース検索に係る障害パスの指定の例を説明する。図8は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスの指定の一例を示す図である。

[0052] ここでは、図8に示されるように、OTN（論理レイヤ）上のFRE(LC)_OTN_1, 2, 3に障害が発生したと仮定する。本実施形態では、これらが3つの障害パスとして指定され、これらのパスにより利用される物理リソースであるビル、ケーブル、装置ケーブルが検索される。

なお、ケーブルであるAS_2, 3により収容される媒体はPL_OTN_2, 3である。

[0053] 図9は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスにより利用される物理リソースの検索の一例を示す図である。

障害パスにより利用される物理リソースは、下記の（1）～（6）により検索される。

（1） 物理リソース検索部15は、2つの障害パス(FRE(LC))を構成する

TPEを検索する。

(2) 物理リソース検索部 15 は、(1) で得られたTPEに対応するPPort (PP) を検索する。

(3) 物理リソース検索部 15 は、(2) で得られたPPortが属するPDを検索する。

(4) 物理リソース検索部 15 は、(3) で得られたPDが属するPSを検索する。

(5) 物理リソース検索部 15 は、(2) で得られたPPortが終端するPLを検索する。

(6) 物理リソース検索部 15 は、(5) で得られたPLが属するASを検索する。

[0054] 図 10 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスにより利用される物理リソースの検索結果の一例を表形式で示す図である。

図 9 に示された障害パスFRE(LC)_OTN_1, 2, 3により利用される物理リソースに係る、上記 (1) ~ (6) による検索結果は、下記の通りである。

[0055] ・ FRE(LC)_OTN_1に係る検索結果

(1) による検索結果 : TPE_OTN_1, 2

(2) による検索結果 : PP_OTN_1, 2

(3) による検索結果 : PD_OTN_1, 2

(4) による検索結果 : PS_B, C

(5) による検索結果 : PL_OTN_1

(6) による検索結果 : AS_1

[0056] ・ FRE(LC)_OTN_2に係る検索結果

(1) による検索結果 : TPE_OTN_3, 4

(2) による検索結果 : PP_OTN_3, 4

(3) による検索結果 : PD_OTN_3, 4

(4) による検索結果 : PS_A, D

(5) による検索結果 : PL_OTN_2

(6) による検索結果 : AS_2

[0057] ・ FRE(LC)_OTN_3に係る検索結果

(1) による検索結果 : TPE_OTN_5, 6

(2) による検索結果 : PP_OTN_5, 6

(3) による検索結果 : PD_OTN_5, 6

(4) による検索結果 : PS_A, F

(5) による検索結果 : PL_OTN_3

(6) による検索結果 : AS_2, 3

[0058] 次に、複数の障害パスにより共通(重複)して利用される物理リソースの検索について説明する。

図11は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスが共通する物理リソースの検索の一例を示す図である。図12は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置に適用されるネットワーク構成における障害パスが共通する設備リソースの検索結果の一例を表形式で示す図である。

ここでは、障害パスにより利用される物理、設備リソースのうち、複数の障害パスによる重複して利用されるPS, AS, PDが検索される。

[0059] 図11, 12に示された例では、PS_AとAS_2は2つの障害パスFRE(LC)_OTN_1, 2により利用される。ここでは、利用する主体である障害パスの数に対応した重複度(重複度2)が示される。

[0060] 次に、ネットワーク管理装置の構成について説明する。

図13は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置の機能構成例を示す図である。

図13に示された例では、ネットワーク管理装置10は、中央処理ユニット(Central Processing Unit: CPU)、プログラムメモリ(program memory)および演算用メモリなどが備えられたコンピュータ(computer)として構成することができ、図13に示されるように、この実施形態を実施するた

めに必要な機能として、設備情報登録部 1 1、Spec DB（データベース（data base）） 1 2、Entity DB 1 3、障害パスEntity取得部 1 4、物理リソース検索部 1 5 およびNW構成表示部 1 6 を有する。これらの処理は後述する。

[0061] 設備情報登録部 1 1、障害パスEntity取得部 1 4、物理リソース検索部 1 5 およびNW構成表示部 1 6 は、プログラムメモリに格納されたプログラムを上記CPUに実行させることにより実現され得る。Spec DB 1 2、Entity DB 1 3 は、不揮発性メモリ（non-volatile memory）などの記憶装置により実現され得る。NW構成表示部 1 6 は液晶ディスプレイ（liquid crystal display）などの表示装置が用いられることにより実現され得る。

なお、ネットワーク管理装置 1 0 はハードウェアにより構成され得るが、後述されるフローチャートに示された手順を備えるプログラムが、媒体もしくは通信回線を介してインストール（installation）された周知のコンピュータであって、このコンピュータとSpec DB 1 2、Entity DB 1 3 との組み合わせ、又はSpec DB 1 2、Entity DB 1 3 を有するコンピュータなどによっても実現可能である。ネットワーク管理装置 1 0 のハードウェア構成の詳細は後述する。

[0062] 次に、ネットワーク管理装置 1 0 の詳細について説明する。

まず設備情報（Spec（Specification（仕様））、Entity（実体））の登録について説明する。図 1 4 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による設備情報の登録の手順の一例を示すシーケンス図である。

まず、オペレータが管理画面に沿って設備情報（Spec）の登録に係る操作を行なうと、この設備情報（Spec）がSpec DB 1 2 に登録され、登録の結果コードが管理画面に返されてオペレータ側の表示画面に登録結果が返却される。

[0063] 次に設備情報のSpec（物理レイヤ）について説明する。図 1 5 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により保持される設備情報のSpec（設備レイヤおよび物理レイヤ）の一例を表形式で示す図である。

物理レイヤにおいて、装置名又はケーブル種別のような固有な情報である属性は、Spec（Specification）クラス（特性を示す属性を定義する）がイン

スタンス化された情報としてSpec DB 1 2 に保持される。具体的には以下のSpecクラスが定義される。

これらのSpecは主にNW構成の表示で利用される。

[0064] 設備レイヤにおける「Spec名：意味」は以下のとおりである。

- ・ PS Spec (Physical Structure Specification) : PS毎に固有な属性を定義
 - ・ AS Spec (Aggregate Section Specification) : AS毎に固有な属性を定義
- 物理レイヤにおける「Spec名：意味」は以下のとおりである。
- ・ PD Spec (Physical Device Specification) : PD毎に固有な属性を定義
 - ・ PP Spec (Physical Port Specification) : PP毎に固有な属性を定義
 - ・ PL Spec (Physical Link Specification) : PL毎に固有な属性を定義
 - ・ PC Spec (Physical Connector Specification) : PC毎に固有な属性を定義

[0065] 次に設備情報のSpec(論理レイヤ)について説明する。図 1 6 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により保持される設備情報のSpec(論理レイヤ)の一例を表形式で示す図である。

論理レイヤにおいて、レイヤの層毎に固有な属性(VLAN ID (Virtual LAN Identifier) , IPアドレス (Internet Protocol address) , 波長番号等)は、それぞれのSpecクラスがインスタンス化された情報としてSpec DB 1 2 に保持される。具体的には以下のSpecクラスが定義される。

[0066] 論理レイヤにおける「Spec名：意味」は以下のとおりである。

- ・ TL Spec (Topological Link Specification) : TL毎に固有な属性を定義
- ・ NFD Spec (Network Forwarding Domain Specification) : NFD毎に固有な属性を定義
- ・ TPE Spec (Termination Point Encapsulation Specification) : TPE毎に固有な属性を定義
- ・ NC Spec (Network Connection Specification) : NC毎に固有な属性を定義

- ・ LC Spec (Link Connect Specification) : LC毎に固有な属性を定義
- ・ XC Spec (Cross(X) Connect Specification) : XC毎に固有な属性を定義

[0067] 次にSpecクラス, Entityクラス (属性値が定義されるクラス) の利用方法について説明する。図 1 7 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるSpec, Entityクラスの利用の一例を示す図である。

図 1 7 に示されるように、レイヤに共通する属性と、その値は、Entityクラスがインスタンス化された情報としてEntity DB 1 3 に保持される。

Specクラスでの 1 個のSpecificationクラスは n 個のSpecCharacteristicクラス、および n 個のEntityクラスと対応付けられる。SpecCharacteristicクラスは後述のname, valueFrom, valueTo, Typeを含む。

Entityクラスは、「status: String」、「position(int, int)」を含む。1 個のEntityクラスは、n 個のCharacteristicValueクラス (Entityクラスの外部クラスであって、SpecCharacteristicクラスに規定された特性のうちいずれか 1 つが実在化された具体的な特性を格納するクラス) と対応付けられる。

CharacteristicValueクラスは、後述のCharacteristicName、Valueを含む。

[0068] レイヤに固有な属性名は、SpecCharacteristicクラス (Specificationクラスの外部クラス) がインスタンス化された情報としてSpec DB 1 2 に保持される。

[0069] レイヤに固有な属性値は、CharacteristicValueクラスがインスタンス化された情報としてSpec DB 1 2 に保持される。なお、属性名はSpecCharacteristicクラスで定義される。

[0070] 次にSpec DB, Entity DBのスキーマについて説明する。図 1 8 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のSpecificationテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

Spec DB 1 2 に保持されるSpecificationテーブルのスキーマ (カラム (column) 名 : 型) は以下の通りである (図 1 7 のSpecificationを参照)。

- ・ Entity : 外部キー (key)
- ・ SpecCharacteristic : 外部キー

[0071] 図 19 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のSpecCharacteristicテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

Spec DB 12 に保持されるSpecCharacteristicテーブルのスキーマ (カラム名 : 型) は以下の通りである (図 17 のSpecCharacteristicを参照)。

- ・ Name : String
- ・ ValueFrom : int
- ・ ValueTo : int
- ・ Type : String

[0072] 図 20 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のEntityテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

Entity DB 13 に保持されるEntityテーブルのスキーマ (カラム名 : 型) はEntityの定義に従う。

[0073] 図 21 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により規定される設備情報のCharacteristicValueテーブルのスキーマの一例を表形式で示す図である。

Entity DB 13 に保持されるCharacteristicValueテーブルのスキーマ (カラム名 : 型) は以下の通りである (図 17 のCharacteristicValueを参照)。

- [0074] ・ SpecCharacteristic (外部キー) : -
- ・ CharacteristicName : String
 - ・ value : String

[0075] 次にSpecの登録方法について説明する。

(1) 図 15, 16 に示された設備情報のSpecは、図 17 に示されたSpecificationとSpecCharacteristicの形式としてSpec DB 12 にテーブルとして作成される。例えば図 35 に示したPS Specは、図 17 に示されたSpecCharac

teristicテーブルが外部キーにより複数のテーブルとして管理される。このSpecCharacteristicテーブルは、name（特性の名前）、valueFrom（特性が許容する具体値の上限）、valueTo（特性が許容する具体値の下限）、type（特性の具体値の型）の4属性（図17参照）で構成される。

[0076] (2) 論理レイヤで固有な値がSpec DB 1 2に格納されるために必要な属性は、SpecCharacteristicのname属性（図17参照）に設定される。

 (3) このname属性が設定される型は、SpecCharacteristicのtype属性（図17参照）に設定される。

[0077] (4) 論理レイヤで固有な値がSpec DB 1 2に格納されるために必要な属性に値が設定されるための前提条件が必要な場合は、この条件はSpecCharacteristicのvalueFrom、valueTo属性（図17参照）に設定される。

[0078] 次にEntityの登録方法について説明する。

 (1) 図1～4に記載されたEntityの属性は、Entity DB 1 3にテーブルとして作成される。例えばPD, PP, PS Entity（図1, 2参照）であれば、状態、座標でなる2属性からなるスキーマによりテーブルが作成される。

 (2) 論理レイヤに共通な値は、Entity DB 1 3で対応するテーブルのレコード（record）に格納される。

[0079] (3) 論理レイヤで固有な値が格納されるために必要な属性では、対応するSpecのSpecCharacteristicのname属性に設定された属性名がCharacteristicValueのCharacteristicName属性に設定され、その値がCharacteristicValueのvalue属性に設定される（図17参照）。

[0080] 次に、障害箇所の入力などについて説明する。

 まず障害箇所の入力(ユースケース (use case))と機能部の対応関係について説明する。図22は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置における障害箇所の入力で機能する構成の一例を示す図である。

 図22に示されるように、障害箇所の入力では、設備情報登録部11と、Entity DB 1 3が機能する。

[0081] 次に障害パスEntity取得部14による処理について説明する。

(1) 障害パスEntity取得部14は、障害パスを、例えばオペレータがネットワーク構成の表示画面においてNW構成表示部16により表示された描画オブジェクトから、キーボード(keyboard)またはマウス(mouse)などの入力装置に対する操作に応じて、複数の障害パスをGUI(Graphical User Interface)を介して指定できる。

(2) 障害パスEntity取得部14は、指定された複数の障害パスの描画オブジェクトのうち1つについてEntity DB13から各Entityに固有のEntity IDを取得する。

(3) 障害パスEntity取得部14は、この取得したEntity IDによりEntity DB13にアクセス(access)し、障害パスに対応するEntity(以下、障害パスEntityと称されることがある)を取得する。

[0082] 次に、障害パスにより利用される物理リソースの検索について説明する。

図23は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置における物理リソース検索で機能する構成の一例を示す図である。

図23に示されるように、物理リソースの検索では、Entity DB13、障害パスEntity取得部14、物理リソース検索部15が機能する。

[0083] 次に、障害パスが入力されてから、障害パスにより利用される物理リソースが検索されるまでの処理を説明する。

図24は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による障害パスの入力から物理および設備リソースの検索までの処理手順の一例を示すフローチャートである。

物理リソース検索部15は、インデックス「 $i=1$ 」を設定し、条件「 $i<$ 障害パスEntity ID配列長」が満たされるまで、以下のS11～S16の処理を行なう。

物理リソース検索部15は、障害パスEntityを、障害パスEntity ID[i]に対応するEntity DB13から取得する(S11)。S11は障害パスの入力に該当する。

[0084] 物理リソース検索部15は、S11で取得された障害パスEntityに対応す

るPP EntityをEntity DB 1 3から取得する（S 1 2）。

物理リソース検索部 1 5 は、S 1 2 で取得されたPP Entityを有するPD, PL EntityをEntity DB 1 3から取得する（S 1 3）。

物理リソース検索部 1 5 は、S 1 3 で取得されたPD Entityを有するPS EntityをEntity DB 1 3から取得する（S 1 4）。

[0085] 物理リソース検索部 1 5 は、S 1 3 で取得されたPL Entityを有するAS EntityをEntity DB 1 3から取得する（S 1 5）。S 1 2 からS 1 5 の処理は、障害パスにより利用される物理リソース検索に該当する。これらS 1 2 からS 1 5 の処理の詳細は後述する。

物理リソース検索部 1 5 は、S 1 3 からS 1 5 で取得されたPD, PS, AS Entityを障害箇所Entity配列に格納する（S 1 6）。

S 1 6 の後、インデックスに係る上記の条件が満たされないときは、物理リソース検索部 1 5 は、インデックス「 $i=i+1$ 」を設定してS 1 1に戻る。条件が満たされたときは処理が終了する。

[0086] 次に、障害箇所Entity配列の型について説明する。図 2 5 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により適用される障害箇所Entityの配列の型の一例を表形式で示す図である。

障害箇所Entityの配列の障害パスEntity名、PS EntityList(配列)、AS EntityList(配列)およびPD EntityList(配列)の型は下記のとおりである。

- [0087] (1) 障害パスEntity名 : Object型
 (2) PS EntityList(配列) : PS Entity型(配列)
 (3) AS EntityList(配列) : AS Entity型(配列)
 (4) PD EntityList(配列) : PD Entity型(配列)

[0088] 次に、S 1 2 の詳細として、PP Entityの検索について説明する。図 2 6 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるPP Entityの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

物理リソース検索部 1 5 は、障害パスEntity(LC or NC)が有するendPointListをEntity DB 1 3から取得する（S 1 2 a）。なお、S 1 2 aにおいて、

オペレータによる入力操作により障害パスEntity(XC)が指定されて、物理リソース検索部15は、この障害パスEntity(XC)が有するendPointListをEntity DB13から取得してもよい。

物理リソース検索部15は、インデックス「i=1」を設定し、条件「i < endPointList配列長」が満たされるまで、以下のS12b～S12dの処理を行なう。

[0089] 物理リソース検索部15は、endPointList配列のインデックスiからTPE EntityのインスタンスをEntity DB13から取得し、この取得したインスタンスをtpeインスタンス（TPE Entityのインスタンス）変数に格納するe（S12b）。

[0090] 物理リソース検索部15は、TPE Entityのインスタンスが有するtpeRefList属性が空(NULL)か否かを判定する（S12c）。

S12cでYesのときは、物理リソース検索部15は、tpeインスタンス変数が有するendPointList[i]配列からTPE EntityのインスタンスをEntity DB13から取得し、この取得したインスタンスをtpeインスタンス変数に格納する（S12d）。

S12dの後、上記の条件が満たされないときは、物理リソース検索部15は、インデックス「i=i+1」を設定してS12bに戻る。

[0091] S12cでNoのときは、物理リソース検索部15は、tpeインスタンス変数が有するppRefList[i]配列からPP Entityのインスタンス（PPインスタンスと称することもある）をEntity DB13から取得し、この取得したインスタンスをpPort（ppインスタンス変数）に格納する（S12e）。

S12dの後で上記条件が満たされたとき、またはS12eの後には、物理リソース検索部15は、pPortをS13に返却し（S12f）、処理が終了する。

[0092] 次に、S13の詳細として、S12で検索されたPP Entityを有するPD, PL Entityの検索について説明する。図27は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるPD, PL Entityの検索の処理手順の一例を示すフロー

チャートである。

物理リソース検索部 15 は、S 12 で検索された PP Entity を pp インスタンス変数に格納する (S 13 a)。

物理リソース検索部 15 は、PD Entity が有する PP Entity の配列 (pd.ppList 配列 (図 2 参照)) の 1 レコードを Entity DB 13 から取り出して、pd インスタンス (PD Entity のインスタンス) 変数に格納する。

[0093] そして、物理リソース検索部 15 は、S 12 で検索された PP インスタンスが pd.ppList 配列に含まれるか否かを判定する (S 13 b)。

S 13 b で Yes であれば、物理リソース検索部 15 は、PP インスタンスを有する PD インスタンスを pdList 配列に格納する (S 13 c)。S 13 b で No であれば、pd.ppList 配列の別のレコードに係る S 13 b に移る。

[0094] S 13 c の後、条件「pd!=NULL」が満たされるまで、つまり判定対象の pd.ppList 配列のレコードが無くなるまで、pd.ppList 配列の各レコードについて S 13 b、S 13 c が繰り返される。これにより、PP Entity を有する PD Entity の検索がなされる。

[0095] S 13 c の後で上記条件「pd!=NULL」が満たされたときは、物理リソース検索部 15 は、PC Entity が有する PP Entity の配列 (pc.ppList 配列 (図 2 参照)) の 1 レコードを Entity DB 13 から取り出して、pc インスタンス (PC Entity のインスタンス) 変数に格納する。

[0096] そして、物理リソース検索部 15 は、pp インスタンスが pc.ppList 配列に含まれるか否かを判定する (S 13 d)。

S 13 d で Yes であれば、物理リソース検索部 15 は、PP インスタンスを有する PC インスタンスを pcList 配列に格納する (S 13 e)。S 13 d で No であれば、pc.ppList 配列の別のレコードに係る S 13 d に移る。

[0097] S 13 e の後、物理リソース検索部 15 は、PL Entity が有する PC Entity の配列 (pl.pcList 配列 (図 2 参照)) の 1 レコードを Entity DB 13 から取り出して、pl インスタンス (PL Entity のインスタンス) 変数に格納する。

[0098] そして、物理リソース検索部 15 は、pc インスタンスが pl.pcList 配列に含

まれるか否かを判定する（S 1 3 f）。

S 1 3 f で Y e s であれば、物理リソース検索部 1 5 は、PC インスタンスを有する PL インスタンスを plList 配列に格納する（S 1 3 g）。S 1 3 f で N o であれば、pl.pcList 配列の別のレコードに係る S 1 3 f に移る。

[0099] S 1 3 g の後、条件「pl!=NULL」が満たされるまで、つまり判定対象の pl.pcList 配列のレコードが無くなるまで、pl.pcList 配列の各レコードについて S 1 3 f、S 1 3 g が繰り返される。これにより、PC Entity を有する PL Entity の検索がなされる。

PP Entity を有する PC Entity の検索と、この PC Entity を有する PL Entity の検索がそれぞれ行われることで、結果的に、PP Entity を有する PL Entity の検索がなされる。

S 1 3 g の後で上記条件「pl!=NULL」が満たされたときは、条件「pc!=NULL」、が満たされるまで、つまり判定対象の pc.ppList 配列のレコードが無くなるまで、pc.ppList 配列の各レコードについて S 1 3 d、S 1 3 e が繰り返される。これにより、PP Entity を有する PC Entity の検索がなされる。

[0100] 条件「pc!=NULL」が満たされたときは、物理リソース検索部 1 5 は、S 1 3 c での格納後の pdList を S 1 4 および S 1 6 に返却し、S 1 3 g での格納後の plList を S 1 5 に返却し（S 1 3 h）、処理が終了する。

[0101] 次に、S 1 4 の詳細として、S 1 3 で検索された PD Entity が有する PS Entity の検索について説明する。図 2 8 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による PS Entity の検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

物理リソース検索部 1 5 は、S 1 3 で検索された pdList の 1 レコードを取り出して pd インスタンス変数に格納する。

物理リソース検索部 1 5 は、PS Entity が有する PD Entity の配列（ps.pdList 配列（図 1 参照））の 1 レコードを Entity DB 1 3 から取り出して、ps インスタンス（PS Entity のインスタンス）変数に格納する。

[0102] そして、物理リソース検索部 1 5 は、pd インスタンスが ps.pdList 配列に含

まれるか否かを判定する（S 1 4 a）。

S 1 4 aでY e sであれば、物理リソース検索部 1 5は、PDインスタンスを有するPSインスタンスをpsList配列に格納する（S 1 4 b）。S 1 4 bでN oであれば、ps.pdList配列の別のレコードに係るS 1 4 aに移る。

[0103] S 1 4 bの後、条件「ps!=NULL」が満たされるまで、つまり判定対象のps.pdList配列のレコードが無くなるまで、ps.pdList配列の各レコードについてS 1 4 a、S 1 4 bが繰り返される。

[0104] S 1 4 bの後で上記条件「ps!=NULL」が満たされたときは、条件「pd!=NULL」が満たされるまで、つまり対象のpdListのレコードが無くなるまで、pdListの各レコードについてS 1 4 a、S 1 4 bが繰り返される。これにより、PD Entityを有するPS Entityの検索がなされる。

条件「pd!=NULL」が満たされたときは、物理リソース検索部 1 5は、psListをS 1 6に返却し（S 1 4 c）、処理が終了する。

[0105] 次に、S 1 5の詳細として、S 1 3で検索されたPL Entityを有するAS Entityの検索について説明する。図 2 9は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置によるAS Entityの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

物理リソース検索部 1 5は、S 1 3で検索されたplList Entityをplインスタンス変数に格納する（S 1 5 a）。

物理リソース検索部 1 5は、AS Entityが有するPL Entityの配列（as.plList配列）の1レコードをEntity DB 1 3から取り出して、asインスタンス（AS Entityのインスタンス）変数に格納する。

[0106] そして、物理リソース検索部 1 5は、plインスタンスがas.plList配列に含まれるか否かを判定する（S 1 5 b）。

S 1 5 bでY e sであれば、物理リソース検索部 1 5は、PLインスタンスを有するASインスタンスをasList配列に格納する（S 1 5 c）。S 1 5 cでN oであれば、as.plList配列の別のレコードに係るS 1 5 bに移る。

[0107] S 1 5 cの後、条件「as!=NULL」が満たされるまで、つまり判定対象のas.

plList配列のレコードが無くなるまで、as.plList配列の各レコードについて S 1 5 b、S 1 5 c が繰り返される。

[0108] S 1 5 c の後で上記条件「as!=NULL」が満たされたときは、物理リソース検索部 1 5 は、asListを S 1 6 に返却し（S 1 5 d）、処理が終了する。これにより、PL Entityを有するAS Entityの検索がなされる。そして、上記のように S 1 6 として、物理リソース検索部 1 5 は、S 1 3 から S 1 5 で取得されたpdList, psListおよびasListを障害箇所Entity配列に格納する。

[0109] 次に、複数の障害パスにより共通して利用される物理リソースの検索について説明する。図 3 0 は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置による共通利用される物理リソースの検索の処理手順の一例を示すフローチャートである。

物理リソース検索部 1 5 は、S 1 6 で格納された障害箇所Entity配列をEntity DB 1 3 から取得する（S 2 1）。

物理リソース検索部 1 5 は、インデックス「j=1」、「i=1」をそれぞれ設定し、上記取得した障害箇所Entity配列のうち処理対象の配列の要素jが空になる条件と、上記取得した障害箇所Entity配列のうち処理対象の配列の要素iが空になる条件が満たされるまで、以下の S 2 2 ~ 2 4 が繰り返される。

[0110] i と j が同一でなければ（S 2 2 の N o）、物理リソース検索部 1 5 は、障害箇所Entity配列の要素iとjに対応するPD, PS, AS EntityList配列において、それぞれの要素に同じ要素があるか否かを判定する（S 2 3）。

S 2 3 で Y e s のときは、物理リソース検索部 1 5 は、同一の要素と判定されたEntityと、このEntityに係る重複度を、処理対象の重複Entity配列に格納する（S 2 4）。

S 2 4 の後、S 2 3 で N o のとき、または S 2 2 で Y e s のときで、インデックスiに係る上記の条件が満たされないときは、物理リソース検索部 1 5 は、インデックス「i=i+1」を設定して、S 2 2 に戻る。

インデックスiに係る上記の条件が満たされた一方で、インデックスjに係る上記の条件が満たされないときは、物理リソース検索部 1 5 は、インデッ

クス「 $j=j+1$ 」を設定して、S 2 2に戻る。

[0111] S 2 4の後、インデックス j に係る上記の条件とインデックス i に係る上記の条件が満たされたときは、物理リソース検索部 1 5は、同一の要素と判定されたEntityと、このEntityに係る重複度が格納された重複Entity配列を返却し、処理が終了する。これにより、複数の障害パスにより共通して利用される物理リソースの検索がなされる。

[0112] 図 3 1は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により適用される重複Entityの配列の型の一例を表形式で示す図である。

重複Entity配列の重複Entity、重複度の型は下記のとおりである。

[0113] (1) 重複Entity : Object

(2) 重複度 : Int

[0114] 図 3 2は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置により適用される障害箇所Entityの配列の一例を表形式で示す図である。

図 3 2に示される障害箇所Entity配列における配列index「1」に係る障害パスEntity名、PS EntityList、AS EntityList、PD EntityListは下記のとおりである。

[0115] 障害パスEntity名 : FRE_LC(OTN)_2

PS EntityList : PS_A, PS_D

AS EntityList : AS_2

PD EntityList : PD_OTN_3, PD_OTN_4

[0116] 図 3 2に示される障害箇所Entity配列における配列index「2」に係る障害パスEntity名、PS EntityList、AS EntityList、PD EntityListは下記のとおりである。

[0117] 障害パスEntity名 : FRE_LC(OTN)_3

PS EntityList : PS_A, PS_F

AS EntityList : AS_2

PD EntityList : PD_OTN_5, PD_OTN_6

[0118] この例では、PS EntityList、AS EntityList について、配列index「1」

、「2」の間でPS_AとAS_2がそれぞれ重複しており（図32中のa, b参照）、これらが複数の障害パス（FRE_LC(OTN)_2、FRE_LC(OTN)_3）により共通して利用される物理リソースに該当する。なお、上記の例で、PD EntityListについては配列index「1」、「2」の間で重複しない（図32中のc参照）。

[0119] NW構成表示部16は、S12～S15にて物理リソース検索部15により検索された物理リソースに対応する描画オブジェクトを、ネットワーク構成における他のリソースに対応する描画オブジェクトに対して区別されるように、画面上に、例えば色を区別して強調表示する。

[0120] 例えば、NW構成表示部16は、ネットワーク構成における設備レイヤおよび物理レイヤの全てのEntityをEntity DB13から取得し、全てのEntityに対応したSpec情報をSpec DB12からSpec配列として取得する。

[0121] NW構成表示部16は、各Entityの位置を示す2次元座標（図1～3参照）をEntity DB13から取得し、画面における、この取得された座標に対応する位置に設備レイヤおよび物理レイヤの描画オブジェクトを表示する。なお、オブジェクトの座標情報に基づく描画については日本国特願2018-034981明細書にも記載されている。

[0122] ここで、NW構成表示部16は、上記2次元座標のうち、S16で障害箇所Entity配列に格納されたPD, PS, AS Entityの位置を示す2次元座標を取得し、この位置における描画オブジェクトについては、他のオブジェクトと区別されるように、例えば赤色にて強調表示する。

[0123] また、NW構成表示部16は、上記描画オブジェクトのうち、上記の、複数の障害パスにより利用される物理リソース（物理レイヤおよび設備レイヤ）に対応する描画オブジェクトについては、他のオブジェクトと区別されるように、例えば青色にて強調表示することができる。また、重複度の大小に応じて、強調表示される色が区別されてもよい。

[0124] 図33は、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

図33に示された例では、上記の実施形態に係るネットワーク管理装置10は、例えばサーバコンピュータ（server computer）またはパーソナルコンピュータ（personal computer）により構成され、CPU等のハードウェアプロセッサ（hardware processor）111Aを有する。そして、このハードウェアプロセッサ111Aに対し、プログラムメモリ（program memory）111B、データメモリ（data memory）112、入出力インタフェース（interface）113及び通信インタフェース114が、バス（bus）120を介して接続される。

[0125] 通信インタフェース114は、例えば1つ以上の無線の通信インタフェースユニットを含んでおり、通信ネットワークNWとの間で情報の送受信を可能にする。無線インタフェースとしては、例えば無線LAN（Local Area Network）などの小電力無線データ通信規格が採用されたインタフェースが使用される。

[0126] 入出力インタフェース113には、ネットワーク管理装置10に付設される、オペレータ（operator）用の入力デバイス20（device）および出力デバイス30が接続される。

入出力インタフェース113は、キーボード、タッチパネル（touch panel）、タッチパッド（touchpad）、マウス（mouse）等の入力デバイス20を通じてオペレータにより入力された操作データを取り込むとともに、出力データを液晶または有機EL（Electro Luminescence）等が用いられた表示デバイスを含む出力デバイス30へ出力して表示させる処理を行なう。なお、入力デバイス20および出力デバイス30には、ネットワーク管理装置10に内蔵されたデバイスが使用されてもよく、また、ネットワーク（network）NWを介してネットワーク管理装置10と通信可能である他の情報端末の入力デバイスおよび出力デバイスが使用されてもよい。

[0127] プログラムメモリ111Bは、非一時的な有形の記憶媒体として、例えば、HDD（Hard Disk Drive）またはSSD（Solid State Drive）等の随時書込みおよび読出しが可能な不揮発性メモリ（non-volatile memory）と、R

OM (Read Only Memory) 等の不揮発性メモリとが組み合わせて使用されたもので、一実施形態に係る各種制御処理を実行する為に必要なプログラムが格納されている。

[0128] データメモリ 112 は、有形の記憶媒体として、例えば、上記の不揮発性メモリと、RAM (Random Access Memory) 等の揮発性メモリ (volatile memory) とが組み合わせて使用されたもので、各種処理が行なわれる過程で取得および作成された各種データが記憶される為に用いられる。

[0129] 本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置 10 は、ソフトウェア (software) による処理機能部として、図 13 に示される設備情報登録部 11、Spec DB 12、Entity DB 13、障害パス Entity 取得部 14、物理リソース検索部 15、NW 構成表示部 16 を有するデータ処理装置として構成され得る。

[0130] Spec DB 12 および Entity DB 13 は、図 33 に示されたデータメモリ 112 が用いられることで構成され得る。ただし、これらの領域はネットワーク管理装置 10 内に必須の構成ではなく、例えば、USB (Universal Serial Bus) メモリなどの外付け記憶媒体、又はクラウド (cloud) に配置されたデータベースサーバ (database server) 等の記憶装置に設けられた領域であってもよい。

[0131] 上記の設備情報登録部 11、障害パス Entity 取得部 14、物理リソース検索部 15、NW 構成表示部 16 の各部における処理機能部は、いずれも、プログラムメモリ 111B に格納されたプログラムを上記ハードウェアプロセッサ 111A により読み出させて実行させることにより実現され得る。なお、これらの処理機能部の一部または全部は、特定用途向け集積回路 (ASIC (Application Specific Integrated Circuit)) または FPGA (Field-Programmable Gate Array) などの集積回路を含む、他の多様な形式によって実現されてもよい。

[0132] 以上説明したように、本発明の一実施形態に係るネットワーク管理装置は、通信ネットワークの論理レイヤ上で障害が発生したときに、障害パスに対応する、物理レイヤおよび設備レイヤのオブジェクトを検索することで、障

害原因となる設備の候補を特定することができる。

[0133] また、ネットワーク管理装置は、複数のパスでの障害が発生したときに、複数の障害パスにより共通して利用される、物理レイヤおよび論理レイヤのオブジェクトを検索することもできる。

[0134] また、各実施形態に記載された手法は、計算機（コンピュータ）に実行させることができるプログラム（ソフトウェア手段）として、例えば磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク（Floppy disk）、ハードディスク等）、光ディスク（optical disc）（CD-ROM、DVD、MO等）、半導体メモリ（ROM、RAM、フラッシュメモリ（Flash memory）等）等の記録媒体に格納し、また通信媒体により伝送して頒布され得る。なお、媒体側に格納されるプログラムには、計算機に実行させるソフトウェア手段（実行プログラムのみならずテーブル、データ構造も含む）を計算機内に構成させる設定プログラムをも含む。本装置を実現する計算機は、記録媒体に記録されたプログラムを読み込み、また場合により設定プログラムによりソフトウェア手段を構築し、このソフトウェア手段によって動作が制御されることにより上述した処理を実行する。なお、本明細書でいう記録媒体は、頒布用に限らず、計算機内部あるいはネットワークを介して接続される機器に設けられた磁気ディスク、半導体メモリ等の記憶媒体を含むものである。

[0135] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

符号の説明

[0136] 1 1 …設備情報登録部

1 2 …Spec DB (データベース)

1 3 …Entity DB

1 4 …障害パスEntity取得部

1 5 …物理リソース検索部

1 6 …NW構成表示部

請求の範囲

[請求項1] ネットワーク構成の論理レイヤに関する情報オブジェクトと物理レイヤに関する情報オブジェクトと当該物理レイヤに関する情報オブジェクトが収容されるオブジェクトである設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係を示す情報を格納する格納装置と、

 前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得する取得部と、

 前記格納装置に格納される前記設備レイヤに関する情報オブジェクトのうち、前記取得部により取得された、前記障害の発生経路に関する情報オブジェクトに対応付けられる前記設備レイヤおよび前記物理レイヤに関する情報オブジェクトを、障害原因となる設備の候補として検索する検索部と、

 を備えたネットワーク管理装置。

[請求項2] 前記設備レイヤに関する情報オブジェクトは、通信装置が収容される設備を示す第1のオブジェクト、通信媒体が収容される設備を示す第2のオブジェクトを含み、

 前記物理レイヤに関する情報オブジェクトは、通信装置に取り付けられる通信ポートを示すポートオブジェクト、前記通信ポートを有する通信装置を示す装置オブジェクト、前記通信ポートに接続可能な通信媒体を示す媒体オブジェクトを含み、

 前記論理レイヤに関する情報オブジェクトは、通信の発生箇所又は終端を示す複数の点オブジェクト、および当該点オブジェクトを含む線オブジェクトを含み、

 前記論理レイヤに関する情報オブジェクトと前記物理レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係は、前記点オブジェクトと前記ポートオブジェクトとの対応関係を含み、

 前記物理レイヤに関する情報オブジェクトと前記設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係は、前記装置オブジェクトと前記第

1 のオブジェクトとの対応関係、および前記媒体オブジェクトと前記第2のオブジェクトとの対応関係を含み、

前記検索部は、

前記障害の発生経路に対応する、前記論理レイヤにおける線オブジェクトを終端する前記点オブジェクトを検索し、

前記検索した点オブジェクトに対応する、前記物理レイヤにおける前記ポートオブジェクトを検索し、

前記ポートオブジェクトに属する前記装置および媒体オブジェクトを検索し、

前記装置オブジェクトが収容される、前記設備レイヤにおける前記第1のオブジェクトを検索し、

前記媒体オブジェクトが収容される、前記設備レイヤにおける前記第2のオブジェクトを検索し、

前記検索した第1および第2のオブジェクトを前記障害原因となる設備の候補として特定する、

請求項1に記載のネットワーク管理装置。

[請求項3]

前記取得部は、

前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の複数の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得し、

前記検索部は、

前記検索した情報オブジェクトにおいて、前記障害の2つ以上の発生経路に関する情報オブジェクトに共通して対応付けられる情報オブジェクトを検索する、

請求項1または2に記載のネットワーク管理装置。

[請求項4]

前記検索部により検索された、前記障害の2つ以上の発生経路に関する情報オブジェクトに共通して対応付けられる情報オブジェクトを、他の情報オブジェクトに対して強調表示する表示処理部をさらに備える、

請求項3に記載のネットワーク管理装置。

[請求項5]

ネットワーク構成の論理レイヤに関する情報オブジェクトと物理レイヤに関する情報オブジェクトと当該物理レイヤに関する情報オブジェクトが収容されるオブジェクトである設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係が示される情報が格納される格納装置を有するネットワーク管理装置により行なわれるネットワーク管理方法であって、

前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得することと、

前記格納装置に格納される前記設備レイヤに関する情報オブジェクトのうち、前記取得された、前記障害の発生経路に関する情報オブジェクトに対応付けられる前記設備レイヤおよび前記物理レイヤに関する情報オブジェクトを、障害原因となる設備の候補として検索することと、

を備えるネットワーク管理方法。

[請求項6]

前記設備レイヤに関する情報オブジェクトは、通信装置が収容される設備を示す第1のオブジェクト、通信媒体が収容される設備を示す第2のオブジェクトを含み、

前記物理レイヤに関する情報オブジェクトは、通信装置に取り付けられる通信ポートを示すポートオブジェクト、前記通信ポートを有する通信装置を示す装置オブジェクト、前記通信ポートに接続可能な通信媒体を示す媒体オブジェクトを含み、

前記論理レイヤに関する情報オブジェクトは、通信の発生箇所又は終端を示す複数の点オブジェクト、および当該点オブジェクトを含む線オブジェクトを含み、

前記論理レイヤに関する情報オブジェクトと前記物理レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係は、前記点オブジェクトと前記ポートオブジェクトとの対応関係を含み、

前記物理レイヤに関する情報オブジェクトと前記設備レイヤに関する情報オブジェクトとの対応関係は、前記装置オブジェクトと前記第1のオブジェクトとの対応関係、および前記媒体オブジェクトと前記第2のオブジェクトとの対応関係を含み、

前記検索することは、

前記障害の発生経路に対応する、前記論理レイヤにおける線オブジェクトを終端する前記点オブジェクトを検索することと、

前記検索した点オブジェクトに対応する、前記物理レイヤにおける前記ポートオブジェクトを検索することと、

前記ポートオブジェクトに属する前記装置および媒体オブジェクトを検索することと、

前記装置オブジェクトが収容される、前記設備レイヤにおける前記第1のオブジェクトを検索することと、

前記媒体オブジェクトが収容される、前記設備レイヤにおける前記第2のオブジェクトを検索することと、

前記検索した第1および第2のオブジェクトを前記障害原因となる設備の候補として特定することを含む、

請求項5に記載のネットワーク管理方法。

[請求項7]

前記取得することは、

前記ネットワーク構成の論理レイヤにおける障害の複数の発生経路に関する情報オブジェクトを、前記格納装置から取得することを含み、

前記検索することは、

前記検索した情報オブジェクトにおいて、前記障害の2つ以上の発生経路に関する情報オブジェクトに共通して対応付けられる情報オブジェクトを検索することを含む、

請求項5に記載のネットワーク管理方法。

[請求項8]

請求項1乃至4のいずれか1項に記載のネットワーク管理装置の前

記各部としてプロセッサを機能させるネットワーク管理処理プログラム。

[図1]

レイヤ 種別	Entity名	意味	属性	説明
設備	PS (Physical Structure)	収容ビル、 マンホールなどの設備	status	PS Entityの状態を示す属性 正常:true, 故障:false
			pdList	PS Entityが持つPD Entityの配列
			asList	PS Entityが持つAS Entityの配列
			position	PS Entityの位置を示す2次元座標
	AS (Aggregate Section)	ケーブル、管路、とう道	status	AS Entityの状態を示す属性 正常:true, 故障:false
			plList	AS Entityが持つPL Entityの配列
			position	AS Entityの位置を示す2次元座標

[図2]

レイヤ 種別	Entity名	意味	属性	説明
物理	PD (Physical Device)	装置	status	PD Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			ppList	PD Entityが持つPP Entityの配列
			position	PD Entityの位置を示す2次元座標
	PP (Physical Port)	装置が持つ通信ポート	status	PP Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			position	PD Entityの位置を示す2次元座標
	PL (Physical Link)	ケーブルの心線	status	PL Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			pcList	PL Entityが持つPC Entityの配列
	PC (Physical Connector)	ケーブルの 接続用コネクタ	status	PC Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			ppList	PC Entityが持つPP Entityの配列

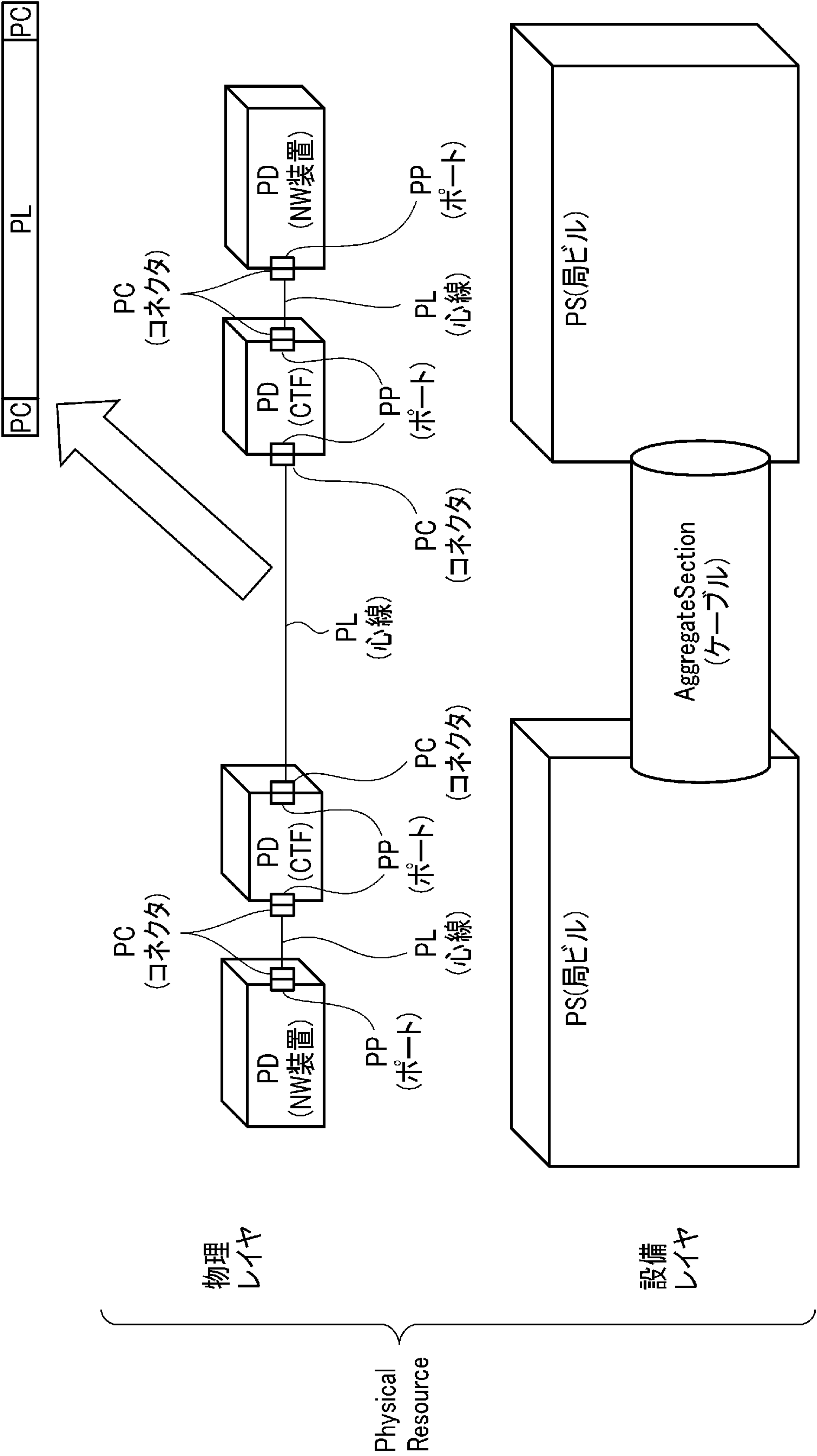
[図3]

レイヤ 種別	Entity名	意味	属性	説明
論理 (Logical Device レイヤ)	TL (Topological Link)	装置間の接続性 (LogicalDeviceレイヤ内)	endPointList	TL Entityを構成する TPE Entityの配列
			status	TL Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
	NFD (Network Forwarding Domain)	装置内の転送可能範囲 (LogicalDeviceレイヤ内)	endPointList	NFD Entityを構成する TPE Entityの配列
			status	NFD Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
	TPE (Termination Point Encapsulation)	通信の終端点	tpeRefList	対応する下位レイヤの TPE Entityを持つTPE Entityの 配列(実施例では配列数1)
			ppRefList	TPE Entityに対応する PP Entityの配列 (実施例では配列数1)
			status	TPE Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			layerName	レイヤ名

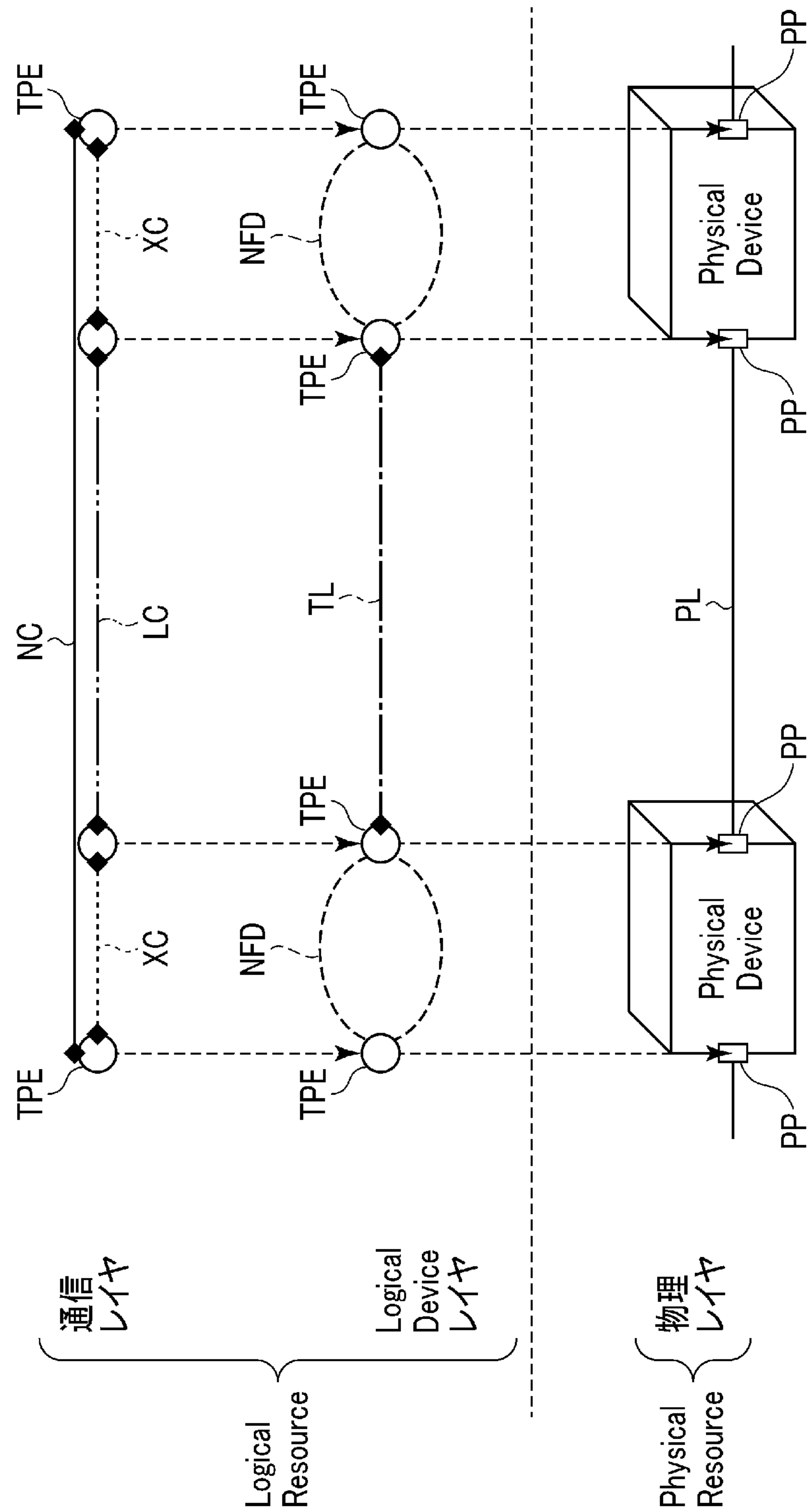
[図4]

レイヤ 種別	Entity名	意味	属性	説明
論理 (通信レイヤ)	FRE (Forwarding Relationship Encapsulation)	LC (Link Connect)	装置間の接続性 (通信レイヤ内)	LC Entityを構成する TPE Entityの配列
			status	LC Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			layerName	レイヤ名
	XC (Cross(X) Connect)	装置間の接続性 (通信レイヤ内)	装置間の接続性 (通信レイヤ内)	XC Entityを構成する TPE Entityの配列
			status	XC Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			layerName	レイヤ名
	NC (Network Connect)	LC, XCによって形成 されるEnd-Endの 接続性 (通信レイヤ内)	装置間の接続性 (通信レイヤ内)	LC, XC Entityを構成する TPE Entityの配列
			status	NC Entityの状態を示す属性 正常動作:true, 異常動作:false
			userList	加入者名を保持する文字列配列 または、加入者名を取得するIFのURL
			layerName	レイヤ名

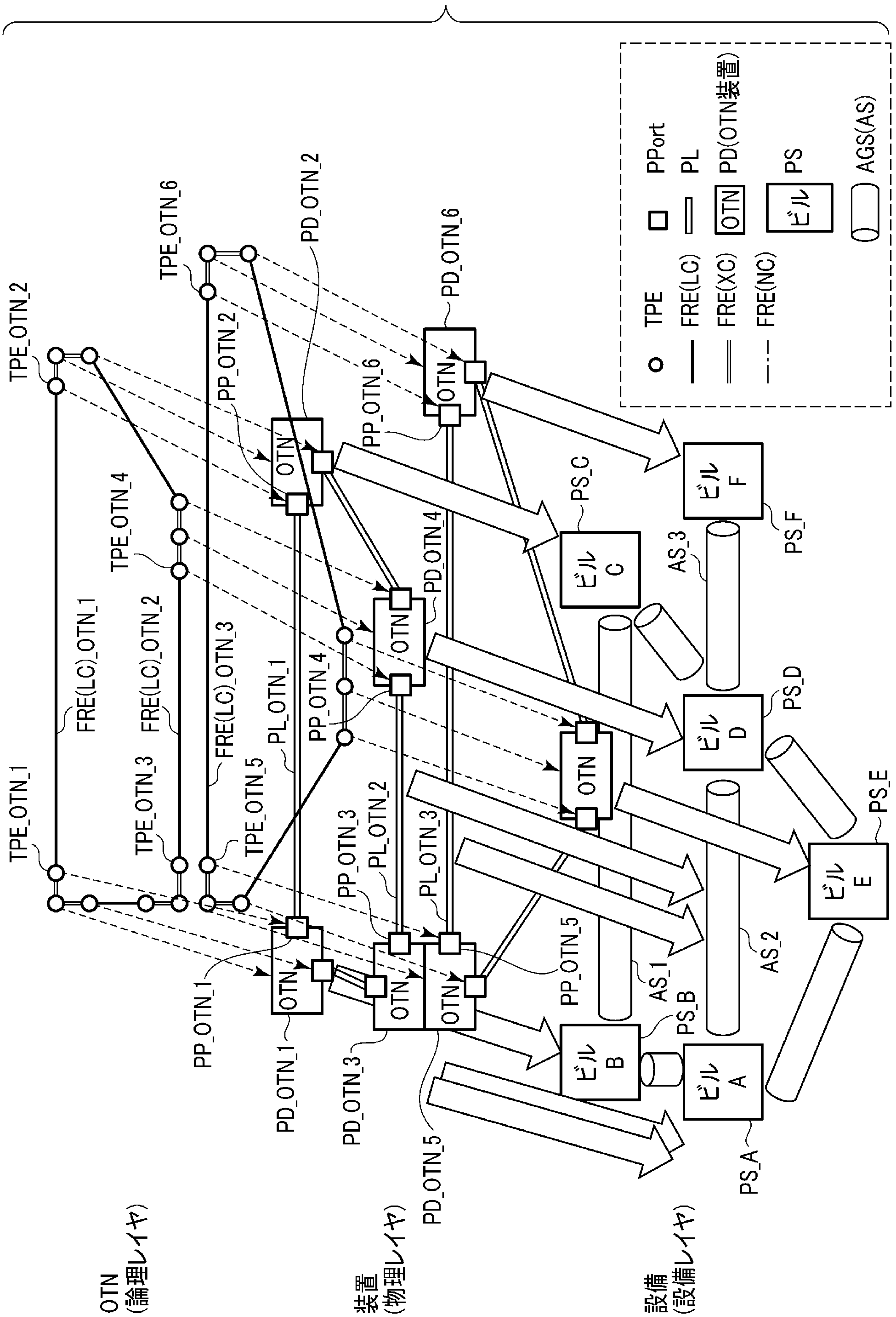
[図5]



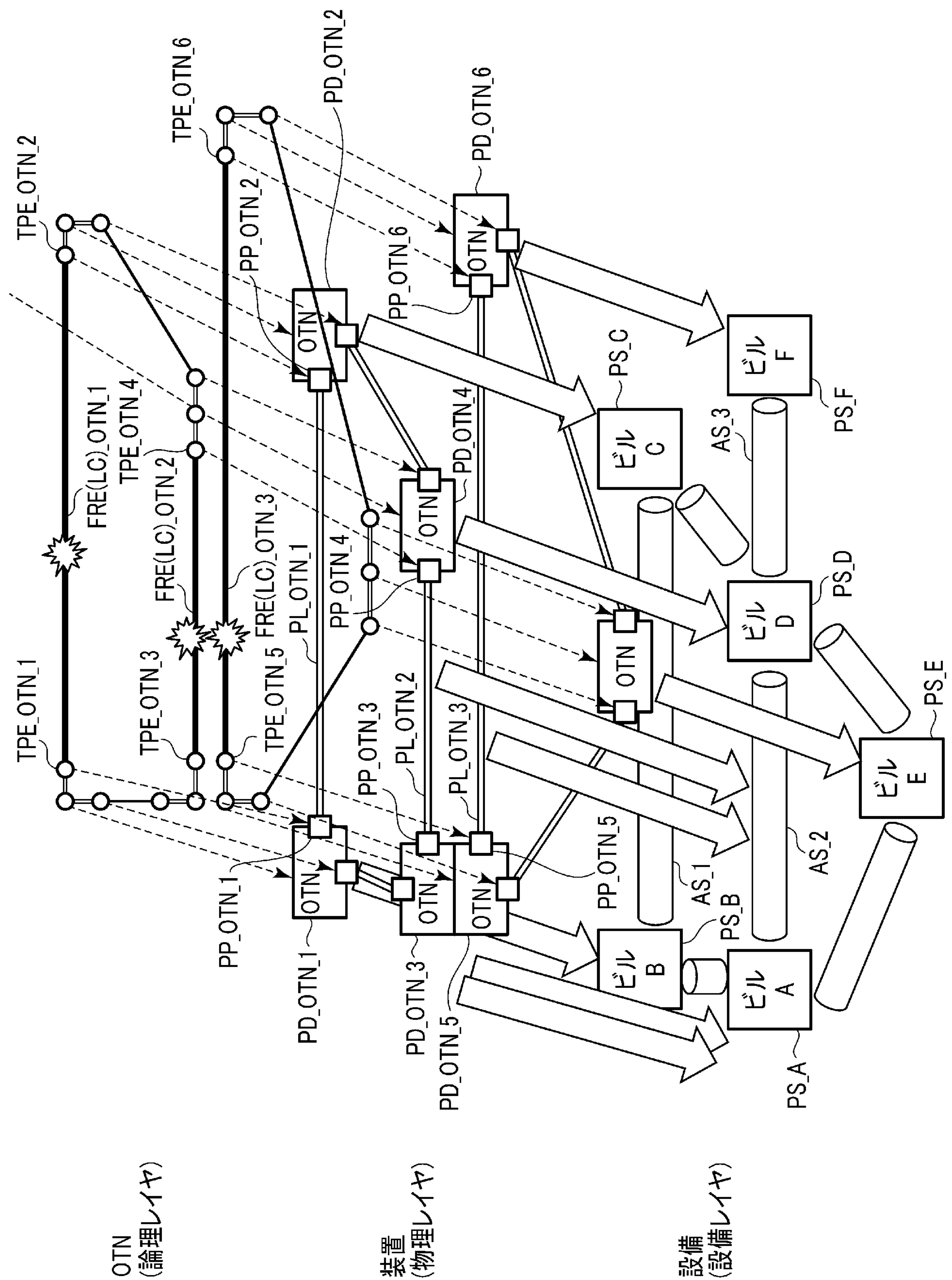
[図6]



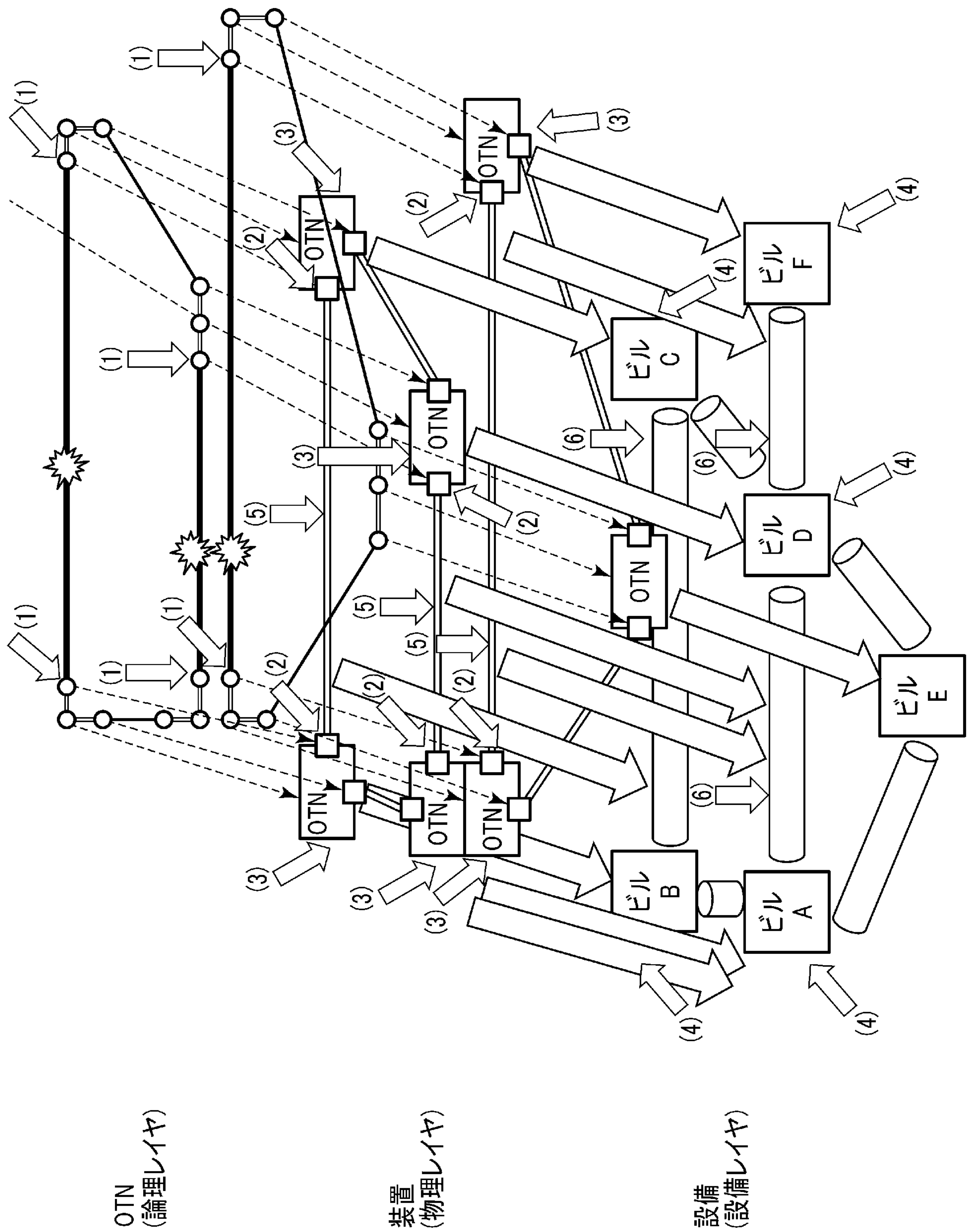
[図7]



[図8]



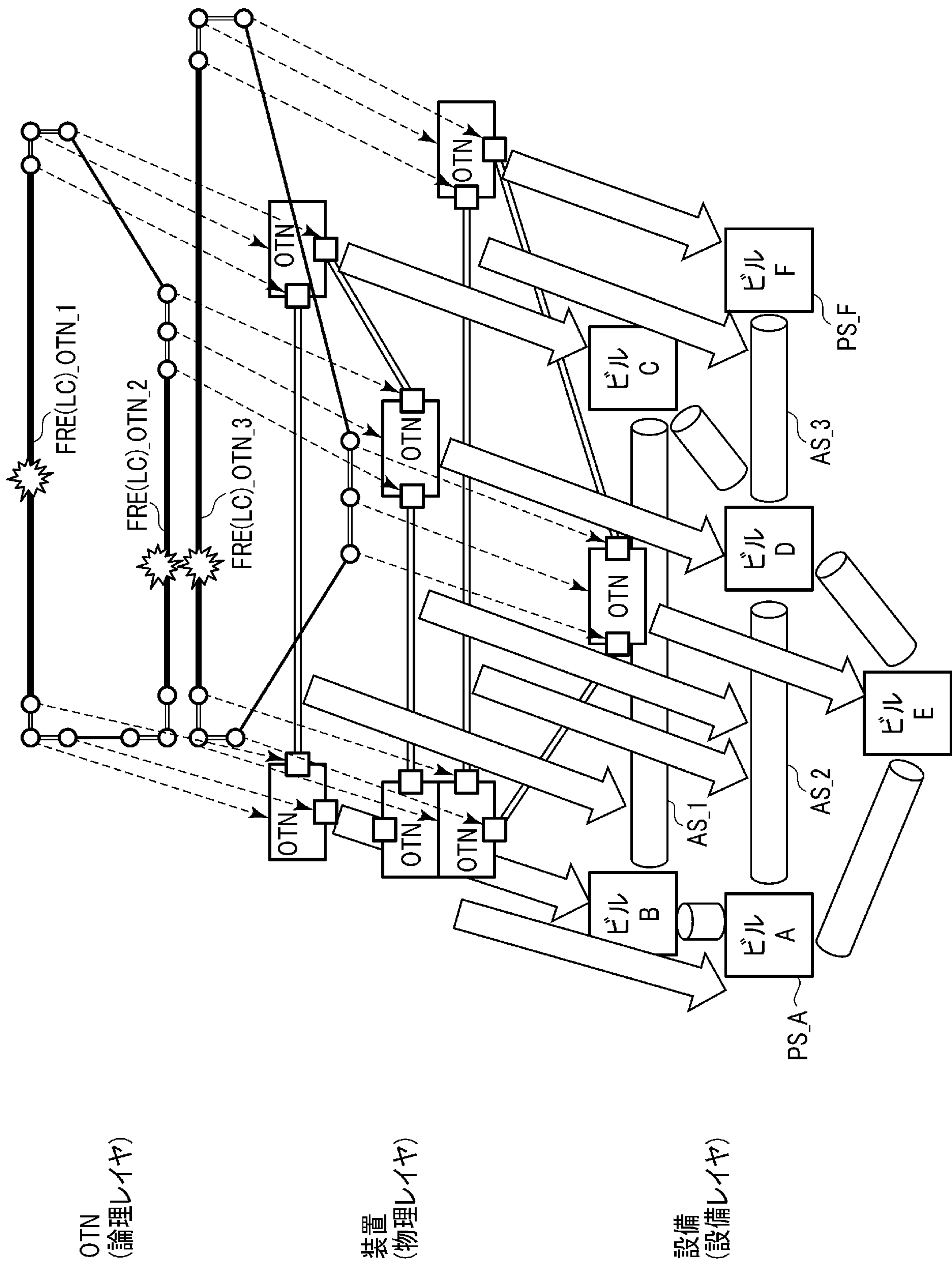
[図9]



[図10]

手順	FRE(LC)_OTN_1	FRE(LC)_OTN_2	FRE(LC)_OTN_3
(1)	TPE_OTN_1 TPE_OTN_2	TPE_OTN_3 TPE_OTN_4	TPE_OTN_5 TPE_OTN_6
(2)	PP_OTN_1 PP_OTN_2	PP_OTN_3 PP_OTN_4	PP_OTN_5 PP_OTN_6
(3)	PD_OTN_1 PD_OTN_2	PD_OTN_3 PD_OTN_4	PD_OTN_5 PD_OTN_6
(4)	PS_B PS_C	PS_A PS_D	PS_A PS_F
(5)	PL_OTN_1	PL_OTN_2	PL_OTN_3
(6)	AS_1	AS_2	AS_2 AS_3

[図11]



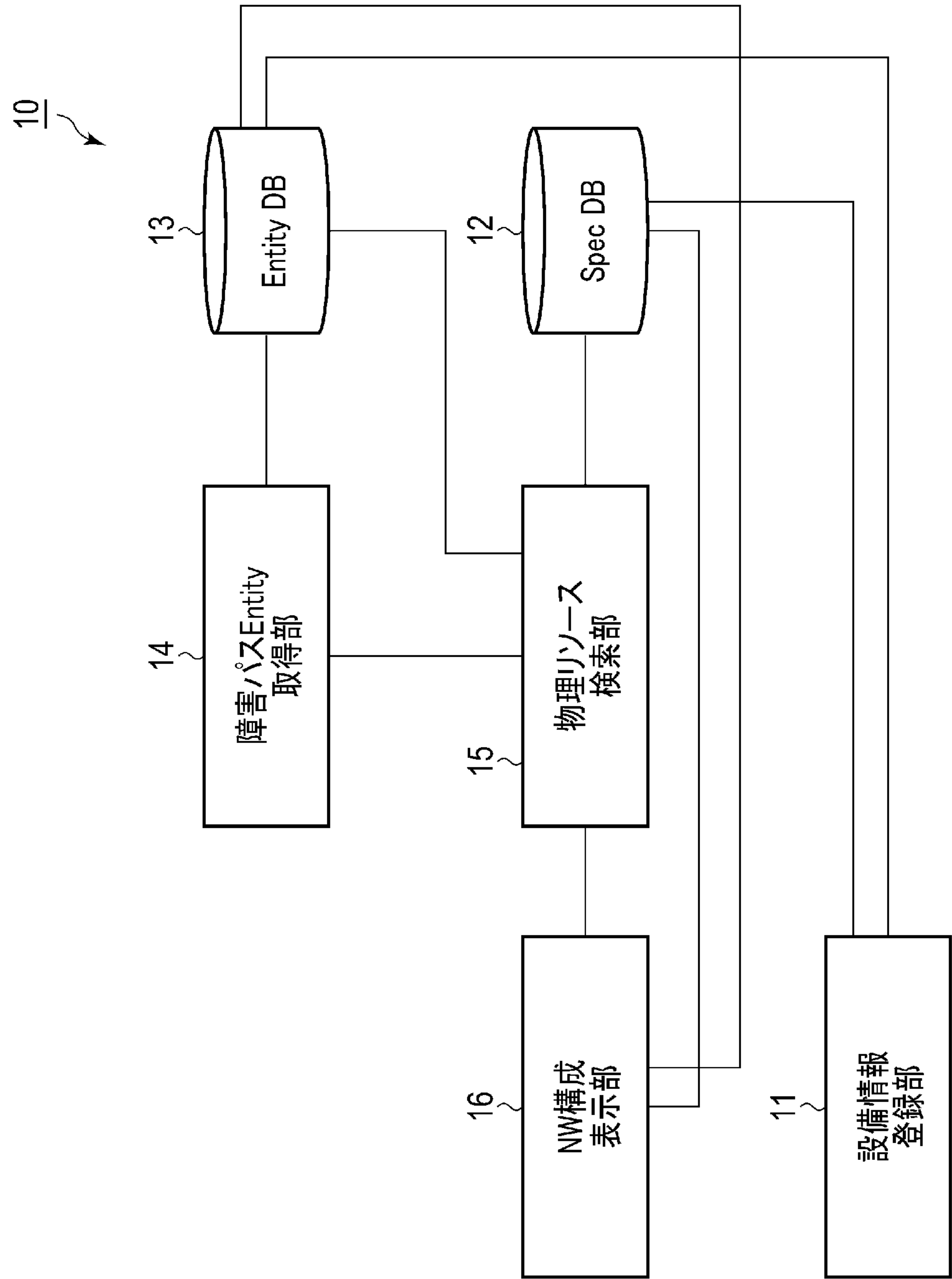
[図12]

手順	FRE(LC)_OTN_1	FRE(LC)_OTN_2	FRE(LC)_OTN_3
(1)	TPE_OTN_1 TPE_OTN_2	TPE_OTN_3 TPE_OTN_4	TPE_OTN_5 TPE_OTN_6
(2)	PP_OTN_1 PP_OTN_2	PP_OTN_3 PP_OTN_4	PP_OTN_5 PP_OTN_6
(3)	PD_OTN_1 PD_OTN_2	重複度2 PD_OTN_3 PD_OTN_4	PD_OTN_5 PD_OTN_6
(4)	PS_B PS_C	PS_A PS_D	PS_A PS_F
(5)	PL_OTN_1	重複度2 PL_OTN_2	PL_OTN_3
(6)	AS_1	AS_2	AS_2 AS_3

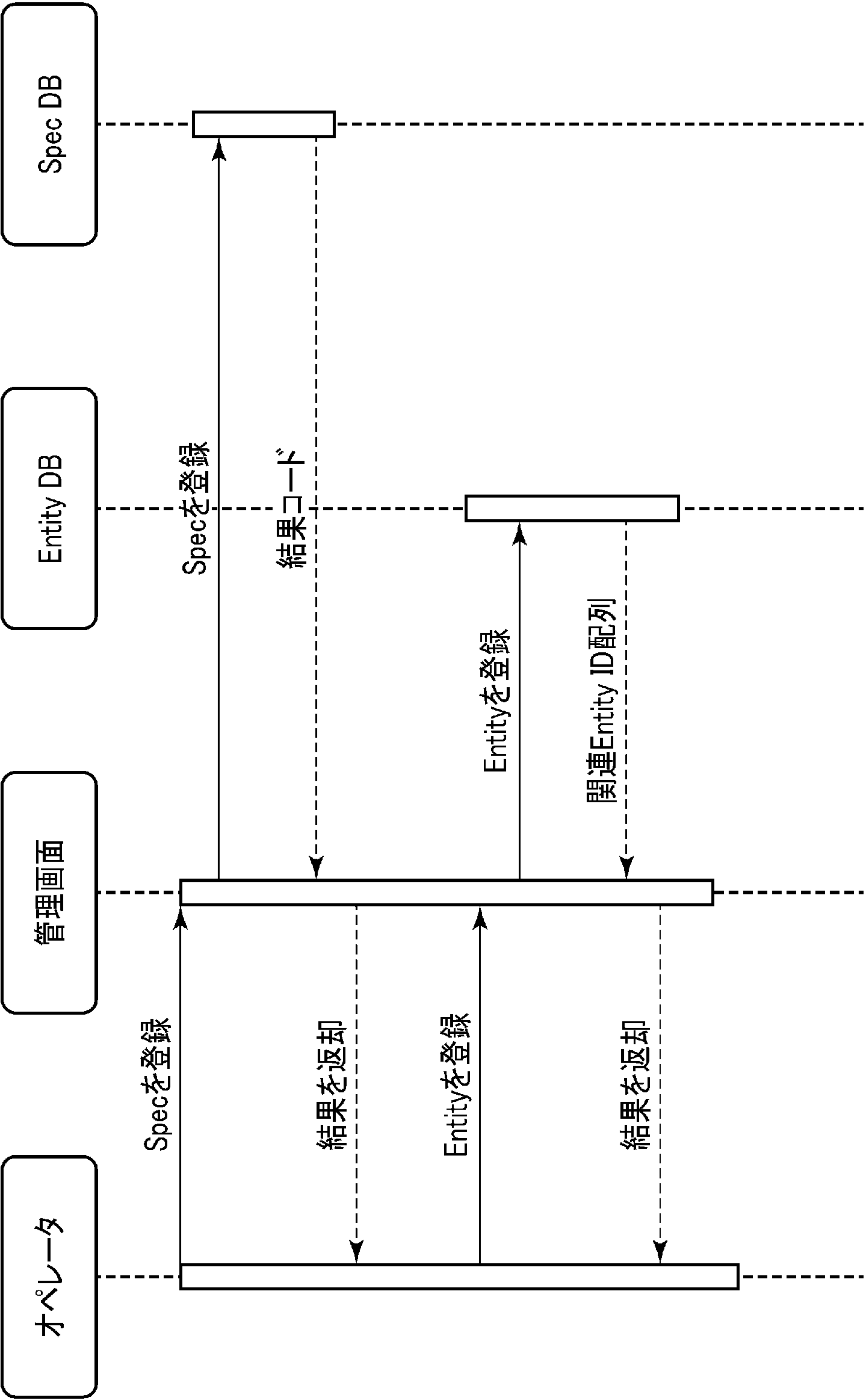
a

b

[図13]



[図14]



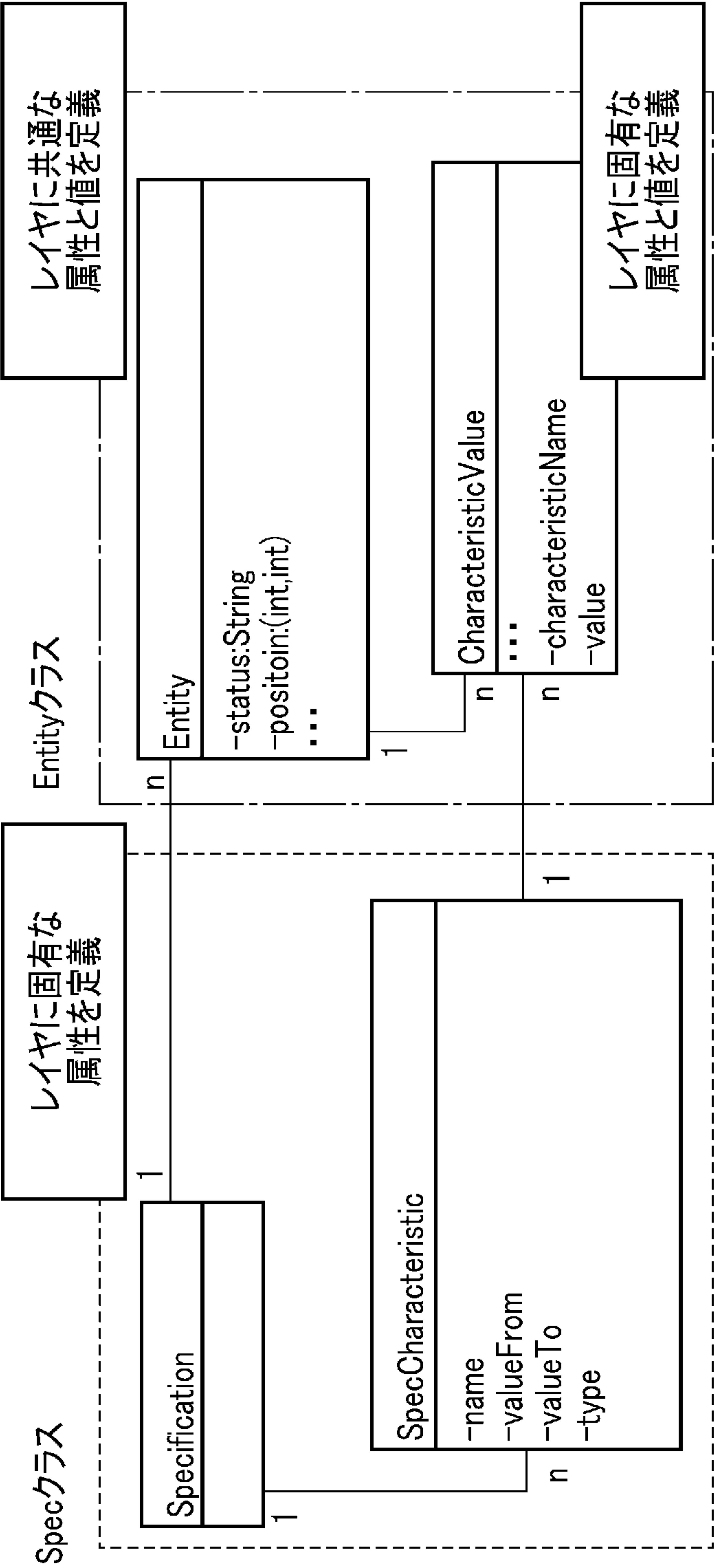
[図15]

レイヤ種別	Spec名	意味
設備	PS Spec (Physical Structure Specification)	PS毎に固有な属性を定義
	AS Spec (Aggregate Section Specification)	AS毎に固有な属性を定義
物理	PD Spec (Physical Device Specification)	PD毎に固有な属性を定義
	PP Spec (Physical Port Specification)	PP毎に固有な属性を定義
	PL Spec (Physical Link Specification)	PL毎に固有な属性を定義
	PC Spec (Physical Connector Specification)	PC毎に固有な属性を定義

[図16]

レイヤ種別	Spec名	意味
論理	TL Spec (Topological Link Specification)	TL毎に固有な属性を定義
	NFD Spec (Network Forwarding Domain Specification)	NFD毎に固有な属性を定義
	TPE Spec (Termination Point Encapsulation Specification)	TPE毎に固有な属性を定義
	NC Spec (Network Connection Specification)	NC毎に固有な属性を定義
	LC Spec (Link Connect Specification)	LC毎に固有な属性を定義
	XC Spec (Cross(X) Connect Specification)	XC毎に固有な属性を定義

[図17]



[図18]

Specificationテーブル	
カラム名	型
Entity	外部キー
SpecCharacteristic	外部キー

[図19]

SpecCharacteristicテーブル	
カラム名	型
name	String
valueFrom	int
valueTo	int
type	String

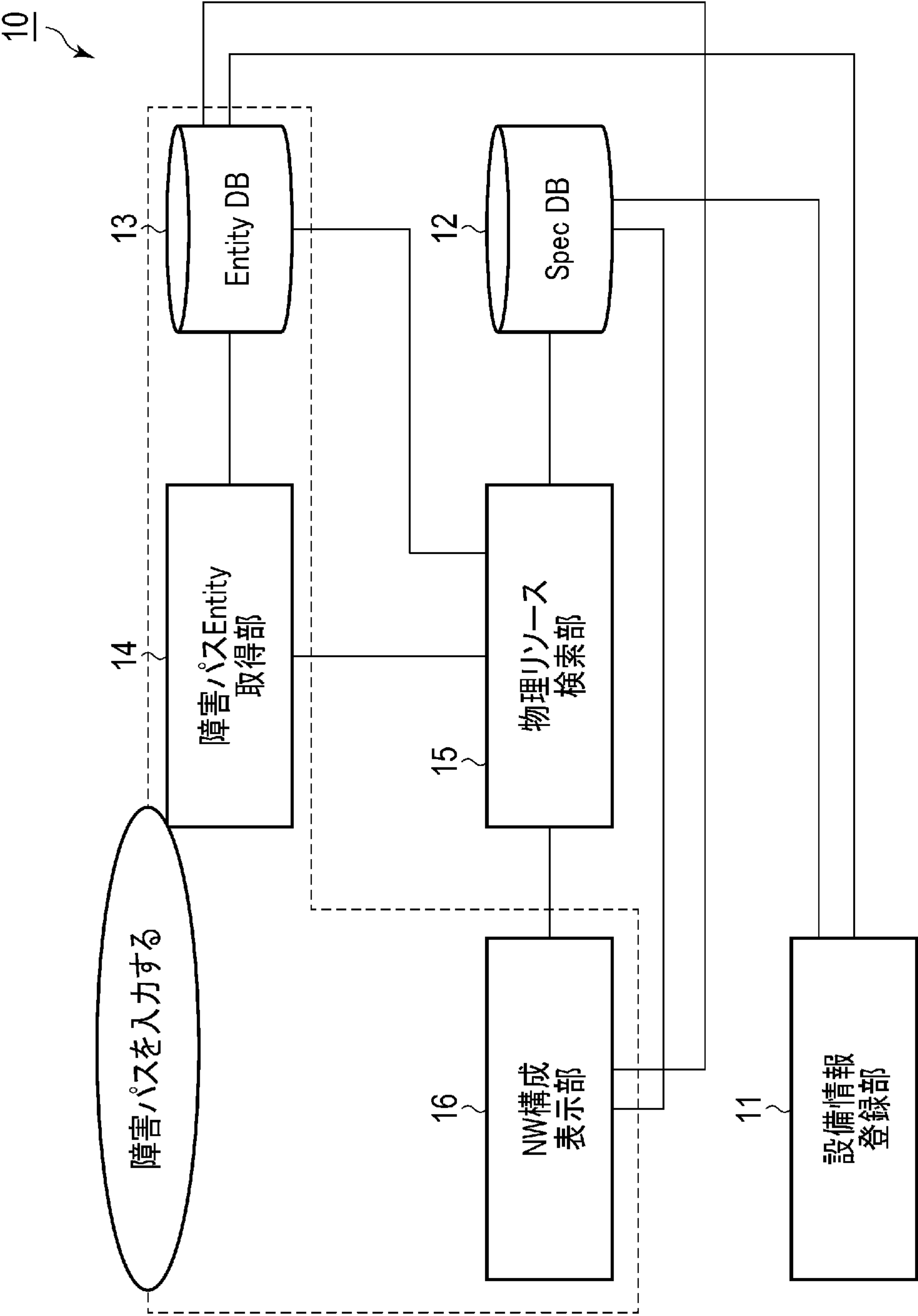
[図20]

Entityテーブル	
カラム名	型
...	...
...	...

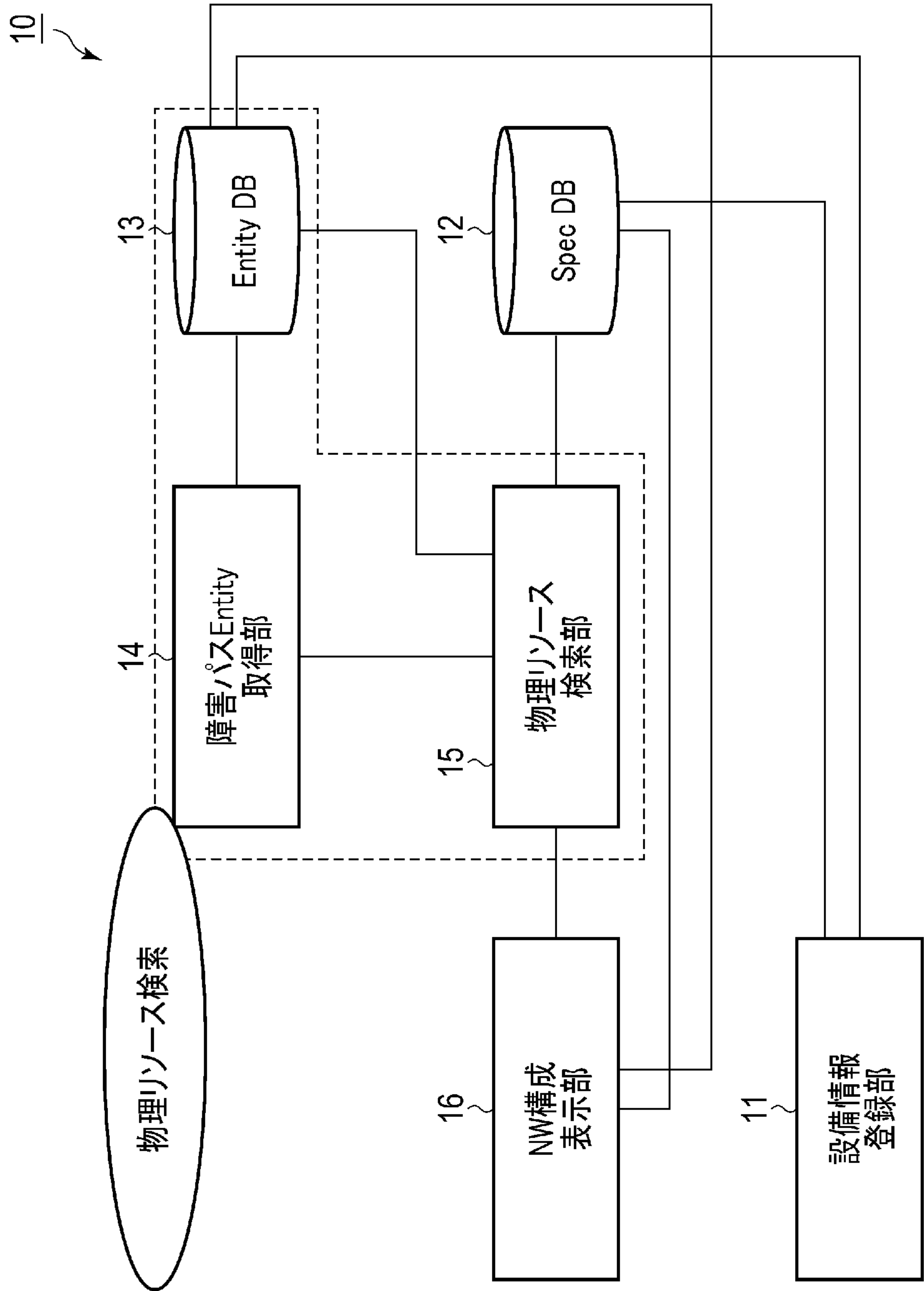
[図21]

CharacteristicValueテーブル	
カラム名	型
SpecCharacteristic(外部キー)	-
CharacteristicName	String
value	String

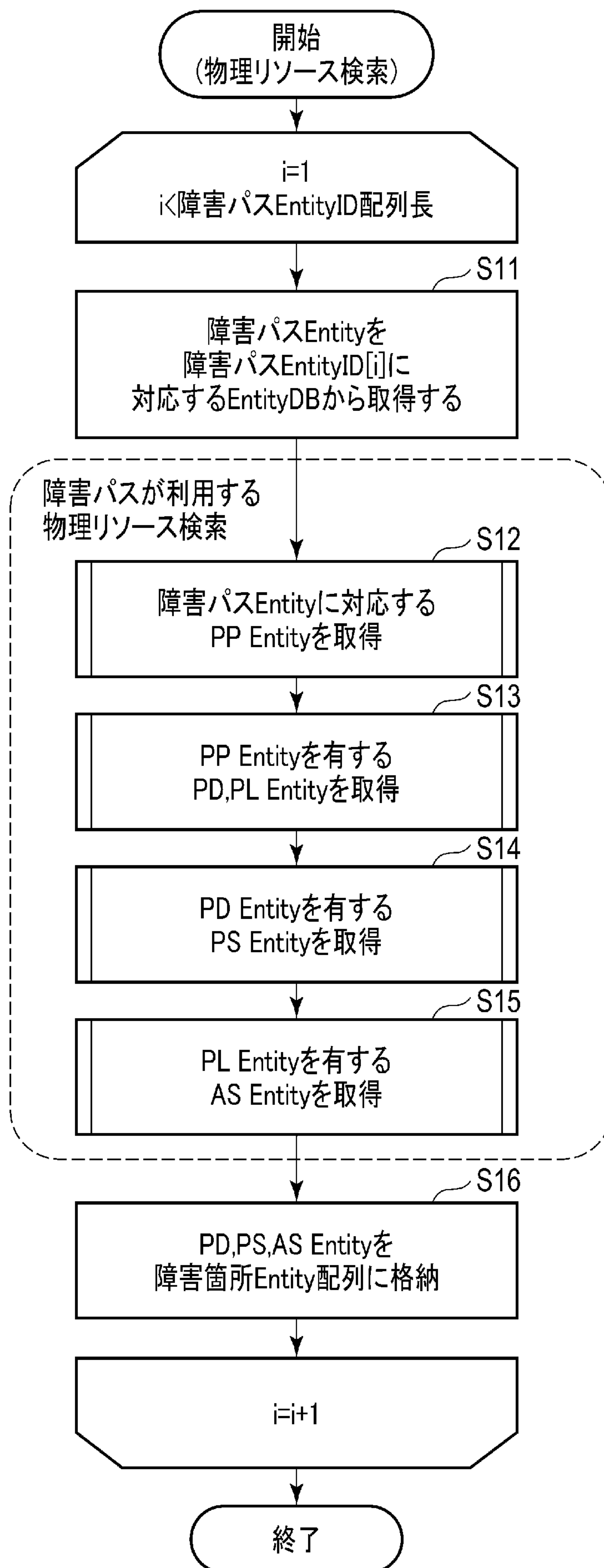
[図22]



[図23]



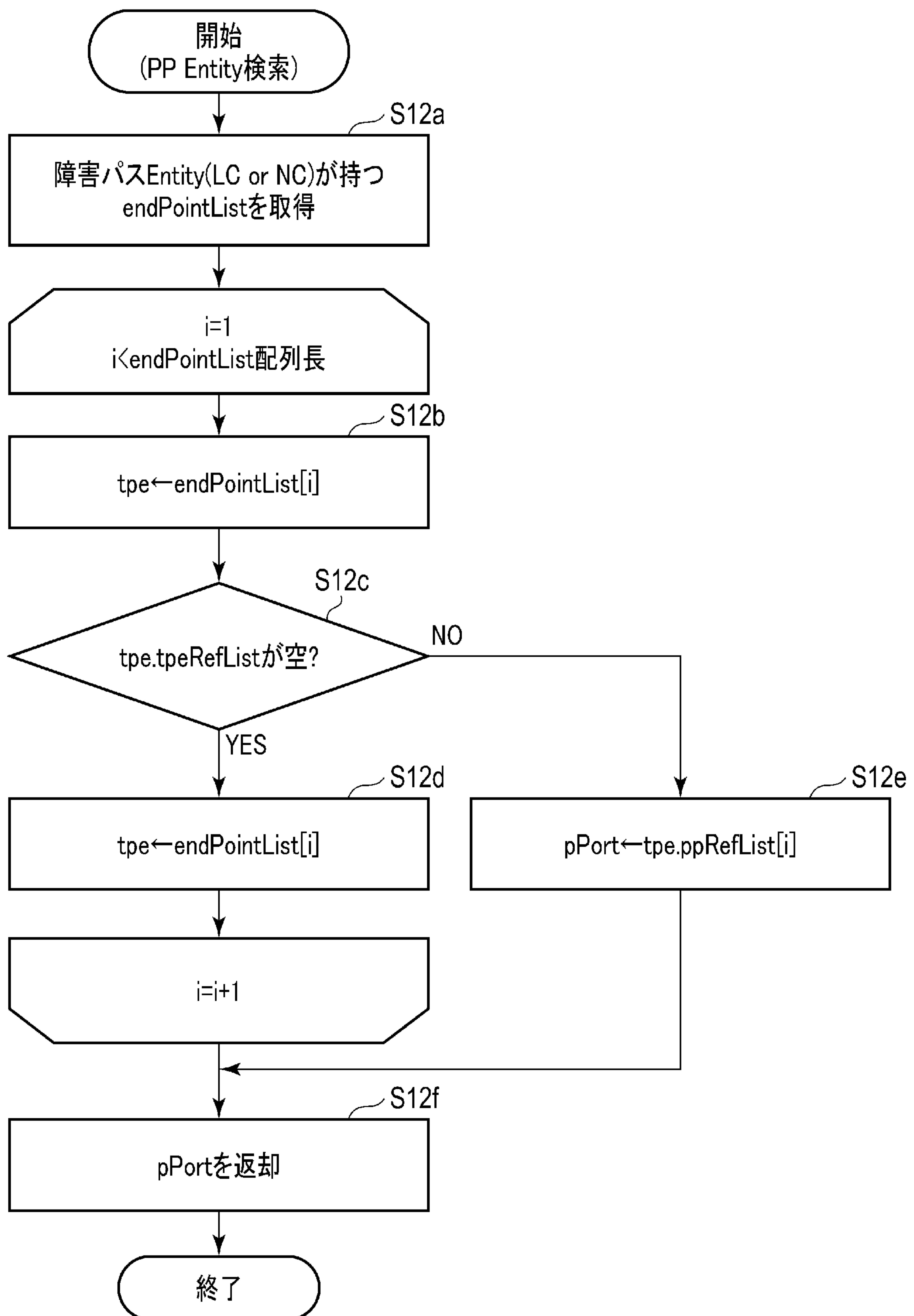
[図24]



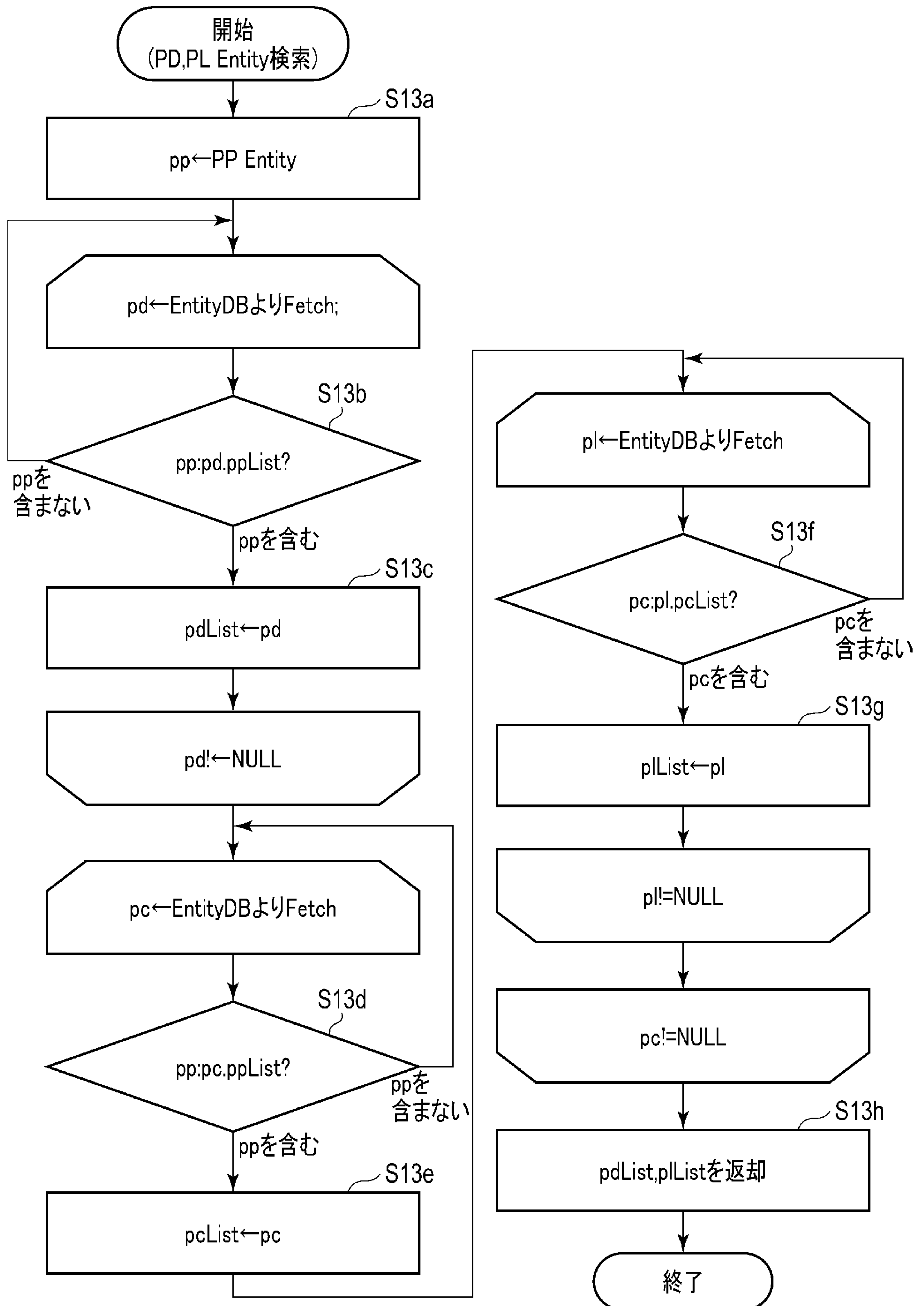
[図25]

障害箇所Entity配列の型	
障害パスEntity名	Object型
PS Entity List(配列)	PS Entity型(配列)
AS Entity List(配列)	AS Entity型(配列)
PD Entity List(配列)	PD Entity型(配列)

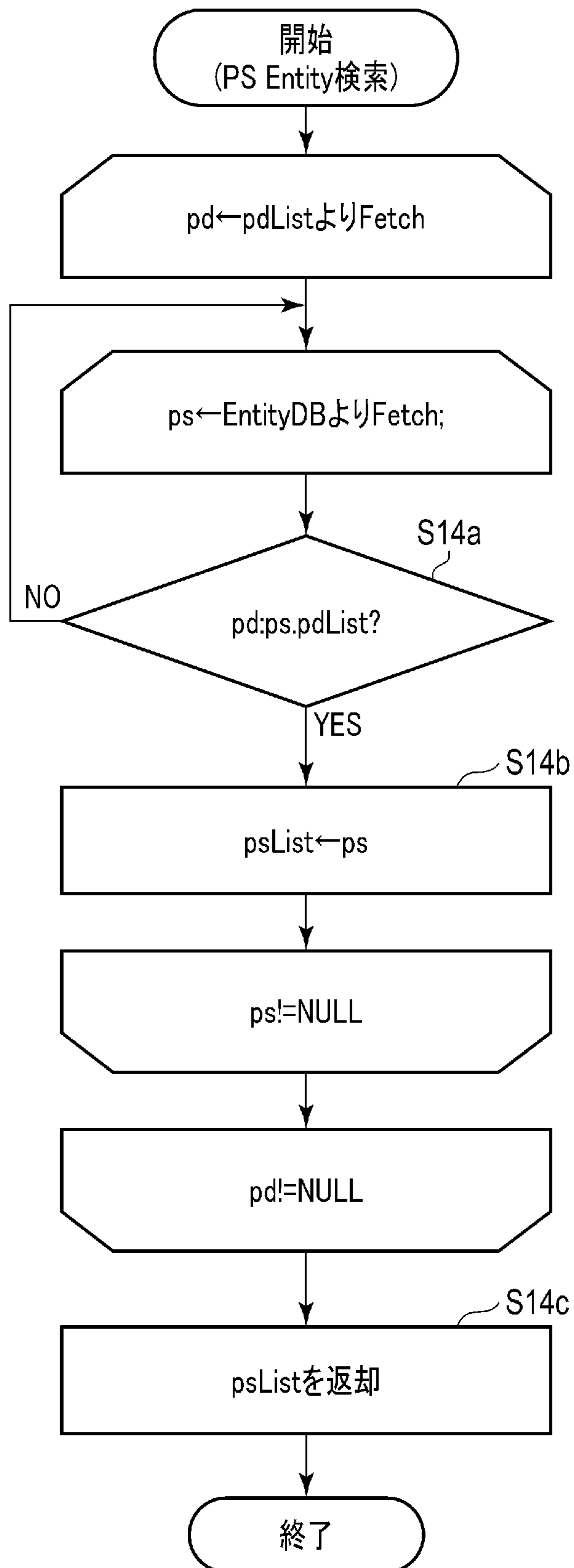
[図26]



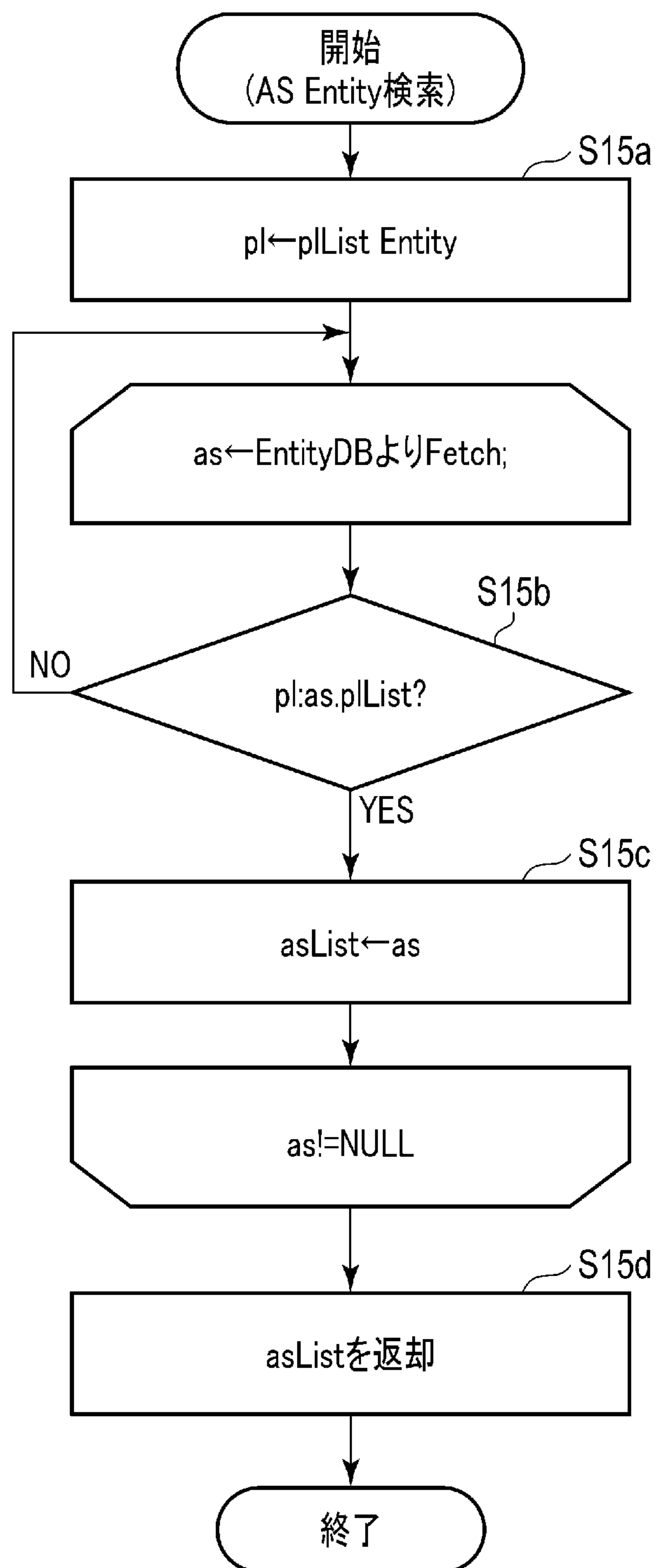
[図27]



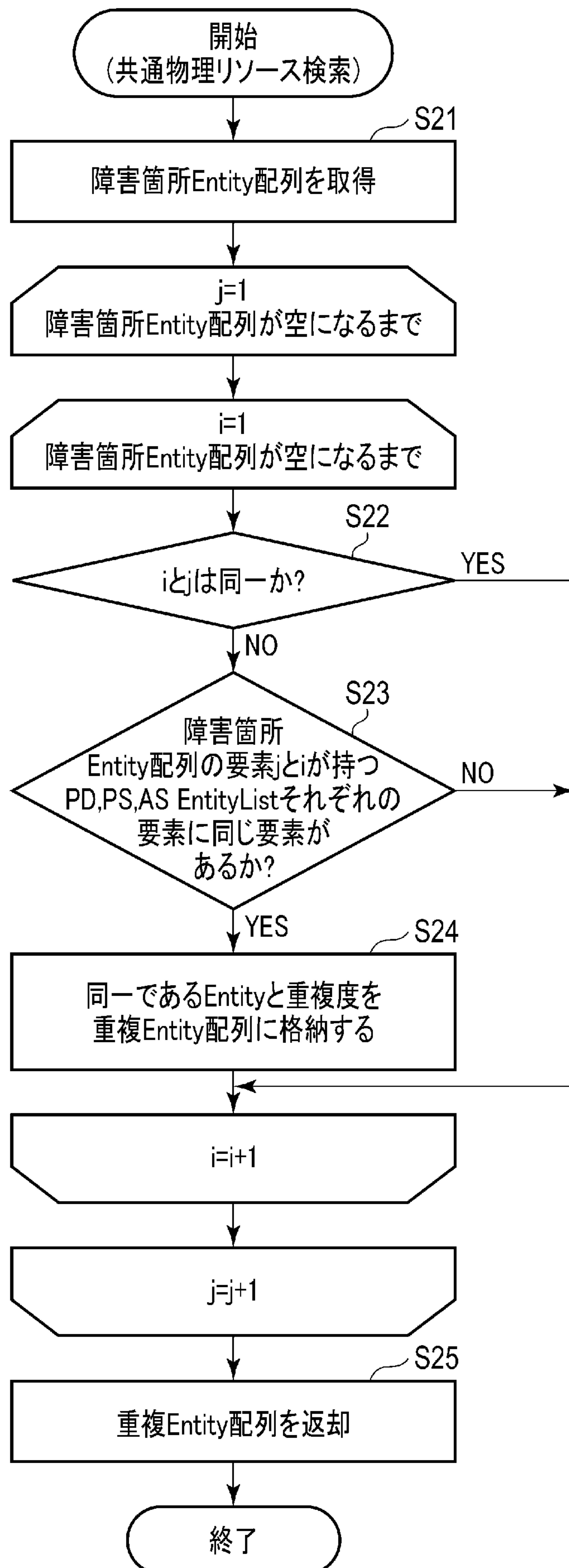
[図28]



[図29]



[図30]



[図31]

重複Entity配列の型	
重複Entity	Object型
重複度	Int

[図32]

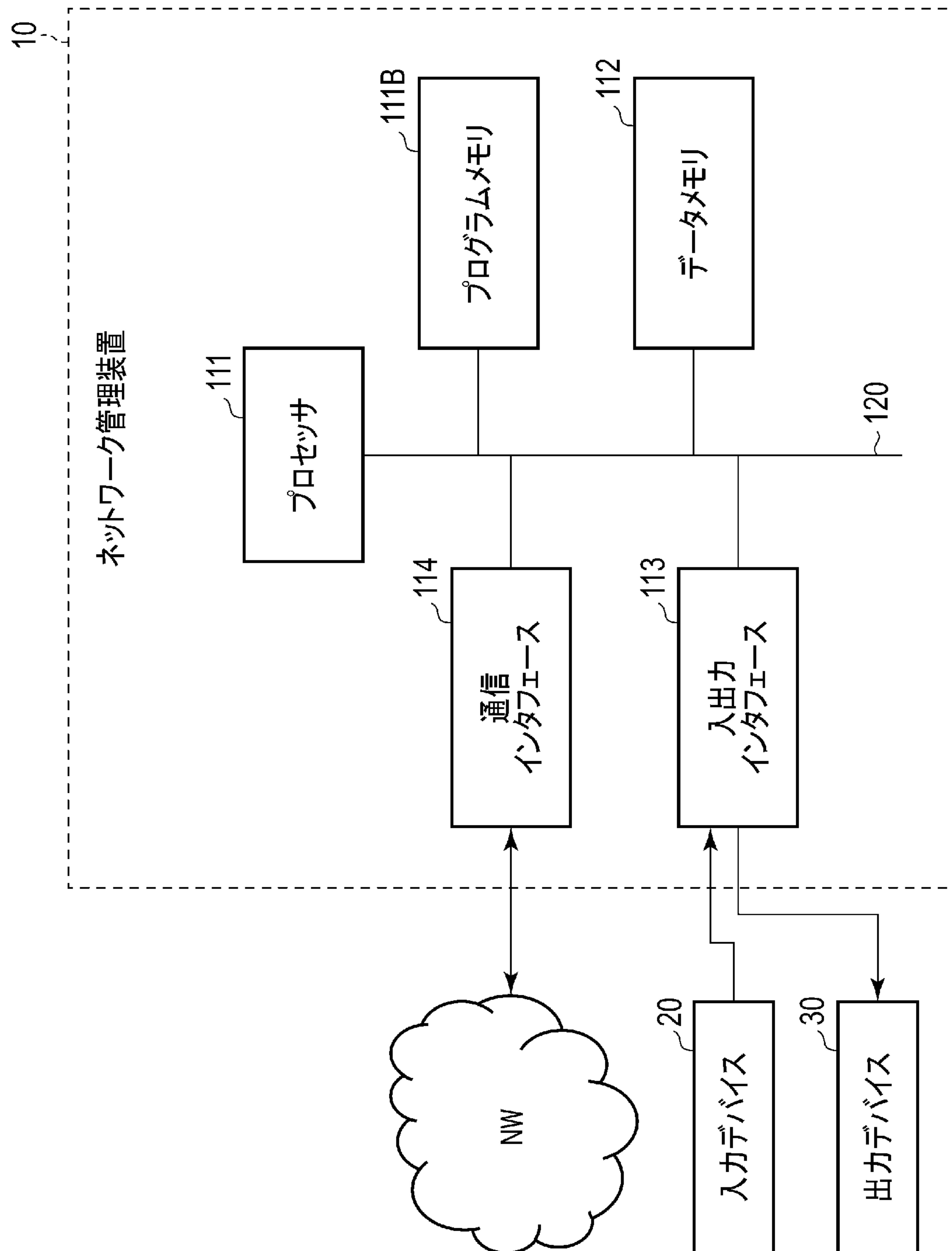
障害箇所Entity配列の例				
配列 index	障害パス Entity名	PS Entity List	AS Entity List	PD Entity List
1	FRE_LC(OTN)_2	PS_A, PS_D	AS_2	PD_OTN_3, PD_OTN_4
2	FRE_LC(OTN)_3	PS_A, PS_F	AS_2	PD_OTN_5, PD_OTN_6

a

b

c

[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/051316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H04L12/70(2013.01) i
FI: H04L12/70 100Z, H04L12/70 D
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)
Int. Cl. H04L12/70
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.
Y A	深見公彦外 3 名, ネットワーク障害が及ぼすサービス影響把握方式の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 118, no.483 [online], 26 April 2019 (intake date), pp. 13-18 (FUKAMI, Kimihiko. Study on Method of Identifying Service Influence Occurred by Network Fault. IEICE Technical Report.)	1, 3-5, 7-8 2, 6
Y	荒井隆成, 春田佳輝, 塩本公平, IP-over-Fiber マルチレイヤネットワークの障害原因特定のための因果関係モデルの構築電子情報通信学会技術研究報告, vol. 117, no. 459, 26 April 2019 (intake date), pp. 171-174. (ARAI, Ryusei, HARUTA, Yoshiki, SHIOMOTO, Kohei. Building Causal Relation Model for Root Cause Analysis of IP-Over-Fiber Multilayer Network. IEICE Technical Report.)	1, 3-5, 7-8

☐ 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 06.07.2020	Date of mailing of the international search report 14.07.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2019/051316
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/70(2013.01)i FI: H04L12/70 100Z; H04L12/70 D		
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）） H04L12/70 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 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
Y	深見 公彦 外3名, ネットワーク障害が及ぼすサービス影響把握方式の検討 Study on Method of Identifying Service Influence Occurred by Network Fault, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 118 No. 483 [online] IEICE Technical Report, 2019.04.26 (受入日), p.13-18	1, 3-5, 7-8
A	p.13-18	2, 6
Y	荒井 隆成 , 春田佳輝, 塩本公平, IP-over-Fiberマルチレイヤネットワークの障害原因特定のための因果関係モデルの構築 Building causal relation model for root cause analysis of IP-over-Fiber multilayer network, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 117 No. 459 IEICE Technical Report, 2018.04.16 (受入日), p.171-174	1, 3-5, 7-8
☐ 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。		
* 引用文献のカテゴリー “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 “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 “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） “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		“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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献
国際調査を完了した日 06.07.2020	国際調査報告の発送日 14.07.2020	
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） 野元 久道 5X 9184 電話番号 03-3581-1101 内線 3596	