

(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
2023年8月3日(03.08.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/145477 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 30/18 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/000698
- (22) 国際出願日: 2023年1月13日(13.01.2023)
- (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:
PCT/JP2022/002745 2022年1月26日(26.01.2022) JP
- (71) 出願人: 日揮グローバル株式会社 (JGC CORPORATION) [JP/JP]; 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 信田 尚孝 (SHIDA Naotaka); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 日揮グローバル株式会社内 Kanagawa (JP). 清水 理絵 (SHIMIZU Rie); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1

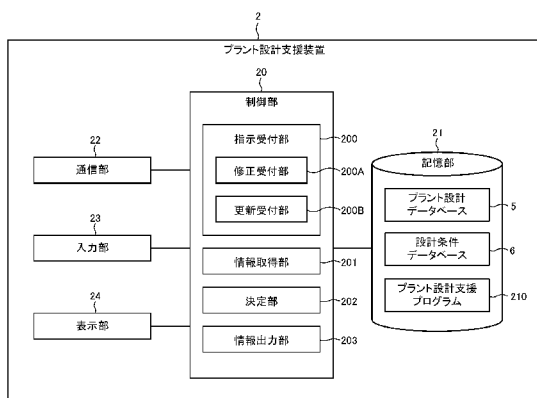
号 日揮グローバル株式会社内 Kanagawa (JP). 赤城 範方 (AKAGI Norifusa); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 日揮グローバル株式会社内 Kanagawa (JP). 菅沼 伝 (SUGANUMA Tsutae); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 日揮グローバル株式会社内 Kanagawa (JP). 西本 浩也 (NISHIMOTO Koya); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 日揮グローバル株式会社内 Kanagawa (JP). 田中 信貴 (TANAKA Nobutaka); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 日揮ホールディングス株式会社内 Kanagawa (JP). 吉井 拓史 (YOSHII Hirofumi); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番1号 日揮ホールディングス株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 青山 純, 外 (AOYAMA Jun et al.); 〒2208118 神奈川県横浜市西区みなとみらい

(54) Title: PLANT DESIGN ASSISTANCE DEVICE, AND PLANT DESIGN ASSISTANCE METHOD

(54) 発明の名称: プラント設計支援装置、及び、プラント設計支援方法

[図2]



2 Plant design assistance device
5 Plant design database
6 Design condition database
20 Control unit
21 Storage unit
22 Communication unit
23 Input unit
24 Display unit
200 Instruction acceptance unit
200A Correction acceptance unit
200B Update acceptance unit
201 Information acquisition unit
202 Determination unit
203 Information output unit
210 Plant design assistance program

(57) Abstract: [Problem] To provide a plant design assistance device with which it is possible to appropriately design the wiring of a repeater without requiring advanced design skills. [Solution] This plant design assistance device 2 assists in designing the wiring of a plurality of repeaters that relay a primary cable connected to an instrument room installed in a plant and a plurality of secondary cables connected respectively to a plurality of apparatuses installed in the plant. The plant design assistance device 2 comprises: an information acquisition unit 201 for acquiring, as plant design information, the installation position of the instrument room, the installation positions of the apparatuses, and a primary cable installation region that indicates a region where the primary cable can be installed, within a layout drawing of the plant, and acquiring a repeater wiring design condition relating to the wiring design of the repeaters; and a determination unit 202 for determining the installation positions of the repeaters in the layout drawing and the allocation of the apparatuses connected to the repeaters, on the basis of the plant design information and repeater wiring design condition acquired by the information acquisition unit 201.

[続葉有]

二丁目 2 番 1 号 横浜ランドマークタワー 1
8 階 青山純特許事務所 Kanagawa (JP).

- (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, 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, ME, 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))

(57) 要約: 【課題】 高度な設計スキルを要することなく、中継器の配線設計を適切に実施可能なプラント設計支援装置を提供する。 【解決手段】 プラント設計支援装置 2 は、プラントに設置された計器室に接続される一次側ケーブルと、プラントに設置された複数の機器にそれぞれ接続される複数の二次側ケーブルとを中継する複数の中継器の配線設計を支援する。プラント設計支援装置 2 は、プラントの配置図における、計器室の設置位置、機器の設置位置、及び、一次側ケーブルが設置可能な領域を示す一次側ケーブル設置領域をプラント設計情報として取得するとともに、中継器の配線設計に関する中継器配線設計条件を取得する情報取得部 201 と、情報取得部 201 にて取得されたプラント設計情報及び中継器配線設計条件に基づいて、配置図における中継器の設置位置と、中継器に接続される機器の割当とを決定する決定部 202 とを備える。

明 細 書

発明の名称：

プラント設計支援装置、及び、プラント設計支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、プラント設計支援装置、及び、プラント設計支援方法に関する。

背景技術

[0002] プラントには、多数の機器が設置され、それら多数の機器と計器室との間で送受信される機器信号に基づいて、プロセス制御、緊急停止、保安管理等が行われる。各機器は、プラントの各所に設置されるため、プラントにおける電気配線の設計を支援する装置として、例えば、特許文献1には、複数の機器間を接続する電気配線の経路図を生成するプラント電気配線計画装置が開示されている。

[0003] 特許文献1に開示されたプラント電気配線計画装置では、機器（ポンプ、弁、計装器等）と、制御盤との接続関係が既に決められた状態において、機器と制御盤との間を接続する電気配線の経路図を生成するものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-135381号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 機器と計器室との間は、ケーブルを用いて配線しなければならないが、多数の機器の各々に対して計器室まで1本1本ケーブルを敷設した場合、敷設コストが高く、作業性も悪い。そこで、機器と計器室との間に中継器を設置し、複数の機器から中継器までを二次側ケーブル（例えば、単芯ケーブル）でそれぞれ接続し、中継器から計器室までを一次側ケーブル（例えば、多芯ケーブル）で接続する接続形態が採用される。このような中継器を用いた接

続形態では、プラントの配置図において、各中継器の設置位置と、各中継器に接続される機器の割当とを決定する作業が生じるが、その際、一次側ケーブルは特定の領域に敷設したい、二次側ケーブルは特定の長さよりも短くしたい等の様々な設計条件を満たすことが要求される。そのため、中継器の配線設計において、短期間で設計や仕様変更に伴う設計変更を適切に実施するためには、現場工事の経験に基づく高度な設計スキルが必要であった。

[0006] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、高度な設計スキルを要することなく、中継器の配線設計を適切に実施可能なプラント設計支援装置、及び、プラント設計支援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

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るプラント設計支援装置は、

プラントに設置された計器室に接続される一次側ケーブルと、前記プラントに設置された複数の機器にそれぞれ接続される複数の二次側ケーブルとを中継する複数の中継器の配線設計を支援するプラント設計支援装置であって、

前記プラントの配置図における、前記計器室の設置位置、前記機器の設置位置、及び、前記一次側ケーブルが設置可能な領域を示す一次側ケーブル設置領域をプラント設計情報として取得するとともに、前記中継器の配線設計に関する中継器配線設計条件を取得する情報取得部と、

前記情報取得部にて取得された前記プラント設計情報及び前記中継器配線設計条件に基づいて、前記配置図における前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定する決定部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明の一態様に係るプラント設計支援装置によれば、決定部が、プラント設計情報及び中継器配線設計条件に基づいて、配置図における中継器の設置位置と、中継器に接続される機器の割当とを決定するので、高度な設計スキルを要することなく、中継器の配線設計を適切に実施することができる。

[0009] 上記以外の課題、構成及び効果は、後述する発明を実施するための形態にて明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]プラント設計支援システム1及びプラント10の一例を示す全体図である。

[図2]プラント設計支援装置2の一例を示すブロック図である。

[図3]プラント設計データベース5及び設計条件データベース6の一例を示すデータ構成図である。

[図4]プロットプラン図500の一例を示す図である。

[図5]P & I D図501の一例を示す図である。

[図6]I/Oリスト502の一例を示す図である。

[図7]配線ブロック図503の一例を示す図である。

[図8]決定部202による中継器配線設計処理の第1の処理例を示す機能説明図である。

[図9]決定部202による中継器配線設計処理の第1の処理例を示す機能説明図（図8の続き）である。

[図10]決定部202による中継器配線設計処理の第1の処理例を示す機能説明図（図9の続き）である。

[図11]決定部202による中継器配線設計処理の第2の処理例を示す機能説明図である。

[図12]プラント設計支援装置2及び設計者端末装置3を構成するコンピュータ900の一例を示すハードウェア構成図である。

[図13]プラント設計支援システム1の動作の一例を示すフローチャートである。

[図14]プラント設計支援システム1の動作の一例を示すフローチャート（図13の続き）である。

[図15]決定部202による中継器配線設計処理（ステップS130）の詳細を示すフローチャートである。

[図16]中継器配線設計処理の第1の変形例を示す機能説明図である。

[図17]中継器配線設計処理の第2の変形例を示す機能説明図である。

[図18]中継器配線設計処理の第3の変形例を示す機能説明図である。

[図19]中継器配線設計処理の第4の変形例を示す機能説明図である。

[図20]中継器配線設計処理の第5の変形例を示す機能説明図である。

[図21]中継器配線設計処理の第6の変形例を示す機能説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本発明を実施するための実施形態について説明する。以下では、本発明の目的を達成するための説明に必要な範囲を模式的に示し、本発明の該当部分の説明に必要な範囲を主に説明することとし、説明を省略する箇所については公知技術によるものとする。

[0012] (プラント設計支援システム1の構成)

図1は、プラント設計支援システム1及びプラント10の一例を示す全体図である。プラント設計支援システム1は、プラント10の設計、特にプラント10に設置される中継器14の配線設計を支援するためのシステムとして機能する。プラント10は、例えば、天然ガスプラント、石油精製プラント、化学処理プラント、発電プラント、製鉄プラント等の任意のプラントであり、これらの例に限られない。

[0013] プラント10には、例えば、気体、液体、流動性を有する粉粒体等の任意の流体を処理するための各種の設備11として、反応塔、蒸留塔、タンク、ボイラ、加熱炉、熱交換器、配管等が設置されて、所定の製造プロセスを行う。また、プラント10には、製造プロセスの制御や緊急停止、プラント10の保安監視を行う計器室12と、計器室12との間で各種の機器信号（センサ信号や制御信号）が送受信される複数の機器13と、計器室12と複数の機器13との間に接続されて機器信号を中継する複数の中継器14とが設置される。

[0014] プラント10では、例えば、プロセス制御システム、緊急停止システム、保安システム等の複数の管理システムが稼働する。プロセス制御システムは

、原材料から製品を製造するための製造プロセスを制御する管理システムである。緊急停止システムは、製造プロセスの実行中に設備 11 や機器 13 の異常を検知し、製造プロセスの緊急停止を行う管理システムである。保安システムは、危険なガス漏れや火災等を検知し、作業員への避難警報や消火システムを作動させる管理システムである。

[0015] 機器 13 は、例えば、設備 11 を流れる流体の流量、圧力、温度、液位、成分等を測定し、その測定結果を示すセンサ信号を出力するセンサ等の計器と、制御信号が入力されて、設備 11 を流れる流体の流量、圧力、温度、液位、成分等を制御するバルブ、ポンプ、コンプレッサ等の制御器とを含む。なお、機器 13 は、上記の例に限られず、設備 11 の一部を含むものでもよいし、設備 11 の周囲環境における温度、湿度等の物理量を測定する計器でもよいし、それらの物理量を制御する制御器を含むものでもよい。

[0016] 計器室 12 は、例えば、管理システム毎に制御装置（不図示）を備え、複数の機器 13 のうち計器として機能する機器 13 からセンサ信号（入力信号ともいう）を受信し、そのセンサ信号が示すセンサ情報に基づいて、複数の機器 13 のうち制御器として機能する機器 13 に対して制御信号（出力信号ともいう）を送信する。なお、計器室 12 は、1つのプラント 10 に対して複数設置されていてもよいし、管理システム毎に複数設置されていてもよい。また、制御装置は、複数の管理システムで共用されてもよい。

[0017] 中継器 14 は、例えば、ジャンクションボックスと呼ばれる箱型の電気機器である。中継器 14 は、一次側端子 140 と、複数の二次側端子 141 とを備える。一次側端子には、計器室 12 に接続される一次側ケーブル 15 が結線され、二次端子には、機器 13 に接続される二次側ケーブル 16 が結線される。中継器 14 は、一次側ケーブル 15 と、二次側ケーブル 16 とを中継することで、計器室 12 と複数の機器 13 との間で送受信される機器信号を中継する。中継器 14 は、二次側端子 141 の最大端子数や、アナログ信号用の機器かデジタル信号用の機器か等のように、仕様が異なるものであり、プラント 10 では、複数の仕様の中継器 14 が使用される。なお、中継器

14は、複数の一次側端子140を備えるものでもよい。

[0018] 一次側ケーブル15には、例えば、複数の機器信号を送受信する多芯ケーブルが用いられる。二次側ケーブル16には、単一の機器信号を送受信するための単芯ケーブルが用いられることを基本とするが、多芯ケーブルが用いられてもよい。なお、単芯ケーブル及び多芯ケーブルは、1つの機器信号に対して2本1組のコアを用いたものでよい。その場合、一次側端子140及び二次側端子141は、1つの機器信号に対して2点1組の端子が用いられるため、二次側端子141の最大端子数に代えて、二次側端子141の最大信号接続数という値（最大端子数の半数に相当）を用いてもよい。したがって、2本1組のコアを有する単芯ケーブルを用いたときの二次側端子141の最大接続信号数が5点の場合、物理的な端子数としては10点の二次側端子141を備えることになる。

[0019] プラント設計支援システム1は、その主要な構成要素として、プラント10に設置される複数の中継器14の配線設計を支援するプラント設計支援装置2と、プラント10の設計者が使用する設計者端末装置3とを備える。プラント設計支援装置2及び設計者端末装置3は、例えば、汎用又は専用のコンピュータ（後述の図12参照）で構成されるとともに、有線又は無線のネットワーク4に接続されて、各種のデータを相互に送受信可能に構成される。なお、プラント設計支援装置2及び設計者端末装置3の数やネットワーク4の構成は、図1の例に限られない。

[0020] プラント設計支援装置2は、例えば、サーバ型コンピュータやクラウド型コンピュータで構成される。プラント設計支援装置2は、各プラント10のプラント設計情報50を管理するプラント設計データベース5と、各プラント10を設計する際の設計要求、設計手順、設計ルール等を管理する設計条件データベース6とを備える。本実施形態では、プラント設計支援装置2が、設計者端末装置3と連携し、詳細設計に含まれる計装設計の一部として、中継器14の配線設計を支援するときの構成や動作を中心に説明するが、プラント設計支援装置2及び設計者端末装置3は、プラント10の全体設計の

うち、中継器 1 4 の配線設計以外の基本設計や詳細設計を支援するものでもよい。

[0021] 設計者端末装置 3 は、例えば、据置型コンピュータや携帯型コンピュータで構成され、設計者 3 0 により使用される。設計者端末装置 3 は、アプリケーションやブラウザ等のプログラムがインストールされて、各種の入力操作を受け付けるとともに、表示画面や音声を介して各種の情報を出力する。設計者端末装置 3 は、プラント設計支援装置 2 との間で各種のデータを送受信することで、例えば、プラント設計データベース 5 や設計条件データベース 6 の内容を表示画面に表示したり、その表示画面上で各種の入力操作を受け付けて、プラント設計データベース 5 や設計条件データベース 6 に対して新たなデータを登録したり、登録済みのデータを修正したりすることで、中継器 1 4 の配線設計を支援する。

[0022] (プラント設計支援装置 2 の構成)

図 2 は、プラント設計支援装置 2 の一例を示すブロック図である。プラント設計支援装置 2 は、プロセッサ等により構成される制御部 2 0 と、HDD、SSD、メモリ等により構成される記憶部 2 1 と、ネットワーク 4 との通信インターフェースである通信部 2 2 と、キーボード、マウス等により構成される入力部 2 3 と、ディスプレイ等により構成される表示部 2 4 とを備える。なお、入力部 2 3 及び表示部 2 4 は省略されてもよい。

[0023] 記憶部 2 1 は、プラント設計データベース 5、設計条件データベース 6、及び、プラント設計支援プログラム 2 1 0 を記憶するとともに、オペレーティングシステム、他のプログラム、各種のデータ等を記憶する。

[0024] 制御部 2 0 は、記憶部 2 1 に記憶されたプラント設計支援プログラム 2 1 0 を実行することにより、指示受付部 2 0 0、情報取得部 2 0 1、決定部 2 0 2、及び、情報出力部 2 0 3 として機能する。

[0025] 図 3 は、プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 の一例を示すデータ構成図である。

[0026] プラント設計データベース 5 は、各プラント 1 0 (図 3 の例では、プラン

ト A、B、…、N) の設計データであるプラント設計情報 50 と、プラント設計情報 50 により参照される部品マスタ情報 51 とから構成される。

[0027] プラント設計情報 50 は、プラント 10 の設計作業により生成されるものであり、例えば、プロットプラン図 500、P & I D 図 (P i p i n g & I n s t r u m e n t D i a g r a m) 501、I / O (入出力) リスト 502、配線ブロック図 503、配線設計図 504 等により構成される。なお、プロットプラン図 500、P & I D 図 501、I / O リスト 502、及び、配線ブロック図 503、配線設計図 504 は、例えば、管理システム毎やフロアの区域毎に生成されていてもよい。

[0028] プラント 10 に設置される設備 11、機器 13、中継器 14、一次側ケーブル 15、及び、二次側ケーブル 16 には、設備 I D、機器 I D、中継器 I D、及び、ケーブル I D が、例えば、固有の識別番号、識別コード、識別名称、識別タグ等を表す情報 (数字、文字又はこれらの組み合わせ) としてそれぞれ付与され、プロットプラン図 500、P & I D 図 501、I / O リスト 502、配線ブロック図 503、及び、配線設計図 504 では、設備 I D、機器 I D、中継器 I D、及び、ケーブル I D が使用されることで、各データ間の情報が関連付けられる。また、設備 11、機器 13、中継器 14、一次側ケーブル 15、及び、二次側ケーブル 16 には、部品マスタ情報 51 にて管理される部品 I D がそれぞれ割り当てられ、その部品 I D に基づいて部品マスタ情報 51 を参照することで、設備 11、機器 13、中継器 14、一次側ケーブル 15、及び、二次側ケーブル 16 の各仕様が特定される。

[0029] 図 4 は、プロットプラン図 500 の一例を示す図である。プロットプラン図 500 は、プラント 10 の配置図を記録したデータである。プロットプラン図 500 には、例えば、設備 11 の設置位置 (X 座標、Y 座標) 及び設置高さ (Z 座標)、計器室 12 の設置位置 (X 座標、Y 座標)、一次側ケーブル 15 が設置可能な領域を示す一次側ケーブル設置領域、中継器 14 が設置可能な高さを示す中継器設置可能高さ (Z 座標)、二次側ケーブル 16 が設置可能な高さを示す二次側ケーブル設置可能高さ (Z 座標) 等が記録される

。

[0030] 一次側ケーブル設置領域は、例えば、一次側ケーブル１５用のケーブルダクトが設置される領域であり、ケーブルダクトとしては、天井埋込方式、天井吊り方式、床溝方式、床下方式等の任意の方式を採用可能である。中継器設置可能高さは、例えば、中継器１４が設置されるとき床面からの高さであり、所定の範囲を有するものでもよい。二次側ケーブル設置可能高さは、例えば、二次側ケーブル１６が配線されるとき床面からの高さであり、例えば、天井面の高さ等が指定される。

[0031] 図５は、Ｐ＆ＩＤ図５０１の一例を示す図である。Ｐ＆ＩＤ図５０１は、製造プロセスのフローと、設備１１及び機器１３の配置関係や物理的な接続関係とを記録したデータである。

[0032] 図６は、Ｉ／Ｏリスト５０２の一例を示す図である。Ｉ／Ｏリスト５０２は、機器１３から送受信される機器信号の属性を、例えば、表形式にて記録したデータである。

[0033] Ｉ／Ｏリスト５０２には、機器信号の属性として、機器ＩＤ、信号種別、システム種別、設置位置（Ｘ座標、Ｙ座標）、設置高さ（Ｚ座標）等が記録される。信号種別は、アナログ信号かデジタル信号かを特定する情報である。システム種別は、プラント１０にて稼働する複数の管理システム（本実施形態では、プロセス制御システム、緊急停止システム、保安システム）のうち、いずれの管理システムで 사용되는機器であるかを特定する情報である。

[0034] Ｉ／Ｏリスト５０２における各機器１３の設置位置及び設置高さは、例えば、プロットプラン図５００及びＰ＆ＩＤ図５０１を解析することで、Ｐ＆ＩＤ図５０１から設備１１及び機器１３の配置関係や物理的な接続関係を特定し、さらにプロットプラン図５００から各設備１１の設置位置及び設置高さを特定することで取得された結果が記録されたものである。なお、各機器１３の設置位置及び設置高さは、プロットプラン図５００や他のデータに記録されていてもよく、その場合には、Ｉ／Ｏリスト５０２における機器１３

の設置位置及び設置高さは省略されてもよい。

- [0035] 図 7 は、配線ブロック図 503 の一例を示す図である。配線ブロック図 503 は、計器室 12、機器 13、中継器 14、一次側ケーブル 15、二次側ケーブル 16 の電氣的な接続関係を記録したデータである。
- [0036] 配線ブロック図 503 には、中継器 14 の配線設計が行われることで、中継器 14 の設置仕様、中継器 14 に接続される機器 13 の割当が記録される。機器 13 の割当は、複数の二次側端子 141 に二次側ケーブル 16 を介してそれぞれ結線される機器 13 を特定する情報である。中継器 14 の設置仕様は、例えば、部品 ID が割り当てられ、その部品 ID により部品マスタ情報を参照することで、中継器 14 の仕様を特定する情報である。
- [0037] 配線設計図 504 は、中継器 14 の配線設計に関する配置図であって、例えば、プロットプラン図 500 に対してレイヤ（重畳）可能な配置図を記録したデータである。配線設計図 504 には、中継器 14 の配線設計が行われることで、中継器 14 の設置位置（X 座標、Y 座標）、一次側ケーブル 15 の経路、二次側ケーブル 16 の経路等が記録される。なお、配線設計図 504 に記録されるデータの一部又は全部は、プロットプラン図 500 や他のデータに記録されていてもよい。
- [0038] 部品マスタ情報 51 は、設備 11、機器 13、中継器 14、一次側ケーブル 15、二次側ケーブル 16 等の各種の部品を管理するデータである。部品マスタ情報 51 は、部品毎にレコードを有するとともに、例えば、部品 ID、名称、大分類、小分類、仕様、サイズ等が登録可能なフィールドを有する。
- [0039] 設計条件データベース 6 は、各プラント 10 を設計する際の設計要求、設計手順、設計ルール等を記録したデータであり、中継器の配線設計に関する中継器配線設計条件 60 から構成される。
- [0040] 中継器配線設計条件 60 には、図 3 に示すように、例えば、二次側ケーブル上限長さ、端子スペア許容値等が記録される。二次側ケーブル上限長さは、二次側ケーブル 16 の長さの上限値を示す情報である。端子スペア許容値

は、二次側ケーブル 1 6 が接続される中継器 1 4 の二次側端子 1 4 1 のスペア率又はスペア数の許容値を示す情報である。なお、中継器配線設計条件 6 0 は、上記の例に限られず、例えば、中継器 1 4 の設置台数の上限値や設置可能な中継器 1 4 の仕様等を含むものでもよい。また、中継器配線設計条件 6 0 は、プラント 1 0 毎に別々に用意されていてもよいし、複数のプラント 1 0 で共用されてもよい。

[0041] プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 は、設計者端末装置 3 により参照されて、設計者端末装置 3 の表示画面において、各データの追加、削除、修正等の編集操作が設計者 3 0 により行われる。その際、データベース 5 及び設計条件データベース 6 の参照や編集作業では、各設計者が有する許可権限に応じて権限制御が行われる。また、プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 は、C A D システムと連携し、各データ（例えば、部品マスタ情報 5 1 等）の更新が随時行われる。

[0042] なお、プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 のデータ構成は、上記の例に限られず適宜変更してもよく、上記のデータの一部が省略されてもよいし、上記以外のデータが追加されてもよい。また、プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 は、任意のデータ形式が採用可能であり、例えば、XML 形式でもよいし、C A D 形式でもよいし、複数のデータ形式を適宜組み合わせてもよい。

[0043] 指示受付部 2 0 0 は、各種の表示画面を表示するための表示画面情報を設計者端末装置 3 に送信し、その表示画面を介して、設計者 3 0 による入力操作を受け付けることで、中継器 1 4 の配線設計を行う設計者 3 0 とのユーザインターフェースとして機能する。指示受付部 2 0 0 は、例えば、中継器 1 4 の配線設計の対象となるプラント 1 0 の選択指示、中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当等を決定する中継器配線設計処理の実行指示等を受け付ける。中継器配線設計処理は、後述の決定部 2 0 2 にて実行される。

[0044] また、指示受付部 2 0 0 は、修正受付部 2 0 0 A、及び、更新受付部 2 0 0 B として機能する。修正受付部 2 0 0 A は、中継器配線設計処理にて決定

された中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当の少なくとも一方のうち一部の情報を修正する修正指示を受け付ける。更新受付部 2 0 0 B は、プラント設計情報 5 0 及び中継器配線設計条件 6 0 の少なくとも一方のうち一部の情報を更新する更新指示と、中継器配線設計処理にて決定された中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当の少なくとも一方のうち情報の変更を禁止とする変更禁止範囲を指定する変更禁止指示とを受け付ける。

[0045] 情報取得部 2 0 1 は、例えば、プラント設計データベース 5 を参照することで、プラント 1 0 の配置図における、計器室 1 2 の設置位置、機器 1 3 の設置位置、及び、一次側ケーブル設置領域をプラント設計情報 5 0 として取得する。その際、情報取得部 2 0 1 は、例えば、プラント設計情報 5 0 に含まれるプロットプラン図 5 0 0 及び P & I D 図 5 0 1 を解析することで、P & I D 図 5 0 1 から設備 1 1 及び機器 1 3 の配置関係や物理的な接続関係を特定し、さらにプロットプラン図 5 0 0 から各設備 1 1 の設置位置及び設置高さを特定することで、各機器 1 3 の設置位置及び設置高さを取得するようにしてもよく、その取得した結果を I / O リスト 5 0 2 に記録するようにしてもよい。なお、情報取得部 2 0 1 は、プラント設計情報 5 0 に含まれるデータであれば、上記以外のデータを取得してもよく、例えば、機器 1 3 の設置高さ、中継器設置可能高さ、及び、二次側ケーブル設置可能高さをさらに取得してもよいし、機器信号の属性をさらに取得してもよい。

[0046] また、情報取得部 2 0 1 は、例えば、設計条件データベース 6 を参照することで、中継器配線設計条件 6 0 を取得する。情報取得部 2 0 1 は、中継器配線設計条件 6 0 として、例えば、二次側ケーブル上限長さ、及び、端子スペア許容値を取得する。

[0047] なお、プラント設計データベース 5 の一部若しくは全部、又は、設計条件データベース 6 の一部若しくは全部は、ネットワーク 4 に接続可能な外部装置（複数でもよい）に記憶されていてもよく、その場合には、情報取得部 2 0 1 は、その外部装置からネットワーク 4 及び通信部 2 2 を介してプラント設計情報 5 0 及び中継器配線設計条件 6 0 を取得してもよい。また、プラン

ト設計データベース 5 の一部若しくは全部、又は、設計条件データベース 6 の一部若しくは全部は、任意の記憶媒体に記憶されていてもよく、その場合には、情報取得部 201 は、その記憶媒体（複数でもよい）からプラント設計情報 50 及び中継器配線設計条件 60 を取得してもよい。

[0048] 決定部 202 は、情報取得部 201 にて取得されたプラント設計情報 50 及び中継器配線設計条件 60 に基づいて、配置図における中継器 14 の設置位置と、中継器 14 に接続される機器 13 の割当とを決定する中継器配線設計処理を行う。

[0049] 中継器配線設計処理の第 1 の処理例（後述の図 8 乃至図 10 参照）として、決定部 202 は、プラント 10 の配置図に対して機器 13 の設置位置を基準として、二次側ケーブル上限長さ L_1 により規定される仮想枠を機器 13 毎に配置し、一次側ケーブル設置領域の外形線と仮想枠との交点同士を結ぶ交差線分を機器 13 毎に生成するとともに、計器室 12 を起点にして機器 13 毎の交差線分が重複している重複線分を探索することで、重複線分を含む交差線分に対応する機器 13 を機器グループとして特定し、機器グループ毎に、重複線分の内側に中継器 14 の設置位置を決定するとともに、重複線分を含む交差線分に対応する機器 13 を中継器 14 に接続するものとして機器 13 の割当を決定する。

[0050] 図 8 乃至図 10 は、決定部 202 による中継器配線設計処理の第 1 の処理例を示す機能説明図である。図 8 乃至図 10 では、説明の簡素化のため、機器 13 として、5 つの機器 13A～13E が設置された状況での中継器配線設計処理について説明する。

[0051] まず、決定部 202 は、図 8 に示すように、プラント 10 の配置図に対して機器 13A～13E の設置位置 P_1 （白丸）を基準として、二次側ケーブル上限長さ L_1 により規定される仮想枠 100A～100E（破線）を機器 13A～13E 毎に配置する。本実施形態では、仮想枠 100A～100E の形状は、ひし形であり、そのひし形の大きさは、機器 13A～13E の設置位置 P_1 を中心とし、その中心から各点までの距離が二次側ケーブル上限

長さL 1として規定される。ひし形を採用した理由としては、二次側ケーブル1 6をX方向及びY方向に沿って配線することを前提とした場合、機器1 3 A～1 3 Eの設置位置P 1を中心にして二次側ケーブル上限長さL 1を有する二次側ケーブル1 6が到達可能な範囲は、ひし形状になるためである。なお、仮想枠1 0 0の形状は、例えば、円等の他の形状であってもよく、円の場合には、その円の半径を二次側ケーブル上限長さL 1により規定すればよい。

[0052] 次に、決定部2 0 2は、一次側ケーブル設置領域の外形線1 0 1と仮想枠1 0 0 A～1 0 0 Eとが交差する2つの交点1 0 2 A～1 0 2 E（黒丸）を特定し、その2つの交点1 0 2 A～1 0 2 E同士を結ぶ交差線分1 0 3 A～1 0 3 Eを機器1 3 A～1 3 E毎に生成する。図9では、説明の容易化のため、5つの交差線分1 0 3 A～1 0 3 Eをずらした状態で図示している。

[0053] 次に、決定部2 0 2は、図9に示すように、計器室1 2を起点にして、機器1 3 A～1 3 E毎の交差線分1 0 3 A～1 0 3 Eが重複している重複線分1 0 4 A、1 0 4 Bを探索することで、重複線分1 0 4 A、1 0 4 Bを含む交差線分1 0 3 A～1 0 3 Eに対応する機器1 3 A～1 3 Eを機器グループ1 0 5 A、1 0 5 Bとして特定する。例えば、決定部2 0 2は、計器室1 2を起点に計器室1 2から離れるような方向を、機器グループ1 0 5 A、1 0 5 Bの探索方向として、重複線分1 0 4 A、1 0 4 Bの探索を進めていくことで、複数の機器グループ1 0 5 A、1 0 5 Bを順次特定する。図9の例では、決定部2 0 2により重複線分1 0 4 A、1 0 4 Bが探索された結果として、第1の重複線分1 0 4 Aを含む3つの交差線分1 0 3 A～1 0 3 Cに対応する3つの機器1 3 A～1 3 Cが第1の機器グループ1 0 5 Aとして特定され、第2の重複線分1 0 4 Bを含む2つの交差線分1 0 3 D、1 0 3 Eに対応する2つの機器1 3 D、1 3 Eが第2の機器グループ1 0 5 Bとして特定される。

[0054] その際、決定部2 0 2は、重複線分を含む交差線分に対応する機器1 3の数が、端子スペア許容値を満たすように、重複線分を探索することで、機器

グループを特定してもよい。図9において、例えば、中継器14の設置仕様として、二次側端子141の最大端子数（最大信号接続数でもよい）が5点の場合であって、端子スペア許容値が、スペア率50%又はスペア数3点である場合には、2つの機器13A、13Bが第1の機器グループとして特定され、2つの機器13C、13Dが第2の機器グループとして特定され、1つの機器13Eが第3の機器グループとして特定されてもよい。

[0055] 次に、決定部202は、図10に示すように、第1及び第2の機器グループ105A、105B毎に、第1及び第2の重複線分104A、104Bの内側に第1及び第2の中継器14A、14Bの設置位置P2をそれぞれ決定するとともに、第1の重複線分104Aを含む3つの交差線分103A～103Cに対応する3つの機器13A～13Cを第1の中継器14Aに接続し、第2の重複線分104Bを含む2つの交差線分103D、103Eに対応する2つの機器13D、13Eを第2の中継器14Bに接続するものとして、5つの機器13A～13Eの割当を決定する。本実施形態では、第1及び第2の中継器14A、14Bの設置位置P2は、第1及び第2の重複線分104A、104Bの midpoint に決定されるものとして説明するが、重複線分の内側であれば他の位置に決定されてもよい。

[0056] その際、決定部202は、機器グループ毎に、重複線分を含む交差線分に対応する機器13の数が、端子スペア許容値を満たすように、中継器14の設置仕様を決定してもよい。図10において、例えば、中継器14の設置仕様として、二次側端子141の最大端子数（最大信号接続数でもよい）が、5点と、10点の2種類が存在する場合であって、端子スペア許容値が、スペア率50%又はスペア数3点である場合には、第1の機器グループ105Aに含まれる機器13A～13Cの数は、3つであるから、第1の機器グループ105Aに対する中継器14の設置仕様は、二次側端子141の最大端子数が10点の仕様に決定され、第2の機器グループ105Bに含まれる機器13D、13Eの数は、2つであるから、第2の機器グループ105Bに対する中継器14の設置仕様は、二次側端子141の最大端子数が5点の仕

様に決定される。

[0057] なお、二次側ケーブル 16 の長さについて、平面方向（X 方向及び Y 方向）だけでなく、高さ方向（Z 方向）についても考慮する場合には、決定部 202 は、中継器配線設計処理の第 2 の処理例（後述の図 11 参照）として、プラント 10 の配置図に対して機器 13 の設置位置 P1 を基準として、二次側ケーブル上限長さ L1、機器 13 の設置高さ Z1、中継器 14 の中継器設置可能高さ Z2 及び二次側ケーブル設置可能高さ Z3 により規定される仮想枠を機器 13 毎に配置するようにしてもよい。

[0058] 図 11 は、決定部 202 による中継器配線設計処理の第 2 の処理例を示す機能説明図である。第 2 の処理例では、二次側ケーブル 16 の長さについて高さ方向（Z 方向）を考慮した点で第 1 の処理例と異なるものであり、その他の処理内容は共通する。なお、図 11 は、1 つの機器 13A に対する仮想枠 100A を図示したものである。

[0059] 仮想枠 100A の形状が、ひし形である場合には、機器 13 の設置位置 P1 を中心とし、その中心から各点までの距離は、二次側ケーブル上限長さ L1 から、機器 13 の設置高さ Z1 と二次側ケーブル設置可能高さ Z3 との差分値（ $= |Z1 - Z3|$ ）と、中継器設置可能高さ Z2 と二次側ケーブル設置可能高さ Z3 との差分値（ $= |Z2 - Z3|$ ）とをそれぞれ減算した値（ $= L1 - |Z1 - Z3| - |Z2 - Z3|$ ）として規定される。これにより、中継器 14 の配線設計において、高さ方向の配線に必要な二次側ケーブル 16 の長さを反映することができる。

[0060] 中継器配線設計処理のその他の処理例として、決定部 202 は、信号の属性毎に、中継器 14 の設置位置と、機器 13 の割当とを決定するようにしてもよい。

[0061] 例えば、信号の属性として、管理システムを考慮する場合には、決定部 202 は、管理システム毎に、中継器 14 の設置位置と、機器 13 の割当とを決定する。本実施形態では、プロセス制御システム、緊急停止システム、及び、保安システムに対して中継器 14 を別々に設置することにより、プロセ

ス制御システムに対する中継器 1 4 の設置位置と、その中継器 1 4 に対する、プロセス制御システムで使用する機器 1 3 の割当とを決定し、緊急停止システムに対する中継器 1 4 の設置位置と、その中継器 1 4 に対する、緊急停止システムで使用する機器 1 3 の割当とを決定し、保安システムに対する中継器 1 4 の設置位置と、その中継器 1 4 に対する、保安システムで使用する機器 1 3 の割当とを決定する。

[0062] また、信号の属性として、信号種別を考慮する場合には、決定部 2 0 2 は、信号種別毎に、中継器 1 4 の設置位置と、機器 1 3 の割当とを決定する。本実施形態では、デジタル信号用及びアナログ信号用に対して中継器 1 4 を別々に設置することにより、デジタル信号用の中継器 1 4 の設置位置と、その中継器 1 4 に対する、デジタル信号を送受信する機器 1 3 の割当とを決定し、アナログ信号用の中継器 1 4 の設置位置と、その中継器 1 4 に対する、アナログ信号を送受信する機器 1 3 の割当とを決定する。

[0063] さらに、決定部 2 0 2 は、一次側ケーブル 1 5 の経路と、二次側ケーブル 1 6 の経路とを決定するようにしてもよい。例えば、決定部 2 0 2 は、一次側ケーブル設置領域を通過するように、計器室 1 2 の設置位置と、中継器 1 4 の設置位置とを結ぶ経路を探索することで、一次側ケーブル 1 5 の経路を決定する。決定部 2 0 2 は、二次側ケーブル設置可能高さを満たすように、中継器 1 4 の設置位置と、中継器 1 4 に接続される機器 1 3 とを結ぶ二次側ケーブル 1 6 の経路を探索することで、二次側ケーブル 1 6 の経路を決定する。

[0064] また、修正受付部 2 0 0 A が、修正指示を受け付けたとき、決定部 2 0 2 は、その修正指示に基づいて、中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当を修正する。これにより、決定部 2 0 2 により決定された中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当を仮決めしたものとして、設計者 3 0 による修正指示を反映した状態で本決定することができる。なお、修正指示は、中継器 1 4 の設置仕様、一次側ケーブル 1 5 の経路及び二次側ケーブル 1 6 の経路のいずれかをさらに修正するものでもよく、その場合には、その修正指示に基づ

いて、それらの情報が修正される。

[0065] さらに、更新受付部 200B が、更新指示及び変更禁止指示を受け付けたとき、決定部 202 は、その更新指示により更新された更新後のプラント設計情報 50 及び中継器配線設計条件 60 に基づいて、その変更禁止指示が指定する変更禁止範囲に該当しない中継器 14 の設置位置及び機器 13 の割当を再決定する。これにより、決定部 202 により中継器 14 の設置位置及び機器 13 の割当が決定された後に、例えば、機器 13 の追加、削除、変更等の設計変更が行われた場合に、中継器 14 の配線設計を全てやり直すのではなく、やり直しの対象を変更禁止範囲に該当しない部分だけに限定することで、設計変更による影響範囲を抑制することができる。

[0066] 情報出力部 203 は、決定部 202 による中継器配線設計処理により決定された中継器配線設計情報（例えば、中継器 14 の設置位置及び設置仕様、機器 13 の割当等）をプラント設計情報 50 に登録する。具体的には、情報出力部 203 は、中継器 14 の設置位置、一次側ケーブル 15 の経路、及び、二次側ケーブル 16 の経路を配線設計図 504 に登録する。また、情報出力部 203 は、中継器 14 の設置仕様、中継器 14 に接続される機器 13 の割当を配線ブロック図 503 に登録する。なお、プラント設計情報 50 に対する中継器配線設計情報の登録先は、上記の例に限られない。

[0067] さらに、情報出力部 203 は、中継器配線設計情報を表示画面として表示するための表示画面情報を設計者端末装置 3 に送信し、その表示画面を介して設計者 30 による確認を促すようにしてもよい。そして、その表示画面を介して、修正受付部 200A が、修正指示を受け付けるようにしてもよいし、更新受付部 200B が、更新指示と、変更禁止指示とを受け付けるようにしてもよい。

[0068] 図 12 は、プラント設計支援装置 2 及び設計者端末装置 3 を構成するコンピュータ 900 の一例を示すハードウェア構成図である。

[0069] プラント設計支援装置 2 及び設計者端末装置 3 の各々は、汎用又は専用のコンピュータ 900 により構成される。コンピュータ 900 は、図 12 に示

すように、その主要な構成要素として、バス910、プロセッサ912、メモリ914、入力デバイス916、出力デバイス917、表示デバイス918、ストレージ装置920、通信I/F（インターフェース）部922、外部機器I/F部924、I/O（入出力）デバイスI/F部926、及び、メディア入出力部928を備える。なお、上記の構成要素は、コンピュータ900が使用される用途に応じて適宜省略されてもよい。

[0070] プロセッサ912は、1つ又は複数の演算処理装置（CPU（Central Processing Unit）、MPU（Micro-processing unit）、DSP（digital signal processor）、GPU（Graphics Processing Unit）等）で構成され、コンピュータ900全体を統括する制御部として動作する。メモリ914は、各種のデータ及びプログラム930を記憶し、例えば、メインメモリとして機能する揮発性メモリ（DRAM、SRAM等）と、不揮発性メモリ（ROM）、フラッシュメモリ等とで構成される。

[0071] 入力デバイス916は、例えば、キーボード、マウス、テンキー、電子ペン等で構成され、入力部として機能する。出力デバイス917は、例えば、音（音声）出力装置、バイブレーション装置等で構成され、出力部として機能する。表示デバイス918は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、電子ペーパー、プロジェクタ等で構成され、出力部として機能する。入力デバイス916及び表示デバイス918は、タッチパネルディスプレイのように、一体的に構成されていてもよい。ストレージ装置920は、例えば、HDD、SSD等で構成され、記憶部として機能する。ストレージ装置920は、オペレーティングシステムやプログラム930の実行に必要な各種のデータを記憶する。

[0072] 通信I/F部922は、インターネットやイントラネット等のネットワーク940（図1のネットワーク4と同じであってもよい）に有線又は無線により接続され、所定の通信規格に従って他のコンピュータとの間でデータの送受信を行う通信部として機能する。外部機器I/F部924は、カメラ、

プリンタ、スキャナ、リーダライタ等の外部機器 950 に有線又は無線により接続され、所定の通信規格に従って外部機器 950 との間でデータの送受信を行う通信部として機能する。I/O デバイス I/F 部 926 は、各種のセンサ、アクチュエータ等の I/O デバイス 960 に接続され、I/O デバイス 960 との間で、例えば、センサによる検出信号やアクチュエータへの制御信号等の各種の信号やデータの送受信を行う通信部として機能する。メディア入出力部 928 は、例えば、DVD (Digital Versatile Disc) ドライブ、CD (Compact Disc) ドライブ等のドライブ装置、メモリカードスロット、USB コネクタで構成され、DVD、CD、メモリカード、USB メモリ等のメディア (非一時的な記憶媒体) 970 に対してデータの読み書きを行う。

[0073] 上記構成を有するコンピュータ 900 において、プロセッサ 912 は、ストレージ装置 920 に記憶されたプログラム 930 をメモリ 914 に呼び出して実行し、バス 910 を介してコンピュータ 900 の各部を制御する。なお、プログラム 930 は、ストレージ装置 920 に代えて、メモリ 914 に記憶されていてもよい。プログラム 930 は、インストール可能なファイル形式又は実行可能なファイル形式でメディア 970 に記録され、メディア入出力部 928 を介してコンピュータ 900 に提供されてもよい。プログラム 930 は、通信 I/F 部 922 を介してネットワーク 940 経由でダウンロードすることによりコンピュータ 900 に提供されてもよい。また、コンピュータ 900 は、プロセッサ 912 がプログラム 930 を実行することで実現する各種の機能を、例えば、FPGA (field-programmable gate array)、ASIC (application specific integrated circuit) 等のハードウェアで実現するものでもよい。

[0074] コンピュータ 900 は、例えば、据置型コンピュータや携帯型コンピュータで構成され、任意の形態の電子機器である。コンピュータ 900 は、クライアント型コンピュータでもよいし、サーバ型コンピュータやクラウド型コ

ンピュータでもよい。

[0075] (プラント設計支援システム 1 の動作)

以下、プラント設計支援システム 1 による一連の動作について説明する。一連の動作は、プラント設計支援装置 2 の各部（プラント設計支援プログラム 210 により実行されるプラント設計方法の各工程）と、設計者端末装置 3 とが連携することで実行される。

[0076] 図 13 及び図 14 は、プラント設計支援システム 1 の動作の一例を示すフローチャートである。以下では、プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 の情報は事前に登録済みであるものとして説明する。

[0077] まず、ステップ S100 にて、設計者端末装置 3 は、例えば、表示画面上にて設計者 30 により行われた入力操作として、中継器 14 の配線設計の対象となるプラント 10 の選択指示と、中継器配線設計処理の実行指示とが入力されると、それら選択指示及び実行指示に関する指示情報をプラント設計支援装置 2 に送信する。

[0078] 次に、ステップ S110 にて、プラント設計支援装置 2 の指示受付部 200 は、その指示情報を受信することで、選択指示及び実行指示を受け付ける。

[0079] 次に、ステップ S120 にて、情報取得部 201 は、プラント設計データベース 5 及び設計条件データベース 6 を参照し、ステップ S110 にて受け付けられた選択指示及び実行指示に係るプラント設計情報 50 及び中継器配線設計条件 60 を取得する。

[0080] 次に、ステップ S130 にて、決定部 202 は、ステップ S120 にて取得されたプラント設計情報 50 及び中継器配線設計条件 60 に基づいて、中継器配線設計処理を行う。

[0081] 図 15 は、決定部 202 による中継器配線設計処理（ステップ S130）の詳細を示すフローチャートである。まず、ステップ S1300 にて、決定部 202 は、複数の機器 13 を、各機器 13 が接続される接続先の計器室 12 にて分類する。なお、計器室 12 が 1 つの場合には、ステップ S131 は

省略される。次に、ステップS 1 3 0 1にて、複数の機器 1 3を、機器信号の信号種別（アナログ信号又はデジタル信号）にて分類し、ステップS 1 3 0 2にて、複数の機器 1 3を、管理システムのシステム種別（プロセス制御システム、緊急停止システム又は保安システム）にて分類する。なお、中継器配線設計条件 6 0において、同一の中継器 1 4に対して割当不可能な設計要求がさらに定められている場合には、その設計要求に基づいて複数の機器 1 3を分類するステップがさらに追加されてもよい。

[0082] 次に、ステップS 1 3 1 0にて、一次側ケーブル設置領域において、中継器 1 4が設置可能なダクト辺（図 8乃至図 1 0の外形線 1 0 1に対応）を特定する。なお、ダクト辺の位置は、設計者 3 0の入力操作として、設計者端末装置 3から受け付けてもよい。

[0083] そして、ステップS 1 3 2 0にて、決定部 2 0 2は、ステップS 1 3 0 0～S 1 3 0 2でそれぞれ分類された複数の機器群から、処理対象の機器群を順次選択し、ステップS 1 3 3 0～S 1 3 3 4を繰り返すループ処理を行うことで、機器群の各々に対して、中継器 1 4の設置位置及び設置仕様と、中継器 1 4に接続される機器 1 3の割当とを決定する。ここでは、ステップS 1 3 3 0～S 1 3 3 4に、第 1の処理例（図 8乃至図 1 0参照）を適用した場合について説明するが、第 2の処理例を適用してもよい。

[0084] ステップS 1 3 3 0にて、決定部 2 0 2は、図 8に示すように、プラント 1 0の配置図に対して、処理対象の機器群に含まれる機器 1 3の設置位置 P 1を基準として、二次側ケーブル上限長さ L 1により規定される、例えば、ひし形状の仮想枠 1 0 0（1 0 0 A～1 0 0 E）を機器 1 3毎に配置する。

[0085] 次に、ステップS 1 3 3 1にて、決定部 2 0 2は、一次側ケーブル設置領域におけるダクト辺に対応する外形線 1 0 1と仮想枠 1 0 0とが交差する 2つの交点 1 0 2（1 0 2 A～1 0 2 E）を特定し、その 2つの交点 1 0 2同士を結ぶ交差線分 1 0 3（1 0 3 A～1 0 3 E）を機器 1 3毎に生成する。

[0086] 次に、ステップS 1 3 3 2にて、決定部 2 0 2は、図 9に示すように、計器室 1 2を起点にして、機器 1 3毎の交差線分 1 0 3が重複している重複線

分104（104A、104B）を探索することで、重複線分104を含む交差線分103に対応する機器13を機器グループ105（105A、105B）として特定する。

[0087] 次に、ステップS1333にて、決定部202は、図10に示すように、機器グループ105毎に、重複線分104の内側（本実施形態では、重複線分104の midpoint）に中継器14の設置位置P2を決定するとともに、重複線分104を含む交差線分103に対応する機器13を中継器14に接続するものとして、機器13の割当を決定する。

[0088] 次に、ステップS1334にて、決定部202は、機器グループ105毎に、重複線分104を含む交差線分103に対応する機器13の数が、端子スぺア許容値を満たすように、中継器14の設置仕様を決定する。

[0089] そして、ステップS1320によるループ処理を行うことにより、計器室毎、信号種別毎、及び、システム種別毎に分類された機器群毎に、各中継器14の設置位置及び設置仕様と、各中継器14に対する機器13の割当とを決定し、図15に示す一連の中継器配線設計処理を終了する。

[0090] 次に、図13に示すステップS140にて、情報出力部203は、ステップS130の中継器配線設計にて決定された中継器配線設計情報（例えば、中継器14の設置位置及び設置仕様、機器13の割当等）をプラント設計情報50に登録する。そして、ステップS141にて、情報出力部203は、その中継器配線設計情報を表示画面として表示するための表示画面情報を設計者端末装置3に送信する。その際、情報出力部203は、中継器14の設置台数の合計値、一次側ケーブル15及び二次側ケーブル16の合計本数、一次側ケーブル15及び二次側ケーブル16の各ケーブル長さ、各ケーブル長さを合計した合計値を算出し、その算出した結果を中継器配線設計情報や表示画面情報に含ませるようにしてもよい。

[0091] 次に、ステップS150にて、設計者端末装置3は、その表示画面情報を受信すると、その表示画面情報に基づいて、中継器配線設計情報を表示画面上に表示する。

[0092] そして、図 1 4 に示すステップ S 1 6 0 にて、中継器配線設計情報を確認した設計者 3 0 の入力操作として、中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当の少なくとも一方のうち一部の情報を修正する修正指示が設計者端末装置 3 に入力された場合には、ステップ S 1 6 1 にて、修正受付部 2 0 0 A が、その修正指示を受け付ける。次に、ステップ S 1 6 2 にて、決定部 2 0 2 は、その修正指示に基づいて、中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当を修正する。そして、その修正後の中継器配線設計情報は、ステップ S 1 4 0 と同様に、情報出力部 2 0 3 によりプラント設計情報 5 0 に登録される。

[0093] また、ステップ S 1 7 0 にて、中継器配線設計情報を確認した設計者 3 0 の入力操作として、プラント設計情報 5 0 及び中継器配線設計条件 6 0 の少なくとも一方のうち一部の情報を更新する更新指示と、中継器配線設計情報のうち情報の変更を禁止とする変更禁止範囲を指定する変更禁止指示とが入力された場合には、ステップ S 1 7 1 にて、更新受付部 2 0 0 B が、その更新指示及び変更禁止指示を受け付ける。そして、ステップ S 1 7 2 にて、決定部 2 0 2 は、その更新指示及び変更禁止指示に基づいて、更新後のプラント設計情報 5 0 及び中継器配線設計条件 6 0 に基づいて、その変更禁止指示が指定する変更禁止範囲に該当しない中継器 1 4 の設置位置及び機器 1 3 の割当を再決定する。そして、その再決定後の中継器配線設計情報は、ステップ S 1 4 0 と同様に、情報出力部 2 0 3 によりプラント設計情報 5 0 に登録される。さらに、ステップ S 1 4 1 と同様に、情報出力部 2 0 3 によりその再決定後の中継器配線設計情報を表示画面として表示するための表示画面情報が設計者端末装置 3 に送信されてもよい。

[0094] 上記の一連の処理において、ステップ S 1 1 0、S 1 6 1、S 1 7 1 が指示受付工程、ステップ S 1 2 0 が情報取得工程、ステップ S 1 3 0、S 1 6 2、S 1 7 2 が決定工程、ステップ S 1 4 0 が情報出力工程にそれぞれ相当する。

[0095] 以上のように、プラント設計支援装置 2 によれば、決定部 2 0 2 が、プラント設計情報 5 0 及び中継器配線設計条件 6 0 に基づいて、配置図における

中継器 1 4 の設置位置と、中継器 1 4 に接続される機器 1 3 の割当とを決定するので、多くの現場工事の経験や高度な設計スキルを要することなく、中継器 1 4 の配線設計を適切に実施することができる。

[0096] (他の実施形態)

本発明は上述した実施形態に制約されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。そして、それらはすべて、本発明の技術思想に含まれるものである。

[0097] 上記実施形態では、プラント設計支援装置 2 が備える各部の機能は、1 つの装置で実現されるものとして説明したが、各部の機能が複数の装置に分散されることで複数の装置で実現されてもよい。また、設計者端末装置 3 の制御部が、プラント設計支援プログラム 2 1 0 を実行することで、プラント設計支援装置 2 として機能するようにしてもよい。

[0098] 上記実施形態では、プラント設計支援システム 1 が、図 1 3 乃至図 1 5 に示すフローチャートに従って動作する場合について説明したが、各ステップの実行順序を適宜変更してもよいし、一部のステップを省略してもよい。

[0099] 上記実施形態では、プラント設計支援装置 2 が、1 つの中継器配線設計条件 6 0 に対して中継器配線設計処理を行うものとして説明したが、複数の中継器配線設計条件 6 0 (例えば、二次側ケーブル上限長さや端子スペア許容値を変更したもの) に対して中継器配線設計処理をそれぞれ行うようにしてもよい。その場合には、プラント設計支援装置 2 が、中継器配線設計処理にてそれぞれ決定された複数の中継器配線設計情報を設計者 3 0 に出力し、設計者 3 0 にて比較検討するようにしてもよいし、プラント設計支援装置 2 が、中継器配線設計処理にてそれぞれ決定された複数の中継器配線設計情報を所定の基準 (中継器 1 4 の設置台数の合計値、一次側ケーブル 1 5 及び二次側ケーブル 1 6 の合計本数、各ケーブル長さ、各ケーブル長さの合計値等) で比較することで、最適な中継器配線設計情報を出力するようにしてもよい。

[0100] 上記実施形態では、決定部 2 0 2 による中継器配線設計処理 (ステップ S

130) について詳細な処理内容を説明したが、その処理内容は適宜変更してもよい。以下、中継器配線設計処理における第1乃至第6の変形例について説明する。

[0101] (第1の変形例)

図16は、中継器配線設計処理の第1の変形例を示す機能説明図である。第1の変形例では、ステップS1331にて、決定部202が、一次側ケーブル設置領域の外形線101と、仮想枠100とが交差する2つの交点102同士を結ぶことで交差線分103を機器13毎に生成する際、図16に示す機器13F、13Gのように、交差線分103F、103Gを一次側ケーブル設置領域の外形線101に沿って生成する。そのため、機器13Gに対する交差線分103Gは、図16に示すように、外形線101の角部分に沿うように2つの交点102Gが結ばれることで折れ線状に生成される。なお、外形線101が湾曲部分を有する場合には、交差線分103は、湾曲状に生成されてもよい。また、図16の例では、重複線分104Cは、直線状に生成されているが、複数の交差線分103が角部分や湾曲部分で重複している場合には、重複線分104Cについても折れ線状や湾曲状に生成されてもよい。

[0102] これにより、プロットプラン図500において、図16に示す機器13Gのように、機器13Gの上下方向及び左右方向に一次側ケーブル設置領域が存在しない場合でも、交差線分103Gが一次側ケーブル設置領域の外形線101に沿って生成されることで、機器13Gに対する中継器14Cの設置位置P2が決定される。したがって、プロットプラン図500において、機器13の設置位置の自由度を向上することができる。

[0103] (第2の変形例)

図17は、中継器配線設計処理の第2の変形例を示す機能説明図である。上記実施形態では、ステップS1331にて、交差線分103は、一次側ケーブル設置領域の外形線101と、仮想枠100とが交差する2つの交点102同士を結ぶことで生成されるものとして説明した。その際、交差線分1

03は、機器13と同じ側に位置する一次側ケーブル設置領域の外形線101と、仮想枠100とが交差する交点（同じ側の交点）同士を結ぶことで機器13と同じ側に生成されてもよいし、機器13と反対側に位置する一次側ケーブル設置領域の外形線101と、仮想枠100とが交差する交点（反対側の交点）同士を結ぶことで機器13と反対側に生成されてもよい。その結果として、中継器14の設置位置P2は、機器13に対して一次側ケーブル設置領域と同じ側に決定されてもよいし、機器13に対して一次側ケーブル設置領域と反対側に決定されてもよい。

[0104] 第2の変形例では、機器13に対して一次側ケーブル設置領域の反対側に位置する中継器14に当該機器13が接続されることを許可するか否かを示す中機器接続設定が、中継器配線設計条件60に記録される。そして、決定部202は、中機器接続設定にて一次側ケーブル設置領域の反対側に接続されることが許可されている場合、機器13に対して一次側ケーブル設置領域の同じ側又は反対側に位置する中継器14に接続されるように、中継器14の設置位置と、機器13の割当とを決定する。また、決定部202は、中機器接続設定にて一次側ケーブル設置領域の反対側に接続されることが許可されていない場合、機器13に対して一次側ケーブル設置領域の同じ側に位置する中継器14だけに接続されるように、中継器14の設置位置と、機器13の割当とを決定する。

[0105] 例えば、中機器接続設定にて一次側ケーブル設置領域の反対側に接続されることが許可されている場合には、決定部202は、図17に示すように、機器13Jと反対側に位置する一次側ケーブル設置領域の外形線101と、仮想枠100とが交差する2つの交点102J同士を結ぶことで、機器13Jと反対側に交差線分103Jを生成する。これにより、機器13Jは、図17に示すように、一次側ケーブル設置領域の反対側に位置する中継器14Dに接続されるように割り当てられる。そして、機器13Jに対する二次側ケーブル16は、一次側ケーブル設置領域を跨ぐようにして設置される。したがって、中継器14の設置台数を抑制することができる。

[0106] (第3の変形例)

図18は、中継器配線設計処理の第3の変形例を示す機能説明図である。第3の変形例では、ステップS1333にて、決定部202が、機器グループ105毎に重複線分104の内側に中継器14の設置位置P2を決定する際、機器グループ105に含まれる複数の機器13を中継器14にそれぞれ接続したときの二次側ケーブル16の長さを合計した合計値に基づいて、中継器14の設置位置P2を決定する。そのため、図18に示す機器13A～13Cに対する中継器14Eの設置位置P2は、図10に示す中継器14Aの設置位置P2（重複線分104Aの中点）に比較して、機器13C側に設置される。なお、決定部202は、二次側ケーブル16の各ケーブル長さを合計した合計値が短くなるように中継器14の設置位置P2を決定してもよい。さらに、決定部202は、その合計値が最小値となるように中継器14の設置位置P2を決定してもよい。

[0107] これにより、中継器14の設置位置P2が、二次側ケーブル16の各ケーブル長さを合計した合計値が考慮されて決定される。したがって、二次側ケーブル16の全体の使用量を低減することができる。

[0108] (第4の変形例)

図19は、中継器配線設計処理の第4の変形例を示す機能説明図である。第4の変形例では、一次側ケーブル設置領域のうち、中継器14を設置することを禁止する領域を示す中継器設置禁止領域106が、例えば、プロットプラン図500に記録される。そして、決定部202は、その中継器設置禁止領域106を除外した一次側ケーブル設置領域に対して中継器14の設置位置P2を決定する。

[0109] 具体的には、ステップS1331にて、決定部202が、交差線分103を機器13毎に生成する際、図19に示すように、中継器設置禁止領域106を除外した一次側ケーブル設置領域の外形線101と、仮想枠100K～100Mとが交差する2つの交点102K～102Mを特定し、その2つの交点102K～102M同士を結ぶ交差線分103K～103Mを生成する

。図 19 の例では、機器 13 K、13 L に対する交差線分 103 K、103 L が、中継器設置禁止領域 106 の端部（交点 102 K、102 L）までに制限されて生成される。

[0110] これにより、交差線分 103 K、103 L に重複する重複線分 104 G が、図 19 に示すように、中継器設置禁止領域 106 を含まないように探索されるので、中継器 14 G の設置位置 P2 は、中継器設置禁止領域 106 を避けて決定される。したがって、例えば、一次側ケーブル 15 が地下に埋設されるような領域を中継器設置禁止領域 106 として扱うことにより、そのような中継器設置禁止領域 106 に中継器 14 の設置位置 P2 が決定されることを防止することができる。

[0111] （第 5 の変形例）

図 20 は、中継器配線設計処理の第 5 の変形例を示す機能説明図である。上記実施形態では、その他の処理例として、決定部 202 が、信号の属性毎に、中継器 14 の設置位置 P2 と、機器 13 の割当とを決定するものとして説明した。第 5 の変形例では、一次側ケーブル設置領域に対して設置可能な信号の属性を示す設置可能信号属性が、例えば、プロットプラン図 500 に記録される。そして、決定部 202 は、一次側ケーブル設置領域に対して設定された設置可能信号属性が示す信号の属性に対応する一次側ケーブル 15 がその一次側ケーブル設置領域に設置されるように、中継器 14 の設置位置 P2 と、機器 13 の割当とを決定する。

[0112] 例えば、信号の属性として、管理システムを考慮する場合には、決定部 202 は、設置可能信号属性としてプロセス制御システムが設定された一次側ケーブル設置領域（外形線 101 A）に対して、プロセス制御システムで使用する機器 13 N、13 P が二次側ケーブル 16 で接続されるように、プロセス制御システムに対する中継器 14 H の設置位置 P2 を決定する。そして。決定部 202 は、設置可能信号属性として緊急停止システムが設定された一次側ケーブル設置領域（外形線 101 B）に対して、緊急停止システムで使用する機器 13 Q、13 R が二次側ケーブル 16 で接続されるように、緊

急停止システムに対する中継器 1 4 I の設置位置 P 2 を決定する。

[0113] また、信号の属性として、信号種別を考慮する場合には、決定部 2 0 2 は、設置可能信号属性としてデジタル信号用が設定された一次側ケーブル設置領域（外形線 1 0 1 A）に対して、デジタル信号を送受信する機器 1 3 N、1 3 P が二次側ケーブル 1 6 で接続されるように、デジタル信号用の中継器 1 4 H の設置位置 P 2 を決定する。そして、決定部 2 0 2 は、設置可能信号属性としてアナログ信号用が設定された一次側ケーブル設置領域（外形線 1 0 1 A）に対して、アナログ信号を送受信する機器 1 3 Q、1 3 R が二次側ケーブル 1 6 で接続されるように、アナログ信号用の中継器 1 4 I の設置位置 P 2 を決定する。

[0114] これにより、中継器 1 4 の設置位置 P 2 と、機器 1 3 の割当とが、一次側ケーブル設置領域に対して設置可能信号属性で設定された特定の信号の属性に対応する一次側ケーブル 1 5 が設置されるように決定される。したがって、設置可能信号属性が設定された一次側ケーブル設置領域に対して、その設置可能信号属性とは異なる信号の属性に対応する中継器 1 4 が設置されたり、機器 1 3 が割り当てられたりすることを防止することができる。

[0115] （第 6 の変形例）

図 2 1 は、中継器配線設計処理の第 6 の変形例を示す機能説明図である。第 6 の変形例では、二次側ケーブル 1 6 を設置することが禁止された領域を示す二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 が、例えば、プロットプラン図 5 0 0 に記録される。そして、決定部 2 0 2 は、その二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 を二次側ケーブル 1 6 が通過しないように、中継器 1 4 の設置位置 P 2 を決定する。

[0116] 具体的には、ステップ S 1 3 3 1 にて、決定部 2 0 2 が、交差線分 1 0 3 を機器 1 3 毎に生成する際、交差線分 1 0 3 のうち、二次側ケーブル 1 6 を設置したときに二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 を通過する線分を除外することにより交差線分 1 0 3 S ~ 1 0 3 V を生成する。図 2 1 の例では、機器 1 3 U に対する交差線分 1 0 3 U が、二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7

の端部（交点 1 0 2 U）までに制限される。

[0117] これにより、交差線分 1 0 3 U に重複する重複線分 1 0 4 K が、図 2 1 に示すように、二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 に重ならないように探索されるので、機器 1 3 U に対する二次側ケーブル 1 6 を設置したときの経路が、二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 を避けて決定される。したがって、例えば、二次側ケーブル 1 6 を設置することが困難な障害物が存在したり、近接する複数の機器 1 3 が同じ中継器 1 4 に接続されないように、2 つの中継器 1 4 に別々に接続したりするような場合に、実際の障害物や仮想的な障害物を二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 として扱うことにより、そのような二次側ケーブル設置禁止領域 1 0 7 を通過するように、二次側ケーブル 1 6 の経路が決定されることを防止することができる。

符号の説明

[0118] 1…プラント設計支援システム、2…プラント設計支援装置、
3…設計者端末装置、4…ネットワーク、
5…プラント設計データベース、6…設計条件データベース、
1 0…プラント、1 1…設備、1 2…計器室、
1 3、1 3 A～1 3 W…機器、1 4、1 4 A～1 4 K…中継器、
1 5…一次側ケーブル、1 6…二次側ケーブル、
2 0…制御部、2 1…記憶部、2 2…通信部、
2 3…入力部、2 4…表示部、5 0…プラント設計情報、
5 1…部品マスタ情報、6 0…中継器配線設計条件、
1 0 0 A～1 0 0 W…仮想枠、1 0 1…外形線、
1 0 2 A～1 0 2 W…交点、1 0 3 A～1 0 3 W…交差線分、
1 0 4 A～1 0 4 K…重複線分、
1 0 5 A、1 0 5 B…機器グループ、
1 0 6…中継器設置禁止領域、1 0 7…二次側ケーブル設置禁止領域、
1 4 0…一次側端子、1 4 1…二次側端子、
2 0 0…指示受付部、2 0 0 A…修正受付部、

200B…更新受付部、201…情報取得部、202…決定部、
203…情報出力部、210…プラント設計支援プログラム、
500…プロットプラン図、501…P&ID図、
502…I/Oリスト、503…配線ブロック図、504…配線設計図

請求の範囲

[請求項1] プラントに設置された計器室に接続される一次側ケーブルと、前記プラントに設置された複数の機器にそれぞれ接続される複数の二次側ケーブルとを中継する複数の中継器の配線設計を支援するプラント設計支援装置であって、

前記プラントの配置図における、前記計器室の設置位置、前記機器の設置位置、及び、前記一次側ケーブルが設置可能な領域を示す一次側ケーブル設置領域をプラント設計情報として取得するとともに、前記中継器の配線設計に関する中継器配線設計条件を取得する情報取得部と、

前記情報取得部にて取得された前記プラント設計情報及び前記中継器配線設計条件に基づいて、前記配置図における前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定する決定部と、
を備える、

プラント設計支援装置。

[請求項2] 前記中継器配線設計条件は、

前記二次側ケーブルの長さの上限値を示す二次側ケーブル上限長さを含み、

前記決定部は、

前記配置図に対して前記機器の設置位置を基準として、前記二次側ケーブル上限長さにより規定される仮想枠を前記機器毎に配置し、

前記一次側ケーブル設置領域の外形線と前記仮想枠との交点同士を結ぶ交差線分を前記機器毎に生成するとともに、前記計器室を起点にして前記機器毎の交差線分が重複している重複線分を探索することで、前記重複線分を含む前記交差線分に対応する前記機器を機器グループとして特定し、

前記機器グループ毎に、前記重複線分の内側に前記中継器の設置位置を決定するとともに、前記重複線分を含む前記交差線分に対応す

る前記機器を前記中継器に接続するものとして前記機器の割当を決定する、

請求項 1 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項3] 前記プラント設計情報は、

前記機器の設置高さ、前記中継器が設置可能な高さを示す中継器設置可能高さと、前記二次側ケーブルが設置可能な高さを示す二次側ケーブル設置可能高さとを含み、

前記決定部は、

前記配置図に対して前記機器の設置位置を基準として、前記二次側ケーブル上限長さ、前記機器の設置高さ、前記中継器設置可能高さ及び前記二次側ケーブル設置可能高さにより規定される前記仮想枠を前記機器毎に配置する、

請求項 2 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項4] 前記中継器配線設計条件は、

前記二次側ケーブルが接続される前記中継器の端子のスペア率又はスペア数の許容値を示す端子スペア許容値を含み、

前記決定部は、

前記重複線分を含む前記交差線分に対応する前記機器の数が、前記端子スペア許容値を満たすように、前記重複線分を探索することで、前記機器グループを特定する、

請求項 2 又は請求項 3 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項5] 前記中継器配線設計条件は、

前記二次側ケーブルが接続される前記中継器の端子のスペア率又はスペア数の許容値を示す端子スペア許容値を含み、

前記決定部は、

前記機器グループ毎に、前記重複線分を含む前記交差線分に対応する前記機器の数が、前記端子スペア許容値を満たすように、前記中継器の設置仕様を決定する、

請求項 2 又は請求項 3 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項6]

前記決定部は、

前記機器グループ毎に前記重複線分の内側に前記中継器の設置位置を決定する際、前記機器グループに含まれる複数の前記機器を前記中継器にそれぞれ接続したときの前記二次側ケーブルの長さを合計した合計値に基づいて、前記中継器の設置位置を決定する、

請求項 2 又は請求項 3 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項7]

前記プラント設計情報は、

前記一次側ケーブル設置領域のうち、前記中継器を設置することを禁止する領域を示す中継器設置禁止領域を含み、

前記決定部は、

前記交差線分を前記機器毎に生成する際、前記中継器設置禁止領域を除外した前記一次側ケーブル設置領域の外形線と、前記仮想枠との交点同士を結ぶことで前記交差線分を生成する、

請求項 2 又は請求項 3 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項8]

前記プラント設計情報は、

前記二次側ケーブルを設置することが禁止された領域を示す二次側ケーブル設置禁止領域を含み、

前記決定部は、

前記交差線分を前記機器毎に生成する際、前記交差線分のうち、前記二次側ケーブルを設置したときに前記二次側ケーブル設置禁止領域を通過する線分を除外することで前記交差線分を生成する、

請求項 2 又は請求項 3 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項9]

前記プラント設計情報は、

前記計器室と前記機器との間で送受信される信号の属性として、前記プラントを管理する複数の管理システムのうちいずれの前記管理システムで使用される機器であるかを特定するシステム種別と、アナログ信号かデジタル信号かを特定する信号種別の少なくとも一方を含

み、

前記決定部は、

前記信号の属性毎に、前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定する、

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載のプラント設計支援装置。

[請求項10]

前記プラント設計情報は、

前記一次側ケーブル設置領域に設置可能な前記信号の属性を示す設置可能信号属性を含み、

前記決定部は、

前記一次側ケーブル設置領域に対して設定された前記設置可能信号属性が示す信号の属性に対応する前記一次側ケーブルが当該一次側ケーブル設置領域に設置されるように、前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定する、

請求項 9 に記載のプラント設計支援装置。

[請求項11]

前記決定部にて決定された前記中継器の設置位置及び前記機器の割当の少なくとも一方のうち一部の情報を修正する修正指示を受け付ける修正受付部をさらに備え、

前記決定部は、

前記修正受付部にて受け付けられた前記修正指示に基づいて、前記中継器の設置位置及び前記機器の割当を修正する、

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載のプラント設計支援装置。

[請求項12]

前記プラント設計情報及び前記中継器配線設計条件の少なくとも一方のうち一部の情報を更新する更新指示と、前記決定部にて決定された前記中継器の設置位置及び前記機器の割当の少なくとも一方のうち情報の変更を禁止とする変更禁止範囲を指定する変更禁止指示とを受け付ける更新受付部をさらに備え、

前記決定部は、

前記更新受付部にて受け付けられた前記更新指示により前記プラント設計情報及び前記中継器配線設計条件の少なくとも一方が更新されたとき、更新後の前記プラント設計情報及び前記中継器配線設計条件に基づいて、前記更新受付部にて受け付けられた前記変更禁止指示が指定する前記変更禁止範囲に該当しない前記中継器の設置位置及び前記機器の割当を再決定する、

請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれか一項に記載のプラント設計支援装置。

[請求項13]

前記決定部は、

前記計器室と前記中継器とを接続する前記一次側ケーブルの経路と、

前記機器と前記中継器とを接続する前記二次側ケーブルの経路とをさらに決定する、

請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれか一項に記載のプラント設計支援装置。

[請求項14]

前記中継器配線設計条件は、

前記機器に対して前記一次側ケーブル設置領域の反対側に位置する前記中継器に当該機器が接続されることを許可するか否かを示す中継器接続設定を含み、

前記決定部は、

前記中継器接続設定にて前記反対側に位置する前記中継器に接続されることが許可されている場合、前記機器に対して前記一次側ケーブル設置領域の同じ側又は前記反対側に位置する前記中継器に接続されるように、前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定し、

前記中継器接続設定にて前記反対側に位置する前記中継器に接続されることが許可されていない場合、前記同じ側の前記中継器だけに

接続されるように、前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定し、

請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか一項に記載のプラント設計支援装置。

[請求項15]

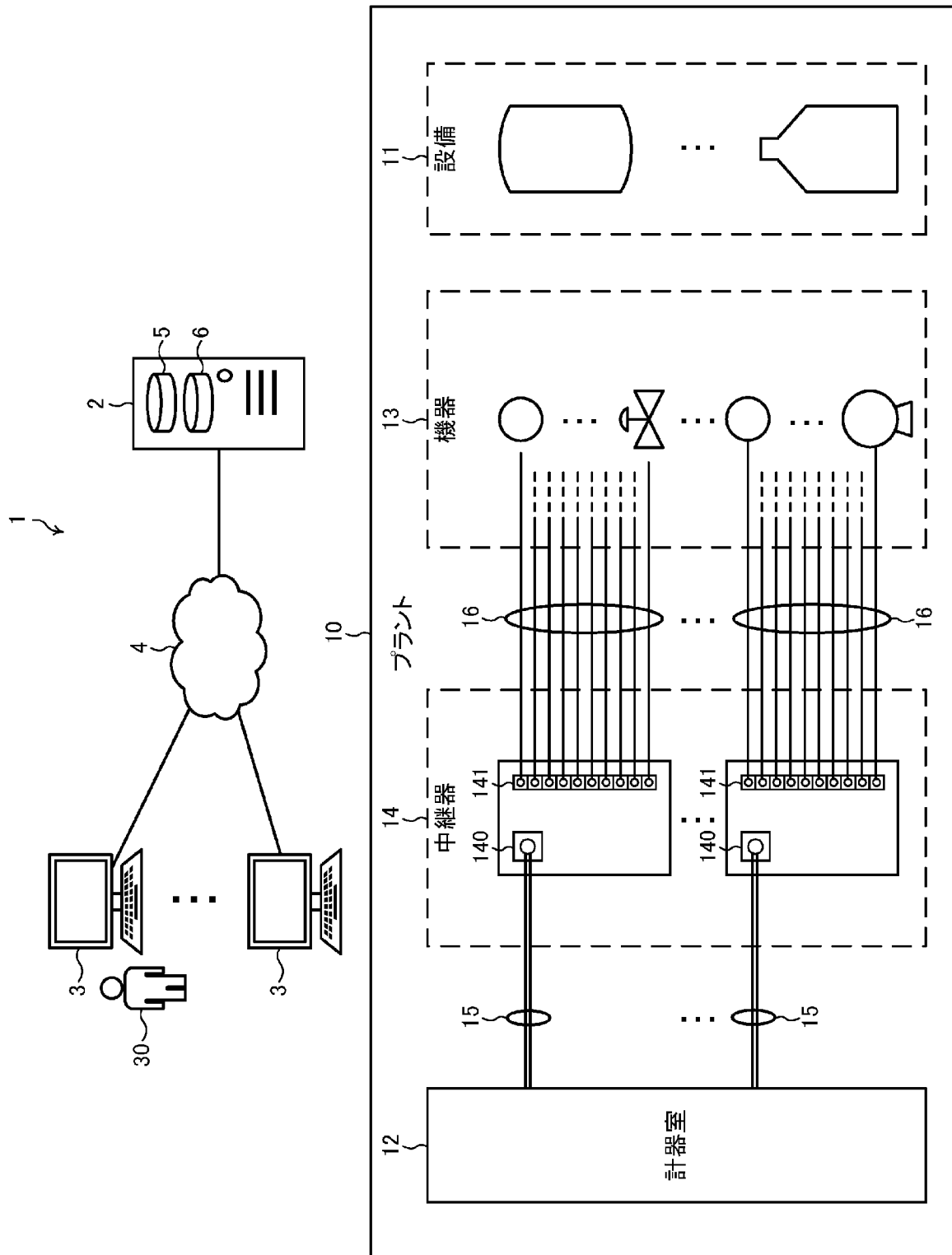
コンピュータを用いて、プラントに設置された計器室に接続される一次側ケーブルと、前記プラントに設置された複数の機器にそれぞれ接続される複数の二次側ケーブルとを中継する複数の中継器の配線設計を支援するプラント設計支援方法であって、

前記プラントの配置図における、前記計器室の設置位置、前記機器の設置位置、及び、前記一次側ケーブルが設置可能な領域を示す一次側ケーブル設置領域をプラント設計情報として取得するとともに、前記中継器の配線設計に関する中継器配線設計条件を取得する情報取得工程と、

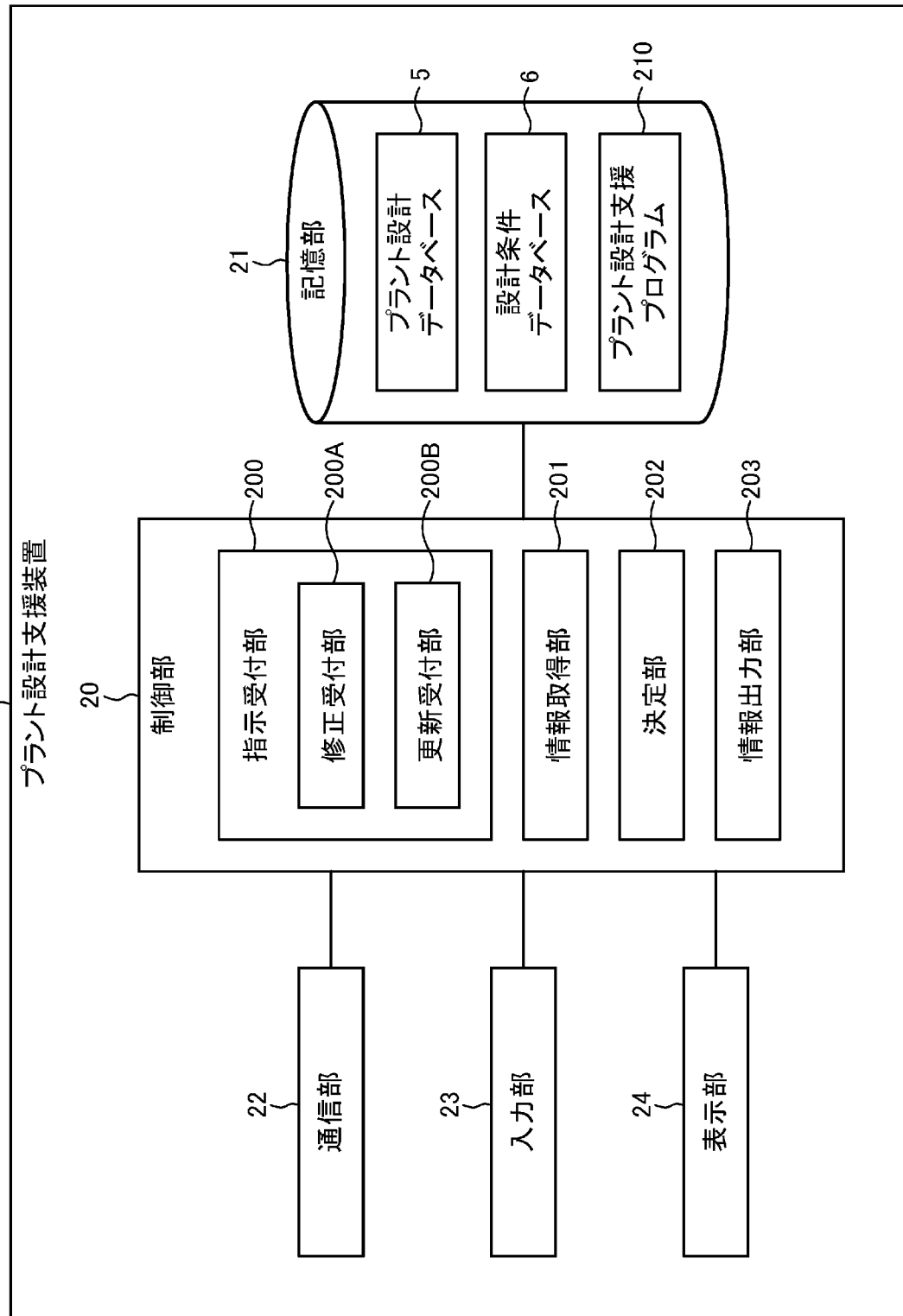
前記情報取得工程にて取得された前記プラント設計情報及び前記中継器配線設計条件に基づいて、前記配置図における前記中継器の設置位置と、前記中継器に接続される前記機器の割当とを決定する決定工程と、を備える、

プラント設計支援方法。

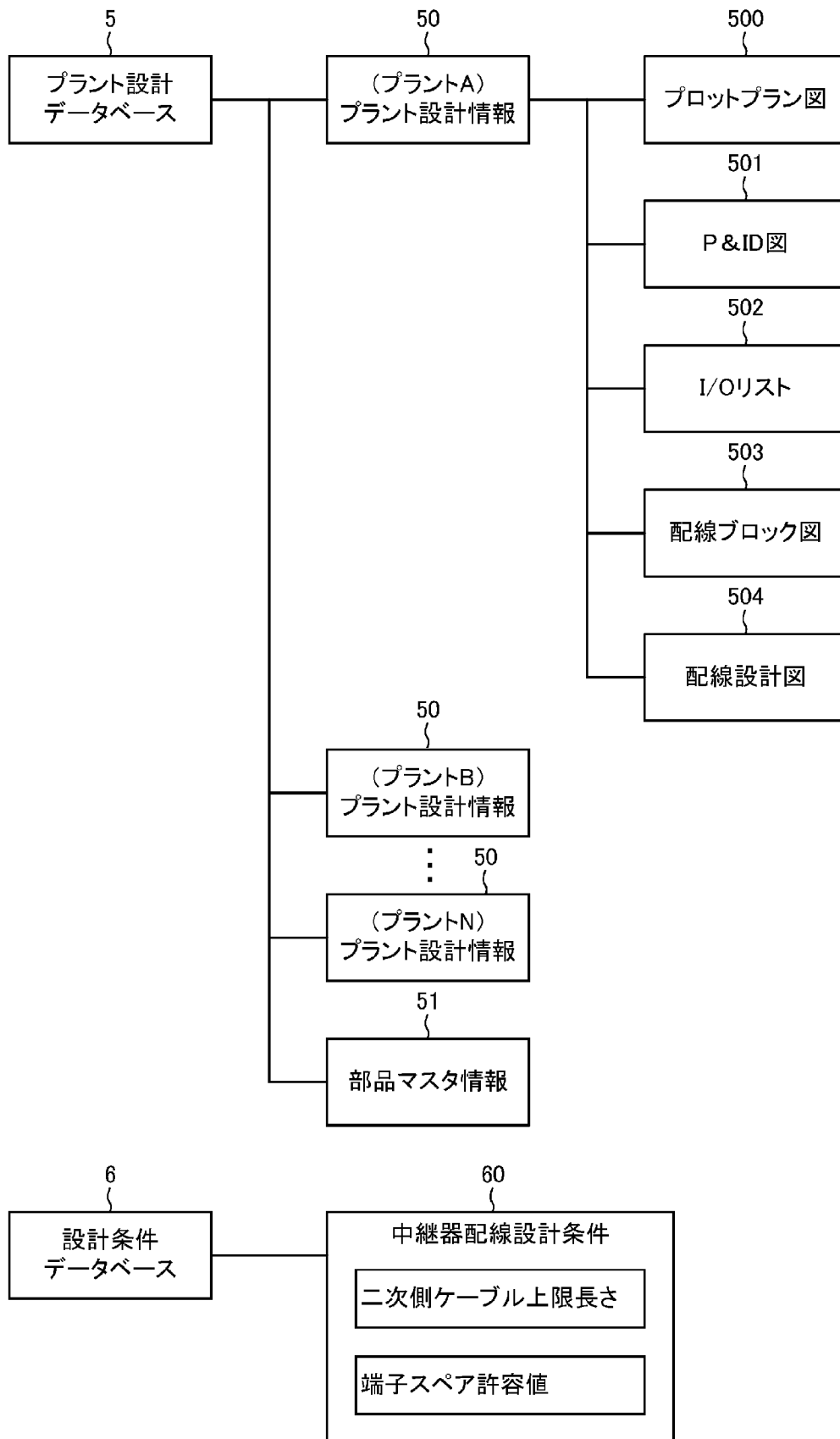
[図1]



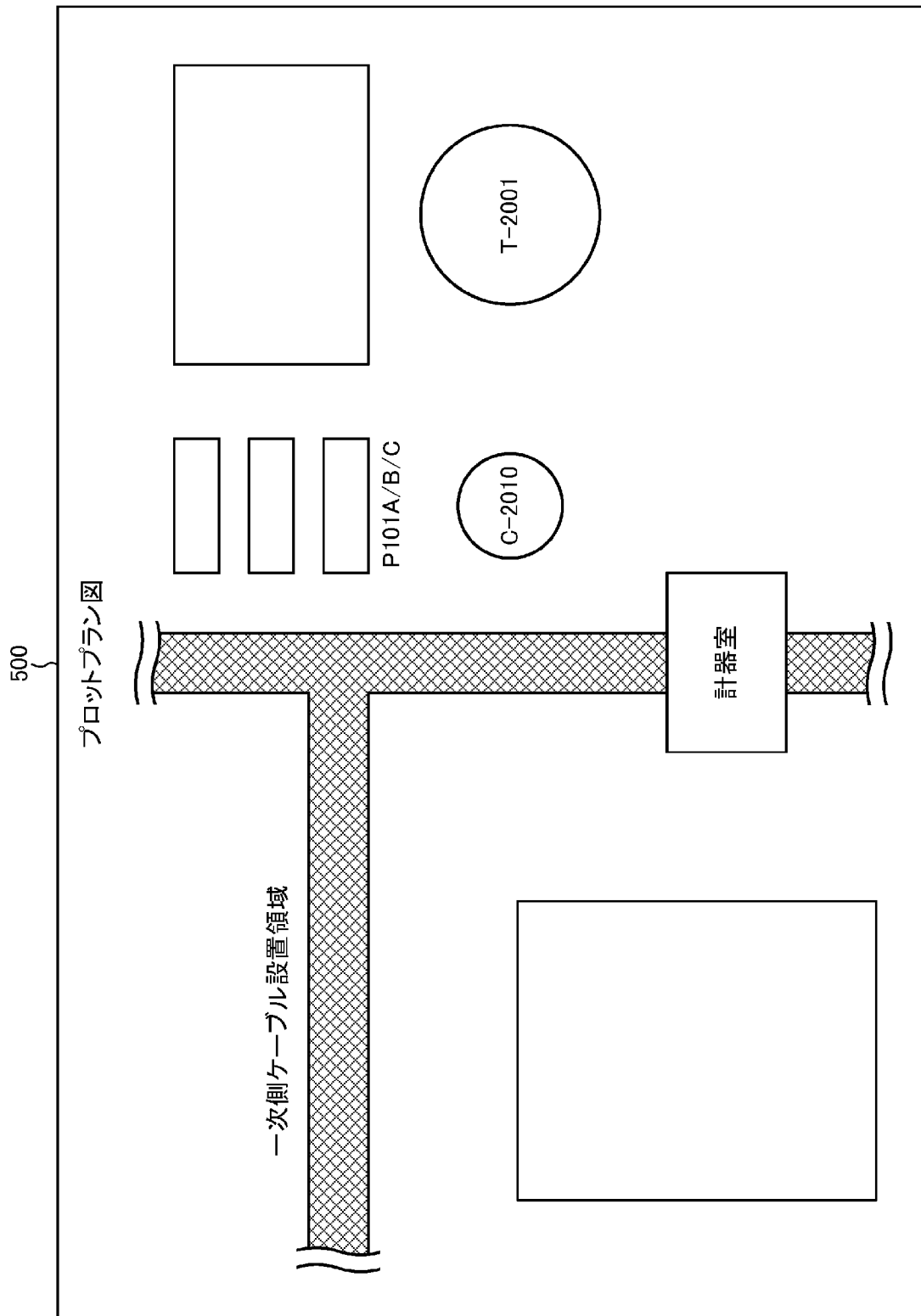
[図2]



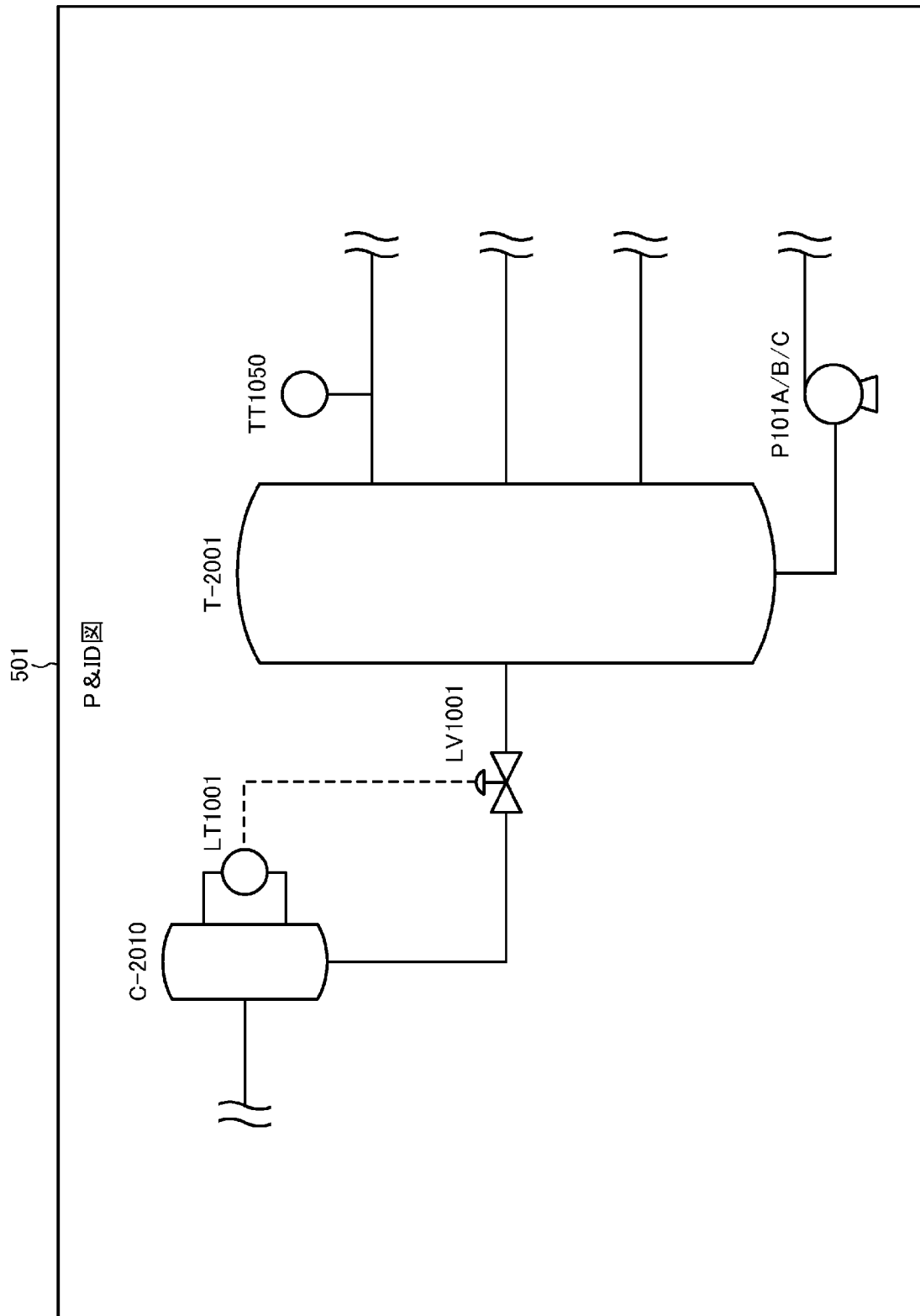
[図3]



[図4]



[図5]

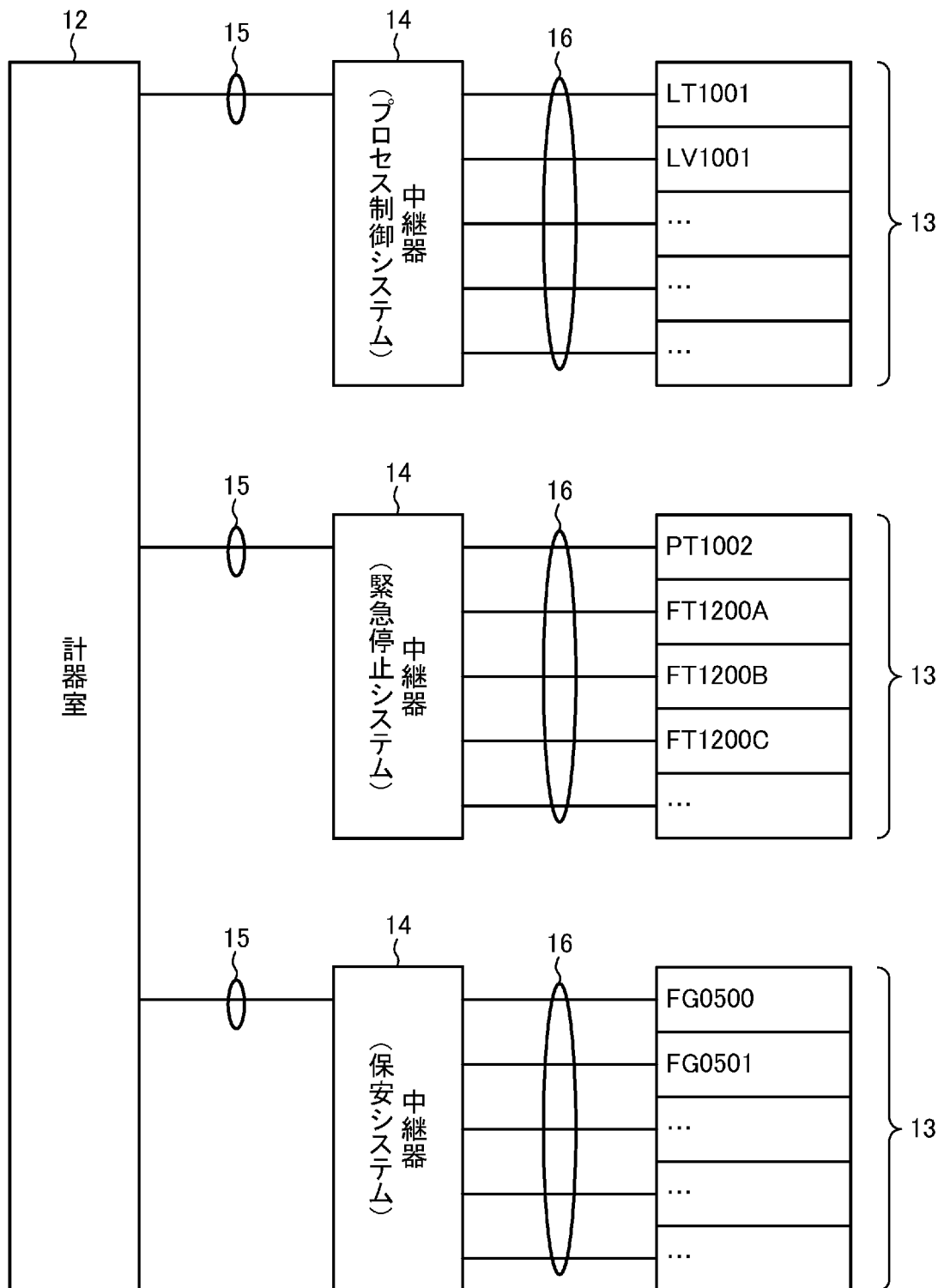


[図6]

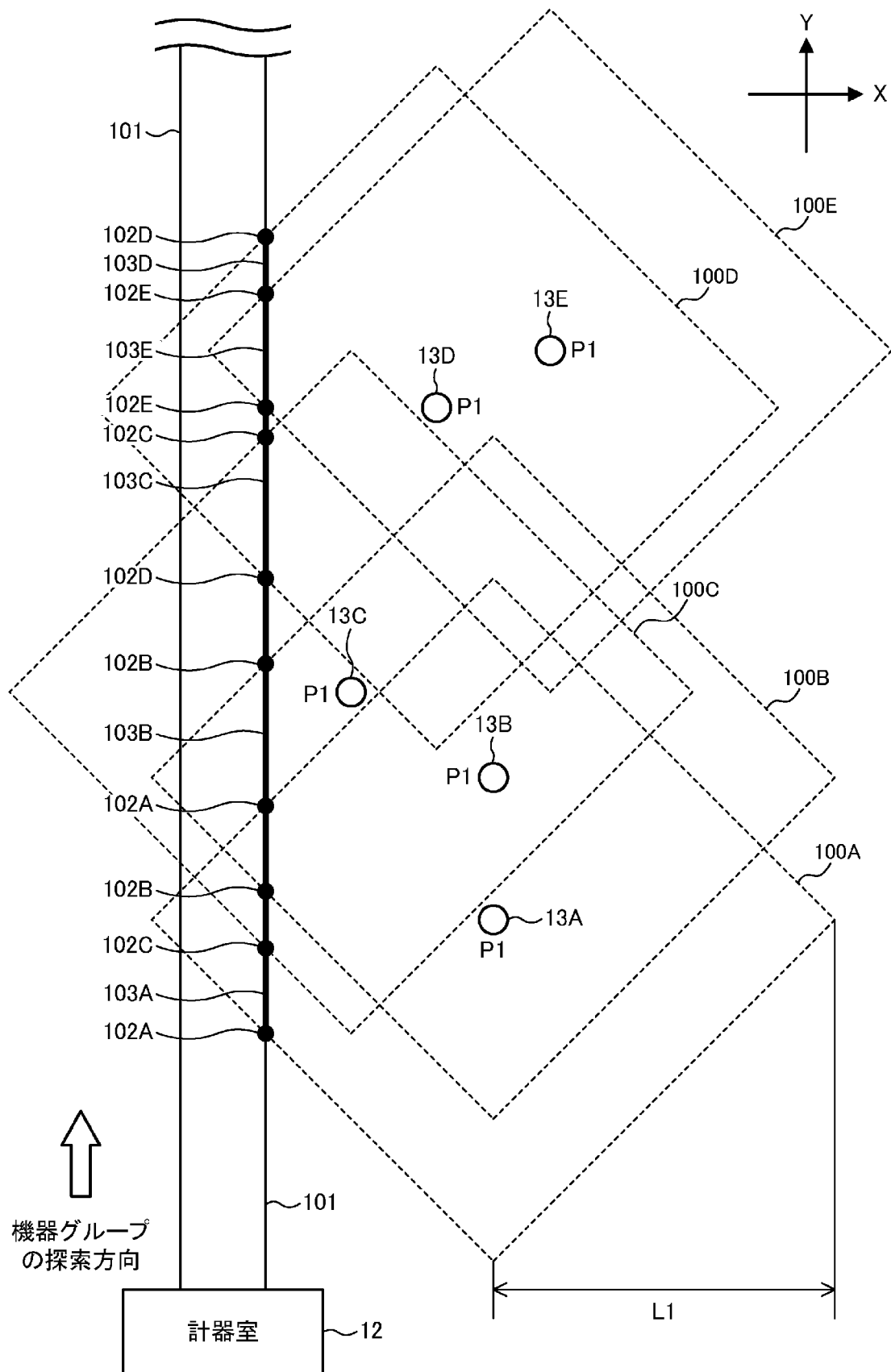
502

I/Oリスト						
機器ID	信号種別	システム種別	設置位置		設置高さ Z座標	...
			X座標	Y座標		
LT1001	アナログ	プロセス制御	18000	25000	1200	...
LV1001	アナログ	プロセス制御	15000	20000	500	...
PT1002	アナログ	緊急停止	16000	17000	1200	...
SV1002	デジタル	緊急停止	24000	20000	800	...
FG0500	アナログ	保安	21000	21000	1500	...
FG0501	アナログ	保安	19000	23000	1500	...
FT1200A	アナログ	緊急停止	11000	900	1200	...
FT1200B	アナログ	緊急停止	11000	900	1200	...
FT1200C	アナログ	緊急停止	11000	900	1200	...
...	...	...	...	...	...	...

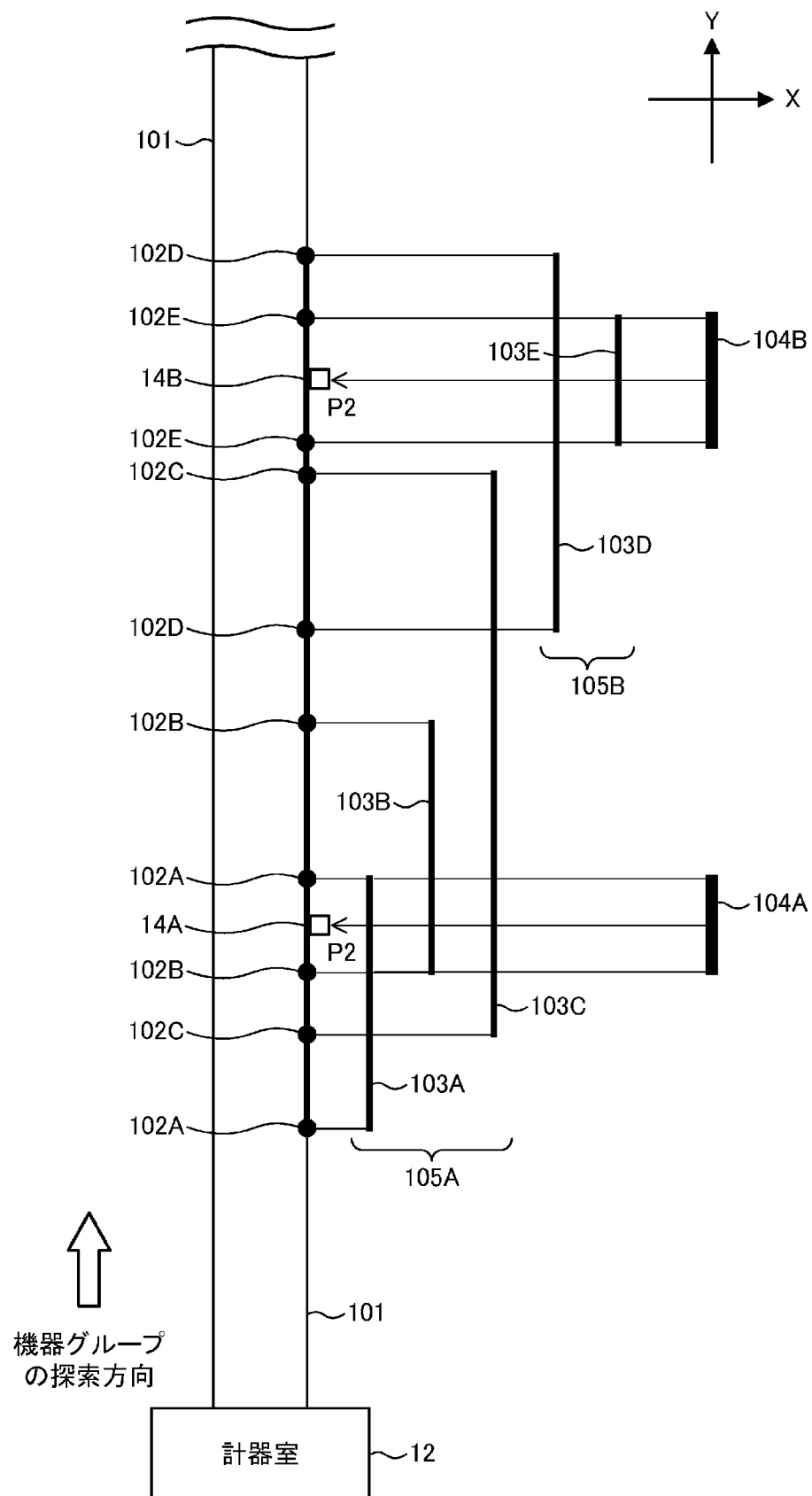
[図7]



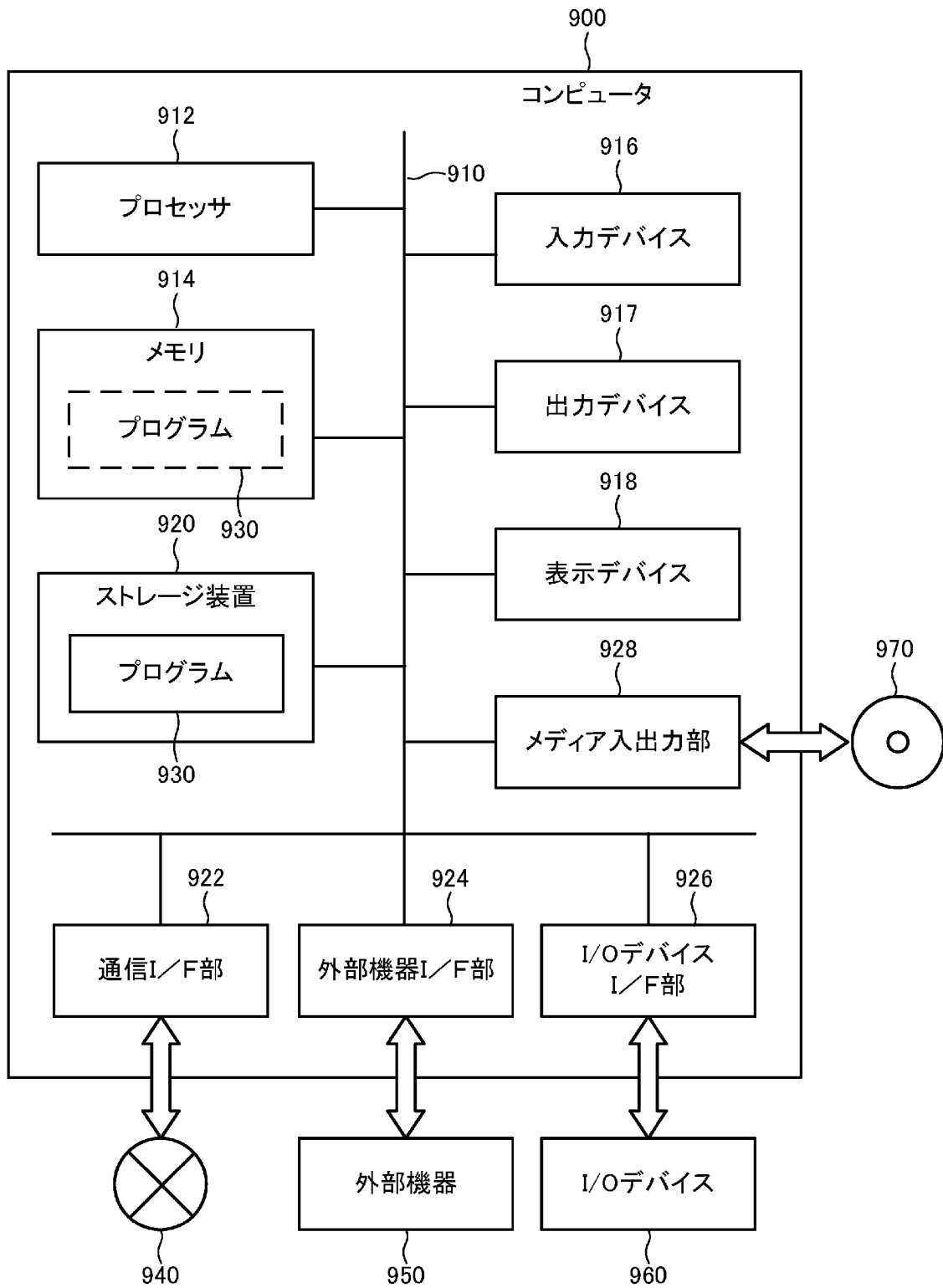
[図8]



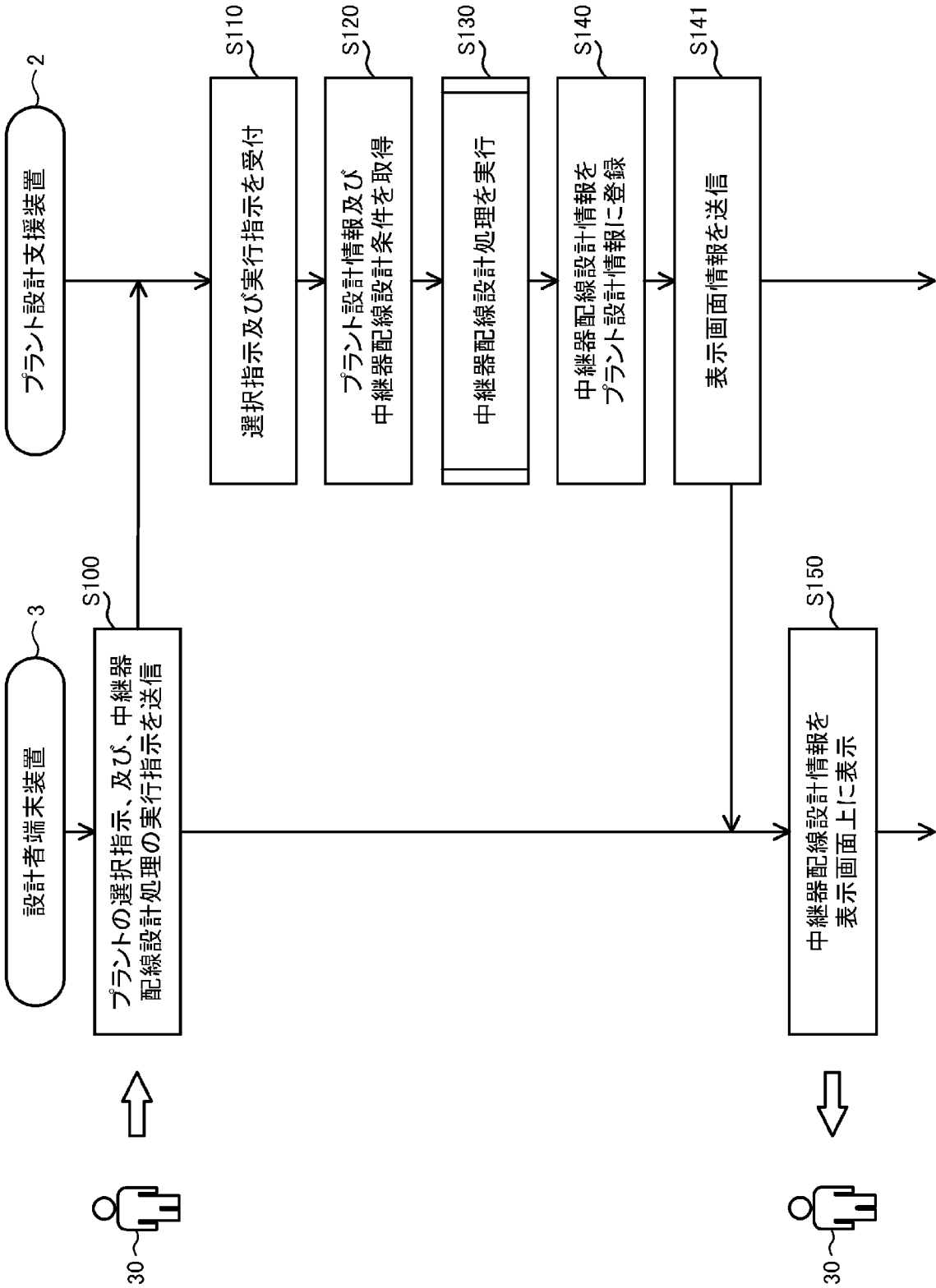
[図9]



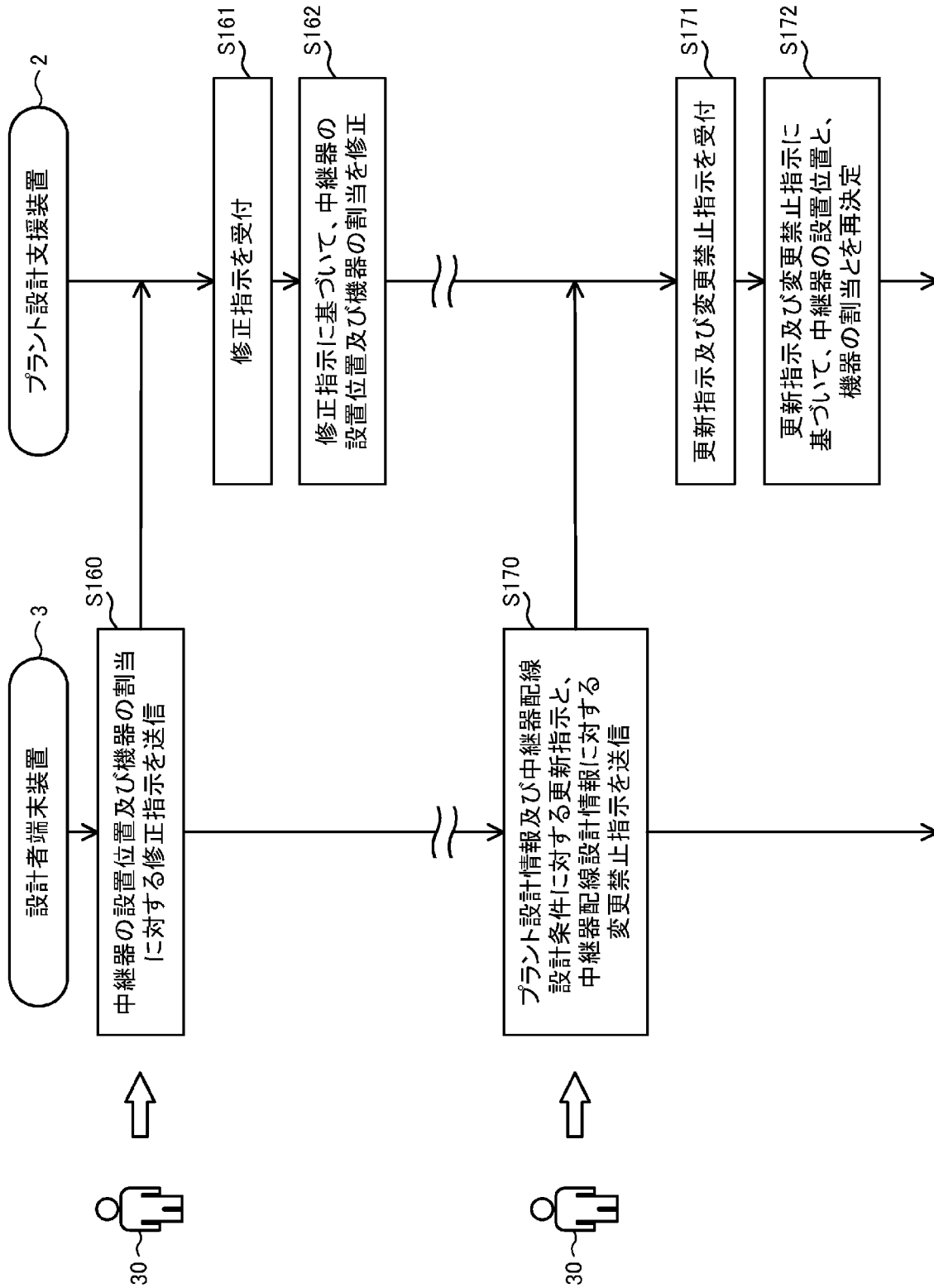
[図12]



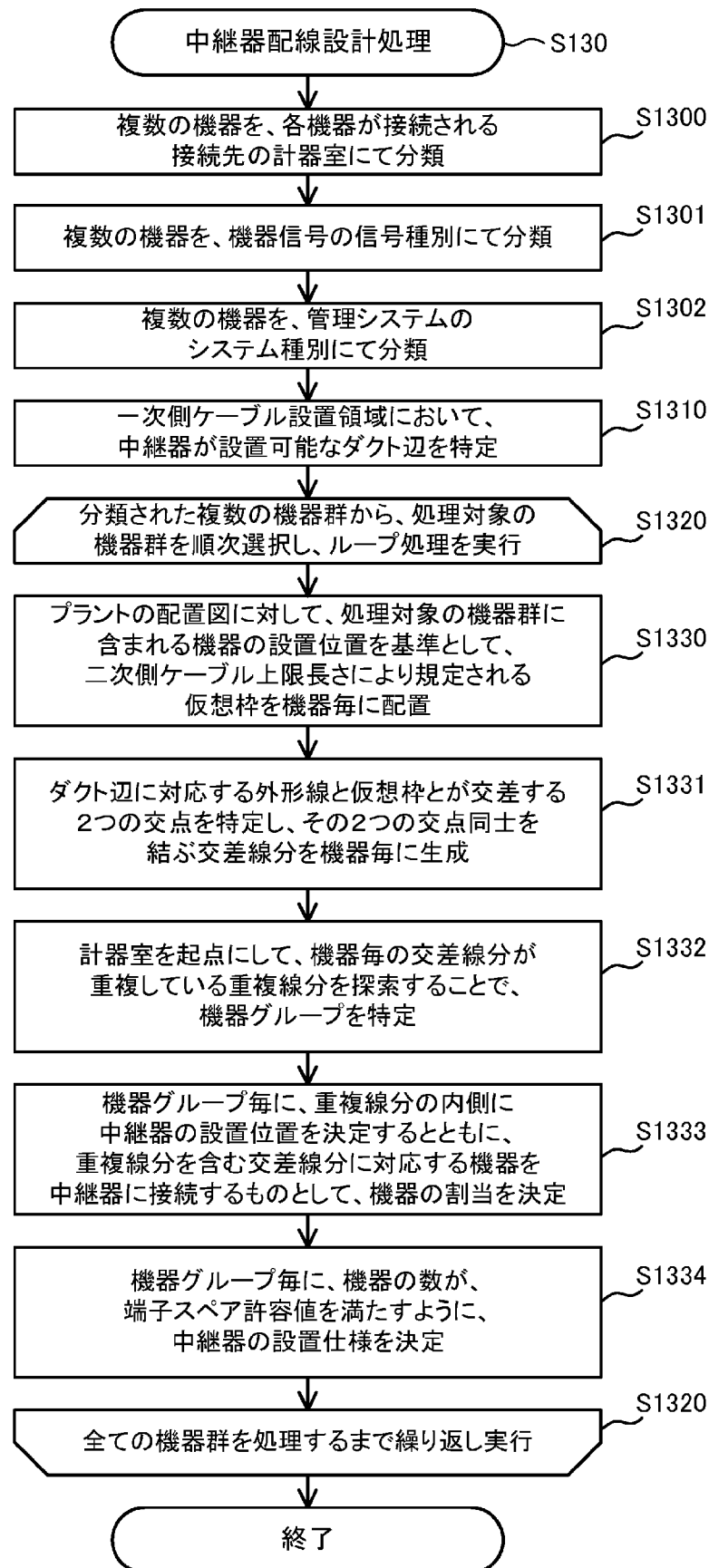
[図13]

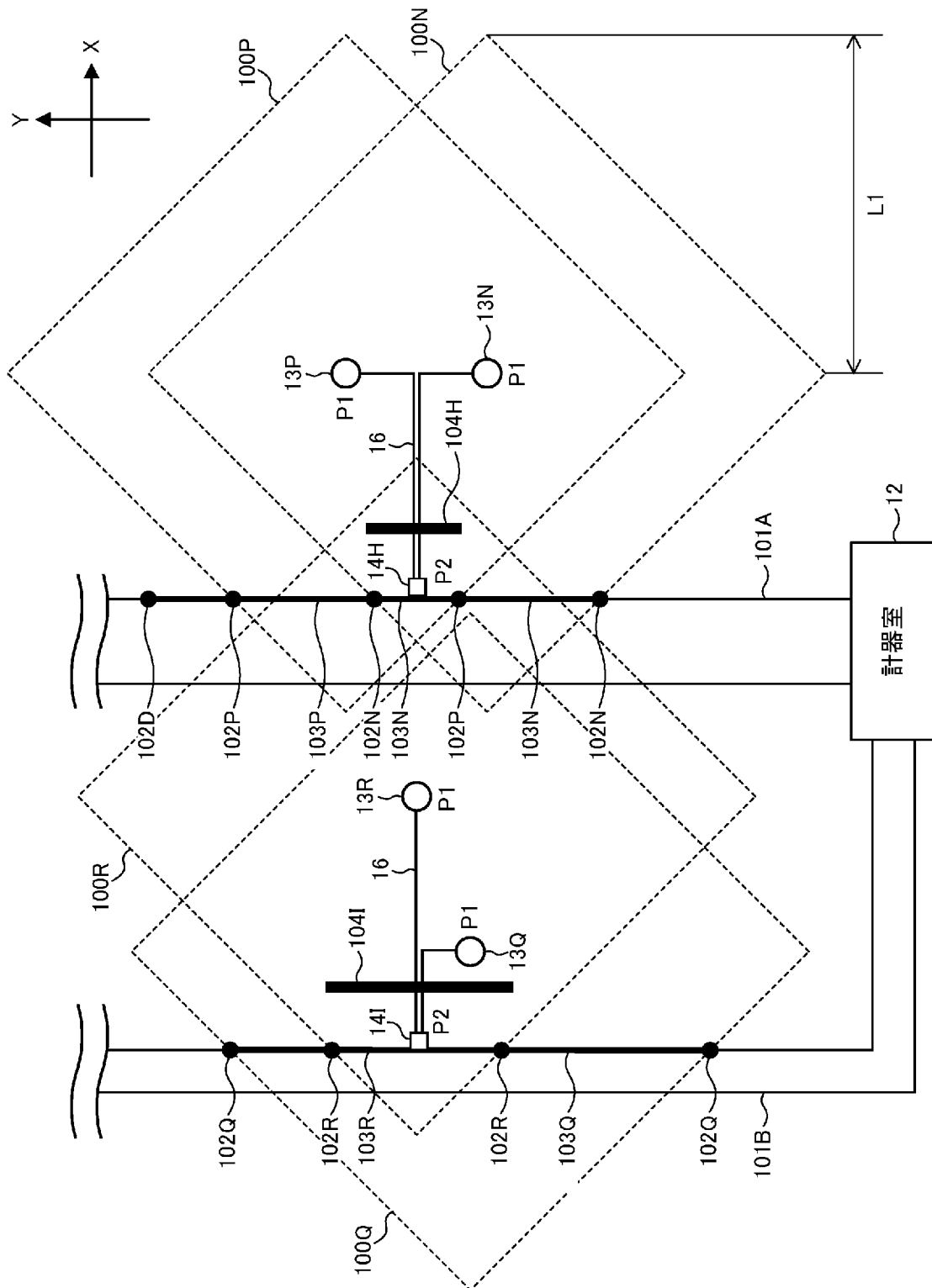


[図14]

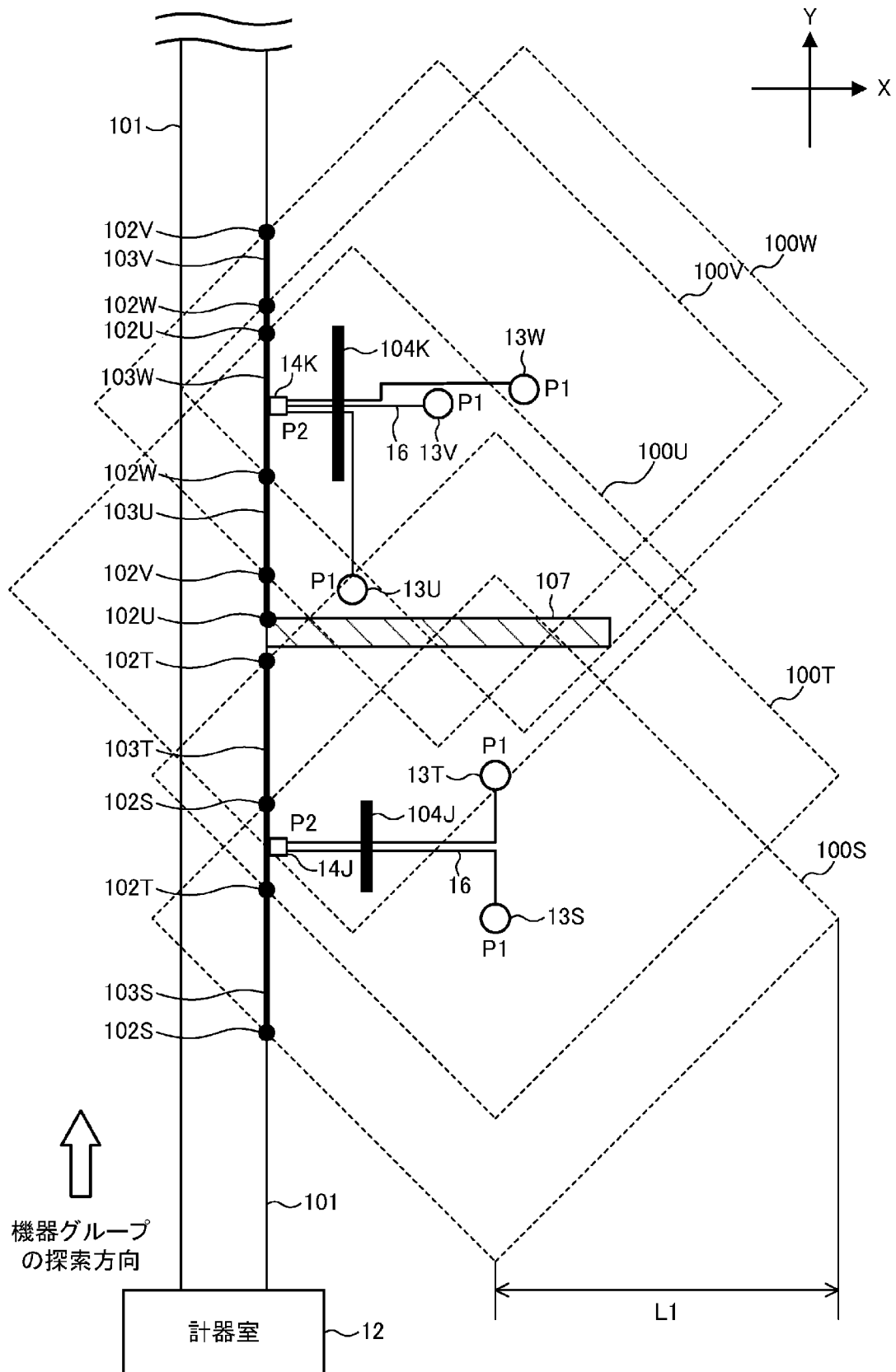


[図15]





[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/000698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06F 30/18**(2020.01)i

FI: G06F30/18

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)

G06F30/00-30/398; G05B1/00-99/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 10-320427 A (TOSHIBA ENG CO LTD) 04 December 1998 (1998-12-04) claims	1-15
A	JP 2000-339357 A (YAMATAKE SANGYO SYSTEMS CO LTD) 08 December 2000 (2000-12-08) claims	1-15
A	US 4862345 A (LITWIN ENGINEERS & CONSTRUCTORS, INC.) 29 August 1989 (1989-08-29) column 8, line 19 to column 9, line 8	1-15

☐ 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

04 April 2023

Date of mailing of the international search report

11 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)**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/JP2023/000698

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	10-320427	A	04 December 1998	(Family: none)	
JP	2000-339357	A	08 December 2000	(Family: none)	
US	4862345	A	29 August 1989	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 30/18(2020.01)i FI: G06F30/18														
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）） G06F30/00-30/398; G05B1/00-99/00 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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
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	JP 10-320427 A（東芝エンジニアリング株式会社）04.12.1998（1998 - 12 - 04） 特許請求の範囲	1-15												
A	JP 2000-339357 A（山武産業システム株式会社）08.12.2000（2000 - 12 - 08） 特許請求の範囲	1-15												
A	US 4862345 A（LITWIN ENGINEERS & CONSTRUCTORS, INC.）29.08.1989（1989 - 08 - 29） column 8, line 19 - column 9, line 8	1-15												
☐ 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、一般的技术水準を示すもの</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、一般的技术水準を示すもの	“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、一般的技术水準を示すもの	“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 04.04.2023	国際調査報告の発送日 11.04.2023													
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） 松浦 功 5H 9181 電話番号 03-3581-1101 内線 3531													

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/JP2023/000698

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-320427	A	04.12.1998	(ファミリーなし)	
JP	2000-339357	A	08.12.2000	(ファミリーなし)	
US	4862345	A	29.08.1989	(ファミリーなし)	