

(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
2024年12月12日(12.12.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/252906 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 11/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/018520

(22) 国際出願日: 2024年5月20日(20.05.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

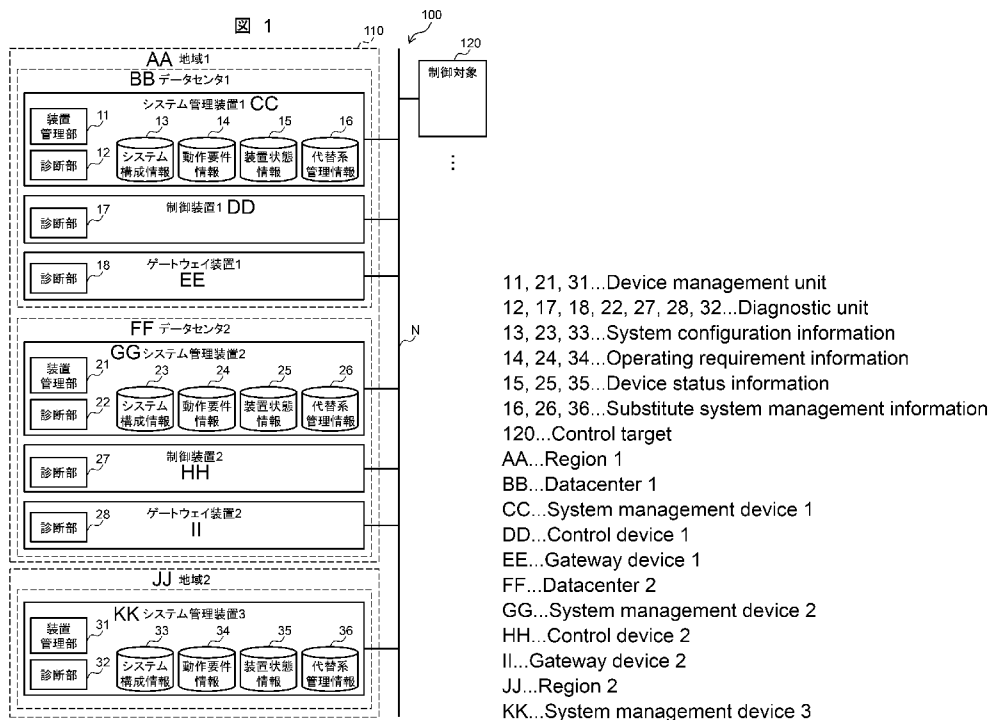
(30) 優先権データ:
特願 2023-095759 2023年6月9日(09.06.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 水川 秀 (MIZUKAWA, Hideo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 河合 英宏(KAWAI, Hidehiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 野村 祐貴(NOMURA, Yuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 福島 開人(FUKUSHIMA, Kaito); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 染谷 朋秀(SOMEYA, Tomohide); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 濱崎 良行(HAMAZAKI, Yoshiyuki); 〒1008280

(54) Title: CONTROL SYSTEM, CONTROL METHOD, AND CONTROL SERVICE PROVISION SYSTEM

(54) 発明の名称: 制御システム、制御方法および制御サービス提供システム



(57) Abstract: Provided is a control system 110 comprising: a diagnostic unit 32 that acquires metrics of computer resources used to control a control target 120; and a device management unit 31 that detects a failure of a computer resource on the basis of the metrics, prepares a plurality of substitute candidates for the failed computer resource, selects, from among the plurality of substitute candidates, a computer resource to replace the failed computer resource on the basis of metrics of the substitute candidates, and switches from the failed computer resource to the selected computer resource.



東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目3番12号 シーフォートスクエア センタービルディング16階 Tokyo (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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, SC, 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))

This makes it possible to provide a control system, a control method, and a control service provision system that can meet punctuality requirements required by applications, even when computer resources cannot be strictly managed.

(57) 要約: 制御対象120に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得する診断部32と、メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の代替候補についてのメトリクスを基に、代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択し、さらに、障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える装置管理部31と、を備える制御システム110。これにより、計算機資源の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる。制御システム、制御方法、制御サービス提供システムを提供することができる。

明 細 書

発明の名称：

制御システム、制御方法および制御サービス提供システム

技術分野

[0001] 本発明は、制御システム、制御方法、制御サービス提供システムに関する。本発明は、特に、制御対象を制御する際に定時性が求められる場合に好適に使用できる制御システム、制御方法、制御サービス提供システムに関する。

背景技術

[0002] 制御対象を制御する制御システムとして、例えば、パブリッククラウド上で動作する仮想マシン(VM: Virtual Machine)を利用する場合、作成した仮想マシンがデプロイされるハードウェアはクラウドベンダに委ねられる。

[0003] 特許文献1には、サクラウドサービス制御装置は、プラントを制御するプラント制御機能を提供するクラウドサービスとの通信を制御する第1通信部と、クラウドサービスに係るサービス情報を利用する利用装置との通信を制御する第2通信部と、クラウドサービスの動作状態を検証する検証部と、検証された動作状態に基づき、クラウドサービスを選択する選択部と、サービス情報を、選択されたクラウドサービスと利用装置との間で伝達する情報伝達部とを備えることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-112829号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 制御システムが、制御対象を制御する際に遅れが生じると、適切な制御が困難になることがある。この場合、制御システムに定時性が求められる。これまでの制御システムについて定時性を確保するには、管理下の計算機資源

の管理を厳密に行うことで実現してきた。

しかしながら、制御システムとして、例えば、仮想マシンを使用する場合、計算機資源の管理を厳密にできず、仮想マシンのデプロイ先によっては、アプリケーションが求める定時性の要件を満たせないことがある。

本発明は、計算機資源の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる制御システム、制御方法、制御サービス提供システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するため本発明は、制御対象に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得するメトリクス取得部と、メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の代替候補についてのメトリクスを基に、代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択する準備部と、障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える切替部と、を備える制御システムを提供する。この場合、計算機資源の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる制御システムを提供できる。

[0007] ここで、準備部は、障害として第1の段階を検知したときに、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択し、切替部は、障害として第1の段階よりメトリクスが低下した第2の段階を検知したときに、選択された計算機資源に切り替えるようにできる。この場合、第1の段階で予め替わりとなる計算機資源を準備することができ、第2の段階で迅速に切り替えを行うことができる。

また、準備部は、第1の段階を検知したときに、障害が発生した計算機資源から選択された計算機資源に内部の状態をコピーし、双方の状態を一致化させるようにできる。この場合、第2の段階で系切替を行った後、即座にメトリクスのよい計算機資源をセカンダリ等として利用することができる。

さらに、準備部は、状態を一致化させた後に、障害が発生した計算機資源

に入力される情報を取得し、状態の一致化を維持するようにできる。この場合、メトリクスのよい計算機資源をさらに迅速に利用することができる。

またさらに、障害は、時計遅れおよび通信遅れの少なくとも一方とすることができる。この場合、制御対象を制御するのに問題が生じやすい事象に対し対応することができる。

また、準備部は、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択した後に、第1の段階の障害が解消したときは、選択された計算機資源の用意を解除するようにできる。この場合、メトリクスが回復したときは、選択された計算機資源の用意を解除できる。

さらに、メトリクスは、計算機資源同士の通信性能であり、準備部は、通信性能が最も良好な代替候補を、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源として選択するようにできる。この場合、制御システムに求められる定時性を確保しやすくなる。

そして、メトリクスは、時計の補正量であり、準備部は、時計の補正量が障害が生じた計算機資源のセカンダリと近い代替候補を、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源として選択するようにできる。この場合、セカンダリから昇格したプライマリと、セカンダリとなる代替系との間で時刻のずれが起きにくくなる。

また、準備部は、代替候補についてのメトリクスに加え、計算機資源が設置されるエリアに基づき、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択するようにできる。この場合、可用性を高めることができる。

さらに、エリアとして、同じデータセンタ内の計算機資源を選択するようにできる。この場合、予め設計された装置配置の分散度合いを維持でき、可用性を高めることができる。

またさらに、準備部は、エリアとして、障害が生じた計算機資源のセカンダリが存在しないデータセンタ内の計算機資源を選択するようにできる。この場合、計算機資源が分散配置でき、可用性を高めることができる。

また、準備部は、代替候補を準備するエリアを予め定められた期間毎に予

め選定するようにできる。この場合、メトリクスがよいエリアに配される計算機資源を予め選定しておくことができる。

さらに、切替部は、障害が生じた計算機資源のセカンダリとなっていた計算機資源をプライマリとし、選択された計算機資源をセカンダリとするようにできる。この場合、メトリクスがよい計算機資源をセカンダリとして割り当てることができる。

[0008] また、本発明は、プロセッサがメモリに記録されたプログラムを実行することにより、制御対象に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得し、メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の代替候補についてのメトリクスを基に、代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択し、障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える、制御方法を提供できる。この場合、計算機資源の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる制御方法を提供できる。

[0009] さらに、本発明は、制御対象と、制御対象を制御する制御システムと、を備え、制御システムは、制御対象に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得するメトリクス取得部と、メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の代替候補についてのメトリクスを基に、代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択する準備部と、障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える切替部と、を備える制御サービス提供システムを提供できる。この場合、計算機資源の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる制御サービス提供システムを提供できる。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、計算機資源の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる制御システム、制御方法

、制御サービス提供システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施の形態が適用される制御サービス提供システムの全体構成例を示した図である。

[図2]システム構成情報について示した図である。

[図3]動作要件情報について示した図である。

[図4]装置状態情報について示した図である。

[図5A]代替系管理情報について示した図である。

[図5B]代替系メトリクス情報について示した図である。

[図6]装置管理部の処理フローを示した図である。

[図7]装置管理部が代替系を作成する処理フローについて示した図である。

[図8]制御装置が警告状態になる前の状態であり、制御システムが正常に稼働している状態（正常状態）のシステム管理画面を示した図である。

[図9]制御装置が警告状態になったときのシステム管理画面を示した図である。

[図10]代替系が選択されたときのシステム管理画面を示した図である。

[図11]制御装置が異常状態になったときのシステム管理画面を示した図である。

[図12]代替系に切り替えたときのシステム管理画面を示した図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付図面を参照し、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

＜制御サービス提供システム100の全体説明＞

図1は、本実施の形態が適用される制御サービス提供システム100の全体構成例を示した図である。

制御サービス提供システム100では、制御システム110が制御対象120を制御する。制御システム110は、例えば、クラウド上のサービスとして提供される。そして、ネットワークNを介して、制御情報等のやりとり

を行い、制御対象１２０を制御する。

[0013] 制御対象１２０は、例えば、産業プラントである。産業プラントとしては、特に限られるものではなく、製鉄プラント、化学プラント等の工業プラントが挙げられる。また、産業プラントとしては、火力、水力、原子力、太陽光、風力等により発電する発電プラントが挙げられる。さらに、産業プラントとしては、原油を油井から取り出す石油生産プラント、天然ガス（LNG : Liquefied Natural Gas）をガス田から取り出すLNGプラント、原油を精製する石油精製プラントが挙げられる。例えば、制御対象１２０が石油精製プラントの場合、制御システム１１０は、石油精製プラントを構成する原油加熱炉、蒸留塔、触媒・水素添加脱硫塔などの機器に備えられた温度センサ、圧力センサ、流量計等からの検知信号を受け取る。そして、検知信号に基づき、これらの機器の温度、圧力、流量、弁の開閉などを制御する制御信号を送信する。また、制御システム１１０は、このような産業プラントに限られるものではなく、鉄道の設備の制御を行う鉄道制御システムであってもよい。この場合、制御対象１２０は、例えば、鉄道の信号、転轍機（ポイント）、踏切などが該当する。また、図１では、制御対象１２０は、１つだけ記載しているが、複数の制御対象１２０を制御するようにしてもよい。

[0014] 制御システム１１０は、地域１に設置されるデータセンタ１，２を備える。なお、ここで、「地域」は、データセンタ１，２のそれぞれが設置される地理的な場所である。

データセンタ１は、システム管理装置１、制御装置１およびゲートウェイ装置１を備える。さらに、データセンタ２は、システム管理装置２、制御装置２およびゲートウェイ装置２を備える。また、地域２には、システム管理装置３が設置される。システム管理装置１～３、制御装置１，２、ゲートウェイ装置１，２は、制御システム１１０を構成する構成要素であり、計算機資源（計算機リソース）の一例である。これらは、それぞれ仮想マシン（VM: Virtual Machine）である。ただし、これらは物理マシンであってもよい。また、仮想マシンと物理マシンとが混在していてもよい。さらに、仮想マシン

の代わりにコンテナを使用してもよい。

- [0015] システム管理装置 1 ～ 3 は、制御システム 110 の構成要素を管理する。システム管理装置 1 ～ 3 のそれぞれは、制御装置 1, 2、ゲートウェイ装置 1, 2 のそれぞれを管理することができる。つまり、システム管理装置 1 ～ 3 は、地域やデータセンタの枠組みを超えて、制御装置 1, 2、ゲートウェイ装置 1, 2 を管理することができる。

制御装置 1, 2 は、制御対象 120 に対する制御判断を行う。また、ゲートウェイ装置 1, 2 は、制御対象 120 との通信を行う。制御装置 1, 2 は、ゲートウェイ装置 1, 2 を介して、検知信号や制御信号等のやりとりを行い、制御対象 120 を制御する。

- [0016] システム管理装置 1 は、装置管理部 11、診断部 12、システム構成情報 13、動作要件情報 14、装置状態情報 15 および代替系管理情報 16 を備える。同様に、システム管理装置 2 は、装置管理部 21、診断部 22、システム構成情報 23、動作要件情報 24、装置状態情報 25 および代替系管理情報 26 を備える。さらに同様に、システム管理装置 3 は、装置管理部 31、診断部 32、システム構成情報 33、動作要件情報 34、装置状態情報 35 および代替系管理情報 36 を備える。

制御装置 1 は、診断部 17 を備え、制御装置 2 は、診断部 27 を備える。

ゲートウェイ装置 1 は、診断部 18 を備え、制御装置 2 は、診断部 28 を備える。

- [0017] 装置管理部 11, 21, 31 は、それぞれが属するシステム管理装置 1 ～ 3 の動作を管理する。詳しくは後述するが、装置管理部 11, 21, 31 は、メトリクスを基に制御システム 110 の構成要素の障害を検知し、障害が生じた構成要素の代替候補を複数準備するとともに、複数の代替候補についてのメトリクスを予め定められた要件により比較し、障害が生じた構成要素の替わりとなる構成要素として選択する準備部として機能する。この場合、障害は、第 1 の段階の一例である警告状態である。また選択された代替候補を、以後、代替系と言うことがある。

このとき装置管理部 11, 21, 31 は、例えば、予め定められた要件によりそれぞれの代替候補のメトリクスを比較し、最も良好なものを選択する。また、装置管理部 11, 21, 31 は、障害の程度が低下し、異常が生じた場合、障害が生じた構成要素から、選択された構成要素に切り替える切替部として機能する。この場合、障害は、第 2 の段階の一例である異常状態である。また、障害の程度が悪化とは、メトリクスが警告状態のときよりもさらに低下した状態になった場合である。

[0018] 診断部 12, 22, 32 は、メトリクスの診断を行う。メトリクスは、制御システム 110 のパフォーマンスを数値化したものである。本実施の形態でメトリクスは、制御システム 110 の中の構成要素の中で、単一の構成要素に閉じるものと、複数の構成要素にまたがるものとが存在する。前者は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 性能やクロックの精度である。クロックの精度としては、時計遅れにより評価することができる。そして、診断部 12 は、時計遅れが大きいほど、クロックの精度が低下していると判断することができる。また、後者は、それぞれの構成要素間の通信性能が該当する。通信性能は、例えば、構成要素間の協調動作にかかる動作所要時間により評価することができる。そして、診断部 12 は、この時間が長いほど、通信遅れが大きく、通信性能が低下していると判断することができる。なお、診断部 17, 27、診断部 18, 28 についても同様の機能を有する。これらの診断部は、制御対象 120 に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得するメトリクス取得部として機能する。

[0019] 図 2 は、システム構成情報 13, 23, 33 について示した図である。

システム構成情報 13, 23, 33 は、制御システム 110 を構成する構成要素についての情報である。

図示するシステム構成情報 13, 23, 33 は、構成要素、系の構成、通信先の項目からなる。構成要素は、構成要素の種別であり、システム管理装置、制御装置およびゲートウェイ装置の何れか 1 つになる。系の構成は、冗長構成の情報である。主従系は、主系（現用機）と従系（予備機）とからな

ることを示し、3台系は、主系（現用機）と2つの従系（予備機）とからなることを示す。通信先は、それぞれの構成要素が通信を行う相手を示す情報である。

[0020] 図3は、動作要件情報14, 24, 34について示した図である。

動作要件情報14, 24, 34は、それぞれの構成要素に求められるメトリクスの要件についての情報である。

図示する動作要件情報14, 24, 34は、構成要素、メトリクス、異常判定手段、異常判定閾値、警告判定閾値の各項目からなる。構成要素は、構成要素の種別であり、システム管理装置、制御装置およびゲートウェイ装置の何れか1つになる。そして、構成要素毎に、メトリクス、異常判定手段、異常判定閾値、警告判定閾値が定められる。このうち、メトリクスは、構成要素毎に求められるメトリクスの項目である。また、異常判定手段は、各構成要素が異常状態であるか否かを判定する方法、警告状態であるか否かを判定する方法である。これが、例えば、「閾値超過」であれば、予め定められた閾値を超えたときに、異常状態あるいは警告状態であると判定することを意味する。即ち、診断部12, 22, 32は、異常判定閾値を超えたときに異常状態であると判定する。また、診断部12, 22, 32は、警告判定閾値を超えたときに警告状態であると判定する。なお、異常状態あるいは警告状態であると判定する際に、1回閾値を超えたときにこれらの状態になったと判定してもよいが、一定回数連続して閾値を超えたときにこれらの状態になったと判定することもできる。

[0021] メトリクスの項目についてより詳しく説明すると、データセンタ内装置間通信は、同じデータセンタ内の構成要素間の協調動作にかかる動作所要時間である。例えば、システム管理装置1と制御装置1との間の動作所要時間、システム管理装置1とゲートウェイ装置1との間の動作所要時間が該当する。データセンタ間装置間通信は、異なるデータセンタ間における構成要素間の協調動作にかかる動作所要時間である。例えば、システム管理装置1とシステム管理装置2との間の動作所要時間が該当する。地域間装置間通信は、

異なる地域間における構成要素間の動作所要時間である。例えば、地域 1 にあるシステム管理装置 1 と地域 2 にあるシステム管理装置 3 との間の動作所要時間が該当する。同期元クロックからのホップ数は、クロックの同期元となる装置からのホップ数である。時計の補正量は、クロックの補正量である。

[0022] 図 4 は、装置状態情報 15, 25, 35 について示した図である。

装置状態情報 15, 25, 35 は、それぞれの構成要素の動作状態についての情報である。

図示する装置状態情報 15, 25, 35 は、装置名、地域、データセンタ、役割、装置状態の各項目からなる。装置名は、構成要素の装置名であり、上述したシステム管理装置 1～3、ゲートウェイ装置 1, 2、ゲートウェイ装置 1, 2 である。地域は、データセンタが設置される地理的な場所である。データセンタは、各構成要素が設置されるデータセンタの名称であり、データセンタ 1～3 の何れかである。役割は、各構成要素の動作状態が、プライマリであるか、セカンダリであるかについて示す。装置状態は、装置の動作状態が、正常であるか、異常であるかについて示す。図 4 では、全ての構成要素が正常であることを示している。

[0023] 図 5 A は、代替系管理情報 16, 26, 36 について示した図である。

代替系管理情報 16, 26, 36 は、代替候補となる構成要素についての情報である。

図示する代替系管理情報 16, 26, 36 は、装置名、地域、データセンタ、役割、代替先装置の各項目からなる。装置名は、代替候補となる構成要素の装置名である。ここでは、代替候補となる構成要素が、制御装置代替 1～3 であることを意味する。地域は、データセンタが設置される地理的な場所である。データセンタは、代替候補となる各構成要素が設置されるデータセンタの名称であり、データセンタ 1～3 の何れかである。役割は、これらの構成要素の役割であり、代替候補であることを示している。代替先装置は、図 4 に示した場合のように、各構成要素に障害が生じていない初期状態で

は空欄であるが、何れかの構成要素に障害が生じたときに、障害が生じた構成要素の装置名が入る。この場合、制御装置 1 に障害が発生した場合を示す。

[0024] 図 5 B は、代替系メトリクス情報について示した図である。

代替系メトリクス情報は、代替候補となる構成要素のメトリクス情報である。

図示する代替系メトリクス情報は、装置名、メトリクス、異常判定手段、最新値、メトリクス更新日時の各項目からなる。装置名は、代替候補となる構成要素の装置名であり、図 5 A の制御装置代替 1 ～ 3 である。メトリクスは、代替候補となる構成要素毎に求められるメトリクスの項目である。異常判定手段は、代替候補となる構成要素が異常であるか否かを判定する方法である。最新値は、代替候補となる構成要素に対する最新のメトリクスである。メトリクス更新日時は、メトリクスの最新値を取得した日時である。

[0025] <装置管理部 1 1 の動作の説明>

図 6 は、装置管理部 1 1 の処理フローを示した図である。

なお、図 6 では、装置管理部 1 1 がプライマリであり、装置管理部 1 1 が、一連の処理を行う場合について示している。

まず、診断部 1 2 が、システム管理装置 1 内の各装置（各構成要素）のメトリクスの診断を行い、装置管理部 1 1 は、診断部 1 2 から各装置のメトリクスを取得する（S 1 0 1）。

次に、装置管理部 1 1 は、各装置のメトリクスを基に、各装置に異常があるか否かを判定する（S 1 0 2）。これは、以下のようなフローで装置毎に実行する（S 1 0 3）。

[0026] まず、装置管理部 1 1 は、一の装置に異常または警告が生じているか否かを判断する（S 1 0 4）。

そして、異常または警告が生じている場合（S 1 0 4 で Y（Yes））、装置管理部 1 1 は、装置状態情報 1 5 を参照し、異常または警告が生じている当該装置に代替系があるか否かを判断する（S 1 0 5）。

その結果、代替系がない場合（S 1 0 5 で N（No））、装置管理部 1 1 は、代替系を作成する（S 1 0 6）。

S 1 0 4 で代替系がある場合（S 1 0 5 で Y）、および S 1 0 6 の後は、装置管理部 1 1 は、異常があるか否かを判断する（S 1 0 7）。

その結果、異常がない場合（S 1 0 7 で N）、装置管理部 1 1 は、当該装置における処理を終了する。

対して、異常がある場合（S 1 0 7 で Y）、装置管理部 1 1 は、異常系の停止および削除を行う（S 1 0 8）。

さらに、装置管理部 1 1 は、既存のセカンダリをプライマリに昇格させる（S 1 0 9）。即ち、異常が生じた当該装置のセカンダリであった装置をプライマリにする。

そして、装置管理部 1 1 は、代替系をセカンダリとして復帰させる（S 1 1 0）。

[0027] また、S 1 0 3 で、異常または警告が生じていない場合（S 1 0 4 で N）、装置管理部 1 1 は、装置状態情報に当該装置の代替系があるか否かを判断する（S 1 1 1）。

そして、当該装置の代替系があった場合（S 1 1 1 で Y）、代替系を削除する（S 1 1 2）。この場合は、例えば、当該装置のメトリクスが低下し、いったん警告が生じたが、その後、メトリクスが回復して、警告が解除された場合が該当する。

一方、当該装置の代替系がない場合（S 1 1 1 で N）、当該装置に対する処理を終了する。

[0028] この場合、S 1 0 6 で説明したように、装置管理部 1 1 は、障害として第 1 の段階を検知したときに、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択する、とすることができる。第 1 の段階は、警告状態となる段階である。

また、S 1 0 7 ～ S 1 1 0 で説明したように、装置管理部 1 1 は、障害として第 1 の段階よりメトリクスが低下した第 2 の段階を検知したときに、選

択された装置に切り替える、とすることができる。第2の段階は、異常状態となる段階である。

さらに、S112で説明したように、装置管理部11は、障害が生じた装置の替わりとなる装置を選択した後に、警告状態が解消したときは、選択された装置の用意を解除する、とすることができる。

またさらに、S109～S110で説明したように、装置管理部11は、障害が生じた装置のセカンダリとなっていた装置をプライマリとし、選択された代替系をセカンダリとする、とすることができる。

[0029] 図7は、装置管理部11が代替系を作成する処理フローについて示した図である。つまり、図7は、図6のS105を詳細に説明した図である。

まず、装置管理部11は、対象系（異常または警告が生じている構成要素）と同等の装置を複数作成する（S201）。即ち、装置管理部11は、複数の代替候補を準備する。

次に、装置管理部11は、S201で作成した各系のメトリクスを取得する（S202）。即ち、複数の代替候補のそれぞれのメトリクスを取得する。具体的には、装置管理部11は、クロックの精度として時計遅れや、通信性能として、装置間の協調動作にかかる動作所要時間等を取得する。

次に、装置管理部11は、最もメトリクスがよい装置を代替系に選定し、残りの装置を削除する（S203）。即ち、装置管理部11は、代替候補の中から最もメトリクスがよいものを、障害が生じた計算機資源の替わりとなる代替系として選択する。

さらに、装置管理部11は、当該構成要素のプライマリ系と状態を一致化させる（S204）。この場合、プライマリ系が持つメモリ情報をコピーし、内部状態を一致化させる。警告の段階で内部状態を一致化することで、異常が生じたときの系切替後、即座に素性の良い装置をセカンダリ系として復帰させることができる。また、内部状態を一致化した後、プライマリ（orセカンダリ）に入力されるデータを取得し、代替系とプライマリ（orセカンダリ）の内部状態の一致化を維持する。制御系だと、ブロードキャスト／

マルチキャストによる通信が多用される。この場合は、ネットワークNに接続しただけで情報を横抜きできる。ユニキャストで通信が行われている場合は、プライマリ（orセカンダリ）から情報を流してもらうことで状態を一致化する。

[0030] また、装置管理部11は、代替候補を準備するエリアを予め定められた期間毎に予め選定するようにしてもよい。協調動作にかかる動作所要時間は、例えば、地域間、通信を行う時間等により、変化する。よって、装置管理部11は、診断部12から予め定められた期間毎にメトリクスを取得し、代替候補を準備するエリアを予め定めておく。これにより、代替候補としてメトリクスがよいものを予め選定しておくことができる。

[0031] <代替系の選択方法>

以下、代替候補の中から代替系を選択する方法を、図5A、図5Bを参照しつつ、(1)～(4)により説明する。なおここでは、データセンタ1の制御装置1が警告状態となったときに、制御装置1の替わりとなる代替系を選択する場合について説明する。

[0032] (1) 単純にメトリクスがよいものを選ぶ。

(1)は、図7のS203で行った方法である。図5Bの例では、制御装置代替1と制御装置代替2とを比較した場合、同期元クロックからのホップ数、時計の補正量、地域間装置間通信は、同等である。一方、データセンタ内装置間、データセンタ間装置間は、制御装置代替2よりも制御装置代替1の方がよい。よって、制御装置代替1を選択する。この選択方法によれば、よりリアルタイム性の高い装置を採用することができる。

なお、制御装置代替3は、同期元クロックからのホップ数が大きすぎ、図5Bの異常判定手段の要件を満たさないため、メトリクスの比較の対象とはならない。

(1)の方法では、メトリクスは、装置同士の通信性能であり、装置管理部11は、通信性能が最も良好な代替候補を、障害が生じた装置の替わりとなる代替系として選択する、ということもできる。

[0033] (2) メトリクスの要件を満たし、できるだけ代替先装置と同じデータセンタを優先する。

図5 Aの例では、制御装置代替1と制御装置代替2とを比較した場合、制御装置代替1は、制御装置1と同じデータセンタ1内にあるが、制御装置代替2は、制御装置1と異なるデータセンタ2内にある。よって制御装置代替1を選択する。この選択方法によれば、予め設計された装置配置の分散度合いを維持でき、可用性を高めることができる。

[0034] (3) メトリクスの要件を満たし、障害が生じた装置のセカンダリが存在していないデータセンタを優先する。

例えば、制御装置1のセカンダリが制御装置2だったとすると、制御装置2が属するデータセンタ2以外のデータセンタであるデータセンタ1, 3に属するものを選択する。この場合、データセンタ1に属する制御装置代替1やデータセンタ3に属する制御装置代替3を選択する。

この場合、装置が分散配置でき、可用性を高めることができる。

[0035] (2)、(3)の方法では、装置管理部11は、代替候補についてのメトリクスに加え、計算機資源が設置されるエリアに基づき、障害が生じた装置の替わりとなる代替系を選択する、ということもできる。また、(2)の方法では、装置管理部11は、エリアとして、同じデータセンタ内の装置を代替系として選択する、ということもできる。さらに、(3)の方法では、装置管理部11は、エリアとして、障害が生じた計算機資源のセカンダリが存在しないデータセンタ内の装置を代替系として選択する、ということもできる。

[0036] (4) メトリクスの要件を満たし、かつ、時計の補正量が、障害が生じた装置のセカンダリと近いものを選ぶ。

例えば、制御装置1のセカンダリが制御装置2だったとすると、制御装置2の時計の補正量が近いものを、制御装置代替1～3の中から選択する。

この場合、セカンダリから昇格したプライマリと、セカンダリとなる代替系との間で時刻のずれが起きにくくなる。これにより周期実行するプログラ

ムの実行タイミングと入力データの受信タイミングのずれによる状態の不一致が起きにくくなる。

(4)の方法では、メトリクスは、時計の補正量であり、装置管理部11は、時計の補正量が障害が生じた装置のセカンダリと近い代替候補を、障害が生じた装置の替わりとなる代替系として選択する、ということもできる。

[0037] <システム管理画面の説明>

図8～12は、システム管理画面について示した図である。なおここでは、制御装置1のメトリクスが低下して警告状態となり、さらにメトリクスが低下することで異常状態になることで、制御装置代替1が代替系として選択された場合を例に取り説明を行う。

[0038] 図8は、制御装置1が警告状態になる前の状態であり、制御システム110が正常に稼働している状態（正常状態）のシステム管理画面を示した図である。

図示するシステム管理画面では、上段部にシステム稼働状態が表示される。これによれば、地域1のデータセンタ1に設置される、システム管理装置1、制御装置1、ゲートウェイ装置1がプライマリであることを示す。また地域1のデータセンタ2に設置される、システム管理装置2、システム管理装置3、制御装置2、ゲートウェイ装置2がセカンダリであることを示す。

また、図示するシステム管理画面では、中段部に装置一覧が表示される。装置一覧は、図4と同様であり、装置名、地域、データセンタ、役割、装置状態が、システム管理装置1～3、制御装置1、2、ゲートウェイ装置1、2のそれぞれの構成要素毎に表示される。図8では、全ての構成要素が正常であることを示す。

さらに、図示するシステム管理画面では、下段部に代替系管理の情報が表示される。図8では、全ての構成要素が正常であるので、代替系は作成されておらず、「代替系が必要な装置はありません。」のメッセージが表示されている。

[0039] 図9は、制御装置1が警告状態になったときのシステム管理画面を示した

図である。

図示するシステム管理画面では、上段部のシステム稼働状態で、代替候補が準備されたことを示す。この場合、制御装置代替 1～3 が、データセンタ 1～3 にそれぞれ代替候補として準備されたことを示す。

また、図示するシステム管理画面では、中段部の装置一覧で、制御装置 1 の装置状態が、警告になったことを示す。

さらに、図示するシステム管理画面では、下段部の代替系管理で、制御装置代替 1～3 の、装置名、地域、データセンタ、役割、メトリクスが表示される。なお、この代替系管理の画面中に選択ボタンを設け、システム管理者が代替系を選択してもよい。

[0040] 図 10 は、代替系が選択されたときのシステム管理画面を示した図である。

図示するシステム管理画面では、上段部のシステム稼働状態で、制御装置代替 1 が代替系として選択されたことを示す。この場合、制御装置代替 1～3 の中で、メトリクスが最もよいものを代替系として選択している。

また、図示するシステム管理画面では、中段部の装置一覧で、制御装置 1 の装置状態が、警告のままであることを示す。

さらに、図示するシステム管理画面では、下段部の代替系管理で、選択された制御装置代替 1 の、装置名、地域、データセンタ、役割、メトリクスが表示される。

[0041] 図 11 は、制御装置 1 が異常状態になったときのシステム管理画面を示した図である。

図示するシステム管理画面では、中段部の装置一覧で、制御装置 1 の装置状態が、警告から異常に移行したことを示す。なお、他の画面は、図 10 と同様である。

[0042] 図 12 は、代替系に切り替えたときのシステム管理画面を示した図である。

図示するシステム管理画面では、上段部のシステム稼働状態で、制御装置

2 が、プライマリに昇格したことを示す。また、制御装置代替 1 が、制御装置 3 としてセカンダリになったことを示す。

また、図示するシステム管理画面では、中段部の装置一覧で、制御装置 1 の代わりに制御装置 3 が入ったことを示す。なお、制御装置 3 の装置状態は、正常である。

さらに、図示するシステム管理画面では、下段部の代替系管理で、全ての構成要素が正常であるので、「代替系が必要な装置はありません。」のメッセージが表示されている。

[0043] 以上説明した制御システム 110 によれば、計算機資源の一例である構成要素の管理を厳密にできない場合でも、アプリケーションが求める定時性要件を満たすことができる。

[0044] なお上述した形態によれば、計算機資源の一例である構成要素の種別は、システム管理装置、制御装置およびゲートウェイ装置であったが、これに限られるものではなく、制御対象 120 を制御でき、冗長性を有する構成であれば、構成要素の種別、数についての設定は、自由である。また、上述した形態によれば、制御システム 110 は、パブリッククラウド上で動作する仮想マシン等を例示したが、これに限られるものではなく、クラウド上で動作するものでなくてもよい。

[0045] <制御方法の説明>

以上説明を行った制御システム 110 が行う処理は、ソフトウェアとハードウェア資源とが協働することにより実現される。即ち、制御システム 110 を構成するコンピュータ内部のプロセッサが、上述した各機能を実現するソフトウェアを主記憶装置にロードして実行し、これらの各機能を実現させる。

よって、制御システム 110 が行う処理は、プロセッサがメモリに記録されたプログラムを実行することにより、制御対象 120 に対し制御を行うために使用している構成要素のメトリクスを取得し、メトリクスを基に構成要素の障害を検知し、障害が生じた構成要素の代替候補を複数準備するととも

に、複数の代替候補についてのメトリクスを基に、代替候補の中から、障害が生じた構成要素の替わりとなる構成要素を選択し、障害が生じた構成要素から、選択された構成要素に切り替える、制御方法と捉えることができる。

この場合、1台のコンピュータ装置によりこの処理を行う必要はなく、複数台のコンピュータ装置により実現してもよい。

[0046] 以上、本実施の形態について説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、種々の変更または改良を加えたものも、本発明の技術的範囲に含まれることは、特許請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0047] 11, 21, 31…装置管理部、12, 22, 32…診断部、100…制御サービス提供システム、110…制御システム、120…制御対象

請求の範囲

- [請求項1] 制御対象に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得するメトリクス取得部と、
- 前記メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の前記代替候補についてのメトリクスを基に、前記代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択する準備部と、
- 障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える切替部と、
- を備える制御システム。
- [請求項2] 前記準備部は、前記障害として第1の段階を検知したときに、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択し、
- 前記切替部は、前記障害として前記第1の段階より前記メトリクスが低下した第2の段階を検知したときに、選択された計算機資源に切り替える請求項1に記載の制御システム。
- [請求項3] 前記準備部は、前記第1の段階を検知したときに、障害が発生した計算機資源から選択された計算機資源に内部の状態をコピーし、双方の状態を一致化させる請求項2に記載の制御システム。
- [請求項4] 前記準備部は、状態を一致化させた後に、障害が発生した計算機資源に入力される情報を取得し、状態の一致化を維持する請求項3に記載の制御システム。
- [請求項5] 前記障害は、時計遅れおよび通信遅れの少なくとも一方である請求項2に記載の制御システム。
- [請求項6] 前記準備部は、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択した後に、前記第1の段階の障害が解消したときは、選択された計算機資源の用意を解除する請求項2に記載の制御システム。
- [請求項7] 前記メトリクスは、計算機資源同士の通信性能であり、
- 前記準備部は、前記通信性能が最も良好な前記代替候補を、障害が

生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源として選択する請求項 1 に記載の制御システム。

- [請求項8] 前記メトリクスは、時計の補正量であり、
前記準備部は、前記時計の補正量が障害が生じた計算機資源のセカンダリと近い前記代替候補を、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源として選択する請求項 1 に記載の制御システム。
- [請求項9] 前記準備部は、前記代替候補についてのメトリクスに加え、計算機資源が設置されるエリアに基づき、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択する請求項 1 に記載の制御システム。
- [請求項10] 前記準備部は、前記エリアとして、同じデータセンタ内の計算機資源を選択する請求項 9 に記載の制御システム。
- [請求項11] 前記準備部は、前記エリアとして、障害が生じた計算機資源のセカンダリが存在しないデータセンタ内の計算機資源を選択する請求項 9 に記載の制御システム。
- [請求項12] 前記準備部は、前記代替候補を準備するエリアを予め定められた期間毎に予め選定する請求項 1 に記載の制御システム。
- [請求項13] 前記切替部は、障害が生じた計算機資源のセカンダリとなっていた計算機資源をプライマリとし、選択された計算機資源をセカンダリとする請求項 1 に記載の制御システム。
- [請求項14] プロセッサがメモリに記録されたプログラムを実行することにより、
制御対象に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得し、
前記メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の前記代替候補についてのメトリクスを基に、前記代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択し、
障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える

、

制御方法。

[請求項15]

制御対象と、前記制御対象を制御する制御システムと、

を備え、

前記制御システムは、

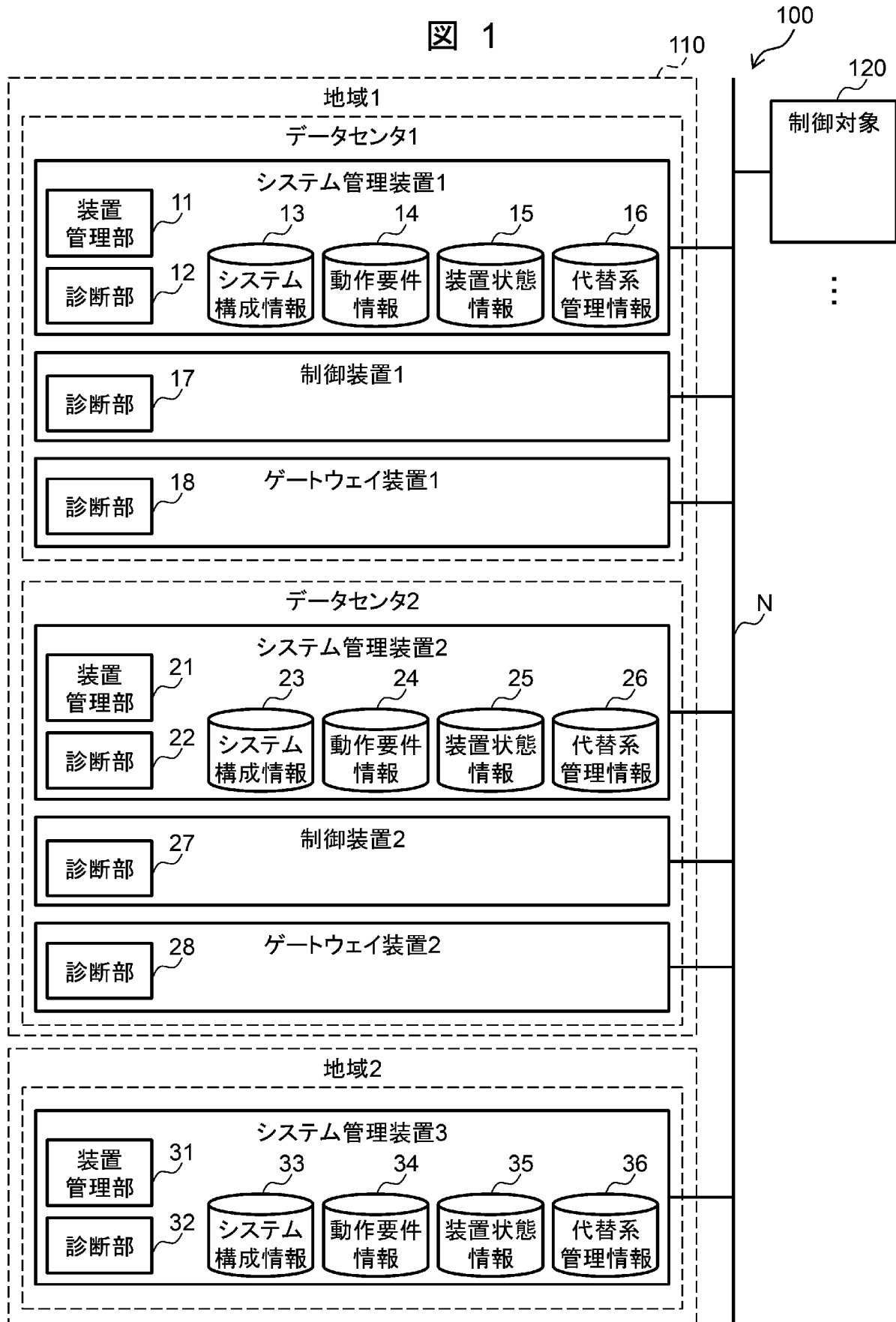
前記制御対象に対し制御を行うために使用している計算機資源のメトリクスを取得するメトリクス取得部と、

前記メトリクスを基に計算機資源の障害を検知し、障害が生じた計算機資源の代替候補を複数準備するとともに、複数の前記代替候補についてのメトリクスを基に、前記代替候補の中から、障害が生じた計算機資源の替わりとなる計算機資源を選択する準備部と、

障害が生じた計算機資源から、選択された計算機資源に切り替える切替部と、

を備える制御サービス提供システム。

圖 1



[図2]

図 2

構成要素	系の構成	通信先
システム管理装置	3台系	システム管理装置、制御装置、 ゲートウェイ装置
制御装置	主従系	システム管理装置、制御装置、 ゲートウェイ装置
ゲートウェイ装置	主従系	システム管理装置、制御装置、 ゲートウェイ装置、制御対象

[図3]

図 3

構成要素	メトリクス	異常判定手段	異常判定閾値	警告判定閾値
システム 管理装置	データセンタ内装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
	データセンタ間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
	地域間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
制御装置	同期元クロックからの ホップ数	閾値超過	16	—
	時計の補正量	絶対値が 閾値超過	5.0 e-05[s]	2.0 e-05[s]
	データセンタ内装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
	データセンタ間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
	地域間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	3ms	1ms
ゲートウェイ 装置	同期元クロックからの ホップ数	閾値超過	16	—
	時計の補正量	絶対値が 閾値超過	5.0 e-05[s]	2.0 e-05[s]
	データセンタ内装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
	データセンタ間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	1ms	0.5ms
	地域間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	2ms	1ms
	データセンタ現場間装置間 通信Round Trip Time	閾値超過	3ms	1ms

[図4]

図 4

装置名	地域	データセンタ	役割	装置状態
システム管理装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
システム管理装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
システム管理装置3	地域3	データセンタ3	セカンダリ	正常
制御装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
制御装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
ゲートウェイ装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
ゲートウェイ装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常

[図5A]

図 5A

装置名	地域	データセンタ	役割	代替先装置
制御装置代替1	地域1	データセンタ1	代替候補	制御装置1
制御装置代替2	地域2	データセンタ2	代替候補	制御装置1
制御装置代替3	地域3	データセンタ3	代替候補	制御装置1

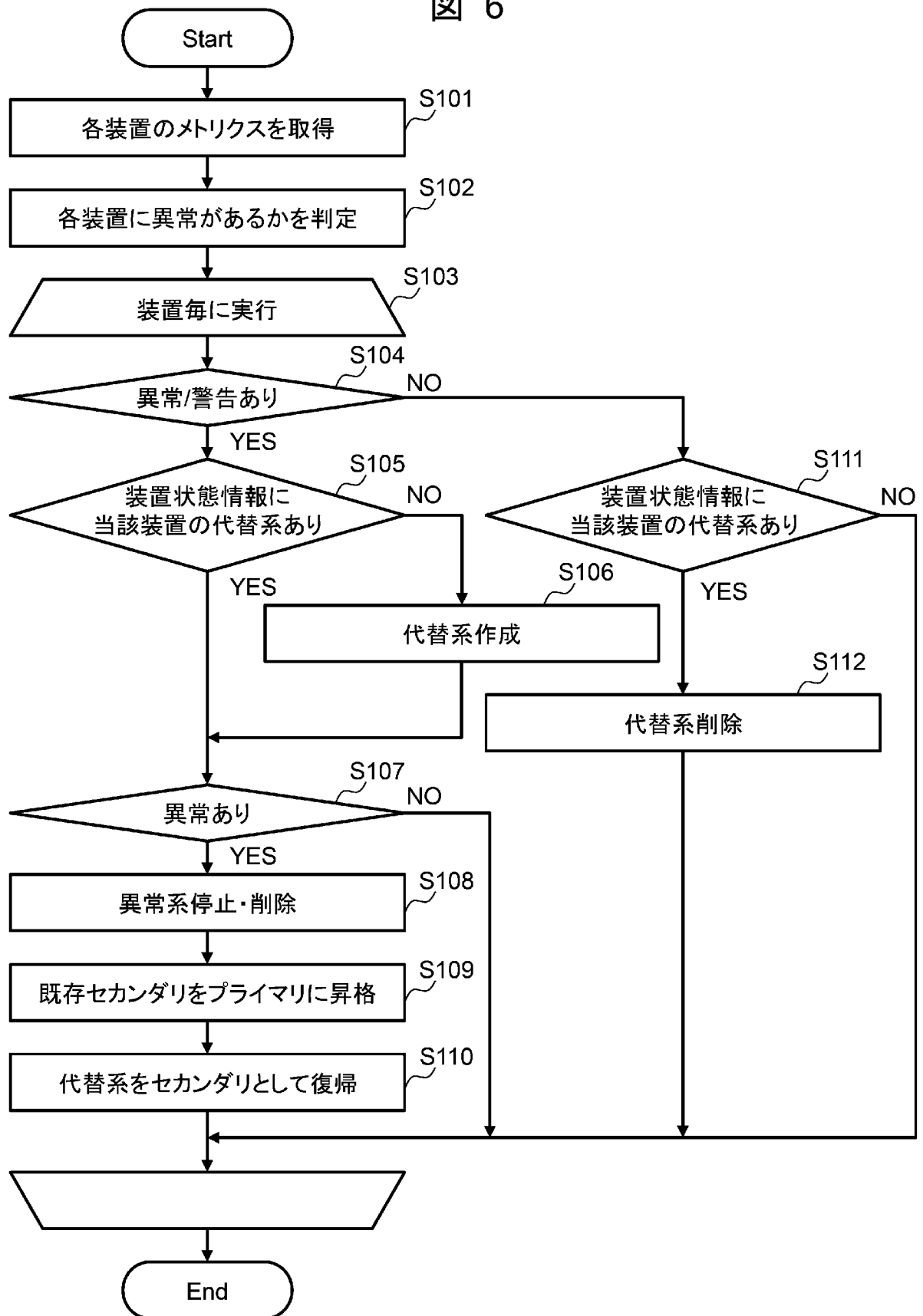
[図5B]

図 5B

装置名	メトリクス	異常判定手段	最新値	メトリクス 更新日時
制御装置 代替1	同期元クロックからの ホップ数	閾値超過	4	2023/02/26 22:00:00
	時計の補正量	絶対値が 閾値超過	1.0 e-05[s]	2023/02/26 22:00:00
	データセンタ内装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.2ms	2023/02/26 22:00:00
	データセンタ間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.2ms	2023/02/26 22:00:00
	地域間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.5ms	2023/02/26 22:00:00
制御装置 代替2	同期元クロックからの ホップ数	閾値超過	4	2023/02/26 22:00:00
	時計の補正量	絶対値が 閾値超過	1.0 e-05[s]	2023/02/26 22:00:00
	データセンタ内装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.3ms	2023/02/26 22:00:00
	データセンタ間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.3ms	2023/02/26 22:00:00
	地域間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.5ms	2023/02/26 22:00:00
制御装置 代替3	同期元クロックからの ホップ数	閾値超過	16	2023/02/26 22:00:00
	時計の補正量	絶対値が 閾値超過	1.0 e-05[s]	2023/02/26 22:00:00
	データセンタ内装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.3ms	2023/02/26 22:00:00
	データセンタ間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.3ms	2023/02/26 22:00:00
	地域間装置間通信 Round Trip Time	閾値超過	0.5ms	2023/02/26 22:00:00

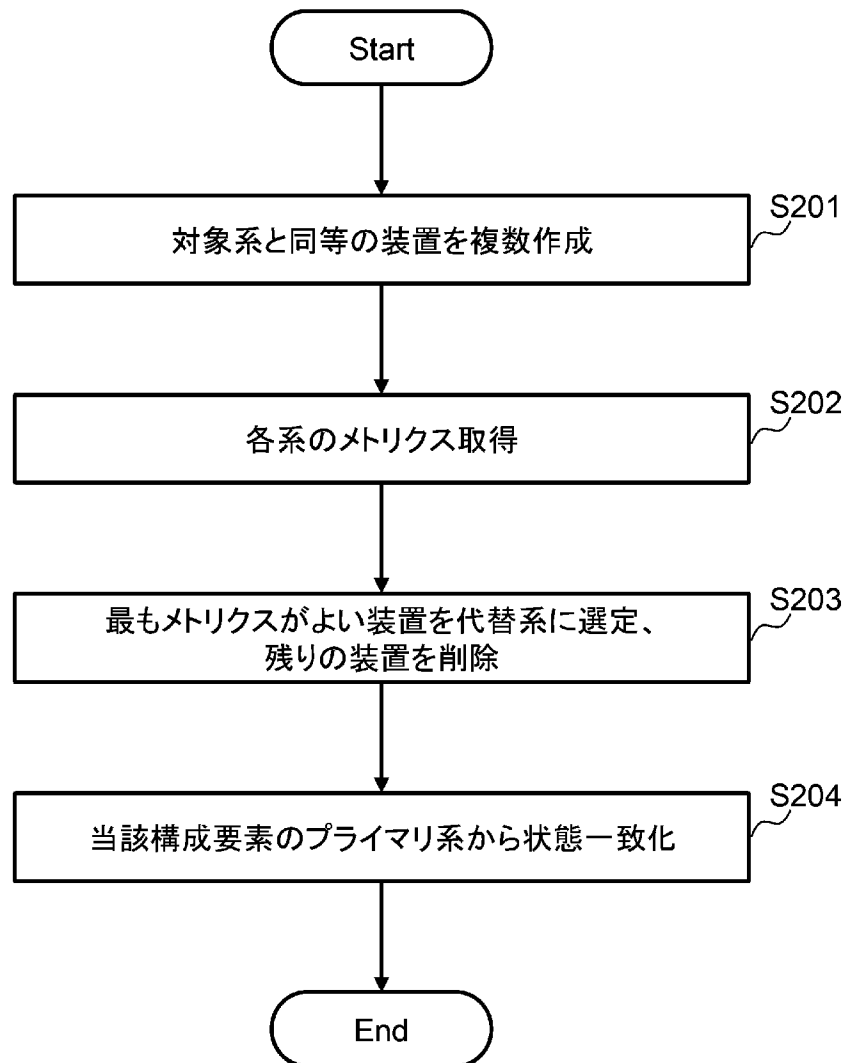
[図6]

図 6



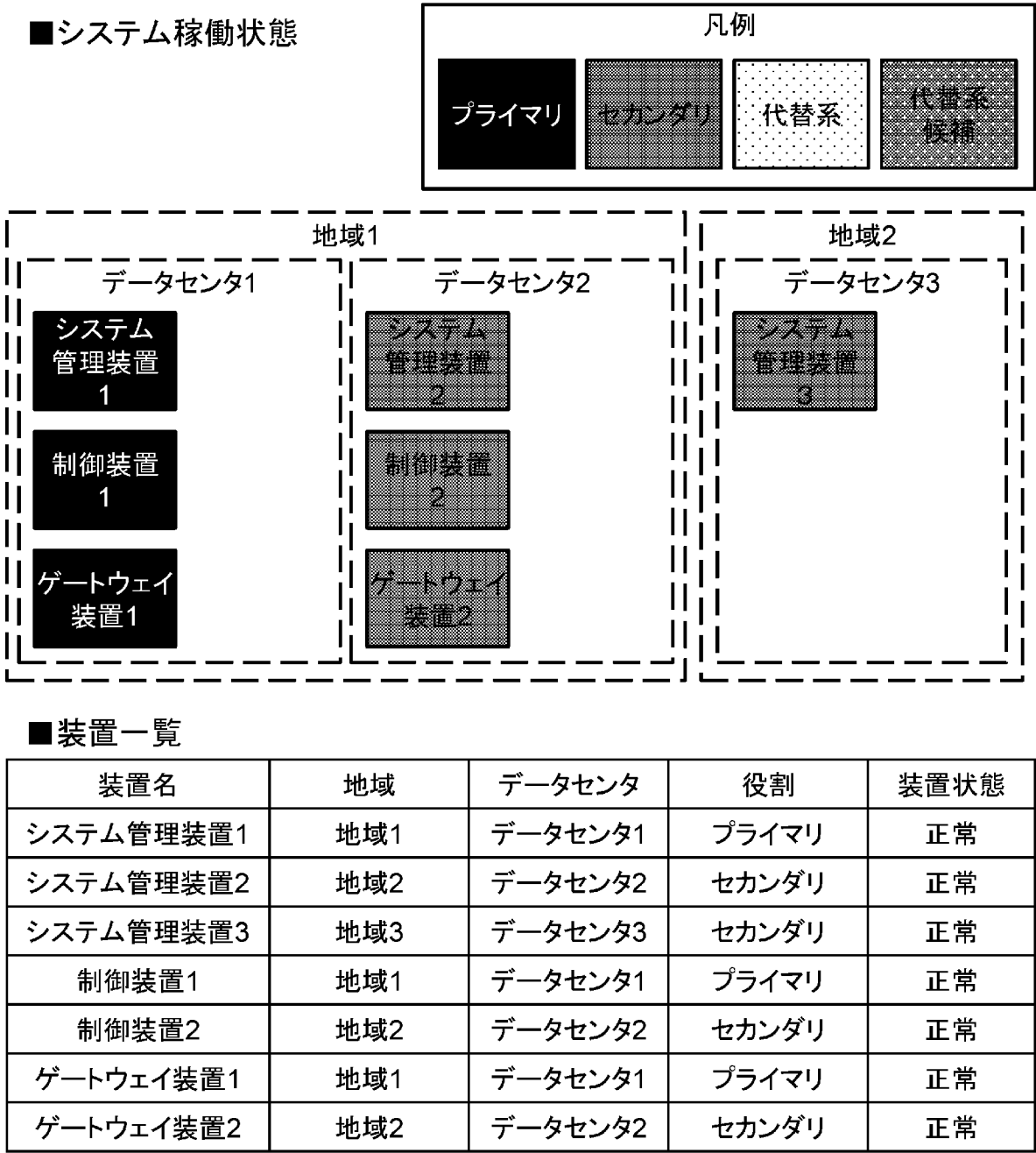
[図7]

図 7



[図8]

図 8

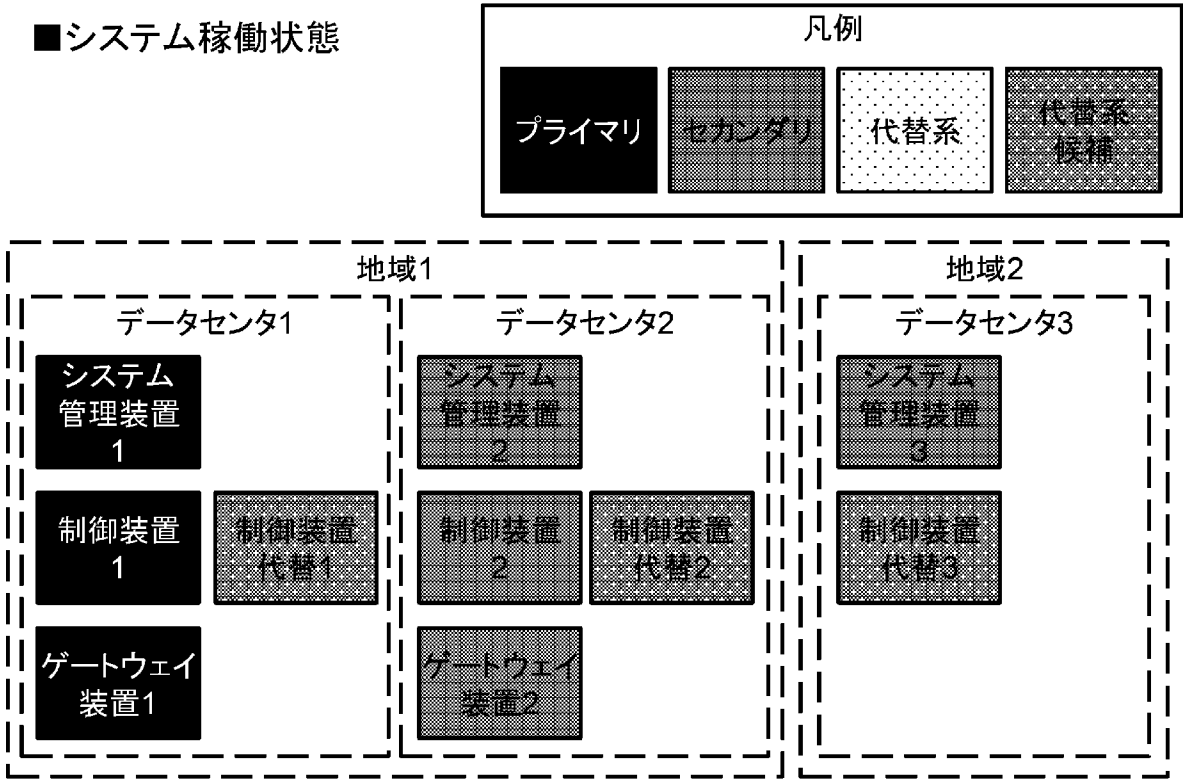


■代替系管理

代替系が必要な装置はありません。

[図9]

図 9



■装置一覧

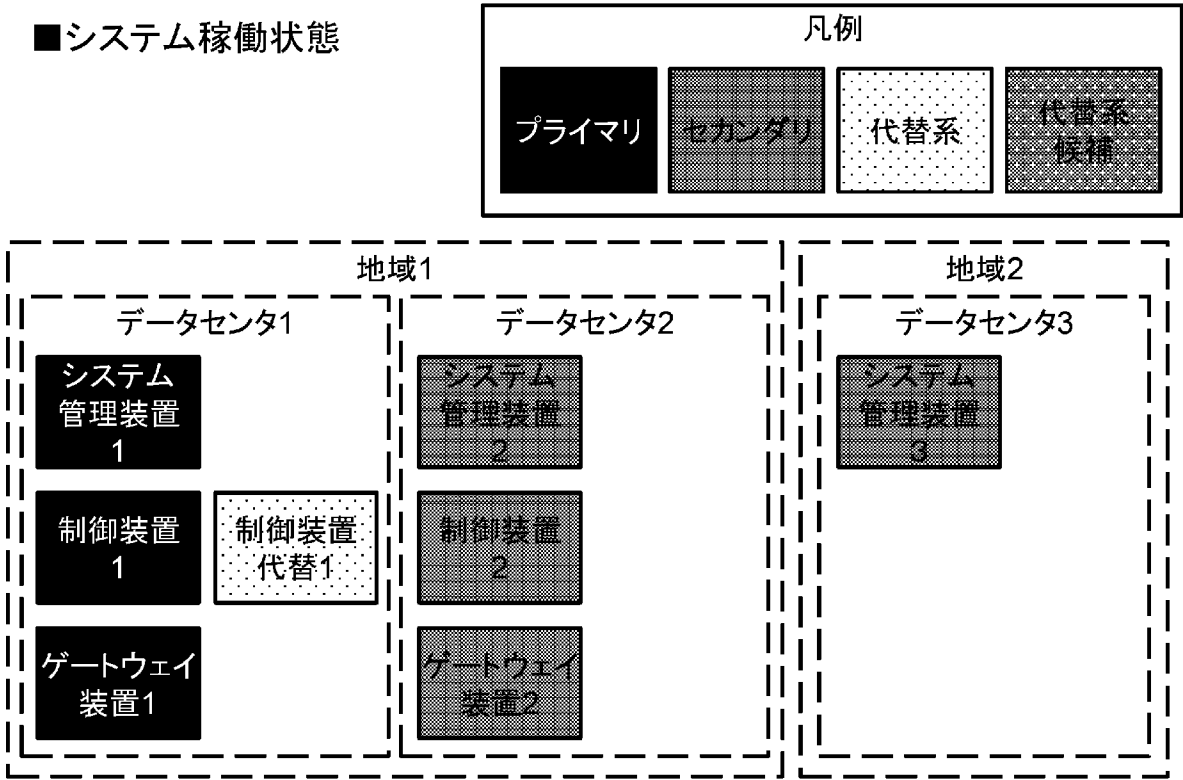
装置名	地域	データセンタ	役割	装置状態
システム管理装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
システム管理装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
システム管理装置3	地域3	データセンタ3	セカンダリ	正常
制御装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	警告
制御装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
ゲートウェイ装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
ゲートウェイ装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常

■代替系管理

装置名	地域	データセンタ	役割	メトリクス				
				クロック		Round Trip Time		
				同期元クロックからのホップ数	時計の補正量	DC内	DC間	地域間
制御装置代替1	地域1	データセンタ1	代替候補	4	1.0 e-05[s]	0.2ms	0.2ms	0.5ms
制御装置代替2	地域2	データセンタ2	代替候補	4	1.0 e-05[s]	0.3ms	0.3ms	0.5ms
制御装置代替3	地域3	データセンタ3	代替候補	16	1.0 e-05[s]	0.3ms	0.3ms	0.5ms

[図10]

図 10



■装置一覧

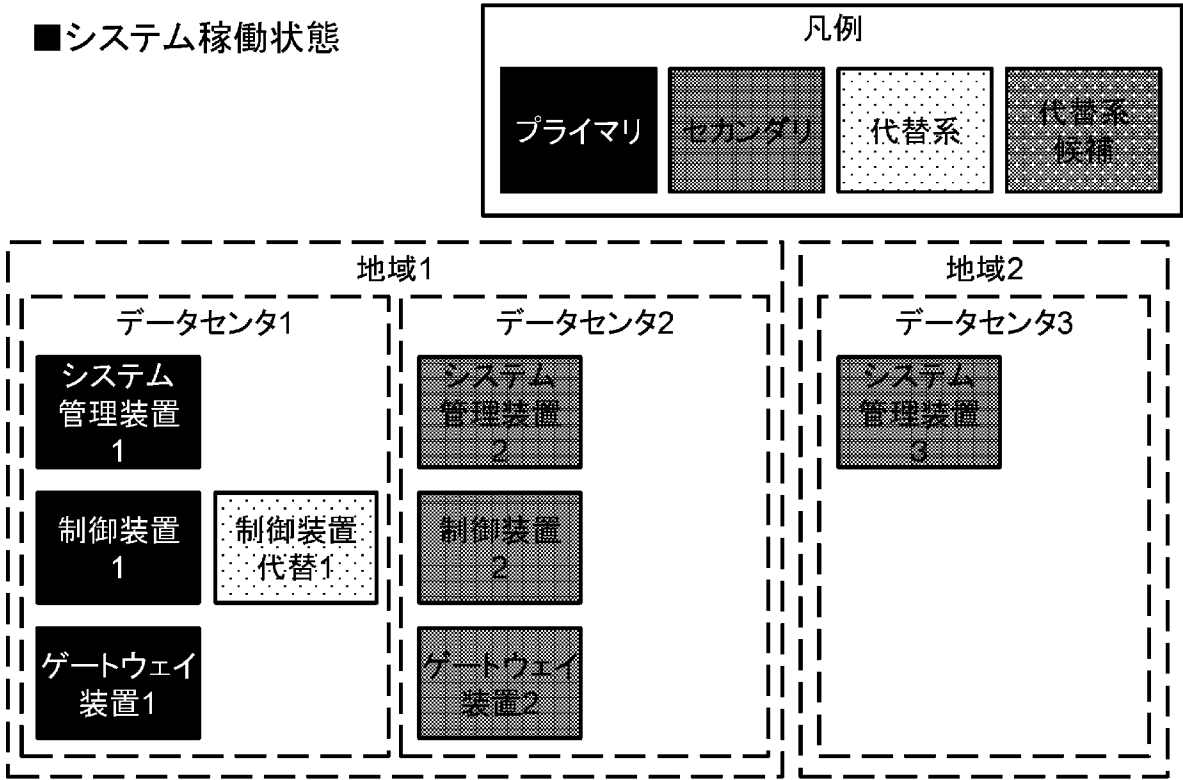
装置名	地域	データセンタ	役割	装置状態
システム管理装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
システム管理装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
システム管理装置3	地域3	データセンタ3	セカンダリ	正常
制御装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	警告
制御装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
ゲートウェイ装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
ゲートウェイ装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常

■代替系管理
制御装置1の代替系

装置名	地域	データセンタ	役割	メトリクス				
				クロック		Round Trip Time		
				同期元クロックからのホップ数	時計の補正量	DC内	DC間	地域間
制御装置代替1	地域1	データセンタ1	代替系	4	1.0 e-05[s]	0.2ms	0.2ms	0.5ms

[図11]

図 11



■装置一覧

装置名	地域	データセンタ	役割	装置状態
システム管理装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
システム管理装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
システム管理装置3	地域3	データセンタ3	セカンダリ	正常
制御装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	異常
制御装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
ゲートウェイ装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
ゲートウェイ装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常

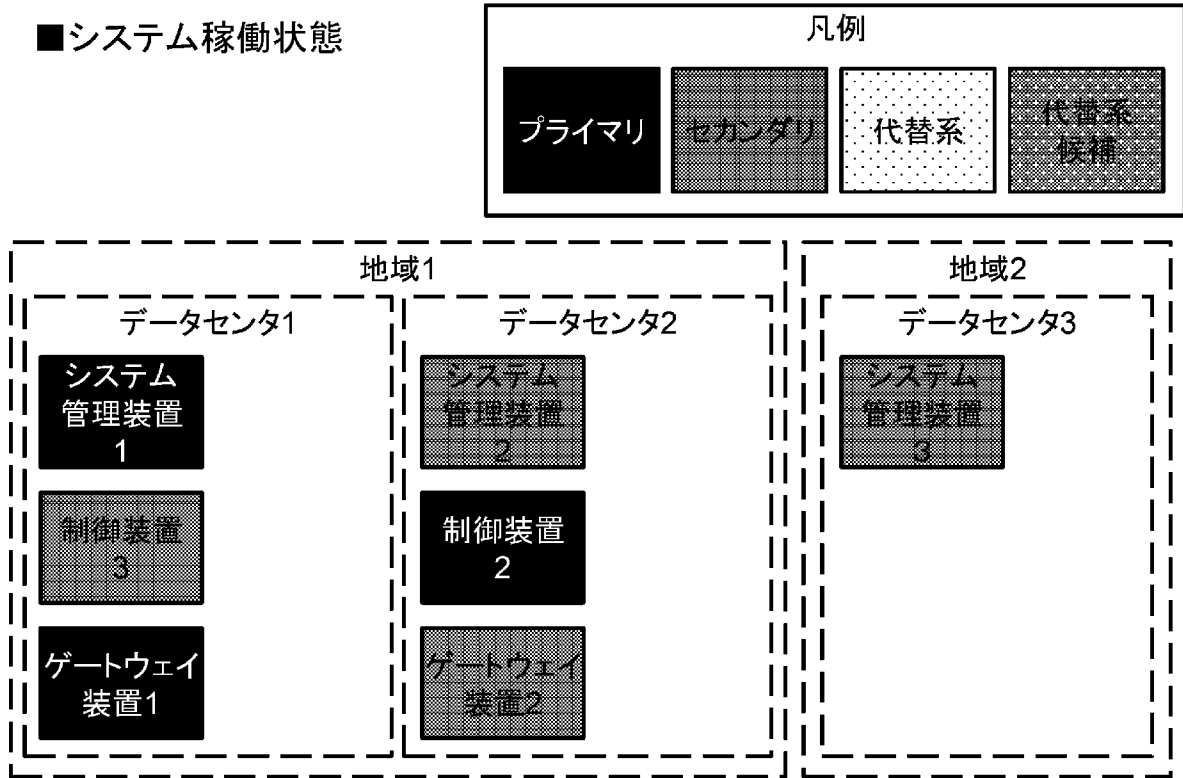
■代替系管理
制御装置1の代替系

装置名	地域	データセンタ	役割	メトリクス				
				クロック		Round Trip Time		
				同期元クロックからのホップ数	時計の補正量	DC内	DC間	地域間
制御装置代替1	地域1	データセンタ1	代替系	4	1.0 e-05[s]	0.2ms	0.2ms	0.5ms

[図12]

図 12

■システム稼働状態



■装置一覧

装置名	地域	データセンタ	役割	装置状態
システム管理装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
システム管理装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常
システム管理装置3	地域3	データセンタ3	セカンダリ	正常
制御装置3	地域1	データセンタ1	セカンダリ	正常
制御装置2	地域2	データセンタ2	プライマリ	正常
ゲートウェイ装置1	地域1	データセンタ1	プライマリ	正常
ゲートウェイ装置2	地域2	データセンタ2	セカンダリ	正常

■代替系管理

代替系が必要な装置はありません。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/018520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F 11/20 (2006.01)i FI: G06F11/20 623 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) G06F11/20 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	WO 2014/006728 A1 (FUJITSU LIMITED) 09 January 2014 (2014-01-09) paragraphs [0026]-[0046], fig. 3-7	1-6, 9-10, 13-15 7-8, 11-12
Y A	JP 2009-265805 A (HITACHI, LTD.) 12 November 2009 (2009-11-12) paragraph [0053]	1-6, 9-10, 13-15 7-8, 11-12
Y A	WO 2019/159875 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 22 August 2019 (2019-08-22) paragraph [0042]	9-10 7-8, 11-12
Y A	JP 2012-185560 A (NEC CORPORATION) 27 September 2012 (2012-09-27) paragraph [0021]	13 7-8, 11-12
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 24 July 2024		Date of mailing of the international search report 06 August 2024
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

International application No.

PCT/JP2024/018520

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-133824 A (HITACHI, LTD.) 12 July 2012 (2012-07-12) paragraph [0142]	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/018520

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2014/006728	A1	09 January 2014	US 2015/0113320 A1 paragraphs [0049]-[0089], fig. 3-7	
JP	2009-265805	A	12 November 2009	US 2009/0271655 A1 A1 paragraph [0134]	
WO	2019/159875	A1	22 August 2019	(Family: none)	
JP	2012-185560	A	27 September 2012	(Family: none)	
JP	2012-133824	A	12 July 2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06F 11/20(2006.01)i

FI: G06F11/20 623

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））

G06F11/20

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1971-2024年

日本国実用新案登録公報1996-2024年

日本国登録実用新案公報1994-2024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	WO 2014/006728 A1（富士通株式会社）09.01.2014（2014-01-09） 段落0026-0046, 図3-7	1-6, 9-10, 13-15
A		7-8, 11-12
Y	JP 2009-265805 A（株式会社日立製作所）12.11.2009（2009-11-12） 段落0053	1-6, 9-10, 13-15
A		7-8, 11-12
Y	WO 2019/159875 A1（日本電信電話株式会社）22.08.2019（2019-08-22） 段落0042	9-10
A		7-8, 11-12
Y	JP 2012-185560 A（日本電気株式会社）27.09.2012（2012-09-27） 段落0021	13
A		7-8, 11-12
A	JP 2012-133824 A（株式会社日立製作所）12.07.2012（2012-07-12） 段落0142	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。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/018520

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/006728	A1	09.01.2014	US 2015/0113320 A1 Paragraphs0049-0089, Figures3-7	
JP	2009-265805	A	12.11.2009	US 2009/0271655 A1 A1 Paragraph0134	
WO	2019/159875	A1	22.08.2019	(ファミリーなし)	
JP	2012-185560	A	27.09.2012	(ファミリーなし)	
JP	2012-133824	A	12.07.2012	(ファミリーなし)	