

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年8月20日(20.08.2020)



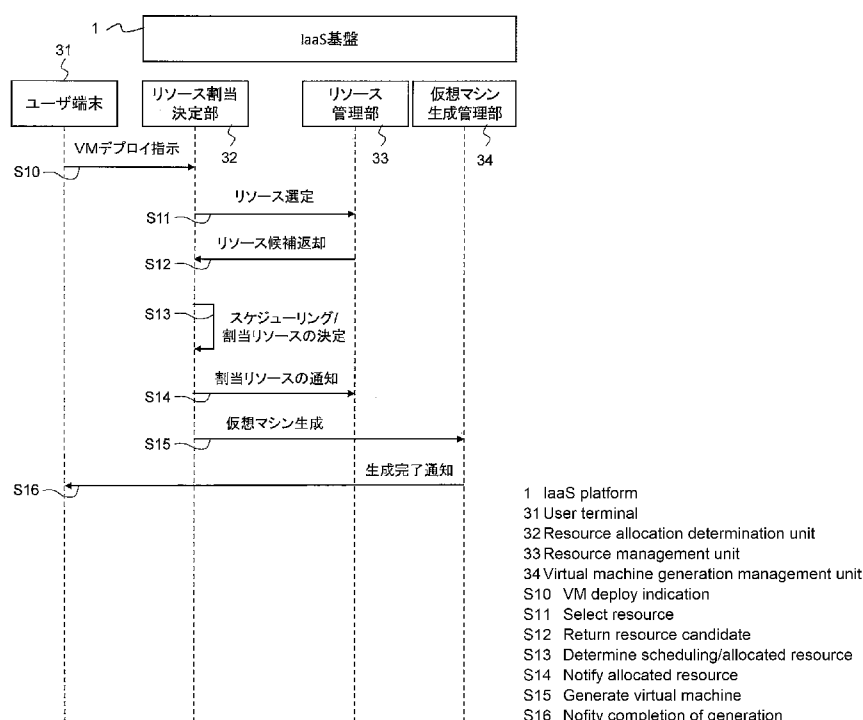
(10) 国際公開番号

WO 2020/166437 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 9/455 (2006.01) *G06F 9/50* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004195
- (22) 国際出願日: 2020年2月4日(04.02.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-023092 2019年2月13日(13.02.2019) JP
- (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: 栗生 敬子 (KURIU, Keiko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: SERVER PLATFORM AND PHYSICAL CPU ALLOCATION PROGRAM

(54) 発明の名称: サーバ基盤および物理CPU割当プログラム



(57) Abstract: To allocate a CPU taking the service requirements of a virtual machine into account. [Solution] An IaaS platform for generating a virtual CPU and a virtual machine in a physical CPU for compute and allocating the virtual CPU to the virtual machine. This IaaS platform includes: a resource allocation determination unit 32 for generating an indication for causing the virtual CPU allocated to the virtual machine to occupy the physical CPU for designated compute when the load amount borne by a process executed in the virtual machine is higher than a prescribed value, generating an

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

indication for pinning the virtual CPU to the physical CPU when the latency requirement of this process is stricter than a prescribed value, and generating an indication for not pinning the virtual CPU to the physical CPU when the latency requirement of this process is milder than the prescribed value; and a virtual machine generation management unit 34 for generating a new virtual machine in the physical CPU for compute in accordance with the indication of the resource allocation determination unit.

(57) 要約：【課題】仮想マシンのサービス要件を考慮してCPUを割り当てる。【解決手段】IaaS基盤は、コンピュータの物理CPU上に仮想CPUおよび仮想マシンを生成して、仮想マシンに仮想CPUを割り当てる。このIaaS基盤は、仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量が所定値よりも高いならば、仮想マシンに割り当てた仮想CPUに、指定されたコンピュータの物理CPUを占有させる指示を生成し、かつ、このプロセスのレイテンシ要件が所定値よりも厳しいならば、仮想CPUを物理CPUにピンニングする指示を生成し、このプロセスのレイテンシ要件が所定値よりも緩やかならば、仮想CPUを物理CPUにピンニングしない指示を生成するリソース割当決定部32と、リソース割当決定部の指示に応じてコンピュータの物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する仮想マシン生成管理部34とを含む。

明 細 書

発明の名称：サーバ基盤および物理CPU割当プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、コンピュータシステムを構築して稼働させるためのサーバ基盤および物理CPU割当プログラムに関する。

背景技術

[0002] 図7は、ネットワークサービスを構築して稼働させるIaaS (Infrastructure as a Service) 基盤の構成図である。

ネットワークサービスを構築して稼働させるIaaS基盤1は、サーバ基盤として実現されている。このIaaS基盤1は、複数のアプリケーション2a～2iがベアメタル11、仮想マシン12、コンテナ13、オブジェクトストレージ14、ファイルストレージ15、ブロックストレージ16などのリソースを共有する。

各アプリケーション2a～2iは、それぞれ外部にサービスを提供するとともに、必要な量のIaaS基盤1のリソースを利用できる。IaaS基盤1では、アプリケーション2a～2iにより複数のサービスを稼働できるメリットがある。その一方で、アプリケーション2a～2iは、IaaS基盤1を共有することで、利用できるリソースが制限される。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：“CPU topologies”，[online]，[平成31年1月31日検索]，インターネット<URL:<https://docs.openstack.org/nova/pike/admin/cpu-topologies.html>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 非特許文献1は、OpenStackにおけるCPUピニング（固定）機能について記載されている。CPUピニングとは、仮想マシンに割り当てた仮想CPU

ごとに、この仮想CPUが使用する物理CPUを制限することをいう。つまりその仮想CPUの処理に割り当てられる物理CPUを固定することである。

[0005] CPUピンングにより、仮想CPUの処理が他の物理CPUで実行されることが無いため、キャッシュヒット率の低下を防ぎ、レイテンシ要件が厳しいプロセスを遅延なく実行させることができる。OpenStackは、仮想CPUを1つの物理CPUでピンングして占有するdedicated方式によりCPUピンングをサポートしている。

[0006] レイテンシ要件が厳しいサービスの場合、その仮想CPUにdedicated方式を適用することで、キャッシュヒット率の低下を防ぎ、サービスの低レイテンシ化を実現することができる。

高い負荷量を受け持つなど、ある程度の性能要件を求めるサービスならば、dedicated方式がふさわしいが、レイテンシ要件が厳しいサービスでないと余剰なりソースが発生するおそれがある。

また、OpenStackには、複数の仮想CPUで物理CPUを共有するshared方式も存在する。このshared方式ではピンングすることはできず、他の仮想CPUのプロセスと混在することとなる。

[0007] そこで、本発明は、仮想マシンのサービス要件を考慮した物理CPUの割り当てを可能とすることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 前記した課題を解決するため、請求項1に記載の発明では、コンピュータの物理CPU上に仮想CPUおよび仮想マシンを生成して、前記仮想マシンに前記仮想CPUを割り当てるサーバ基盤であって、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせない指示のうち何れかを生成するリソース割当決定部と、前記リソース割当決定部の指示に応じて、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する仮想マシン生成管理部と、を

含むことを特徴とするサーバ基盤とした。

[0009] このようにすることで、仮想マシンのサービス要件を考慮した物理CPUの割り当てができる。

[0010] 請求項2に記載の発明では、前記リソース割当決定部は、仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量が所定値以下ならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示を生成し、前記プロセスが受け持つ負荷量が所定値よりも高いならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに、指定されたコンピュータの前記物理CPUを占有させる指示を生成し、かつ、前記プロセスのレイテンシ要件が前記所定値よりも厳しいならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングする指示を生成し、前記プロセスのレイテンシ要件が所定値よりも緩やかならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングさせない指示を生成する、ことを特徴とする請求項1に記載のサーバ基盤とした。

[0011] このようにすることで、仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量要件とレイテンシ要件を考慮した物理CPUの割り当てができる。

[0012] 請求項3に記載の発明では、前記リソース割当決定部は、前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータの物理CPU上に移行させる指示を生成し、前記仮想マシン生成管理部は、前記リソース割当決定部の指示に応じて、前記仮想マシンを前記他のコンピュータの物理CPU上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する、ことを特徴とする請求項1または2に記載のサーバ基盤とした。

[0013] このようにすることで、指定されたコンピュータ上に物理CPUの空きがない場合であっても、仮想マシンを生成することができる。

[0014] 請求項4に記載の発明では、前記仮想マシン生成管理部は、前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想

CPUによって占有された非ピンングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータ上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する、ことを特徴とする請求項1または2に記載のサーバ基盤とした。

[0015] このようにすることで、指定されたコンピュータ上に物理CPUの空きがない場合であっても、仮想マシンを生成することができる。

[0016] 請求項5に記載の発明では、コンピュータの物理CPU上に仮想CPUおよび仮想マシンを生成して、前記仮想マシンに前記仮想CPUを割り当てるサーバ基盤による仮想CPUに対する物理CPUの割当プログラムであって、コンピュータに、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせない指示のうち何れかを生成する工程、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する工程、を実行させるための物理CPU割当プログラムとした。

[0017] このようにすることで、仮想マシンのサービス要件を考慮した物理CPUの割り当てができる。

[0018] 請求項6に記載の発明では、仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量が所定値以下ならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示を生成し、前記プロセスが受け持つ負荷量が所定値よりも高いならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに、指定されたコンピュータの前記物理CPUを占有させる指示を生成する工程、前記プロセスのレイテンシ要件が前記所定値よりも厳しいならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングする指示を生成し、前記プロセスのレイテンシ要件が所定値よりも緩やかならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングさせない指示を生成する工程、を実行させるための請求項5に記載の物理CPU割当プログラムとした。

[0019] このようにすることで、仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量の要件とレイテンシ要件を考慮した物理CPUの割り当てができる。

[0020] 請求項7に記載の発明では、前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンニングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータの物理CPU上に移行させる指示を生成する工程、前記仮想マシンを前記他のコンピュータの物理CPU上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する工程、を実行させるための請求項5または6に記載の物理CPU割当プログラムとした。

[0021] このようにすることで、指定されたコンピュータ上に物理CPUの空きがない場合であっても、仮想マシンを生成することができる。

[0022] 請求項8に記載の発明では、前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンニングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータ上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成するステップ、を実行させるための請求項5または6に記載の物理CPU割当プログラムとした。

[0023] このようにすることで、指定されたコンピュータ上に物理CPUの空きがない場合であっても、仮想マシンを生成することができる。

発明の効果

[0024] 仮想マシンのサービス要件を考慮した物理CPUの割り当てが可能となる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]ユーザ端末から物理CPUを備えるNUMA上に仮想マシンのデプロイする場合のシーケンス図である。

[図2]本実施形態において、アプリケーションの要件からピンニングパターンを

選択するフローチャートである。

[図3]本実施形態において、ピンングパターンに基づき仮想マシンを稼働させる仮想CPUを構築するフローチャートである。

[図4]本実施形態のピンング方式で構築されたシステムの初期状態を示す図である。

[図5]本実施形態のピンング方式で構築されたシステムのマイグレーション後を示す図である。

[図6]本実施形態のピンング方式で構築されたシステムのデプロイ後を示す図である。

[図7]ネットワークサービスを構築して稼働させるIaaS基盤の構成図である。

[図8]比較例において、アプリケーションの要件からピンングパターンを選択するフローチャートである。

[図9]比較例において、ピンングパターンに基づき仮想マシンを稼働させる仮想CPUを構築するフローチャートである。

[図10]比較例のピンング方式で構築されたシステムを示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以降、比較例と本発明を実施するための形態とを、各図を参照して詳細に説明する。

図1は、ユーザ端末から物理CPUを備えるNUMA (Non-Uniform Memory Access) 上に仮想マシンのデプロイする場合のシーケンス図である。このシーケンス図は、後記する比較例と実施形態に共通するものである。

各シーケンスを実行するリソース割当決定部32、リソース管理部33、仮想マシン生成管理部34は、IaaS基盤1に含まれる。このIaaS基盤1は、複数のサーバコンピュータである。このコンピュータが物理CPU割当プログラムを実行することによって、各シーケンスの実行主体が具現化される。

[0027] ステップS10におけるVM (Virtual Machine) デプロイ指示において、ユーザ端末31は、仮想CPU毎のピンングパターンを指定する。なお、比較例の仮想CPUのピンングパターンは、物理CPUを占有させ、かつピニ

ングさせるパターンと、物理CPUを共有させるパターンの2通りである。これに対して本実施形態の仮想CPUのピンングパターンは、物理CPUを占有させ、かつピンングさせるパターンと、物理CPUを占有させ、かつピンングさせないパターンと、物理CPUを共有させるパターンの3通りである。

[0028] 次にリソース割当決定部32は、リソース管理部33にリソース選定を指示する(S11)。リソース管理部33は、リソース割当決定部32にリソース候補を返却する(S12)。

ステップS13において、リソース割当決定部32は、スケジューリングを行うとともに、割当リソースを決定する。

[0029] その後、リソース割当決定部32は、リソース管理部33に割当リソースを通知するとともに(S14)、仮想マシン生成管理部34に仮想マシンの生成を指示する(S15)。これにより仮想マシン生成管理部34は、ステップS13で決定されたスケジューリングに基づき、仮想マシンを生成してリソースを割り当てる。

ステップS16において、仮想マシン生成管理部34は、ユーザ端末31に仮想マシンの生成完了を通知し、図1の処理を終了する。

これによりIaaS基盤1は、コンピュータの物理CPU上に仮想CPUおよび仮想マシンを生成して、この仮想マシンに仮想CPUを割り当てることができる。

[0030] 《比較例の処理》

比較例のピンング方式は、物理CPUを占有させ、かつピンングさせるパターンと、物理CPUを共有させるパターンの2通りである。

物理CPUを占有させ、かつピンングさせるパターンの適用サービス例は、高い負荷量を受け持つサービス向けである。物理CPUを共有させるパターンの適用サービス例は、高い負荷量を受け持たないサービス向けである。

[0031] 図8は、比較例において、ユーザ端末31が、アプリケーションの要件からピンングパターンを選択するフローチャートである。

図1のステップS10を実行する前に、ユーザ端末31は、アプリケーションの要件からピニングパターンを選択する処理を実行する。

最初、ユーザ端末31は、アプリケーションが高い負荷量を受け持つ可否かを判定する(S20)。

[0032] ユーザ端末31は、アプリケーションが高い負荷量を受け持つならば(Yes)、このアプリケーションに係る仮想マシンに割り当てた仮想CPUに対して、物理CPUを占有かつピニングさせるパターンを選択し(S21)、図8の処理を終了する。

[0033] ユーザ端末31は、アプリケーションが高い負荷量を受け持たないならば(No)、このアプリケーションに係る仮想マシンに割り当てた仮想CPUに対して、物理CPUを他の仮想CPUと共有させるパターンを選択し(S22)、図8の処理を終了する。

なお、ピニングパターンを選択する処理を実行するのは、ユーザ端末31に限定されず、IaaS基盤が実行してもよい。

[0034] 図9は、比較例において、仮想マシンを稼働させる仮想CPUを、パターンに基づいて構築する指示を生成するフローチャートである。この図9の処理は、図1のステップS13において実行される。

リソース割当決定部32は、物理CPUが占有されるパターンか否かを判定する(S30)。リソース割当決定部32は、物理CPUが占有されるパターンではないならば(No)、物理CPUの共有に係る処理を実行する。

[0035] リソース割当決定部32は、物理CPUが占有されるパターンならば(Yes)、指定されたNUMAの物理CPUリソースの空きを判定する(S31)。リソース割当決定部32は、指定されたNUMAの物理CPUリソースの空きが有るならば(Yes)、指定NUMAの空き物理CPU上への指定された仮想CPUのデプロイを指示し(S33)、図9の処理を終了する。

[0036] リソース割当決定部32は、指定されたNUMAの物理CPUリソースの空きが無いならば(No)、指定されたNUMAへの仮想マシンのデプロイができないため、図9の処理を異常終了する。

[0037] 図10は、比較例のピンング方式で構築されたシステムを示す図である。

NUMA4は、4個の物理CPU41a～41dを備える。物理CPU41aは、高い負荷量を受け持つ仮想マシンに割り当てた仮想CPU42aによって占有され、かつピンングされている。

[0038] 物理CPU41bには、高い負荷量を受け持ち、かつ低レイテンシを要件とする仮想マシンに割り当てた仮想CPU42bによって占有され、かつピンングされている。これを示すため、図10では仮想CPU42a, 42bがdedicate方式として記載されている。

[0039] 物理CPU41c, 41dには、仮想CPU42c, 42dによって共有されている。つまり物理CPU41c, 41dは、共有のパターンである。これを示すため、図10では仮想CPU42c, 42dがshared方式として記載されている。

[0040] このシステムに対して、高い負荷量を受け持ち、かつ低レイテンシを要件とする仮想マシンに割り当てた仮想CPUをデプロイしようとしても、物理CPUリソースの空きがないため、この仮想マシンや仮想CPUをデプロイできないという問題がある。

[0041] 《本実施形態の処理》

本実施形態は、比較例のピンング方式を拡張し、物理CPUを占有させ、かつピンングさせないパターンを加えるというものである。本パターンを加えることで、仮想マシンのサービス要件を考慮したCPUの割り当てが可能となる。

[0042] 物理CPUを占有させ、かつピンングさせるパターンは、最優先で処理したいサービスに割り当てられる。このパターンの適用サービス例は、高い負荷量を受け持ち、かつ低レイテンシを要件とするサービスである。ここで低レイテンシの要件とは、レイテンシ要件が厳しいことをいう。これに対して、高い負荷量を受け持つことのみを要件とするサービスとは、レイテンシ要件が緩いことをいう。

[0043] 物理CPUを占有させ、かつピンングさせないパターンは、優先度の高い

他のサービスにより、割り当てられる物理CPUが変更される場合がある。このパターンの適用サービス例は、高い負荷量を受け持つことを要件とするサービスである。このパターンを加えることで、仮想マシンのサービス要件を、より考慮したCPUの割り当てが可能となる。

[0044] 図2は、本実施形態において、アプリケーションの要件からピンングパターンを選択するフローチャートである。

ユーザ端末31は、アプリケーションが高い負荷量を受け持つか否かを判定する(S40)。

ユーザ端末31は、アプリケーションが高い負荷量を受け持たないならば(N)、このアプリケーションに係る仮想マシンに割り当てた仮想CPUに対して、物理CPUを他の仮想CPUと共有させるパターンを選択し(S41)、図2の処理を終了する。

[0045] ユーザ端末31は、アプリケーションが高い負荷量を受け持つならば(Y)、アプリケーションの要件が低レイテンシであるか否かを判定する(S42)。ステップS42において、ユーザ端末31は、アプリケーションのレイテンシ要件が厳しいならば(Y)、このアプリケーションに係る仮想マシンに割り当てた仮想CPUに対して、物理CPUを占有かつピンングさせるパターンを選択し(S44)、図2の処理を終了する。

[0046] ステップS42において、ユーザ端末31は、アプリケーションのレイテンシ要件が厳しくないならば(N)、物理CPUを占有かつピンングさせないパターンを選択し(S43)、図2の処理を終了する。すなわちユーザ端末31は、アプリケーションのレイテンシ要件が緩いならば、物理CPUを占有かつピンングさせないパターンを選択する。

[0047] 図3は、本実施形態において、仮想マシンを稼働させる仮想CPUをピンングパターンに基づいて構築するフローチャートである。

この図3の処理は、図1のステップS13において実行される。

リソース割当決定部32は、物理CPUが占有されるパターンか否かを判定する(S50)。リソース割当決定部32は、物理CPUが占有されるパ

ターンでないならば（No）、物理CPUの共有に係る処理を実行する。

[0048] リソース割当決定部32は、物理CPUが占有されるパターンならば（Yes）、指定されたNUMAの物理CPUリソースの空きを判定する（S51）。

ステップS52において、リソース割当決定部32は、指定されたNUMAの物理CPUリソースの空きが有るならば（Yes）、指定NUMAの空き物理CPU上への指定された仮想CPUのデプロイを指示し（S53）、図3の処理を終了する。

[0049] ステップS52において、リソース割当決定部32は、指定されたNUMAの物理CPUリソースの空きが無いならば（No）、物理CPUがピンングされるパターンであるか否かを判定する（S54）。

[0050] リソース割当決定部32は、物理CPUがピンングされるパターンでないならば（No）、異常終了し、物理CPUがピンングされるパターンならば（Yes）、ステップS55の処理に進む。

[0051] ステップS55において、リソース割当決定部32は、指定されたNUMAに、占有かつ非ピンングの物理CPUが有るか否かを判定する。リソース割当決定部32は、指定されたNUMAに、占有かつ非ピンングの物理CPUが無ければ（No）異常終了し、占有かつ非ピンングの物理CPUが有れば（Yes）、ステップS56の処理に進む。

[0052] ステップS56において、リソース割当決定部32は、占有かつ非ピンングの物理CPUが処理する仮想CPUを、他のNUMAへマイグレーションするように指示する。更にリソース割当決定部32は、当該物理CPU上に仮想CPUのデプロイを指示し（S57）、図3の処理を終了する。

[0053] 図4は、本実施形態のピンング方式で構築されたシステムの初期状態を示す図である。

NUMA4bは、1個の物理CPU41eを備えている。この物理CPU41eは、空き状態である。

NUMA4aは、4個の物理CPU41a～41dを備える。物理CPU41

aは、高い負荷量を受け持つ仮想マシンに割り当てた仮想CPU 42 aによって占有されているが、ピンングされていない。つまり物理CPU 41 aは、占有かつ非ピンングのパターンである。

[0054] 物理CPU 41 bは、高い負荷量を受け持ち、かつ低レイテンシを要件とする仮想マシンに割り当てた仮想CPU 42 bによって占有され、かつピンングされている。つまり物理CPU 41 bは、占有かつピンングのパターンである。これらを示すため、図4では仮想CPU 42 a, 42 bがdedicate方式として記載されている。

[0055] 物理CPU 41 c, 41 dは、仮想CPU 42 c, 42 dによって共有されている。つまり物理CPU 41 c, 41 dは、共有のパターンである。これを示すため、図4では仮想CPU 42 c, 42 dがshared方式として記載されている。

[0056] 図5は、本実施形態のピンング方式で構築されたシステムのマイグレーション後を示す図である。図5は、図3のステップS56の処理が終了した後の状態を示している。

図4において物理CPU 41 aを占有していた仮想CPU 42 aは、図5においてNUMA 4 bが備える物理CPU 41 eにマイグレーションされている。そして物理CPU 41 aは、空き状態である。それ以外の物理CPU 41 b～41 dの状態は、図4に示した初期状態と同様である。

[0057] 図6は、本実施形態のピンング方式で構築されたシステムのデプロイ後を示す図である。図6は、図3のフローチャートが終了した後の状態を示している。

図5において空き状態であった物理CPU 41 aには、図6において仮想CPU 42 eがデプロイされている。物理CPU 41 aは、高い負荷量を受け持ち、かつ低レイテンシを要件とする仮想マシンに割り当てた仮想CPU 42 eによって占有され、かつピンングされている。

[0058] (変形例)

本発明は、上記実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しな

い範囲で、変更実施が可能であり、例えば、次の（a）～（c）のようなものがある。

[0059] （a） NUMAが備える物理CPUの数は4個に限定されない。また、各物理CPU上にデプロイされる仮想CPUの個数は1個または2個に限定されない。

（b） アプリケーションが受け持つ負荷量とレイテンシに応じて、物理CPUの占有の有無およびピンングの有無を判定するのは、ユーザ端末に限定されない。IaaS基盤が、アプリケーションが受け持つ負荷量とレイテンシに応じて、物理CPUの占有の有無およびピンングの有無を判定してもよい。

（c） NUMA上の物理CPUを占有する仮想CPUをマイグレーションするように判断するのは、リソース割当決定部に限定されない。NUMA上に物理CPUの空きが無い場合、仮想マシン生成管理部が物理CPUを占有する仮想CPUをマイグレーションして、この物理CPUを空き状態にしてから仮想マシンをデプロイ（生成）する。

符号の説明

- [0060] 1 IaaS基盤 （サーバ基盤）
- 1 1 ベアメタル
 - 1 2 仮想マシン
 - 1 3 コンテナ
 - 1 4 オブジェクトストレージ
 - 1 5 ファイルストレージ
 - 1 6 ブロックストレージ
 - 2 a～2 i アプリケーション
 - 3 1 ユーザ端末
 - 3 2 リソース割当決定部
 - 3 3 リソース管理部
 - 3 4 仮想マシン生成管理部
 - 4, 4 a, 4 b NUMA

4 1 a ~ 4 1 e 物理CPU

4 2 a ~ 4 2 e 仮想CPU

請求の範囲

【請求項1】 コンピュートの物理CPU上に仮想CPUおよび仮想マシンを生成して、前記仮想マシンに前記仮想CPUを割り当てるサーバ基盤であって、

 前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせない指示のうち何れかを生成するリソース割当決定部と、

 前記リソース割当決定部の指示に応じて、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する仮想マシン生成管理部と、

 を含むことを特徴とするサーバ基盤。

【請求項2】 前記リソース割当決定部は、仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量が所定値以下ならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示を生成し、前記プロセスが受け持つ負荷量が所定値よりも高いならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに、指定されたコンピュータの前記物理CPUを占有させる指示を生成し、かつ、前記プロセスのレイテンシ要件が前記所定値よりも厳しいならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングする指示を生成し、前記プロセスのレイテンシ要件が所定値よりも緩やかならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングさせない指示を生成する、

 ことを特徴とする請求項1に記載のサーバ基盤。

【請求項3】 前記リソース割当決定部は、前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータの物理CPU上に移行させる指示を生成し、

前記仮想マシン生成管理部は、前記リソース割当決定部の指示に応じて、前記仮想マシンを前記他のコンピュータの物理CPU上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する、

ことを特徴とする請求項1または2に記載のサーバ基盤。

[請求項4] 前記仮想マシン生成管理部は、前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンングの物理CPUがあるならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータ上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する、

ことを特徴とする請求項1または2に記載のサーバ基盤。

[請求項5] コンピュータの物理CPU上に仮想CPUおよび仮想マシンを生成して、前記仮想マシンに前記仮想CPUを割り当てるサーバ基盤による仮想CPUに対する物理CPUの割当プログラムであって、

コンピュータに、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせる指示、前記仮想CPUに物理CPUを占有させ、かつピンングさせない指示のうち何れかを生成する工程、

前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する工程、

を実行させるための物理CPU割当プログラム。

[請求項6] 仮想マシン上で実行されるプロセスが受け持つ負荷量が所定値以下ならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに物理CPUを共有させる指示を生成し、前記プロセスが受け持つ負荷量が所定値よりも高いならば、前記仮想マシンに割り当てた仮想CPUに、指定されたコンピュータの前記物理CPUを占有させる指示を生成する工程、

前記プロセスのレイテンシ要件が前記所定値よりも厳しいならば、

前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングする指示を生成し、前記プロセスのレイテンシ要件が所定値よりも緩やかならば、前記仮想CPUを前記物理CPUにピンングさせない指示を生成する工程、

を実行させるための請求項5に記載の物理CPU割当プログラム。

[請求項7]

前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータの物理CPU上に移行させる指示を生成する工程、

前記仮想マシンを前記他のコンピュータの物理CPU上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成する工程、

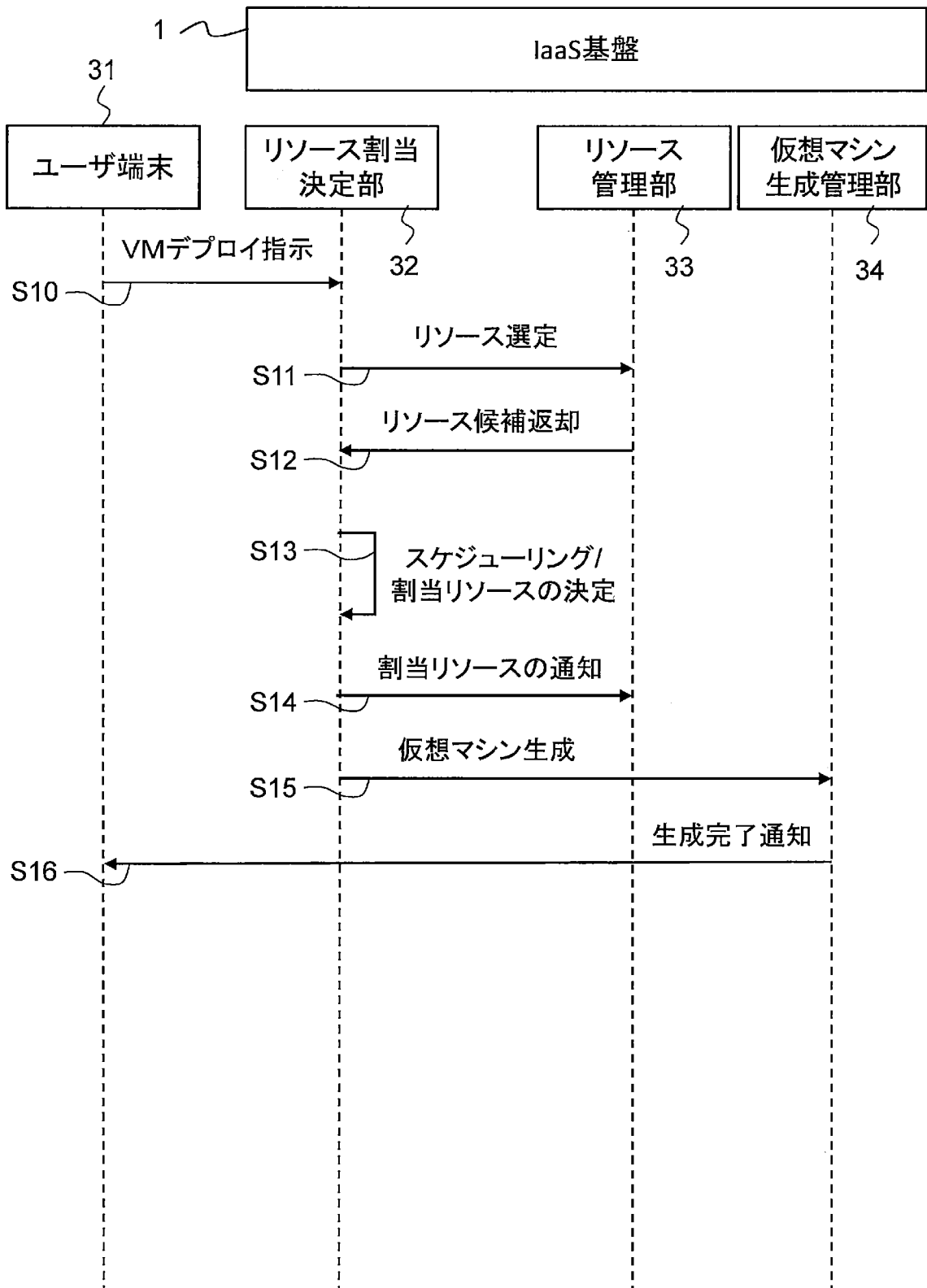
を実行させるための請求項5または6に記載の物理CPU割当プログラム。

[請求項8]

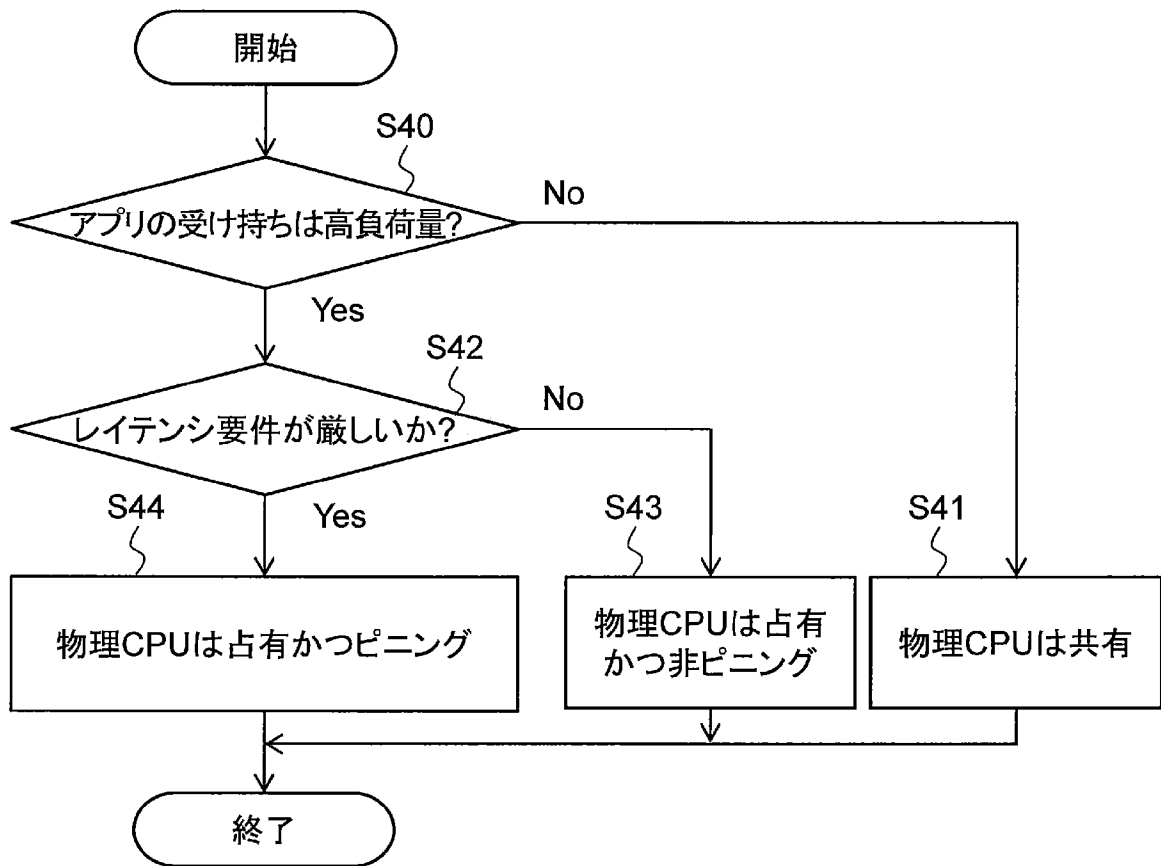
前記コンピュータに物理CPUの空きがなく、かつ、前記コンピュータ上に何れかの仮想CPUによって占有された非ピンングの物理CPUが在るならば、当該物理CPU上を占有する仮想CPUに割り当てられた仮想マシンを他のコンピュータ上に移行させたのち、前記コンピュータの前記物理CPU上に新たな仮想マシンを生成するステップ、

を実行させるための請求項5または6に記載の物理CPU割当プログラム。

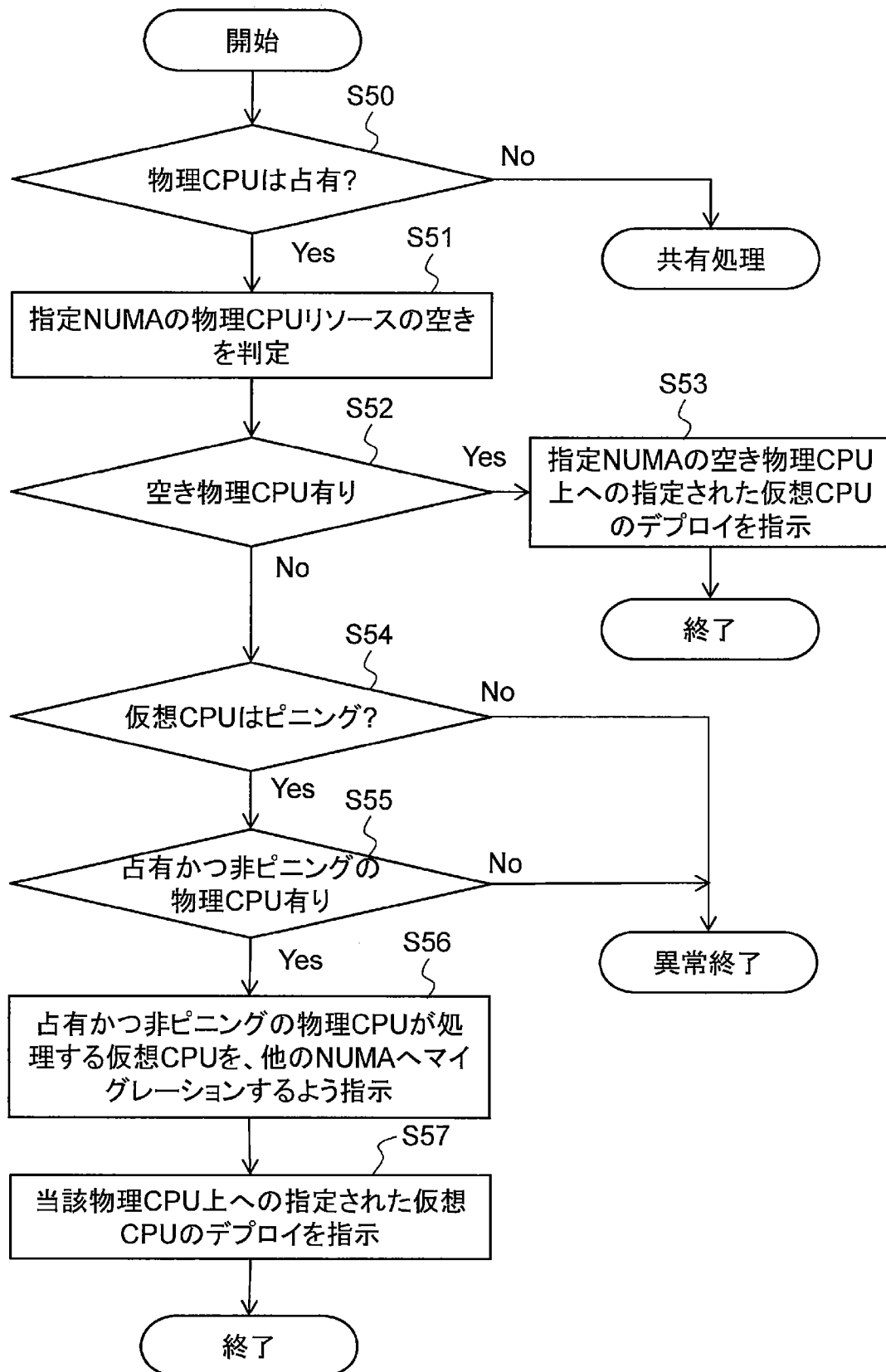
[図1]



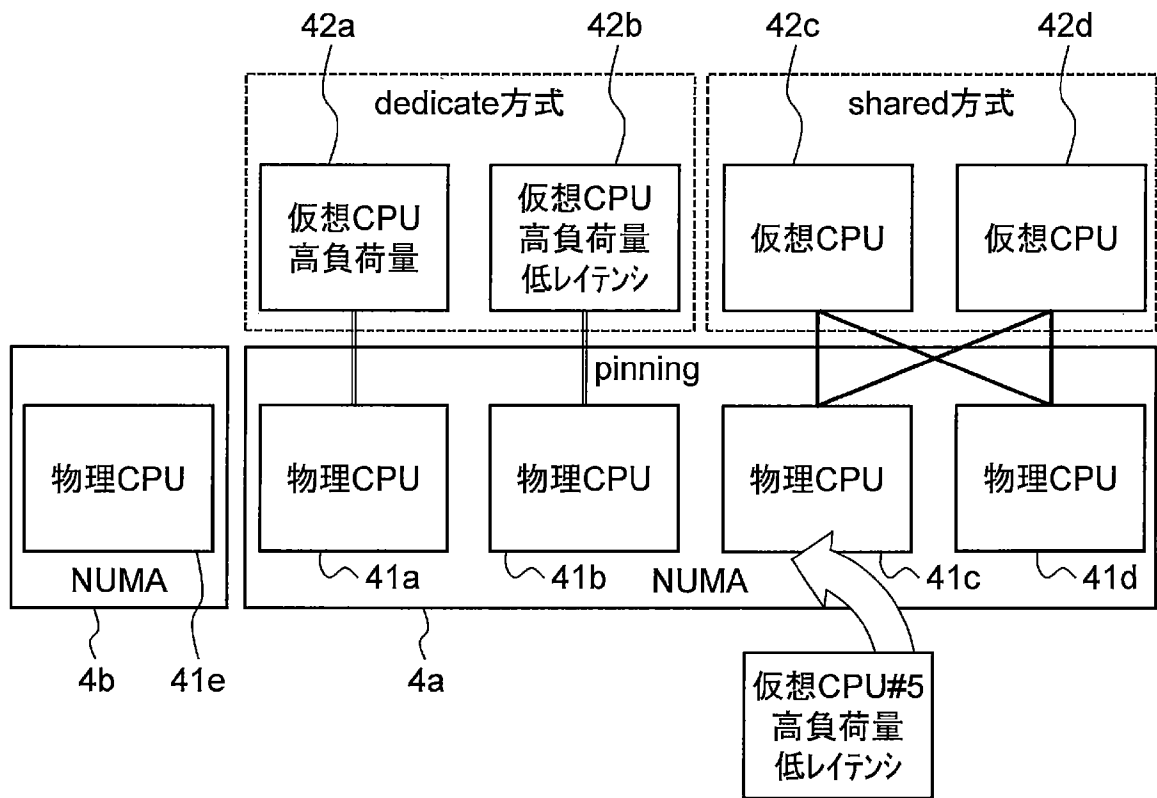
[図2]



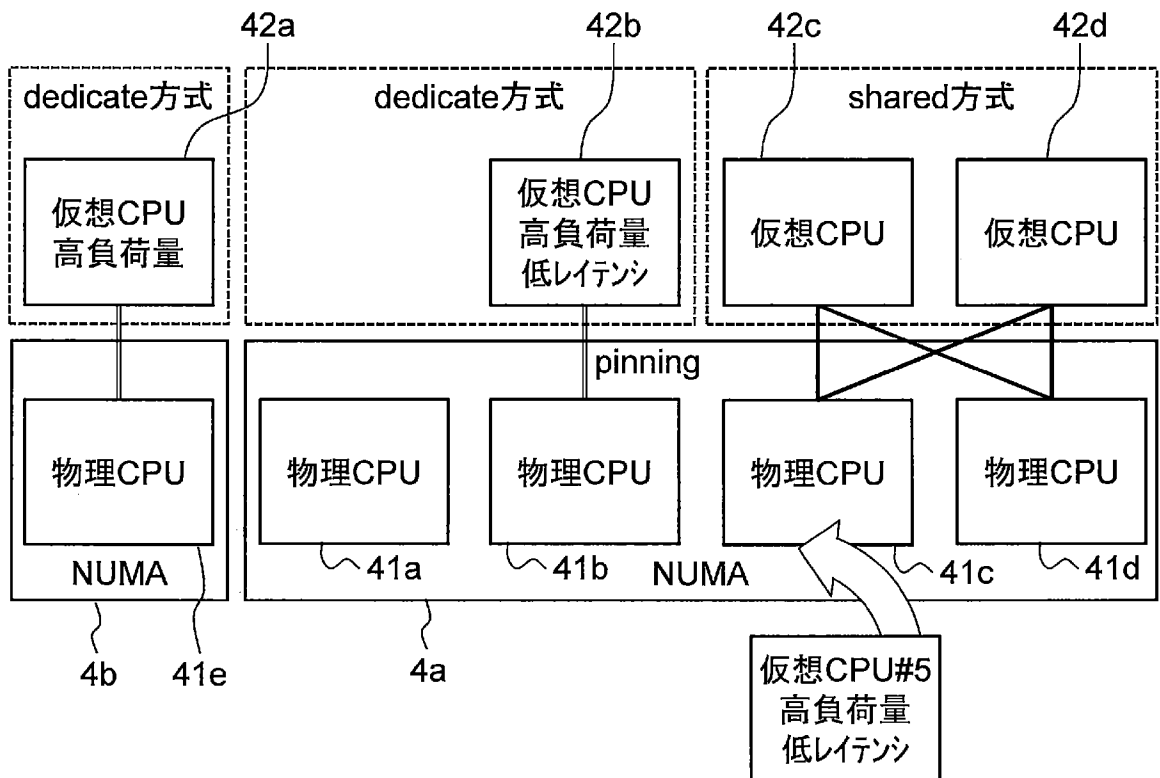
[図3]



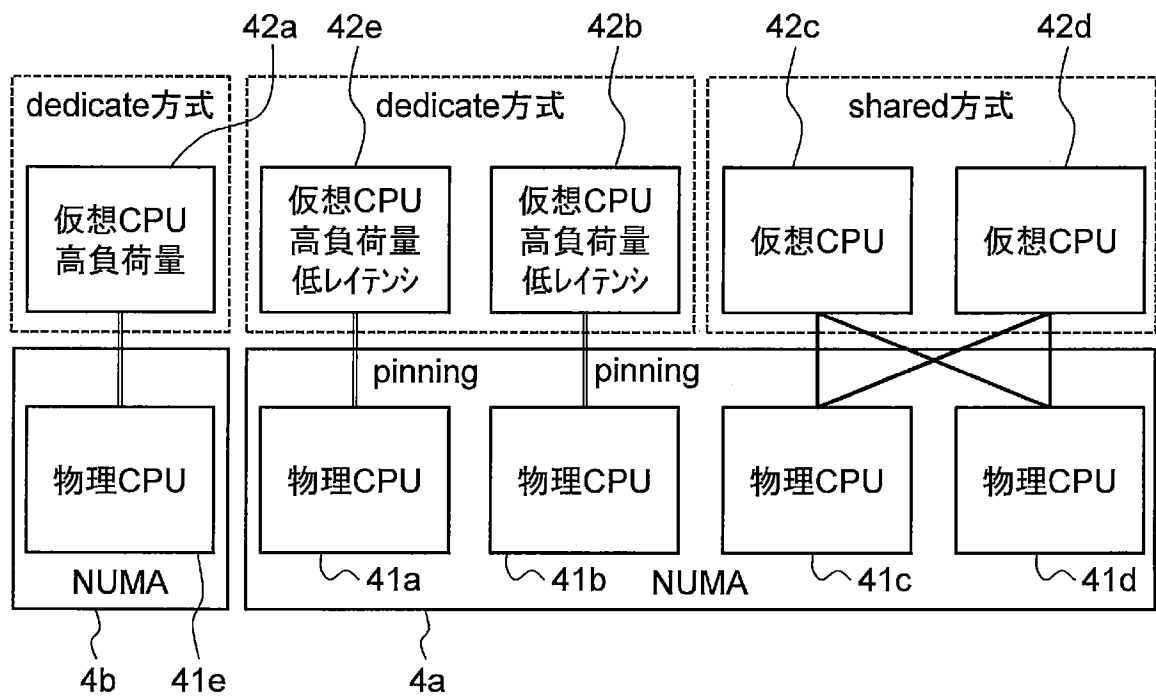
[図4]



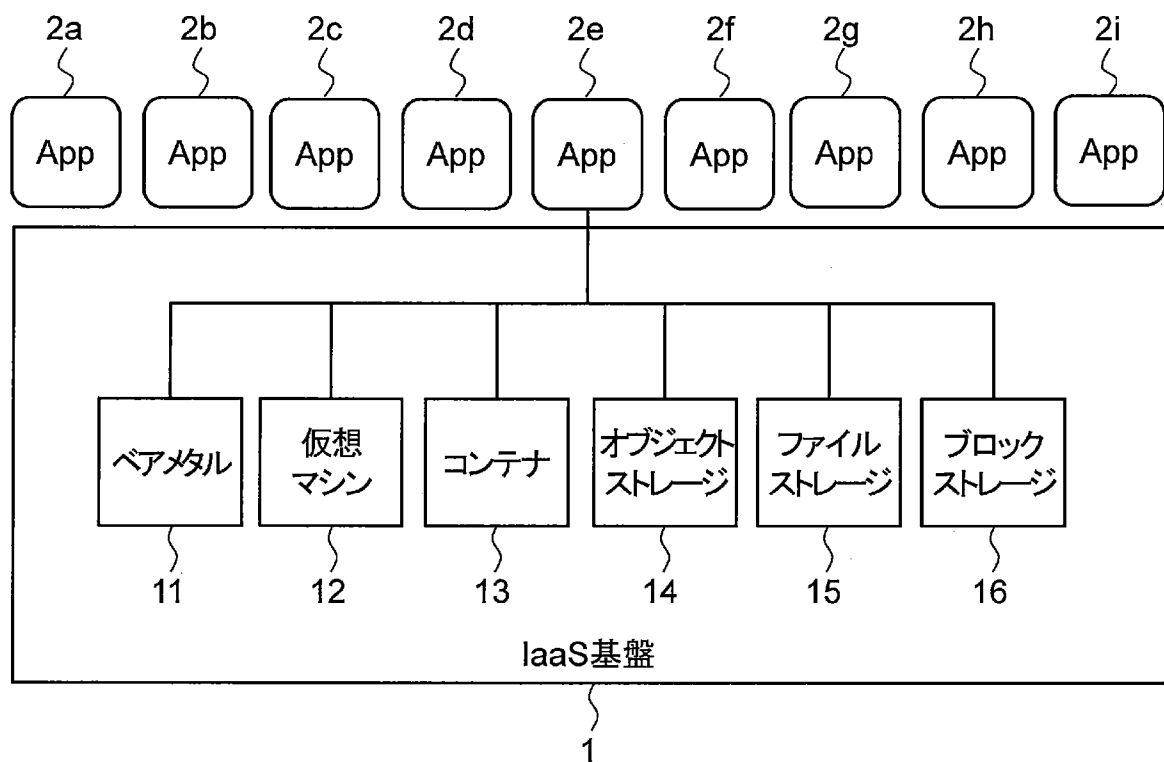
[図5]



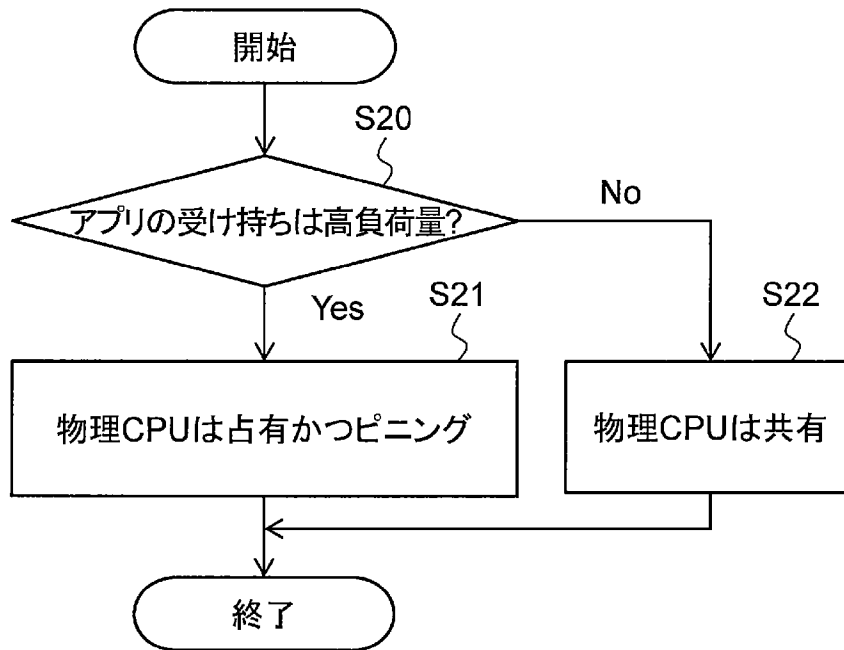
[図6]



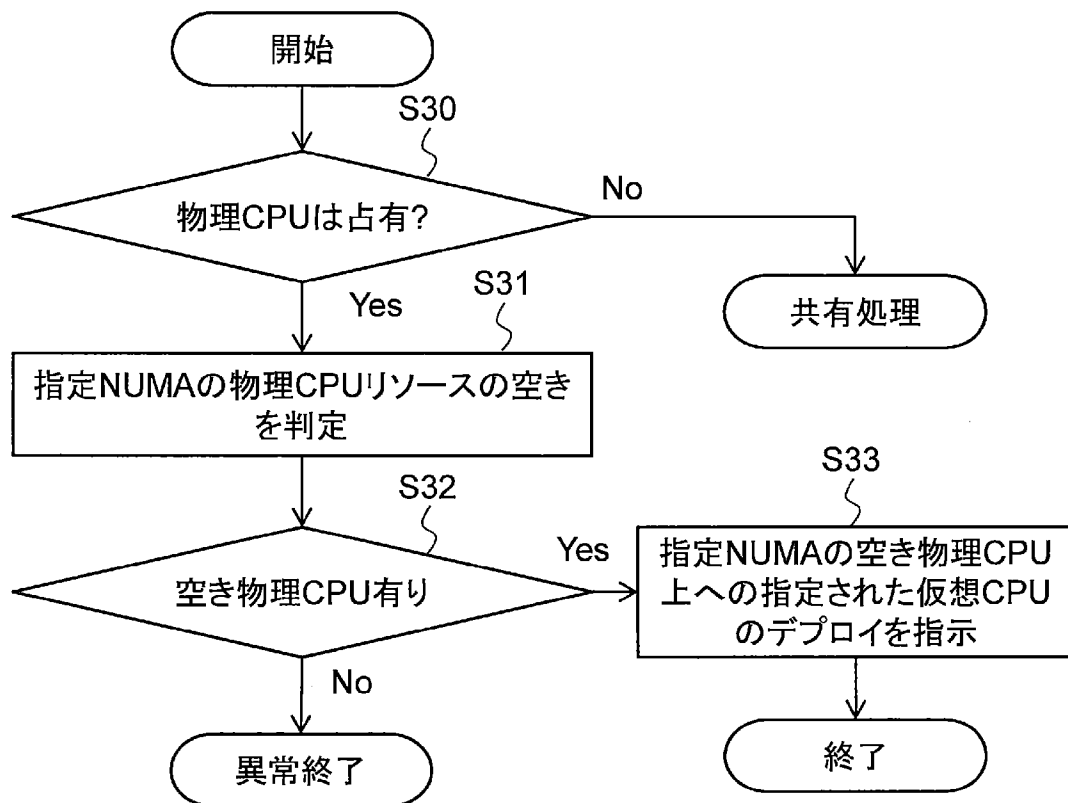
[図7]



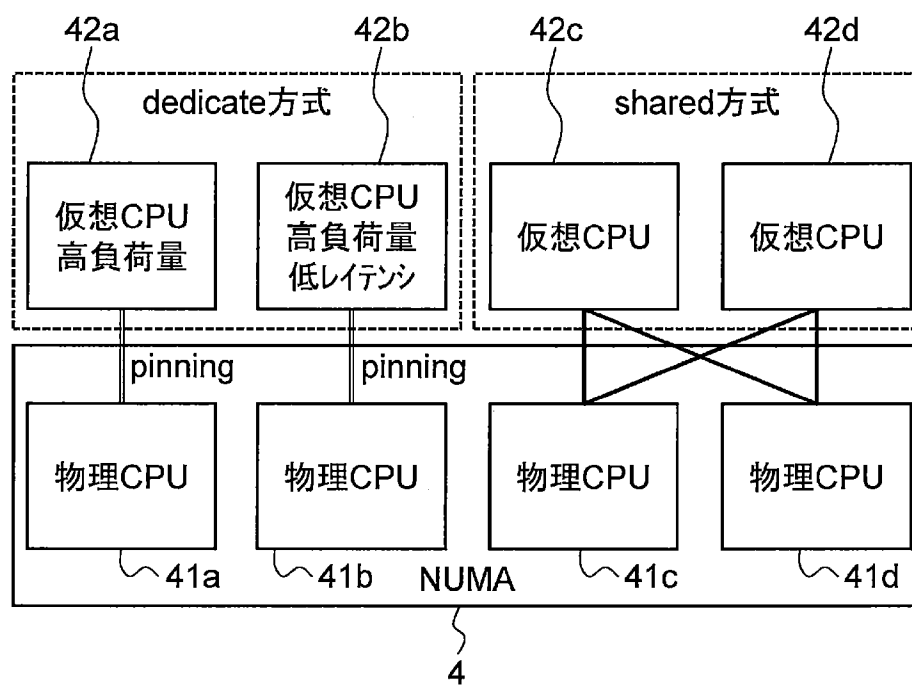
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 9/455(2006.01) i; G06F 9/50(2006.01) i
FI: G06F9/50 120A; G06F9/455 150

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)

G06F9/455; G06F9/50

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-250949 A (HITACHI, LTD.) 12.12.2013 (2013-12-12) entire text	1-8
A	JP 2-238556 A (HITACHI, LTD.) 20.09.1990 (1990-09-20) entire text	1-8



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

“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

15 April 2020 (15.04.2020)

Date of mailing of the international search report

28 April 2020 (28.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004195

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-250949 A	12 Dec. 2013	US 9189293 B2 entire text	
JP 2-238556 A	20 Sep. 1990	DE 4007998 A1 entire text	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 9/455(2006.01)i; G06F 9/50(2006.01)i FI: G06F9/50 120A; G06F9/455 150														
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）） G06F9/455; G06F9/50														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 2013-250949 A（株式会社日立製作所）12.12.2013（2013 - 12 - 12） 全文	1-8												
A	JP 2-238556 A（株式会社日立製作所）20.09.1990（1990 - 09 - 20） 全文	1-8												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 15.04.2020	国際調査報告の発送日 28.04.2020													
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） 漆原 孝治 5B 9366 電話番号 03-3581-1101 内線 3545													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/004195

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2013-250949	A	12.12.2013	US	9189293	B2	
				全文			
JP	2-238556	A	20.09.1990	DE	4007998	A1	
				全文			