

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-18171
(P2018-18171A)

(43) 公開日 平成30年2月1日(2018.2.1)

(51) Int.Cl.
G06F 9/48 (2006.01)

F I
G06F 9/46 452Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2016-145711 (P2016-145711)
(22) 出願日 平成28年7月25日 (2016.7.25)

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(74) 代理人 100104190
弁理士 酒井 昭徳
(72) 発明者 中川 美緒
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(72) 発明者 早川 政男
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(72) 発明者 橋本 剛
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

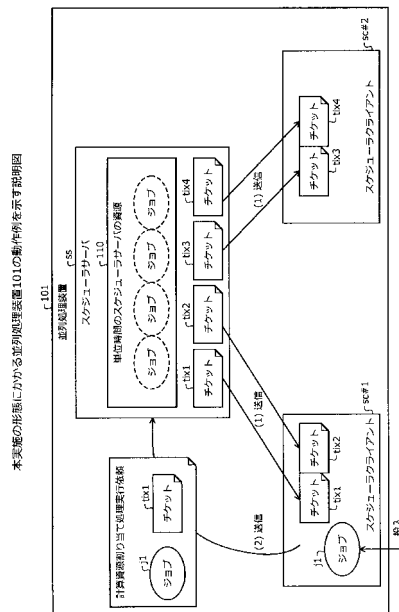
(54) 【発明の名称】 並列処理装置、ジョブスケジューリング方法、およびジョブスケジューリングプログラム

(57) 【要約】

【課題】ジョブの実行依頼が行えなくなることを抑制すること。

【解決手段】スケジューラサーバ 101 は、図 1 の (1) で示すように、単位時間における自身の資源を用いて、その単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分のチケット t i x を、スケジューラクライアント s c # 1、# 2 に配分する。スケジューラクライアント s c # 1 は、図 1 の (2) で示すように、ジョブ投入を受け付けた場合、チケット t i x を消費して、受け付けたジョブを対象とする計算資源割り当て処理を実行する依頼を、スケジューラサーバ 101 に送信する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プロセッサとメモリとを有する 3 以上のノードを有する並列処理装置であって、前記 3 以上のノードのうちのジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードは、

単位時間の前記特定のノードの資源を用いて前記単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の前記割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、前記 3 以上のノードのうちのジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた前記権限情報を前記各ノードに送信し、

前記各ノードは、

ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

ことを特徴とする並列処理装置。

10

【請求項 2】

前記特定のノードは、

前記割り当て処理の対象のジョブに付与される前記対象のジョブを識別する識別情報を、前記各ノードに送信し、

前記各ノードは、

ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記識別情報を当該ジョブに割り当てて前記識別情報を当該ジョブの実行要求の要求元に送信し、前記権限情報が示す権限を消費して、前記識別情報で識別する当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の並列処理装置。

20

【請求項 3】

前記各ノードは、

ジョブに割り当てた識別情報を含む当該ジョブの取消要求を受け付けた場合、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信したか否かを判断し、

当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信していないと判断した場合、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を破棄する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の並列処理装置。

30

【請求項 4】

前記各ノードは、

ジョブに割り当てた識別情報を含む当該ジョブの状態表示要求を受け付けた場合、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信したか否かを判断し、

当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信していないと判断した場合、当該ジョブに計算資源の割り当てが行われていないことを示す情報を、前記状態表示要求の要求元に送信する、

ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の並列処理装置。

40

【請求項 5】

ジョブの実行要求および当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼には、前記 3 以上のノードのうちの当該ジョブを実行するノードの数と、当該ジョブを実行させる時間間隔とを含み、

前記特定のノードは、

前記単位時間内の前記割り当て処理を実行したことに応じて、前記単位時間内の前記割り当て処理の対象となった各ジョブを実行するノードの数と、当該各ジョブを実行させる時間帯と、当該各ジョブを対象とする前記割り当て処理にかかった時間とを記憶し、

50

記憶した前記割り当て処理の対象となったジョブを実行するノードの数と、当該ジョブを実行させる時間帯と、前記割り当て処理にかかった時間とを参照して、前記各ノードから受け付けた前記割り当て処理を実行する依頼から特定される前記単位時間の後に実行する前記割り当て処理の対象となる各ジョブを実行するノードの数と、当該各ジョブを実行させる時間帯とに基づいて、当該各ジョブを対象とする前記割り当て処理にかかる時間を特定し、

特定した当該各ジョブを対象とする前記割り当て処理にかかる時間に基づいて、前記単位時間の後の単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数を決定する、

ことを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか一つに記載の並列処理装置。

【請求項 6】

10

プロセッサとメモリとを有する 3 以上のノードを有する並列処理装置のジョブスケジューリング方法であって、

前記 3 以上のノードのうちのジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードが、

単位時間の前記特定のノードの資源を用いて前記単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の前記割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、前記 3 以上のノードのうちのジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた前記権限情報を前記各ノードに送信し、

前記各ノードが、

ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

20

処理を実行することを特徴とするジョブスケジューリング方法。

【請求項 7】

プロセッサとメモリとを有する 3 以上のノードを有する並列処理装置のジョブスケジューリングプログラムであって、

前記 3 以上のノードのうちのノードに、

前記ノードが前記 3 以上のノードのうちのジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードであれば、単位時間の前記特定のノードの資源を用いて前記単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の前記割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、前記 3 以上のノードのうちのジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた前記権限情報を前記各ノードに送信し、

30

前記ノードが前記各ノードであれば、ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

処理を実行させることを特徴とするジョブスケジューリングプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、並列処理装置、ジョブスケジューリング方法、およびジョブスケジューリングプログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、ジョブの実行依頼を受け付けて、受け付けたジョブに計算資源を割り当てるジョブのスケジューリング処理を行う技術がある。関連する先行技術として、例えば、新規ジョブ投入に応じて、全ての情報処理装置のジョブ番号を参照し、固有の採番範囲から未使用の番号を検索し、新規のジョブ番号として登録する技術がある。また、バッチサーバが、データベースサーバにジョブの情報が登録されたら、自身が実行中のジョブ数と実施可能なジョブの最大数から現在利用率を算出し、現在利用率の大小に応じて処理を行うか、他のバッチサーバに処理を任せるか判定する技術がある。また、利用者が、グループ化し

50

た各ジョブを負荷分散単位としてジョブ登録マシンからジョブ実行マシンへ転送し、予測実行時間、ジョブ実行の進行度、予測終了時間を算出して表示させる技術がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8-320851号公報

【特許文献2】特開2015-5008号公報

【特許文献3】特開平10-49504号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかしながら、従来技術によれば、ジョブの実行依頼が短期間に集中すると、スケジューリング処理を行う装置にかかる負荷が増大することになる。そして、ジョブのスケジューリング処理を行う装置にかかる負荷が増大し、ジョブの実行依頼の上限数に達すると、ジョブの実行依頼が行えなくなる。

【0005】

1つの側面では、本発明は、ジョブの実行依頼が行えなくなることを抑制することができる並列処理装置、ジョブスケジューリング方法、およびジョブスケジューリングプログラ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】

20

【0006】

本発明の一側面によれば、プロセッサとメモリとを有する3以上のノードを有する並列処理装置であって、3以上のノードのうちジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードは、単位時間の特定のノードの資源を用いて単位時間に割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、3以上のノードのうちジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた権限情報を各ノードに送信し、各ノードは、ジョブの実行要求を受け付けた場合、特定のノードから受け付けた権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする割り当て処理を実行する依頼を、特定のノードに送信する並列処理装置、ジョブスケジューリング方法、およびジョブスケジューリングプログラムが提案される。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明の一態様によれば、ジョブの実行依頼が行えなくなることを抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本実施の形態にかかる並列処理装置101の動作例を示す説明図である。

【図2】図2は、実施例1におけるHPCシステム200の構成例を示す説明図である。

【図3】図3は、ノードのハードウェア構成例を示す説明図である。

40

【図4】図4は、HPCシステム200の機能構成例を示す説明図である。

【図5】図5は、メッセージフォーマットの一例を示す説明図である。

【図6】図6は、処理時間管理表411の一例を示す説明図である。

【図7】図7は、資源チケット使用実績管理表412の一例を示す説明図である。

【図8】図8は、IDチケット使用実績管理表413の一例を示す説明図である。

【図9】図9は、資源チケット補充表414の一例を示す説明図である。

【図10】図10は、IDチケット補充表415の記憶内容の一例を示す説明図である。

【図11】図11は、スケジューラクライアントscにおけるIDチケット初期化処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図12】図12は、スケジューラクライアントscにおけるジョブ投入処理手順の一例

50

を示すフローチャートである。

【図 1 3】図 1 3 は、スケジューラクライアント s c におけるジョブ実行取消処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 4】図 1 4 は、スケジューラクライアント s c におけるジョブ取消依頼処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 5】図 1 5 は、スケジューラクライアント s c におけるジョブ状態表示処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 6】図 1 6 は、スケジューラクライアント s c におけるジョブ実行依頼処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 7】図 1 7 は、スケジューラクライアント s c における ID チケット補充依頼処理手順の一例を示すフローチャートである。

10

【図 1 8】図 1 8 は、スケジューラクライアント s c におけるメッセージ受信処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 9】図 1 9 は、スケジューラクライアント s c におけるジョブ実行依頼メッセージ送信処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 0】図 2 0 は、スケジューラサーバ s s における初期化処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 1】図 2 1 は、スケジューラサーバ s s における依頼メッセージ処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 2】図 2 2 は、スケジューラサーバ s s における既存メッセージ処理手順の一例を示すフローチャートである。

20

【図 2 3】図 2 3 は、スケジューラサーバ s s におけるチケット無効通知処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 4】図 2 4 は、スケジューラサーバ s s における資源チケット補充スケジュール処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 5】図 2 5 は、スケジューラサーバ s s における ID チケット補充スケジュール処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 6】図 2 6 は、スケジューラサーバ s s における計算資源割り当て処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 7】図 2 7 は、スケジューラサーバ s s における処理時間見積り式記録処理手順の一例を示すフローチャートである。

30

【図 2 8】図 2 8 は、スケジューラサーバ s s における資源チケット使用実績記録処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 9】図 2 9 は、スケジューラサーバ s s におけるチケット管理処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 3 0】図 3 0 は、スケジューラサーバ s s における資源チケット発行数算出処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 3 1】図 3 1 は、スケジューラサーバ s s における資源チケット発行数見積り誤差補正処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 3 2】図 3 2 は、スケジューラサーバ s s における資源チケット配布処理手順の一例を示すフローチャートである。

40

【図 3 3】図 3 3 は、スケジューラサーバ s s における ID チケット使用実績記録処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 3 4】図 3 4 は、スケジューラサーバ s s における ID チケット発行数算出処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 3 5】図 3 5 は、スケジューラサーバ s s における ID チケット配布処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 3 6】図 3 6 は、実施例 2 における H P C システム 3 6 0 0 の構成例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 0 9 】

以下に図面を参照して、開示の並列処理装置、ジョブスケジューリング方法、およびジョブスケジューリングプログラムの実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本実施の形態にかかる並列処理装置 1 0 1 の動作例を示す説明図である。並列処理装置 1 0 1 は、ジョブのスケジューリング処理を実行するコンピュータである。具体的には、並列処理装置 1 0 1 は、プロセッサとメモリとを有する 3 以上のノードを有し、3 以上のノードのうちの複数のノードと、特定のノードとが、スケジューリング処理を連携して行う。ジョブを実行する実行主体は、並列処理装置 1 0 1 に含まれる 3 以上のノードのいずれかのノードでもよいし、並列処理装置 1 0 1 以外の他の装置でもよい。以下の説明では、ジョブを実行する実行主体は、並列処理装置 1 0 1 に含まれる 3 以上のノードのうちの計算ノードとする。

10

【 0 0 1 1 】

ここで、ジョブとは、並列処理装置 1 0 1 の利用者から見た処理の単位を示す。ジョブと似たような概念として、プログラムの実行単位であって、固有のメモリ空間を有するプロセスや、プログラムの実行単位であって、同一プロセスに属するもの同士でメモリ空間を共有するスレッド等がある。従って、並列処理装置 1 0 1 は、複数のジョブとして、複数のスレッドや複数のプロセスのスケジューリング処理を行ってもよい。ここで、ジョブは、例えば、科学技術計算等の処理といったジョブである。また、並列処理装置 1 0 1 は、例えば、ハイ・パフォーマンス・コンピューティング (H P C : H i g h P e r f o r m a n c e C o m p u t i n g) 分野で使用されるコンピュータである。

20

【 0 0 1 2 】

一般的に、並列計算機環境において、ジョブスケジューラにジョブの実行を依頼することを「ジョブを投入する」ないし「ジョブ投入」と呼ぶことがある。並列ジョブの実行には、スケジューリング処理として、プロセッサ、コア、計算ノードなどのジョブへの割り当て単位となる計算装置を、予めジョブの投入者が指定する数だけ、指定する長さの時間まとめて割り当てることになる。

【 0 0 1 3 】

受け付け済みとなったジョブの実行用に予約された計算ノードの集合は、予約された時間帯に、そのジョブの実行のために使用される。すなわち、「計算ノードの集合」と「時間帯」の組が、受け付け済みジョブに割り当てられたとみなすことができる。ここで、並列処理装置 1 0 1 の利用者は、ジョブを投入した後は、そのジョブに割り当てられた資源、特にジョブの実行開始予定時刻を確認する場合が多い。また、各ジョブが指定する「計算ノードの集合」と「時間帯」がまちまちであるため、大規模な並列計算機に対し、システム全体での計算装置の稼働率をできるだけ高くするようにジョブのスケジューリング処理を行う処理量が、大きくなりうる。特に主に中小規模のジョブの実行に使われる場合、それらのジョブは不特定多数の利用者の作業環境である利用者端末から投入する機会が多いため、比較的短い時間に多数のジョブ投入が発生することがある。

30

【 0 0 1 4 】

比較的短い時間に多数のジョブ投入が発生する例としては、偶然で多くの利用者が比較的短い時間に多数のジョブを投入する場合や、特定の利用者が多数のジョブを自動投入するシェルスクリプトを実行する場合などがある。ここで、シェルスクリプトによる多数ジョブの自動投入は、しばしばスクリプトの誤りが原因であって、その後、投入されたジョブがキャンセルされる場合も多い。

40

【 0 0 1 5 】

例えば、ある装置でジョブのスケジューリング処理を行うと、その装置の処理能力を超えた負荷が発生する場合には、ジョブの受け付けは拒否され、ジョブ投入処理自体がエラーになる。また、計算ノードの数の指定を変化させて試行錯誤することで、ジョブ終了を早めようとする利用者も存在し、このような行為も、ジョブ投入を多くする原因となる。なお、計算ノードの数の指定を変化させる理由は、指定する計算ノードの数が変わると、

50

他のジョブの資源割り当て状況との兼ね合いで、割り当てられる資源の「時間帯」、すなわちジョブの開始時刻と打ち切り時刻が変化することがあるためである。

【0016】

このような原因により、ジョブのスケジューリング処理を実行する装置の負荷が高まると、受け付け可能なジョブ数が減少し、ジョブ投入がエラーとなる場合が増加することになる。多数のジョブ投入が短時間に集中して実行された場合にジョブ投入自体がエラーになることを防止する方法としては、ジョブスケジューラを実行する装置の処理能力に十分な余裕を持てば可能とはなる。しかし、この方法では、ジョブ投入数が一般的な水準の際には、使用されない数の装置を常時稼働させることになり、費用の観点から不合理な場合がしばしばある。

10

【0017】

そこで、本実施の形態では、スケジューリング処理を行う実行主体を、ジョブ投入を受け付ける複数のクライアントと、受け付けたジョブに計算資源を割り当てるサーバとに分ける。そして、サーバは、自身が割り当て処理可能なジョブ数分の依頼可能な権限を示す権限情報を、クライアントに配分し、クライアントは、権限情報を消費してジョブに計算資源を割り当てる処理をサーバに依頼する。

【0018】

ここで、以下の記載では、スケジューリング処理を行う実行主体のうち、サーバとなるノードを、「スケジューラサーバ」とし、クライアントとなるノードを、「スケジューラクライアント」と称する。

20

【0019】

また、権限情報には、権限情報が示す権限によって割り当て処理されるジョブに付与されるジョブの識別情報が含まれてもよい。以下の記載では、権限情報を、「チケット」と称する。また、ジョブの識別情報を、「ジョブID (Identifier)」と称する。投入されたジョブに、システム全体で一意的なジョブIDを付与し、ジョブの投入元にジョブIDを通知することは、ジョブを用いたシステムにおいて順守すべき制約条件の1つである。ここで、チケット内にジョブIDが含まれるとすると、スケジューラクライアントは、チケットがない状態でジョブ投入を受け付けると、受け付けたジョブに対してジョブIDを設定することができなくなる。そこで、本実施の形態では、前述したチケットを、計算資源を割り当てる処理をサーバに依頼可能な権限を示す「資源チケット」と、ジョブIDを有する「IDチケット」とに分けてもよい。この場合、スケジューラサーバは、IDチケットについては先行してクライアントに配分してもよい。

30

【0020】

図1を用いて、並列処理装置101の動作例について説明する。図1に示す並列処理装置101は、ジョブ投入を受け付けるスケジューラクライアントsc#1、#2と、計算資源の割り当て処理を行う特定のノードとなるスケジューラサーバssとを有する。また、図1で示すチケットは、資源チケットとIDチケットとを含むものとする。また、計算資源の割り当て処理を、以下「計算資源割り当て処理」と称する。

【0021】

スケジューラサーバssは、図1の(1)で示すように、単位時間における自身の資源を用いて、その単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分のチケット*ti*xを、スケジューラクライアントsc#1、#2に配分する。図1の例では、単位時間のスケジューラサーバssの資源を、矩形110で示す。そして、図1では、矩形110内に、破線の縁を持つジョブが4つあることが、単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数が4であることを示す。なお、単位時間は、どのような時間間隔でもよく、例えば、数秒である。

40

【0022】

図1の例では、スケジューラサーバssは、単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数分の4つのチケット*ti*x1~4を生成する。次に、スケジューラサーバssは、チケット*ti*x1、2をスケジューラクライアントsc#1に割り当てて、チケット

50

t i x 3、4 をスケジューラクライアント s c # 2 に割り当てる。そして、スケジューラサーバ s s は、割り当てたチケット t i x を、スケジューラクライアント s c # 1、# 2 に送信する。また、スケジューラサーバ s s は、チケットに、数秒程度の有効時間を設定してもよい。有効時間が経過したチケットは無効となる。

【 0 0 2 3 】

また、チケット t i x を各スケジューラクライアント s c に割り当てて、割り当てたチケット t i x を、スケジューラクライアント s c に送信することを、「チケットを各スケジューラクライアント s c に配分する」と称する場合がある。また、各スケジューラクライアント s c へ配分するチケット t i x の割合は、どのようなものでもよい。例えば、スケジューラサーバ s s は、各スケジューラクライアント s c に均等にチケット t i x を配分してもよいし、各スケジューラクライアント s c の処理能力に応じてチケット t i x を配分してもよい。または、スケジューラサーバ s s は、スケジューラクライアント s c からチケットを要求された数に応じてチケット t i x を配分してもよい。

10

【 0 0 2 4 】

スケジューラクライアント s c は、図 1 の (2) で示すように、ジョブ投入を受け付けた場合、チケット t i x を消費して、受け付けたジョブを対象とする計算資源割り当て処理を実行する依頼を、スケジューラサーバ s s に送信する。図 1 の例では、スケジューラクライアント s c は、並列処理装置 1 0 1 の利用者からジョブ j 1 の投入を受け付けたとする。この場合、スケジューラクライアント s c は、チケット t i x 1 を消費して、ジョブ j 1 を対象とする計算資源割り当て処理を実行する依頼を、スケジューラサーバ s s に送信する。これにより、並列処理装置 1 0 1 は、スケジューラサーバ s s にかかる負荷を一定範囲に抑えつつ、かつ、利用者が実行するジョブ投入についても、上限数に到達することを抑制することができる。

20

【 0 0 2 5 】

ここで、図 1 の例では、スケジューラサーバ s s は、単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数と同一の数分のチケット t i x を生成したが、異なる数のチケットを生成してもよい。例えば、単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数が多く、チケット t i x の生成数が多くなりすぎる場合、スケジューラサーバ s s は、単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数を 2 以上の整数で除した数分のチケットを生成してもよい。そして、スケジューラクライアント s c は、配分されたチケットを消費して、前述の整数分のジョブに対する計算資源割り当て処理を実行する依頼を、スケジューラサーバ s s に送信してもよい。次に、並列処理装置 1 0 1 を、H P C システムに適用した場合の例を、図 2 を用いて説明する。

30

【 0 0 2 6 】

図 2 は、実施例 1 における H P C システム 2 0 0 の構成例を示す説明図である。図 2 に示す H P C システム 2 0 0 は、複数のスケジューラクライアント s c と、スケジューラサーバ s s と、管理ノード a d n と、複数の計算ノード c n とを有する。また、H P C システム 2 0 0 は、インターネット等のネットワーク 2 0 1 を経由して、H P C システム 2 0 0 を利用する利用者が操作する利用者端末 u t と接続する。

40

【 0 0 2 7 】

H P C システム 2 0 0 でのジョブのスケジューリング処理は、スケジューラクライアント s c と、スケジューラサーバ s s との連携によって処理される。ここで、スケジューラクライアント s c、スケジューラサーバ s s は、H P C システム 2 0 0 内のノードのいずれがなってもよい。

【 0 0 2 8 】

管理ノード a d n は、H P C システム 2 0 0 の全体を管理するノードである。計算ノード c n は、ジョブを実行するノードである。計算ノード c n の資源が、ジョブに割り当てられる計算資源となる。

【 0 0 2 9 】

利用者端末 u t は、H P C システム 2 0 0 に対して、ジョブを投入する。投入されたジ

50

ジョブは、複数のスケジューラクライアント *s c* のいずれかが受け付ける。

【0030】

次に、スケジューラクライアント *s c*、スケジューラサーバ *s s*、管理ノード *a d n*、計算ノード *c n* を総称したノードのハードウェアの構成例について、図3で説明する。

【0031】

図3は、ノードのハードウェア構成例を示す説明図である。ノードは、CPU (Central Processing Unit) 301と、メモリ302と、I/O (Input/Output) バスアダプタ303と、ネットワークアダプタ304と、ディスクドライブ305と、ディスク306とを有する。CPU 301、メモリ302、I/Oバスアダプタ303とは、システムバス311でそれぞれ接続される。また、I/Oバスアダプタ303と、ネットワークアダプタ304と、ディスクドライブ305とは、I/Oバス312でそれぞれ接続される。

10

【0032】

CPU 301は、ノードの全体の制御を司る演算処理装置である。メモリ302は、ブートプログラムなどのプログラムを記憶する不揮発性メモリや、CPU 301のワークエリアとして使用される揮発性メモリである。また、実施例1におけるジョブスケジューリングプログラムも、不揮発性メモリに記憶されてもよい。

【0033】

I/Oバスアダプタ303は、CPU 301が、I/Oバス312と接続するための仲立ちを行う装置である。ネットワークアダプタ304は、ネットワークに接続され、ネットワークを介してHPCシステム200内の他の装置や、利用者端末 *u t* に接続する。

20

【0034】

ディスクドライブ305は、CPU 301の制御に従ってディスク306に対するデータのリードおよびライトを制御する制御装置である。ディスクドライブ305には、例えば、磁気ディスクドライブ、光ディスクドライブ、ソリッドステートドライブなどを採用することができる。ディスク306は、ディスクドライブ305の制御で書き込まれたデータを記憶する不揮発性メモリである。例えばディスクドライブ305が磁気ディスクドライブである場合、ディスク306には、磁気ディスクを採用することができる。また、ディスクドライブ305が光ディスクドライブである場合、ディスク306には、光ディスクを採用することができる。また、ディスクドライブ305がソリッドステートドライブである場合、ディスク306には、半導体素子によって形成された半導体メモリ、いわゆる半導体ディスクを採用することができる。

30

【0035】

なお、HPCシステム200の管理者が、例えば管理ノード *a d n* を直接操作する場合、管理ノード *a d n* は、図3で示したハードウェアに加え、ディスプレイ、キーボード、マウスといったハードウェアを有してもよい。また、利用者端末 *u t* は、CPU、メモリ、I/Oバスアダプタ、ネットワークアダプタ、ディスクドライブ、ディスク、ディスプレイ、キーボード、マウスを有する。

【0036】

図4は、HPCシステム200の機能構成例を示す説明図である。スケジューラサーバ *s s* は、制御部400を有する。制御部400は、計算資源割り当て管理部401と、チケット管理部402とを含む。チケット管理部402は、資源チケット配布数決定部403と、IDチケット配布数決定部404と、資源チケット送信部405と、IDチケット送信部406とを有する。制御部400は、記憶装置に記憶されたジョブスケジューリングプログラムをCPU 301が実行することにより、各部の機能を実現する。記憶装置とは、具体的には、例えば、図3に示したメモリ302などである。また、各部の処理結果は、CPU 301のレジスタや、CPU 301のキャッシュメモリ等に格納される。

40

【0037】

また、スケジューラサーバ *s s* は、記憶部410を有する。記憶部410は、メモリ302、ディスク306である。記憶部410は、処理時間管理表411と、資源チケット

50

使用実績管理表 4 1 2 と、ID チケット使用実績管理表 4 1 3 と、資源チケット補充表 4 1 4、ID チケット補充表 4 1 5 とを有する。

【 0 0 3 8 】

また、スケジューラクライアント *s c* は、制御部 4 2 0 を有する。制御部 4 2 0 は、受け付け部 4 2 1 と、チケット通信部 4 2 2 と、送信部 4 2 3 と、ジョブ状態ローカル管理部 4 2 4 とを有する。制御部 4 2 0 は、記憶装置に記憶されたジョブスケジューラプログラムを CPU 3 0 1 が実行することにより、各部の機能を実現する。記憶装置とは、具体的には、例えば、図 3 に示したメモリ 3 0 2 などである。また、各部の処理結果は、CPU 3 0 1 のレジスタや、CPU 3 0 1 のキャッシュメモリ等に格納される。

【 0 0 3 9 】

また、スケジューラクライアント *s c* は、利用者端末 *u t* から、ジョブ投入コマンド 4 3 1 と、ジョブ取消コマンド 4 3 2 と、ジョブ状態表示コマンド 4 3 3 とを受け付ける。ジョブ投入コマンド 4 3 1 は、ジョブを投入するコマンドである。ジョブ取消コマンド 4 3 2 は、ジョブの実行を取り消すコマンドである。ジョブ状態表示コマンド 4 3 3 は、ジョブの状態を取得し、取得した状態を利用者端末 *u t* 上に表示させるコマンドである。ジョブ取消コマンド 4 3 2、ジョブ状態表示コマンド 4 3 3 には、ジョブ投入コマンド 4 3 1 の応答時に利用者端末 *u t* に通知したジョブ ID が含まれる。

【 0 0 4 0 】

ここで、スケジューラサーバ *s s* や、スケジューラクライアント *s c* は、HPC システム 2 0 0 内のどのノードがなってもよい。例えば、HPC システム 2 0 0 の管理者が、HPC システム 2 0 0 内のノードから、スケジューラサーバ *s s* や、スケジューラクライアント *s c* を指定してもよい。そして、HPC システム 2 0 0 内のあるノードが、スケジューラサーバ *s s* として指定された場合には、制御部 4 0 0 と記憶部 4 1 0 とを有することになる。また、HPC システム 2 0 0 内のあるノードが、スケジューラクライアント *s c* として指定された場合には、制御部 4 2 0 を有することになる。

【 0 0 4 1 】

計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、計算資源の割り当てを管理する。具体的には、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、スケジューラクライアント *s c* から受け付けたジョブを対象とする計算資源割り当て処理を実行する。また、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、スケジューラクライアント *s c* から受け付けたジョブと併せて受け付けた資源チケット *r t i x* と、ID チケット *i t i x* とについて、資源チケット回収通知と ID チケット回収通知とを、チケット管理部 4 0 2 に送信する。

【 0 0 4 2 】

チケット管理部 4 0 2 は、資源チケット *r t i x* と ID チケット *i t i x* とを管理する。資源チケット配布数決定部 4 0 3 は、スケジューラクライアント *s c* に配布する資源チケット *r t i x* の数を決定する。例えば、資源チケット配布数決定部 4 0 3 は、ある単位時間内で計算資源割り当て処理を行った際の対象となったジョブの数を、ある単位時間の次の単位時間のスケジューラクライアント *s c* に配布する資源チケット *r t i x* の数としてもよい。

【 0 0 4 3 】

また、別の方法として、計算資源割り当て管理部 4 0 1 が、ある単位時間内の計算資源割り当て処理を実行したとする。計算資源割り当て処理の実行に応じて、資源チケット配布数決定部 4 0 3 は、その処理対象となった各ジョブを実行するノードの数と、各ジョブを実行させる時間帯と、各ジョブを対象とする割り当て処理にかかった時間とを処理時間管理表 4 1 1 に記憶する。

【 0 0 4 4 】

次に、資源チケット配布数決定部 4 0 3 は、ある単位時間の後に実行する計算資源割り当て処理の対象となる各ジョブを特定する。この各ジョブは、スケジューラクライアント *s c* から受け付けた計算資源割り当て処理の依頼から特定することができる。そして、資源チケット配布数決定部 4 0 3 は、処理時間管理表 4 1 1 を参照して、特定した各ジョブ

10

20

30

40

50

を実行するノードの数と、各ジョブを実行させる時間帯とに基づいて、各ジョブを対象とする計算資源割り当て処理にかかる時間を特定する。例えば、資源チケット配布数決定部403は、処理時間管理表411を参照して、ノードの数と、時間帯とを説明変数とし、計算資源割り当て処理にかかる時間を被説明変数とする、重回帰分析を行ってもよい。そして、資源チケット配布数決定部403は、重回帰分析で得られたモデルに、特定した各ジョブを実行するノードの数と、各ジョブを実行させる時間帯とを入力することにより、各ジョブを対象とする計算資源割り当て処理にかかる時間を特定する。

【0045】

また、説明変数は、ジョブを実行するノードの数と、ジョブを実行させる時間帯に限られない。例えば、資源チケット配布数決定部403は、計算資源割り当て済みのジョブ数を、説明変数として加えてもよい。また、説明変数は、ジョブを実行するノードの数、またはジョブを実行させる時間帯のいずれか一方でもよい。

10

【0046】

そして、資源チケット配布数決定部403は、特定した各ジョブを対象とする割り当て処理にかかる時間に基づいて、ある単位時間の後の単位時間に割り当て処理が可能なジョブの数を決定する。ある単位時間の後の単位時間は、ある単位時間の次の単位時間でもよいし、2つ次の単位時間でもよい。

【0047】

IDチケット配布数決定部404は、IDチケット*i t i x*をスケジューラクライアント*s c*に配布する数を決定する。例えば、IDチケット配布数決定部404は、ある単位時間内で計算資源割り当て処理を行った際の対象となったジョブの数を、ある単位時間の次の単位時間のスケジューラクライアント*s c*に配布するIDチケット*i t i x*の数としてもよい。

20

【0048】

資源チケット送信部405は、単位時間の自身の資源を用いて単位時間に割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の資源チケット*r t i x*を、スケジューラクライアント*s c*のそれぞれに配分する。資源チケット*r t i x*の数については、HPCシステム200の管理者が予め決めた値でもよいし、資源チケット配布数決定部403が決定した値でもよい。

【0049】

IDチケット送信部406は、IDチケット*i t i x*を、スケジューラクライアント*s c*のそれぞれに配分する。IDチケット*i t i x*の数については、HPCシステム200の管理者が予め決めた値でもよいし、IDチケット配布数決定部404が決定した値でもよい。

30

【0050】

受け付け部421は、ジョブ投入コマンド431、ジョブ取消コマンド432、ジョブ状態表示コマンド433を受け付ける。例えば、受け付け部421は、ジョブ投入コマンド431を受け付けた場合、依頼キューに、投入されたジョブの情報を格納する。依頼キューには、利用者端末から受け付けたが、まだスケジューラサーバ*s s*に計算資源割り当て処理の実行依頼を送信していないジョブが格納される。

40

【0051】

チケット通信部422は、スケジューラサーバ*s s*から、資源チケット*r t i x*、IDチケット*i t i x*を受け付ける。

【0052】

送信部423は、ジョブ投入コマンド431によりジョブの実行要求を受け付けた場合、資源チケット*r t i x*を消費して、受け付けたジョブを対象とする計算資源割り当て処理を実行する依頼を、スケジューラサーバ*s s*に送信する。

【0053】

また、送信部423は、ジョブ投入コマンド431によりジョブの実行要求を受け付けた場合、IDチケットのジョブIDを、受け付けたジョブに割り当てて、ジョブ投入元の

50

利用者端末に、割り当てたジョブIDを送信する。そして、送信部423は、資源チケット r t i x を消費して、割り当てたジョブIDで識別するジョブを対象とする計算資源割り当て処理を実行する依頼を、スケジューラサーバ s s に送信する。

【0054】

ジョブ状態ローカル管理部424は、ローカルにおけるジョブの状態を管理する。例えば、ジョブ状態ローカル管理部424は、依頼キューを参照して、あるジョブIDが付与されたジョブを対象とする計算資源割り当て処理の実行依頼を、スケジューラサーバ s s に送信したか否かを判断する。

【0055】

また、受け付け部421が、ジョブ取消コマンド432によりジョブIDを含むそのジョブの取消要求を受け付けたとする。この場合、ジョブ状態ローカル管理部424は、そのジョブを対象とする計算資源割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信したか否かを判断する。そして、そのジョブを対象とする割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信していないと判断した場合、ジョブ状態ローカル管理部424は、そのジョブを対象とする割り当て処理を実行する依頼を破棄する。具体的には、ジョブ状態ローカル管理部424は、依頼キューから、そのジョブの情報を破棄する。なお、そのジョブを対象とする割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信済であると判断した場合、ジョブ状態ローカル管理部424は、スケジューラサーバ s s に、ジョブ取消依頼を送信する。

10

【0056】

また、受け付け部421が、ジョブ状態表示コマンド433によりジョブIDを含む当該ジョブの状態表示要求を受け付けたとする。この場合、ジョブ状態ローカル管理部424は、そのジョブを対象とする計算資源割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信したか否かを判断する。そして、ジョブ状態ローカル管理部424は、そのジョブを対象とする計算資源割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信していないと判断したとする。この場合、ジョブ状態ローカル管理部424は、そのジョブの状態を示す情報として、そのジョブに計算資源の割り当てが行われていないことを示す情報を、状態表示要求の要求元となる利用者端末 u t に送信する。例えば、ジョブ状態ローカル管理部424は、「ジョブID：x x 計算資源割り当て待ち」といった旨を、利用者端末 u t に送信する。なお、そのジョブを対象とする割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信済であると判断した場合、ジョブ状態ローカル管理部424は、スケジューラサーバ s s に、そのジョブの状態取得要求を送信する。

20

30

【0057】

次に、実施例1で用いるメッセージフォーマットの一例を、図5で説明する。

【0058】

図5は、メッセージフォーマットの一例を示す説明図である。図5に示すメッセージの共通フォーマット500は、実施例1で用いるメッセージフォーマットに共通するフォーマットを示す。そして、共通フォーマット500に従うメッセージとしては、ジョブ実行依頼メッセージ501、資源チケット補充依頼メッセージ502、IDチケット補充依頼メッセージ503、資源チケット配布メッセージ504、IDチケット配布メッセージ505がある。

40

【0059】

共通フォーマット500は、共通ヘッダとして、メッセージタイプ領域および拡張領域指定領域と、拡張領域という項目を含む。メッセージタイプ領域項目には、メッセージの種類を示す識別子が格納される。ジョブ実行依頼メッセージ501～IDチケット配布メッセージ505におけるメッセージタイプ領域項目には、各メッセージの種類を示す識別子が格納される。拡張領域指定領域項目には、拡張領域に格納される内容を指定するデータが格納される。拡張領域項目には、拡張領域指定領域で指定された項目が格納される。

【0060】

ジョブ実行依頼メッセージ501は、ジョブを対象とする計算資源割り当て処理の実行

50

依頼を行うメッセージである。ジョブ実行依頼メッセージ501の拡張領域指定領域項目には、資源チケットrtixおよびIDチケットitixのオフセットおよびデータ長が格納される。また、ジョブ実行依頼メッセージ501の拡張領域には、資源チケットrtixおよびIDチケットitixが格納される。ここで、資源チケットrtixには、資源チケットIDが含まれる。また、資源チケットrtixには、拡張情報が含まれてもよい。資源チケットrtixの拡張情報としては、例えば、その資源チケットrtixの使用期限が示された時刻である。同様に、IDチケットitixには、ジョブIDが含まれる。また、IDチケットitixには、拡張情報が含まれてもよい。拡張情報としては、例えば、そのIDチケットitixの使用期限が示された時刻である。

【0061】

資源チケット補充依頼メッセージ502は、資源チケットrtixの補充を依頼するメッセージである。資源チケット補充依頼メッセージ502の拡張領域指定領域項目には、資源チケットrtixの補充依頼数が格納される。同様に、IDチケット補充依頼メッセージ503は、IDチケットitixの補充を依頼するメッセージである。そして、IDチケット補充依頼メッセージ503の拡張領域指定領域項目には、IDチケットitixの補充依頼数が格納される。

【0062】

資源チケット配布メッセージ504は、資源チケットrtixを配布するメッセージである。資源チケット配布メッセージ504の拡張領域指定領域項目には、資源チケットrtixの配布数が格納される。図5の例では、資源チケット配布メッセージ504の拡張領域指定領域項目には、自然数であるmが格納されている。そして、資源チケット配布メッセージ504の拡張領域には、配布数分の資源チケットrtixが格納される。図5の例では、資源チケット配布メッセージ504の拡張領域には、m個の資源チケットrtixが格納されている。

【0063】

同様に、IDチケット配布メッセージ505は、IDチケットitixを配布するメッセージである。そして、IDチケット配布メッセージ505の拡張領域指定領域項目には、IDチケットitixの配布数が格納される。図5の例では、IDチケット配布メッセージ505の拡張領域指定領域項目には、自然数であるnが格納されている。そして、IDチケット配布メッセージ505の拡張領域には、配布数分のIDチケットitixが格納される。図5の例では、IDチケット配布メッセージ505の拡張領域には、n個のIDチケットitixが格納されている。

【0064】

次に、処理時間管理表411～IDチケット補充表415の一例について、それぞれ、図6～図10を用いて説明する。

【0065】

図6は、処理時間管理表411の一例を示す説明図である。図6に示す処理時間管理表411は、レコード601-1を有する。

【0066】

処理時間管理表411は、処理時間と、予約資源パラメタという項目を含む。処理時間項目には、計算資源割り当て処理にかかった処理時間を示す値が格納される。予約資源パラメタ項目には、利用者によって指定された予約資源パラメタを示す値が格納される。具体的には、予約資源パラメタ項目には、予約計算ノード数と、予約時間の長さというサブ項目を有する。予約計算ノード数サブ項目には、利用者によって指定された、ジョブを実行する計算ノードcnの個数が格納される。予約時間の長さサブ項目には、利用者によって指定された、たとえ終了していなくてもジョブの実行を打ち切るまでの時間長を示す値が格納される。

【0067】

図7は、資源チケット使用実績管理表412の一例を示す説明図である。図7に示す資源チケット使用実績管理表412は、レコード701-1を有する。また、資源チケット

10

20

30

40

50

使用実績管理表 4 1 2 には、書き込み位置ポインタが対応付けられる。

【 0 0 6 8 】

資源チケット使用実績管理表 4 1 2 は、時間帯と、使用数と、という項目を含む。時間帯項目には、時間帯を示す値が格納される。使用数項目には、時間帯項目で示す時間帯に資源チケット `rtix` が使用された個数が格納される。

【 0 0 6 9 】

また、資源チケット使用実績管理表 4 1 2 に対応付けられた書き込み位置ポインタは、資源チケット使用実績管理表 4 1 2 内の次に書き込むレコードの位置を示すポインタである。

【 0 0 7 0 】

図 8 は、ID チケット使用実績管理表 4 1 3 の一例を示す説明図である。図 8 に示す ID チケット使用実績管理表 4 1 3 は、レコード 8 0 1 - 1 を有する。また、ID チケット使用実績管理表 4 1 3 には、書き込み位置ポインタが対応付けられる。

【 0 0 7 1 】

ID チケット使用実績管理表 4 1 3 は、時間帯と、使用数と、という項目を含む。時間帯項目には、時間帯を示す文字列が格納される。使用数項目には、時間帯項目で示す時間帯に ID チケット `itix` が使用された個数が格納される。

【 0 0 7 2 】

また、ID チケット使用実績管理表 4 1 3 に対応付けられた書き込み位置ポインタは、ID チケット使用実績管理表 4 1 3 内の次に書き込むレコードの位置を示すポインタである。

【 0 0 7 3 】

図 9 は、資源チケット補充表 4 1 4 の一例を示す説明図である。図 9 に示す資源チケット補充表 4 1 4 は、レコード 9 0 1 - 1 を有する。

【 0 0 7 4 】

資源チケット補充表 4 1 4 は、要求時間帯と、要求元識別子と、補充依頼数と、という項目を含む。要求時間帯項目には、資源チケット `rtix` を要求した時刻を含む時間帯を示す文字列が格納される。要求元識別子項目には、資源チケット `rtix` を要求したスケジューラクライアント `sc` を識別する識別子が格納される。補充依頼数項目には、スケジューラクライアント `sc` が要求した資源チケット `rtix` の数が格納される。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 は、ID チケット補充表 4 1 5 の記憶内容の一例を示す説明図である。図 1 0 に示す ID チケット補充表 4 1 5 は、レコード 1 0 0 1 - 1 を有する。

【 0 0 7 6 】

ID チケット補充表 4 1 5 は、要求時間帯と、要求元識別子と、補充依頼数と、という項目を含む。要求時間帯項目には、ID チケット `itix` を要求した時刻を含む時間帯を示す文字列が格納される。要求元識別子項目には、ID チケット `itix` を要求したスケジューラクライアント `sc` を識別する識別子が格納される。補充依頼数項目には、スケジューラクライアント `sc` が要求した ID チケット `itix` の数が格納される。

【 0 0 7 7 】

次に、スケジューラクライアント `sc` が実行するフローチャートについて、図 1 1 ~ 図 1 9 を用いて説明する。

【 0 0 7 8 】

図 1 1 は、スケジューラクライアント `sc` における ID チケット初期化処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアント `sc` における ID チケット初期化処理は、HPC システム 2 0 0 の運用を開始する際に、スケジューラクライアント `sc` が実行する処理である。

【 0 0 7 9 】

スケジューラクライアント `sc` は、ID チケット補充依頼数を、ID チケット数の所定の基準値に設定する (ステップ S 1 1 0 1)。次に、スケジューラクライアント `sc` は、

10

20

30

40

50

IDチケット補充依頼処理を実行する(ステップS1102)。IDチケット補充依頼処理は、図17で示す。ステップS1102の処理終了後、スケジューラクライアントs cは、IDチケット初期化処理を終了する。

【0080】

図12は、スケジューラクライアントs cにおけるジョブ投入処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアントs cにおけるジョブ投入処理は、利用者端末u tからジョブ投入コマンド431によりジョブが投入された際に、スケジューラクライアントs cが実行する処理である。

【0081】

スケジューラクライアントs cは、配布されたIDチケットi t i xの一つを選択し、消費する(ステップS1201)。ここで、IDチケットi t i xは、ステップS1102の補充依頼処理を契機として、図18で示すメッセージ受信処理により、スケジューラサーバs sから配布されている。

【0082】

次に、スケジューラクライアントs cは、スケジューラサーバs sへのジョブ実行依頼を依頼キューに追加する(ステップS1202)。そして、スケジューラクライアントs cは、IDチケットi t i xの消費履歴を記録する(ステップS1203)。次に、スケジューラクライアントs cは、IDチケット補充依頼処理を実行する(ステップS1204)。そして、スケジューラクライアントs cは、選択したIDチケットi t i xのジョブIDを利用者端末u tに送信する(ステップS1205)。ステップS1205の処理終了後、スケジューラクライアントs cは、ジョブ投入処理を終了する。

【0083】

図13は、スケジューラクライアントs cにおけるジョブ実行取消処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアントs cにおけるジョブ実行取消処理は、利用者端末u tから、ジョブ取消要求を受け付けた場合に実行する処理である。また、スケジューラクライアントs cは、利用者端末u tからジョブ取消要求を受け付けた際に、取消対象のジョブIDも受け付ける。

【0084】

スケジューラクライアントs cは、取消対象のジョブが、スケジューラサーバs sにジョブ実行依頼済みか否かを判断する(ステップS1301)。具体的には、スケジューラサーバs sへジョブ実行依頼済みとなるジョブとは、後述するステップS1903の処理で対象となったジョブである。

【0085】

取消対象のジョブがスケジューラサーバs sにジョブ実行依頼済みである場合(ステップS1301: Yes)、スケジューラクライアントs cは、ジョブ取消依頼処理を実行する(ステップS1302)。ジョブ取消依頼処理は、図14で示す。一方、スケジューラサーバs sへジョブ実行依頼済みでない場合(ステップS1301: No)、スケジューラクライアントs cは、依頼キューから取消対象のジョブを破棄する(ステップS1303)。そして、スケジューラクライアントs cは、削除結果を、ジョブ取消コマンド432を送信した利用者端末u tに通知する(ステップS1304)。

【0086】

ステップS1302またはステップS1304の処理終了後、スケジューラクライアントs cは、ジョブ実行取消処理を終了する。

【0087】

図14は、スケジューラクライアントs cにおけるジョブ取消依頼処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアントs cにおけるジョブ取消依頼は、スケジューラサーバs sに、ジョブの取消依頼を送信する処理である。

【0088】

スケジューラクライアントs cは、取消対象のジョブの取消依頼を、スケジューラサーバs sに送信する(ステップS1401)。次に、スケジューラクライアントs cは、ス

10

20

30

40

50

スケジューラサーバ *s s* からの通知結果を待ち受ける (ステップ *S 1 4 0 2*)。そして、スケジューラクライアント *s c* は、スケジューラサーバ *s s* からの通知結果を、ジョブ取消コマンド *4 3 2* を送信した利用者端末 *u t* に通知する (ステップ *S 1 4 0 3*)。ステップ *S 1 4 0 3* の処理終了後、スケジューラクライアント *s c* は、ジョブ取消依頼処理を終了する。

【 0 0 8 9 】

図 1 5 は、スケジューラクライアント *s c* におけるジョブ状態表示処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアント *s c* におけるジョブ状態表示処理は、利用者端末 *u t* から、ジョブ状態表示コマンド *4 3 3* を受け付けた場合に実行する処理である。また、スケジューラクライアント *s c* は、利用者端末 *u t* からジョブ状態表示コマンド *4 3 3* を受け付けた際に、状態表示対象のジョブ *I D* も受け付ける。

10

【 0 0 9 0 】

スケジューラクライアント *s c* は、状態表示対象のジョブが、スケジューラサーバ *s s* にジョブ実行依頼済みか否かを判断する (ステップ *S 1 5 0 1*)。スケジューラサーバ *s s* へのジョブ実行依頼済みである場合 (ステップ *S 1 5 0 1 : Y e s*)、スケジューラクライアント *s c* は、状態表示対象のジョブの状態取得依頼をスケジューラサーバ *s s* に送信する (ステップ *S 1 5 0 2*)。次に、スケジューラクライアント *s c* は、スケジューラサーバ *s s* からの結果通知を待ち受ける (ステップ *S 1 5 0 3*)。そして、スケジューラクライアント *s c* は、受け付けた結果通知から、状態表示対象ジョブの状態を取得する (ステップ *S 1 5 0 4*)。

20

【 0 0 9 1 】

一方、スケジューラサーバ *s s* へのジョブ実行依頼済みでない場合 (ステップ *S 1 5 0 1 : N o*)、スケジューラクライアント *s c* は、スケジューラクライアント *s c* 上の状態表示対象のジョブの状態を取得する (ステップ *S 1 5 0 5*)。

【 0 0 9 2 】

ステップ *S 1 5 0 4*、またはステップ *S 1 5 0 5* の処理終了後、スケジューラクライアント *s c* は、取得した状態表示対象のジョブの状態を、ジョブ状態表示コマンド *4 3 3* を送信した利用者端末 *u t* に送信する (ステップ *S 1 5 0 6*)。ステップ *S 1 5 0 6* の処理終了後、スケジューラクライアント *s c* は、ジョブ状態表示処理を終了する。

30

【 0 0 9 3 】

図 1 6 は、スケジューラクライアント *s c* におけるジョブ実行依頼処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアント *s c* におけるジョブ実行依頼処理は、スケジューラサーバ *s s* に、計算資源割り当て処理の実行依頼を送信する処理である。計算資源割り当て処理の実行依頼は、例えば、一定時間ごとに、または、依頼キューにジョブ実行依頼が格納された際に実行する。ここで、依頼キューには、ステップ *S 1 2 0 2* で示したように、ジョブ実行依頼が追加される。

【 0 0 9 4 】

スケジューラクライアント *s c* は、依頼キューにジョブ実行依頼があるか否かを判断する (ステップ *S 1 6 0 1*)。依頼キューにジョブ実行依頼がある場合 (ステップ *S 1 6 0 1 : Y e s*)、スケジューラクライアント *s c* は、依頼キューの先頭から要素を取り出す (ステップ *S 1 6 0 2*)。そして、スケジューラクライアント *s c* は、取り出した要素となるジョブ *I D* のジョブ実行依頼メッセージ送信処理を実行する (ステップ *S 1 6 0 3*)。ジョブ実行依頼メッセージ送信処理は、図 1 9 で示す。

40

【 0 0 9 5 】

ステップ *S 1 6 0 3* の処理終了後、または、依頼キューにジョブ実行依頼がない場合 (ステップ *S 1 6 0 1 : N o*)、スケジューラクライアント *s c* は、ジョブ実行依頼処理を終了する。

【 0 0 9 6 】

図 1 7 は、スケジューラクライアント *s c* における *I D* チケット補充依頼処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアント *s c* における *I D* チケット補

50

充依頼処理は、スケジューラサーバ *s s* に、ID チケット *i t i x* を補充するように依頼する処理である。

【0097】

スケジューラクライアント *s c* は、自身が有する ID チケット数が所定数以下か否かを判断する (ステップ S 1701)。自身が有する ID チケット数が所定数以下である場合 (ステップ S 1701: Yes)、スケジューラクライアント *s c* は、ID チケット補充依頼メッセージ 503 を、スケジューラサーバ *s s* に送信する (ステップ S 1702)。

【0098】

ステップ S 1702 の処理終了後、または自身が有する ID チケット数が所定数より大きい場合 (ステップ S 1701: No)、スケジューラクライアント *s c* は、ID チケット補充依頼処理を終了する。

10

【0099】

図 18 は、スケジューラクライアント *s c* におけるメッセージ受信処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアント *s c* におけるメッセージ受信処理は、スケジューラクライアント *s c* が、メッセージを受信した際に行う処理である。

【0100】

スケジューラクライアント *s c* は、受信したメッセージが資源チケット配布メッセージ 504 または ID チケット配布メッセージ 505 か否かを判断する (ステップ S 1801)。受信したメッセージが資源チケット配布メッセージ 504 または ID チケット配布メッセージ 505 である場合 (ステップ S 1801: Yes)、スケジューラクライアント *s c* は、受信したメッセージの種類を確認する (ステップ S 1802)。受信したメッセージの種類が資源チケット配布メッセージ 504 である場合 (ステップ S 1802: 資源チケット配布メッセージ)、スケジューラクライアント *s c* は、受信した資源チケット配布メッセージ 504 内の資源チケット *r t i x* を保存する (ステップ S 1803)。また、受信したメッセージの種類が ID チケット配布メッセージ 505 である場合 (ステップ S 1802: ID チケット配布メッセージ)、スケジューラクライアント *s c* は、受信した ID チケット配布メッセージ 505 内の ID チケット *i t i x* を保存する (ステップ S 1804)。

20

【0101】

また、受信したメッセージが資源チケット配布メッセージ 504 または ID チケット配布メッセージ 505 のいずれでもない場合 (ステップ S 1801: No)、スケジューラクライアント *s c* は、その他のメッセージの受信処理を実行する (ステップ S 1805)。

30

【0102】

ステップ S 1803 ~ ステップ S 1805 のうちのいずれかの処理終了後、スケジューラクライアント *s c* は、メッセージ受信処理を終了する。

【0103】

図 19 は、スケジューラクライアント *s c* におけるジョブ実行依頼メッセージ送信処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラクライアント *s c* におけるジョブ実行依頼メッセージ送信処理は、スケジューラサーバ *s s* に、ジョブ実行依頼メッセージ 501 を送信する処理である。また、ジョブ実行依頼メッセージ送信処理には、引数として、実行依頼対象のジョブ ID が付与される。

40

【0104】

スケジューラクライアント *s c* は、自身が有する資源チケット *r t i x* があるか否かを判断する (ステップ S 1901)。自身が有する資源チケット *r t i x* がある場合 (ステップ S 1901: Yes)、スケジューラクライアント *s c* は、自身が有する資源チケット *r t i x* から、消費する資源チケット *r t i x* を選択する (ステップ S 1902)。次に、スケジューラクライアント *s c* は、選択した資源チケット *r t i x* と、引数として受け付けた実行依頼対象のジョブ ID を有する ID チケット *i t i x* とを含むジョブ実行依頼メッセージ 501 を、スケジューラサーバ *s s* に送信する (ステップ S 1903)。そ

50

して、スケジューラクライアント *s c* は、スケジューラサーバ *s s* から、応答メッセージを待ち受ける（ステップ *S 1 9 0 4*）。

【0105】

一方、自身が有する資源チケット *r t i x* がない場合（ステップ *S 1 9 0 1 : N o*）、スケジューラクライアント *s c* は、資源チケット補充依頼メッセージ *5 0 2* を、スケジューラサーバ *s s* に送信する（ステップ *S 1 9 0 5*）。

【0106】

ステップ *S 1 9 0 4*、またはステップ *S 1 9 0 5* の処理終了後、スケジューラクライアント *s c* は、ジョブ実行依頼メッセージ送信処理を終了する。

【0107】

また、ステップ *S 1 9 0 4* の処理について、スケジューラクライアント *s c* は、依頼キューの先頭から取り出したジョブについては、再び依頼キューの先頭に追加する。これにより、スケジューラクライアント *s c* は、資源チケット *r t i x* がなく、計算資源割り当て処理の実行依頼ができなかった場合でも、後ほど資源チケット *r t i x* を得た際に、そのジョブを対象とする計算資源割り当て処理の実行依頼を送信することができる。または、ステップ *S 1 9 0 4* の処理について、スケジューラクライアント *s c* は、資源チケット配布メッセージ *5 0 4* を受信するまで待ち受けてもよい。

【0108】

次に、スケジューラサーバ *s s* が実行するフローチャートについて、図 *2 0 ~ 図 3 5* を用いて説明する。

【0109】

図 *2 0* は、スケジューラサーバ *s s* における初期化処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ *s s* における初期化処理は、HPCシステム *2 0 0* の運用を開始する際に、スケジューラサーバ *s s* が実行する処理である。

【0110】

スケジューラサーバ *s s* は、ファイルとマップされたメモリ領域を、処理時間管理表 *4 1 1* として初期化する（ステップ *S 2 0 0 1*）。次に、スケジューラサーバ *s s* は、処理時間管理表の書き込み位置ポインタを初期化する（ステップ *S 2 0 0 2*）。

【0111】

また、スケジューラサーバ *s s* は、ファイルとマップされたメモリ領域を、資源チケット使用実績管理表 *4 1 2* として初期化する（ステップ *S 2 0 0 3*）。次に、スケジューラサーバ *s s* は、資源チケット使用実績管理表 *4 1 2* の書き込み位置ポインタを初期化する（ステップ *S 2 0 0 4*）。

【0112】

また、スケジューラサーバ *s s* は、ファイルとマップされたメモリ領域を、IDチケット使用実績管理表 *4 1 3* として初期化する（ステップ *S 2 0 0 5*）。次に、スケジューラサーバ *s s* は、IDチケット使用実績管理表 *4 1 3* の書き込み位置ポインタを初期化する（ステップ *S 2 0 0 6*）。ステップ *S 2 0 0 6* の処理終了後、スケジューラサーバ *s s* は、初期化処理を終了する。

【0113】

図 *2 1* は、スケジューラサーバ *s s* における依頼メッセージ処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ *s s* における依頼メッセージ処理は、メッセージを受信した際に、スケジューラサーバ *s s* の計算資源割り当て管理部 *4 0 1* が実行する処理である。

【0114】

計算資源割り当て管理部 *4 0 1* は、受信したメッセージが、チケット補充依頼メッセージか否かを判断する（ステップ *S 2 1 0 1*）。ここで、チケット補充依頼メッセージとは、資源チケット補充依頼メッセージ *5 0 2*、IDチケット補充依頼メッセージ *5 0 3* を総称したものである。チケット補充依頼メッセージである場合（ステップ *S 2 1 0 1 : Y e s*）、計算資源割り当て管理部 *4 0 1* は、受信したメッセージの種類を確認する（ステッ

10

20

30

40

50

プ S 2 1 0 2)。

【 0 1 1 5 】

受信したメッセージの種類が資源チケット補充依頼メッセージ 5 0 2 である場合 (ステップ S 2 1 0 2 : 資源チケット補充依頼メッセージ)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、資源チケット補充スケジュール処理を実行する (ステップ S 2 1 0 3)。資源チケット補充スケジュール処理については、図 2 4 で示す。また、受信したメッセージの種類が ID チケット補充依頼メッセージ 5 0 3 である場合 (ステップ S 2 1 0 2 : ID チケット補充依頼メッセージ)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、ID チケット補充スケジュール処理を実行する (ステップ S 2 1 0 4)。ID チケット補充スケジュール処理については、図 2 5 で示す。

10

【 0 1 1 6 】

一方、受信したメッセージの種類がチケット補充依頼メッセージでない場合 (ステップ S 2 1 0 1 : No)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、既存メッセージ処理を実行する (ステップ S 2 1 0 5)。既存メッセージ処理については、図 2 2 で示す。ステップ S 2 1 0 3 ~ ステップ S 2 1 0 5 の処理終了後、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、依頼メッセージ処理を終了する。

【 0 1 1 7 】

図 2 2 は、スケジューラサーバ s s における既存メッセージ処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ s s における既存メッセージ処理は、資源チケット補充依頼メッセージ 5 0 2、ID チケット補充依頼メッセージ 5 0 3 以外のメッセージを受信した際に、スケジューラサーバ s s の計算資源割り当て管理部 4 0 1 が実行する処理である。

20

【 0 1 1 8 】

計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、受信したメッセージがジョブ実行依頼メッセージ 5 0 1 が否かを判断する (ステップ S 2 2 0 1)。受信したメッセージがジョブ実行依頼メッセージ 5 0 1 である場合 (ステップ S 2 2 0 1 : Yes)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、資源チケット r t i x と ID チケット i t i x とが両方有効か否かを判断する (ステップ S 2 2 0 2)。資源チケット r t i x と ID チケット i t i x とが両方有効である場合 (ステップ S 2 2 0 2 : Yes)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、受信したジョブ実行依頼メッセージ 5 0 1 のジョブを対象とする計算資源割り当て処理を実行する (ステップ S 2 2 0 3)。計算資源割り当て処理については、図 2 6 で示す。

30

【 0 1 1 9 】

そして、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、資源チケット回収通知を、チケット管理部 4 0 2 に送信する (ステップ S 2 2 0 4)。また、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、ID チケット回収通知を、チケット管理部 4 0 2 に送信する (ステップ S 2 2 0 5)。そして、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、スケジューラクライアント s c に、計算資源割り当て結果を通知する (ステップ S 2 2 0 6)。

【 0 1 2 0 】

受信したメッセージがジョブ実行依頼メッセージ 5 0 1 でない場合 (ステップ S 2 2 0 1 : No)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、ジョブ実行依頼メッセージ以外のメッセージ処理を実行する (ステップ S 2 2 0 7)。また、資源チケット r t i x と ID チケット i t i x との少なくともいずれか一方が無効である場合 (ステップ S 2 2 0 2 : No)、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、チケット無効通知処理を実行する (ステップ S 2 2 0 8)。チケット無効通知処理は、図 2 3 で説明する。

40

【 0 1 2 1 】

ステップ S 2 2 0 6 ~ S 2 2 0 8 のうちのいずれかの処理終了後、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、既存メッセージ処理を終了する。

【 0 1 2 2 】

図 2 3 は、スケジューラサーバ s s におけるチケット無効通知処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ s s におけるチケット無効通知処理は、無効と

50

なったチケットについての処理である。

【0123】

計算資源割り当て管理部401は、無効となったチケットの種類を確認する(ステップS2301)。無効となったチケットの種類が資源チケットrtixである場合(ステップS2301:資源チケット)、計算資源割り当て管理部401は、資源チケット補充スケジュール処理を実行する(ステップS2302)。また、無効となったチケットの種類がIDチケットitixである場合(ステップS2301:IDチケット)、計算資源割り当て管理部401は、IDチケット補充スケジュール処理を実行する(ステップS2303)。

【0124】

ステップS2302、またはステップS2303の処理終了後、計算資源割り当て管理部401は、チケット無効通知処理を終了する。

【0125】

図24は、スケジューラサーバssにおける資源チケット補充スケジュール処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバssにおける資源チケット補充スケジュール処理は、資源チケット補充表414の更新を行う処理である。また、資源チケット補充スケジュール処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0126】

チケット管理部402は、要求元識別子、補充依頼数、要求時間帯を対にして資源チケット補充表414に記録する(ステップS2401)。ここで、資源チケット補充スケジュール処理は、ステップS2103の処理、またはステップS2302の処理から呼び出される。ステップS2103の処理から呼び出された場合には、チケット管理部402は、資源チケット補充表414に対して、IDチケット補充依頼メッセージ503の各項目の内容を、その各項目と同名を有する項目に格納する。

【0127】

また、ステップS2302の処理から呼び出された場合には、チケット管理部402は、資源チケット補充表414の要求元識別子項目に、無効となった資源チケットrtixの送信元となるスケジューラクライアントscの識別子を格納する。また、チケット管理部402は、資源チケット補充表414の補充依頼数項目に、無効となった資源チケットrtixの数を格納する。また、チケット管理部402は、資源チケット補充表414の補充依頼数項目に、無効となった資源チケットrtixと併せて送信されたジョブの時間帯を格納する。

【0128】

ステップS2401の処理終了後、チケット管理部402は、資源チケット補充スケジュール処理を終了する。

【0129】

図25は、スケジューラサーバssにおけるIDチケット補充スケジュール処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバssにおけるIDチケット補充スケジュール処理は、IDチケット補充表415の更新を行う処理である。また、IDチケット補充スケジュール処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0130】

チケット管理部402は、要求元識別子、補充依頼数、要求時間帯を対にしてIDチケット補充表415に記録する(ステップS2501)。ここで、IDチケット補充スケジュール処理は、ステップS2104の処理、またはステップS2303の処理から呼び出される。それぞれの処理において、IDチケット補充表415に格納される情報は、資源チケット補充スケジュール処理と同様であるため、説明を省略する。ステップS2501の処理終了後、チケット管理部402は、IDチケット補充スケジュール処理を終了する。

【0131】

図26は、スケジューラサーバssにおける計算資源割り当て処理手順の一例を示すフ

10

20

30

40

50

ローチャートである。スケジューラサーバ s s における計算資源割り当て処理は、ジョブに計算資源を割り当てると共に、計算資源の予約処理にかかった時間を計測して、記録する処理である。また、計算資源割り当て処理は、計算資源割り当て管理部 4 0 1 と、チケット管理部 4 0 2 とが連携して行う処理である。

【 0 1 3 2 】

計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、処理時間の計測を開始する（ステップ S 2 6 0 1）。次に、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、計算資源の予約処理を実行する（ステップ S 2 6 0 2）。そして、計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、処理時間の計測を終了する（ステップ S 2 6 0 3）。

【 0 1 3 3 】

計算資源割り当て管理部 4 0 1 は、計測した処理時間をチケット管理部 4 0 2 に通知し、チケット管理部 4 0 2 は、処理時間管理表 4 1 1 の現在の書き込み位置に処理時間と要求資源パラメタの組を書き込む（ステップ S 2 6 0 4）。次に、チケット管理部 4 0 2 は、書き込み位置ポインタを 1 レコード分進める（ステップ S 2 6 0 5）。そして、チケット管理部 4 0 2 は、書き込み位置ポインタが処理時間管理表 4 1 1 の範囲を超えるか否かを判断する（ステップ S 2 6 0 6）。書き込み位置ポインタが処理時間管理表 4 1 1 の範囲を超える場合（ステップ S 2 6 0 6 : Y e s）、チケット管理部 4 0 2 は、処理時間管理表の書き込み位置ポインタを初期化する（ステップ S 2 6 0 7）。

【 0 1 3 4 】

ステップ S 2 6 0 7 の処理終了後、または書き込み位置ポインタが処理時間管理表 4 1 1 の範囲を超えない場合（ステップ S 2 6 0 6 : N o）、チケット管理部 4 0 2 は、計算資源割り当て処理を終了する。

【 0 1 3 5 】

図 2 7 は、スケジューラサーバ s s における処理時間見積り式記録処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ s s における処理時間見積り式記録処理は、計算資源の予約処理の処理時間を見積る見積り式を記録する処理である。処理時間見積り式記録処理は、例えば、一定時間ごとに実行される。また、処理時間見積り式記録処理は、チケット管理部 4 0 2 が実行する処理である。

【 0 1 3 6 】

チケット管理部 4 0 2 は、処理時間管理表 4 1 1 の処理時間を被説明変数とし、予約資源パラメタを説明変数とする重回帰分析を実行する（ステップ S 2 7 0 1）。次に、チケット管理部 4 0 2 は、重回帰分析で求めた一次式を処理時間見積り式として登録する（ステップ S 2 7 0 2）。ステップ S 2 7 0 2 の処理終了後、チケット管理部 4 0 2 は、処理時間見積り式記録処理を終了する。

【 0 1 3 7 】

図 2 8 は、スケジューラサーバ s s における資源チケット使用実績記録処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ s s における資源チケット使用実績記録処理は、計算資源割り当て管理部 4 0 1 から資源チケット回収通知を受け付けた場合に実行する処理である。また、資源チケット使用実績記録処理は、チケット管理部 4 0 2 が実行する処理である。

【 0 1 3 8 】

チケット管理部 4 0 2 は、資源チケット回収通知を受信する（ステップ S 2 8 0 1）。次に、チケット管理部 4 0 2 は、資源チケット使用実績管理表 4 1 2 に対し、現在の時間帯の使用数を 1 増加させる（ステップ S 2 8 0 2）。ステップ S 2 8 0 2 の処理終了後、チケット管理部 4 0 2 は、資源チケット使用実績記録処理を終了する。

【 0 1 3 9 】

図 2 9 は、スケジューラサーバ s s におけるチケット管理処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバ s s におけるチケット管理処理は、資源チケット r t t i x および I D チケット i t i x を管理する処理である。チケット管理処理は、一定時間ごとに動作される。また、チケット管理処理は、チケット管理部 4 0 2 が実行する処理

10

20

30

40

50

である。

【0140】

チケット管理部402は、資源チケット発行数算出処理を実行する(ステップS2901)。資源チケット発行数算出処理は、図30で示す。次に、チケット管理部402は、資源チケット配布処理を実行する(ステップS2902)。資源チケット配布処理は、図32で示す。また、チケット管理部402は、IDチケット発行数算出処理を実行する(ステップS2903)。IDチケット発行数算出処理は、図34で示す。次に、チケット管理部402は、IDチケット配布処理を実行する(ステップS2904)。IDチケット配布処理は、図35で示す。ステップS2904の処理終了後、チケット管理部402は、チケット管理処理を終了する。

10

【0141】

図30は、スケジューラサーバssにおける資源チケット発行数算出処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバssにおける資源チケット発行数算出処理は、発行可能な資源チケットrtixの数を算出する処理である。資源チケット発行数算出処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0142】

チケット管理部402は、変数「処理時間累計」を0で初期化する(ステップS3001)。次に、チケット管理部402は、変数「資源チケット発行数」を1で初期化する(ステップS3002)。そして、チケット管理部402は、資源割り当て待ちキューの先頭から、次の時間帯の資源割り当て処理対象となりうる「ジョブ実行依頼」jを取得する(ステップS3003)。次に、チケット管理部402は、jに資源割り当てを行った場合の処理時間を、処理時間見積り式で算出する(ステップS3004)。処理時間見積り式は、図27で示した処理時間見積り式記録処理により得ることができる。また、チケット管理部402は、資源チケット生成量算出処理を開始してから、ステップS3004の処理を初めて実行する際に、図27で示した処理時間見積り式記録処理を実行してもよい。

20

【0143】

次に、チケット管理部402は、jの資源割り当てを行った場合の処理時間を「処理時間累計」に加算する(ステップS3005)。そして、チケット管理部402は、「処理時間累計」>「所定の時間間隔」×「許容可能負荷」となるか否かを判断する(ステップS3006)。ここで、許容可能負荷は、HPCシステム200の管理者が事前に決めた値であり、0より大きく1より小さい定数である。

30

【0144】

「処理時間累計」>「所定の時間間隔」×「許容可能負荷」となる場合(ステップS3006:No)、チケット管理部402は、ステップS3003の処理に移行する。一方、「処理時間累計」>「所定の時間間隔」×「許容可能負荷」となる場合(ステップS3006:Yes)、チケット管理部402は、「資源チケット発行数」に、資源割り当て待ちキューから取得した「ジョブ実行依頼」の数-1を代入する(ステップS3007)。そして、チケット管理部402は、資源チケット発行数見積り誤差補正処理を実行する(ステップS3008)。資源チケット所要数見積り誤差補正処理は、図31で示す。ステップS3008の処理終了後、チケット管理部402は、資源チケット発行数算出処理を終了する。

40

【0145】

図31は、スケジューラサーバssにおける資源チケット発行数見積り誤差補正処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバssにおける資源チケット発行数見積り誤差補正処理は、図30のステップS3007の処理で得られた資源チケット発行数の誤差を補正する処理である。資源チケット発行数見積り誤差補正処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0146】

チケット管理部402は、前時間帯発行量-前時間帯使用量の計算結果を、前時間帯の

50

資源チケット使用量見積り誤差に代入する（ステップS3101）。次に、チケット管理部402は、所定数の資源チケット使用量見積り誤差の移動平均を算出する（ステップS3102）。そして、チケット管理部402は、資源チケット使用量見積り誤差の移動平均を資源チケット発行数に加算する（ステップS3103）。

【0147】

次に、チケット管理部402は、資源チケット発行数が0以下であるか否かを判断する（ステップS3104）。資源チケット発行数が0以下である場合（ステップS3104：Yes）、チケット管理部402は、資源チケット発行数に1を代入する（ステップS3105）。

【0148】

ステップS3105の処理終了後、または、資源チケット発行数が0より大きい場合（ステップS3104：No）、チケット管理部402は、資源チケット発行数見積り誤差補正処理を終了する。

【0149】

図32は、スケジューラサーバssにおける資源チケット配布処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバssにおける資源チケット配布処理は、資源チケット見積り誤差補正処理で得られた資源チケット発行数に基づいて、資源チケットrtixをスケジューラクライアントscに配布する処理である。資源チケット配布処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0150】

チケット管理部402は、資源チケット補充表414にレコードがあるか否かを判断する（ステップS3201）。資源チケット補充表414にレコードがある場合（ステップS3201：Yes）、チケット管理部402は、資源チケット補充表414の補充依頼数を、要求時間帯ごとに全て加算する（ステップS3202）。

【0151】

ステップS3202について、具体的な説明を行う。例えば、資源チケット補充表414に、以下のようなレコード1～4が登録されているとする。

【0152】

要求時間帯：「x1：y1～x2：y2」、要求元識別子：「sc#1」、補充依頼数「2」 ...レコード1
 要求時間帯：「x1：y1～x2：y2」、要求元識別子：「sc#2」、補充依頼数「4」 ...レコード2
 要求時間帯：「x2：y2～x3：y3」、要求元識別子：「sc#1」、補充依頼数「3」 ...レコード3
 要求時間帯：「x2：y2～x3：y3」、要求元識別子：「sc#2」、補充依頼数「4」 ...レコード4

【0153】

ここで、「x1：y1～x2：y2」は、「x2：y2～x3：y3」の一つ前の時間帯であるとする。上述した例において、チケット管理部402は、要求時間帯ごとの補充依頼数の合計、すなわち、「x1：y1～x2：y2」の補充依頼数の合計と、「x2：y2～x3：y3」の補充依頼数の合計とを算出する。この場合、チケット管理部402は、「x1：y1～x2：y2」の補充依頼数の合計6と、「x2：y2～x3：y3」の補充依頼数の合計7とを算出する。

【0154】

次に、チケット管理部402は、最も以前の要求時間帯に受け付けた補充依頼数の合計が資源チケット発行数より大きいか否かを判断する（ステップS3203）。上述した例を用いると、最も以前の要求時間帯は、「x1：y1～x2：y2」となり、「x1：y1～x2：y2」に受け付けた補充依頼数の合計は、6となる。

【0155】

最も以前の要求時間帯に受け付けた補充依頼数の合計が資源チケット発行数以下である

10

20

30

40

50

場合(ステップS3203:No)、チケット管理部402は、最も以前の要求時間帯について、資源チケットrtixを要求通りにスケジューラクライアントscに配分する(ステップS3204)。上述した例では、チケット管理部402は、スケジューラクライアントsc#1に、2つの資源チケットrtixを配分し、スケジューラクライアントsc#2に、4つの資源チケットrtixを配分する。そして、チケット管理部402は、資源チケット補充表414から、最も以前の要求時間帯を削除する(ステップS3205)。そして、チケット管理部402は、ステップS3201の処理に移行する。

【0156】

一方、最も以前の要求時間帯に受け付けた補充依頼数の合計が資源チケット発行数より大きい場合(ステップS3203:Yes)、チケット管理部402は、最も以前の要求時間帯について、資源チケットrtixを補充依頼数に比例させてスケジューラクライアントscに配分する(ステップS3206)。上述した例において、資源チケット発行数が3であったとする。この場合、チケット管理部402は、スケジューラクライアントsc#1に、 $3 \times (2 / (2 + 4)) = 1$ つの資源チケットrtixを配分し、スケジューラクライアントsc#2に、 $3 \times (4 / (2 + 4)) = 2$ つの資源チケットrtixを配分する。そして、チケット管理部402は、資源チケット補充表414の最も以前の要求時間帯について、補充依頼数を配分数だけ減少させる(ステップS3207)。

10

【0157】

ステップS3207の処理終了後、または、資源チケット補充表414にレコードがない場合(ステップS3201:No)、チケット管理部402は、資源チケット配布処理を終了する。

20

【0158】

ここで、チケット管理部402は、資源チケット配布メッセージ504を用いてスケジューラクライアントscに資源チケットrtixを配布する。資源チケットrtixを配布するタイミングとして、チケット管理部402は、ステップS3204の処理を実行する度に、資源チケットrtixを配布することもできるが、資源チケットrtixをまとめて配布することが好ましい。具体的には、チケット管理部402は、ステップS3204の処理を実行する度に、スケジューラクライアントscごとに、ステップS3204の処理で得られた資源チケットrtixを配分する数を加算する。

30

【0159】

そして、チケット管理部402は、ステップS3201の処理終了後、スケジューラクライアントscごとに、加算して得られた合計を配布数とする資源チケット配布メッセージ504を送信する。または、チケット管理部402は、ステップS3207の処理終了後、スケジューラクライアントscごとに、ステップS3204の処理で得られた資源チケットrtixを配分する数を加算する。そして、チケット管理部402は、スケジューラクライアントscごとに、加算して得られた合計を配布数とする資源チケット配布メッセージ504を送信する。これにより、チケット管理部402は、各要求時間帯の要求数をまとめた分の資源チケットrtixを、スケジューラクライアントscに配布することができる。

40

【0160】

図33は、スケジューラサーバssにおけるIDチケット使用実績記録処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバssにおけるIDチケット使用実績記録処理は、計算資源割り当て管理部401からIDチケット回収通知を受け付けた場合に実行する処理である。また、IDチケット使用実績記録処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0161】

チケット管理部402は、IDチケット回収通知を受信する(ステップS3301)。次に、チケット管理部402は、IDチケット使用実績管理表413に対し、現在の時間帯の使用数を1増加させる(ステップS3302)。ステップS3302の処理終了後、チケット管理部402は、IDチケット使用実績記録処理を終了する。

50

【0162】

図34は、スケジューラサーバs sにおけるIDチケット発行数算出処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバs sにおけるIDチケット発行数算出処理は、IDチケットi t i xの発行数を見積る処理である。また、IDチケット発行数算出処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

【0163】

チケット管理部402は、IDチケット補充表415の要求時間帯ごとの使用数の移動平均を推定値として決定する(ステップS3401)。次に、チケット管理部402は、移動平均が直近2回の要求時間帯で増加した否かを判断する(ステップS3402)。移動平均が直近2回の要求時間帯で増加した場合(ステップS3402: Yes)、チケット管理部402は、推定値に平均増加量を加算する(ステップS3403)。

10

【0164】

ステップS3403の処理終了後、または、移動平均が直近2回の要求時間帯で増加していない場合(ステップS3402: No)、チケット管理部402は、IDチケット発行数算出処理を終了する。

【0165】

図35は、スケジューラサーバs sにおけるIDチケット配布処理手順の一例を示すフローチャートである。スケジューラサーバs sにおけるIDチケット配布処理は、IDチケット所要量見積り処理で得られた推定値に基づいて、IDチケットi t i xをスケジューラクライアントs cに配布する処理である。IDチケット配布処理は、チケット管理部402が実行する処理である。

20

【0166】

なお、図35で示すステップS3501~S3507は、図32で示したS3201~S3207について、「資源チケット発行数」を、「推定値」に置換し、「資源」を「ID」に置換しただけであるため、説明を省略する。また、チケット管理部402は、IDチケット配布メッセージ505を用いてスケジューラクライアントs cにIDチケットi t i xを配布する。

【0167】

図36は、実施例2におけるHPCシステム3600の構成例を示す説明図である。図36に示すHPCシステム3600は、分散ファイルシステム上のデータベース3601により実現したものである。具体的には、データベース3601に格納されたジョブスケジューラプログラムを読み出すことにより、スケジューラサーバs sは、制御部400を有し、スケジューラクライアントs cは、制御部420を有する。実施例2では、もともとのジョブスケジューラシステムのメッセージ形式を変更せずに、ジョブスケジューラプログラムでのデータベース参照/更新処理でチケット関連の処理を行うことができる。従って、実施例2では、スケジューラサーバs sのチケット管理部402と、他の既存部分との独立性を高めることができる。

30

【0168】

また、各スケジューラクライアントs cは、データベース3601を利用してスケジューラサーバs sから配布された資源チケットr t i x、IDチケットi t i xを共有してもよい。

40

【0169】

以上説明したように、スケジューラサーバs sは、資源チケットr t i xを事前にスケジューラクライアントs cに配分する。そして、スケジューラクライアントs cは、配分された資源チケットを消費して、受け付けたジョブを対象にする計算資源割り当て処理をスケジューラサーバs sに依頼する。これにより、HPCシステム200は、スケジューラサーバs sにかかる負荷を一定範囲に抑えつつ、かつ、利用者が実行するジョブ投入についても、上限数に到達することを抑制することができる。

【0170】

また、スケジューラサーバs sは、IDチケットi t i xを事前にスケジューラクライ

50

アント s c に配分してもよい。これにより、スケジューラクライアント s c は、スケジューラサーバ s s の負荷が大きい時間帯においても、H P C システム 2 0 0 全体で一意かつスケジューラサーバ s s 上で名前空間が一元的に管理されるジョブ I D を、利用者端末 u t に送信することができる。

【 0 1 7 1 】

また、スケジューラクライアント s c は、ジョブ取消コマンド 4 3 2 を受け付けた場合、ジョブ取消コマンド 4 3 2 で指定されるジョブの計算資源割り当て処理の実行依頼をまだスケジューラサーバ s s に送信していないならば、その実行依頼を破棄してもよい。これにより、スケジューラクライアント s c は、その実行依頼をまだスケジューラサーバ s s に送信していない場合、スケジューラサーバ s s に負荷をかけることなく、その実行依頼を取り消すことができる。このように、スケジューラクライアント s c は、スクリプトの誤りや利用者の試行錯誤による大量のジョブ投入が発生しても、ジョブ実行依頼メッセージ 5 0 1 がスケジューラサーバ s s に送信される以前ならば、自身の処理だけで取り消すことができる。

10

【 0 1 7 2 】

また、スケジューラクライアント s c は、ジョブ状態表示コマンド 4 3 3 を受け付けた場合に、ジョブ状態表示コマンド 4 3 3 で指定されるジョブの計算資源割り当て処理の実行依頼をスケジューラサーバ s s に送信しているか否かを判断する。そして、スケジューラクライアント s c は、実行依頼をまだスケジューラサーバ s s に送信していないと判断したならば、そのジョブに計算資源の割り当てが行われていないことを示す情報を、利用者端末 u t に送信してもよい。これにより、スケジューラクライアント s c は、その実行依頼をまだスケジューラサーバ s s に送信していない場合、スケジューラサーバ s s に負荷をかけることなく、ジョブ状態表示コマンド 4 3 3 の処理を行うことができる。

20

【 0 1 7 3 】

また、スケジューラサーバ s s は、計算資源割り当て処理を行った際の各ジョブを実行するノードの数と、各ジョブを実行させる時間帯と、各ジョブを対象とする計算資源割り当て処理にかかった時間を記憶しておく。次に、スケジューラサーバ s s は、記憶したノードの数、時間帯、計算資源割り当て処理にかかった時間、次の単位時間で計算資源割り当て処理を行うジョブを実行するノードの数と時間帯とから、後の単位時間に割り当て処理が可能なジョブの数を決定してもよい。これにより、スケジューラサーバ s s は、次の単位時間に計算資源割り当て処理が可能なジョブの数を正確に見積ることができる。

30

【 0 1 7 4 】

また、各スケジューラクライアント s c は、スケジューラサーバ s s から配布された資源チケット r t i x 、 I D チケット i t i x を共有してもよい。例えば、スケジューラクライアント s c は、余った資源チケット r t i x を、他のスケジューラクライアント s c に送信してもよい。ここで、資源チケット r t i x が余るということは、スケジューラサーバ s s の計算資源が余っていることを示している。従って、スケジューラクライアント s c は、他のスケジューラクライアント s c に余った資源チケット r t i x を送信することにより、スケジューラサーバ s s の計算資源を有効利用することができる。

40

【 0 1 7 5 】

また、スケジューラサーバ s s は、ジョブ投入ごとではなく複数のジョブ投入の処理に資源チケット r t i x をまとめて通信を行う。従って、スケジューラサーバ s s は、スケジューラクライアント s c との通信処理自体による負荷の割合が大きければ、通信間隔を大きくし多くのデータをまとめて、実効バンド幅を改善することにより、スケジューラサーバ s s の通信負荷を軽減することができる。

【 0 1 7 6 】

また、H P C システム 2 0 0 は、以下の 2 つの理由により、スケジューラサーバ s s の負荷の極端な上昇を、利用者の挙動によらず、常に回避することができる。1 つ目の理由は、供給量が時間帯により制限される資源チケット r t i x によりジョブ実行依頼メッセージ 5 0 1 の回数が制限されることである。2 つ目の理由は、ジョブ実行依頼メッセージ

50

501や、資源チケット補充依頼メッセージ502は、利用者端末utによって送信されるものではなく、スケジューラクライアントscによって送信されるものであることである。

【0177】

なお、本実施の形態で説明した並列処理方法は、予め用意されたプログラムをパーソナル・コンピュータやワークステーション等のコンピュータで実行することにより実現することができる。本並列処理プログラムは、ハードディスク、フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって実行される。また本並列処理プログラムは、インターネット等のネットワークを介して配布してもよい。

10

【0178】

上述した実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0179】

(付記1) プロセッサとメモリとを有する3以上のノードを有する並列処理装置であって、

前記3以上のノードのうちジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードは、

単位時間の前記特定のノードの資源を用いて前記単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の前記割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、前記3以上のノードのうちジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた前記権限情報を前記各ノードに送信し、

20

前記各ノードは、

ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

ことを特徴とする並列処理装置。

【0180】

(付記2) 前記特定のノードは、

前記割り当て処理の対象のジョブに付与される前記対象のジョブを識別する識別情報を、前記各ノードに送信し、

30

前記各ノードは、

ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記識別情報を当該ジョブに割り当てて前記識別情報を当該ジョブの実行要求の要求元に送信し、前記権限情報が示す権限を消費して、前記識別情報で識別する当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

ことを特徴とする付記1に記載の並列処理装置。

【0181】

(付記3) 前記各ノードは、

ジョブに割り当てた識別情報を含む当該ジョブの取消要求を受け付けた場合、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信したか否かを判断し、

40

当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信していないと判断した場合、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を破棄する、

ことを特徴とする付記2に記載の並列処理装置。

【0182】

(付記4) 前記各ノードは、

ジョブに割り当てた識別情報を含む当該ジョブの状態表示要求を受け付けた場合、当該

50

ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信したか否かを判断し、

当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を前記特定のノードに送信していないと判断した場合、当該ジョブに計算資源の割り当てが行われていないことを示す情報を、前記状態表示要求の要求元に送信する、

ことを特徴とする付記 2 または 3 に記載の並列処理装置。

【0183】

(付記 5) ジョブの実行要求および当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼には、前記 3 以上のノードのうちの当該ジョブを実行するノードの数と、当該ジョブを実行させる時間間隔とを含み、

10

前記特定のノードは、

前記単位時間内の前記割り当て処理を実行したことに応じて、前記単位時間内の前記割り当て処理の対象となった各ジョブを実行するノードの数と、当該各ジョブを実行させる時間帯と、当該各ジョブを対象とする前記割り当て処理にかかった時間とを記憶し、

記憶した前記割り当て処理の対象となったジョブを実行するノードの数と、当該ジョブを実行させる時間帯と、前記割り当て処理にかかった時間とを参照して、前記各ノードから受け付けた前記割り当て処理を実行する依頼から特定される前記単位時間の後に実行する前記割り当て処理の対象となる各ジョブを実行するノードの数と、当該各ジョブを実行させる時間帯とに基づいて、当該各ジョブを対象とする前記割り当て処理にかかる時間を特定し、

20

特定した当該各ジョブを対象とする前記割り当て処理にかかる時間に基づいて、前記単位時間の後の単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数を決定する、

ことを特徴とする付記 2 ~ 4 のいずれか一つに記載の並列処理装置。

【0184】

(付記 6) 前記各ノードの間で、前記特定のノードから受け付けた前記権限情報を共有することを特徴とする付記 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の並列処理装置。

【0185】

(付記 7) プロセッサとメモリとを有する 3 以上のノードを有する並列処理装置のジョブスケジューリング方法であって、

前記 3 以上のノードのうちのジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードが、

30

単位時間の前記特定のノードの資源を用いて前記単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の前記割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、前記 3 以上のノードのうちのジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた前記権限情報を前記各ノードに送信し、

前記各ノードが、

ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定のノードから受け付けた前記権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

処理を実行することを特徴とするジョブスケジューリング方法。

40

【0186】

(付記 8) プロセッサとメモリとを有する 3 以上のノードを有する並列処理装置のジョブスケジューリングプログラムであって、

前記 3 以上のノードのうちのノードに、

前記ノードが前記 3 以上のノードのうちのジョブを対象とする計算資源の割り当て処理を行う特定のノードであれば、単位時間の前記特定のノードの資源を用いて前記単位時間に前記割り当て処理が可能なジョブの数に応じた数分の前記割り当て処理を依頼可能な権限を示す権限情報を、前記 3 以上のノードのうちのジョブの実行要求を受け付ける複数のノードの各ノードに割り当てて、割り当てた前記権限情報を前記各ノードに送信し、

前記ノードが前記各ノードであれば、ジョブの実行要求を受け付けた場合、前記特定の

50

ノードから受け付けた前記権限情報が示す権限を消費して、当該ジョブを対象とする前記割り当て処理を実行する依頼を、前記特定のノードに送信する、

処理を実行させることを特徴とするジョブスケジューリングプログラム。

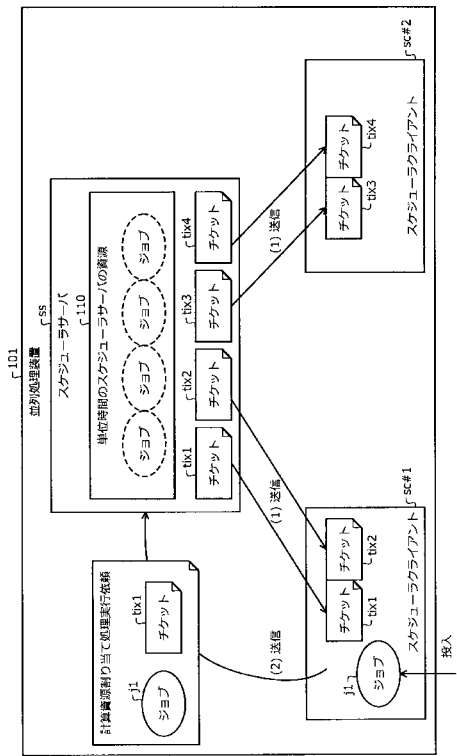
【符号の説明】

【 0 1 8 7 】

1 0 1	並列処理装置	
2 0 0	H P C システム	
4 0 0、4 2 0	制御部	
4 0 1	計算資源割り当て管理部	
4 0 2	チケット管理部	10
4 0 3	資源チケット配布数決定部	
4 0 4	I D チケット配布数決定部	
4 0 5	資源チケット送信部	
4 0 6	I D チケット送信部	
4 1 0	記憶部	
4 1 1	処理時間管理表	
4 1 2	資源チケット使用実績管理表	
4 1 3	I D チケット使用実績管理表	
4 1 4	資源チケット補充表	
4 1 5	I D チケット補充表	20
4 2 1	受け付け部	
4 2 2	チケット通信部	
4 2 3	送信部	
4 2 4	ジョブ状態ローカル管理部	
4 3 1	ジョブ投入コマンド	
4 3 2	ジョブ取消コマンド	
4 3 3	ジョブ状態表示コマンド	

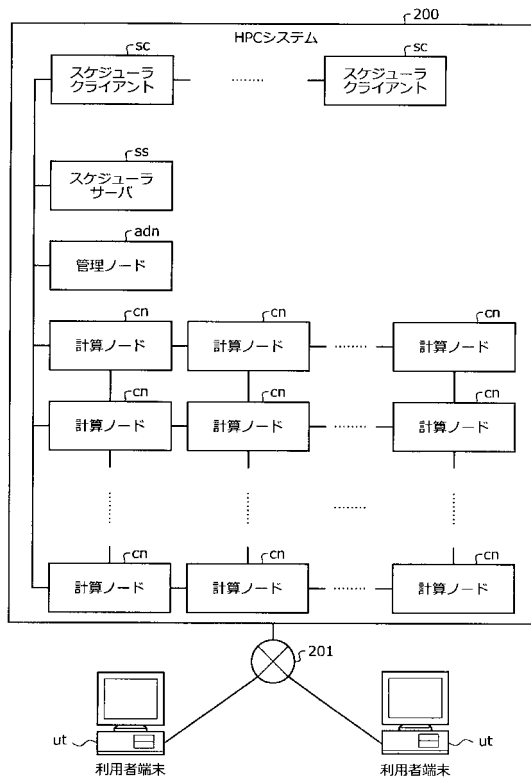
【 図 1 】

本実施の形態にかかる並列処理装置101の動作例を示す説明図



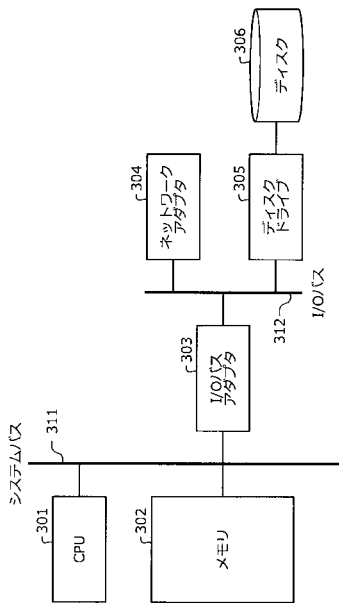
【 図 2 】

実施例1におけるHPCシステム200の構成例を示す説明図



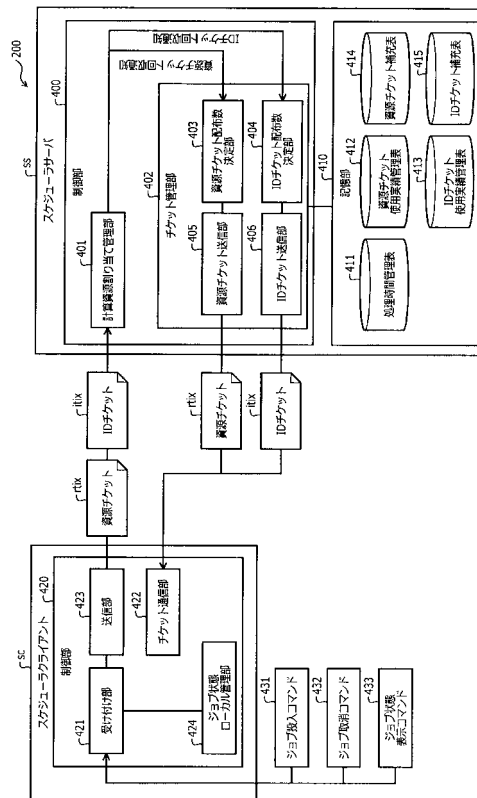
【 図 3 】

ノードのハードウェア構成例を示す説明図



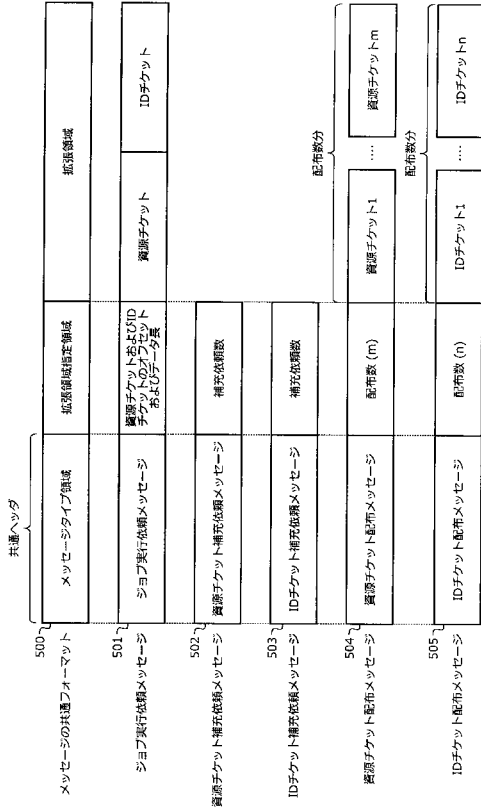
【 図 4 】

HPCシステム200の機能構成例を示す説明図



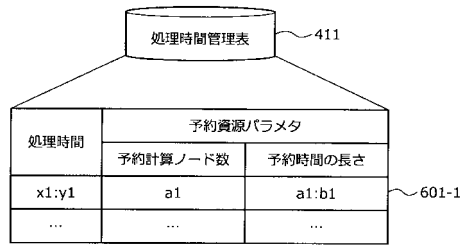
【図5】

メッセージフォーマットの一例を示す説明図



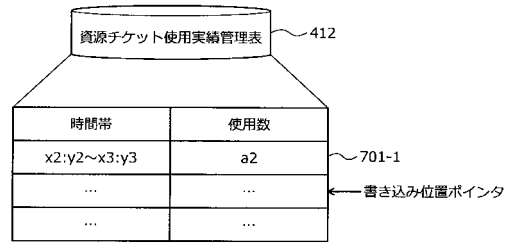
【図6】

処理時間管理表411の一例を示す説明図



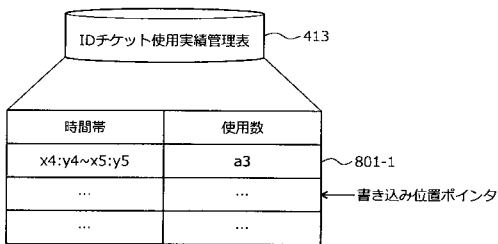
【図7】

資源チケット使用実績管理表412の一例を示す説明図



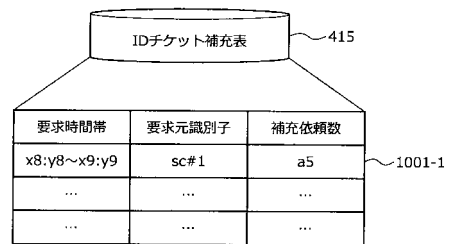
【図8】

IDチケット使用実績管理表413の一例を示す説明図



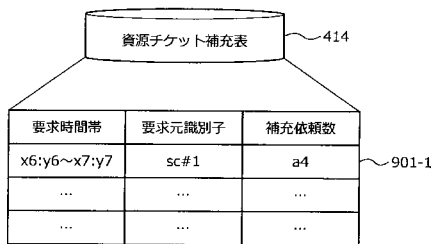
【図10】

IDチケット補充表415の記憶内容の一例を示す説明図



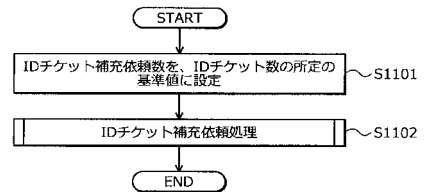
【図9】

資源チケット補充表414の一例を示す説明図



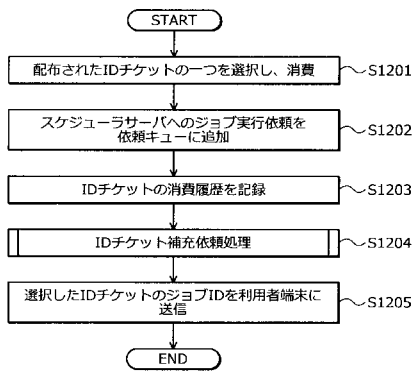
【図11】

スケジューラクライアントscにおけるIDチケット初期化処理手順の一例を示すフローチャート



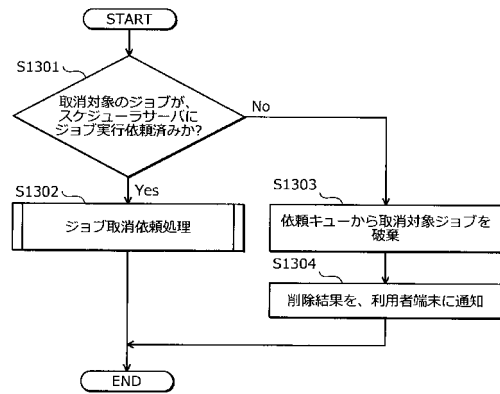
【 図 1 2 】

スケジューラクライアントsc1におけるジョブ投入処理手順の一例を示すフローチャート



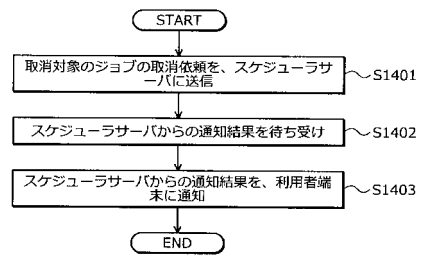
【 図 1 3 】

スケジューラクライアントsc1におけるジョブ実行取消処理手順の一例を示すフローチャート



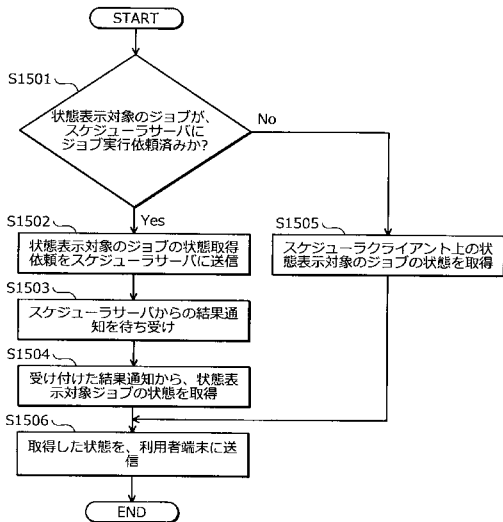
【 図 1 4 】

スケジューラクライアントsc1におけるジョブ取消依頼処理手順の一例を示すフローチャート



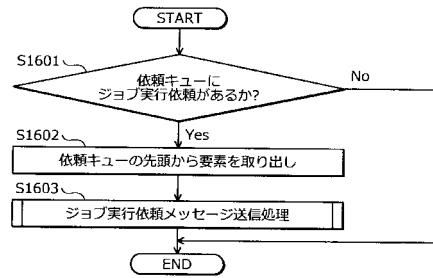
【 図 1 5 】

スケジューラクライアントsc1におけるジョブ状態表示処理手順の一例を示すフローチャート



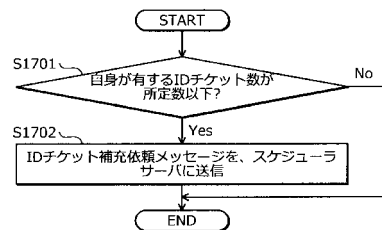
【 図 1 6 】

スケジューラクライアントsc1におけるジョブ実行依頼処理手順の一例を示すフローチャート



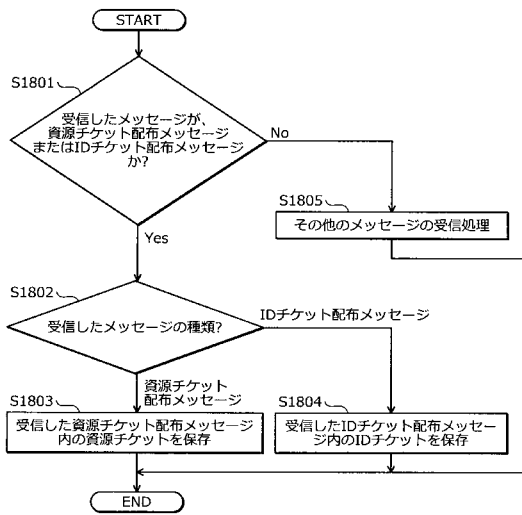
【 図 1 7 】

スケジューラクライアントsc1におけるIDチケット補充依頼処理手順の一例を示すフローチャート



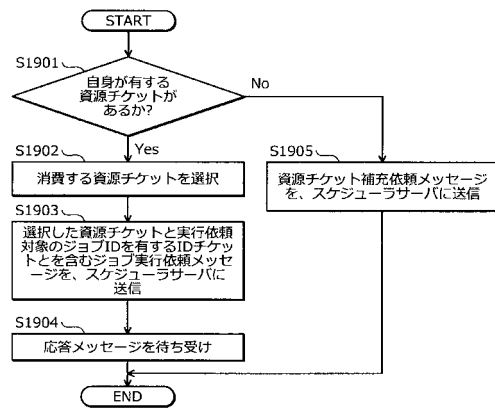
【 図 1 8 】

スケジューラクライアントsclにおけるメッセージ受信処理手順の一例を示すフローチャート



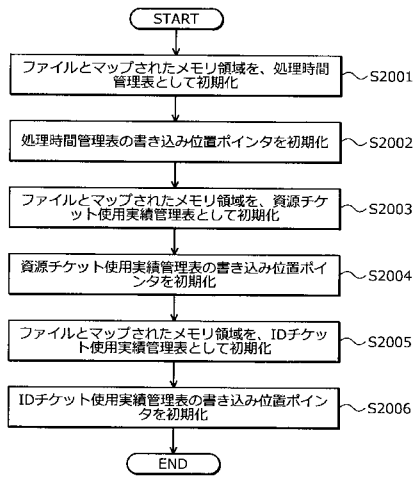
【 図 1 9 】

スケジューラクライアントsclにおけるジョブ実行依頼メッセージ送信処理手順の一例を示すフローチャート



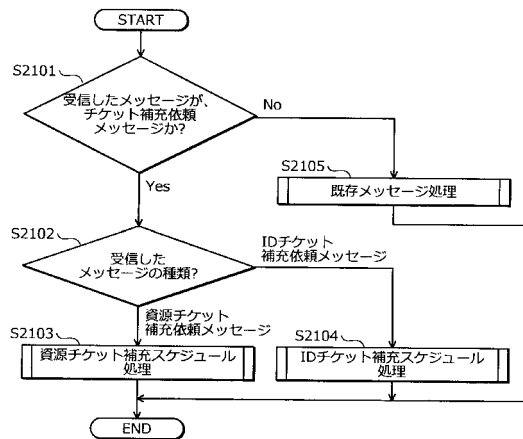
【 図 2 0 】

スケジューラサーバssにおける初期化処理手順の一例を示すフローチャート

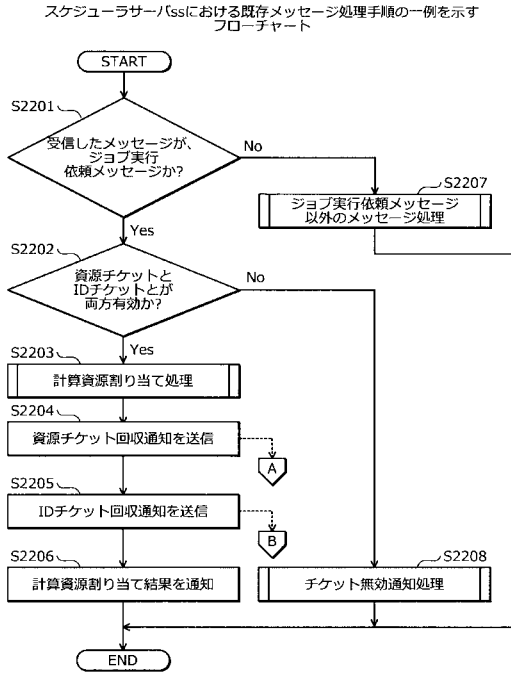


【 図 2 1 】

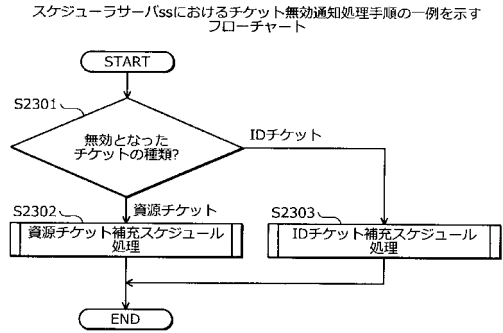
スケジューラサーバssにおける依頼メッセージ処理手順の一例を示すフローチャート



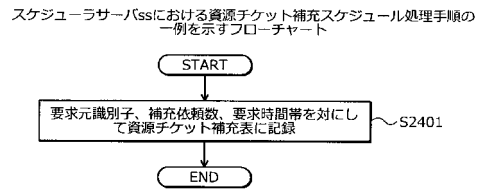
【図 2 2】



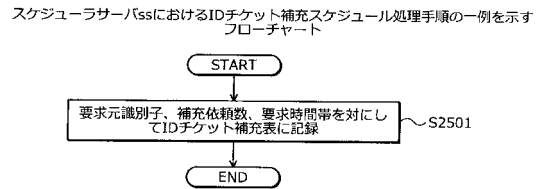
【図 2 3】



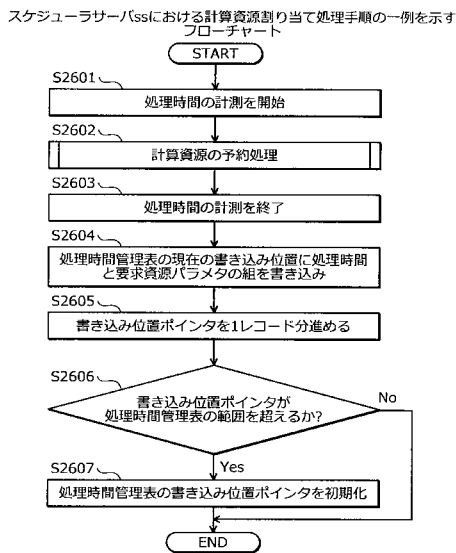
【図 2 4】



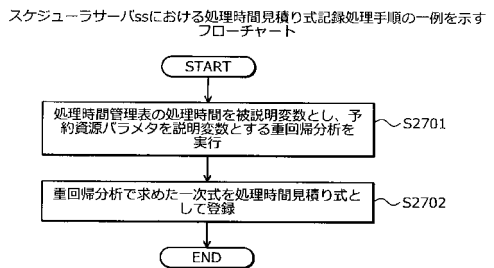
【図 2 5】



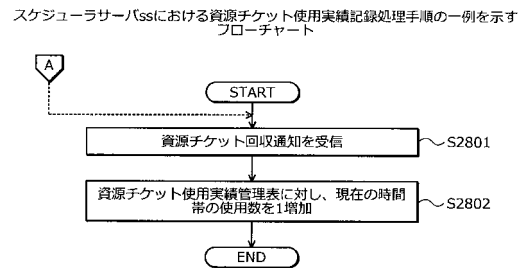
【図 2 6】



【図 2 7】

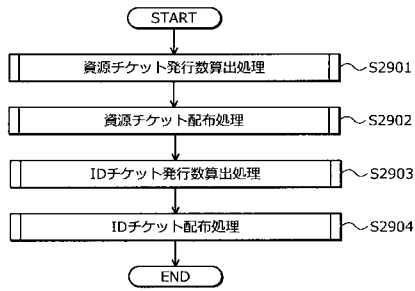


【図 2 8】



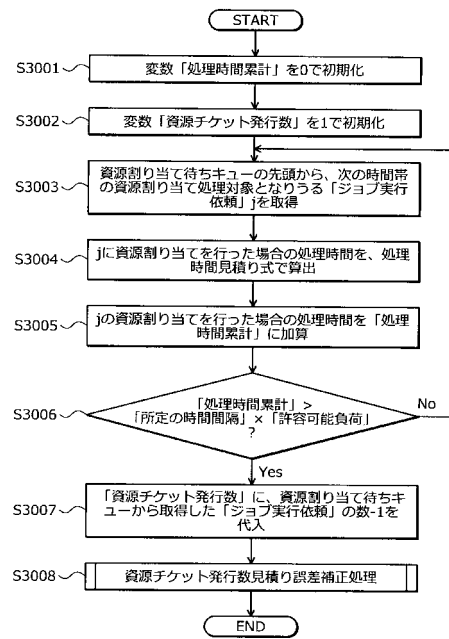
【図 29】

スケジューラサーバにおけるチケット管理処理手順の一例を示すフローチャート



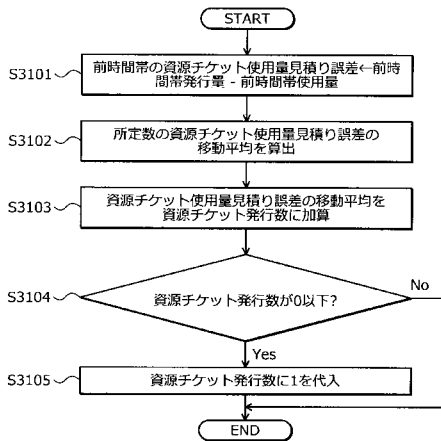
【図 30】

スケジューラサーバにおける資源チケット発行数算出処理手順の一例を示すフローチャート



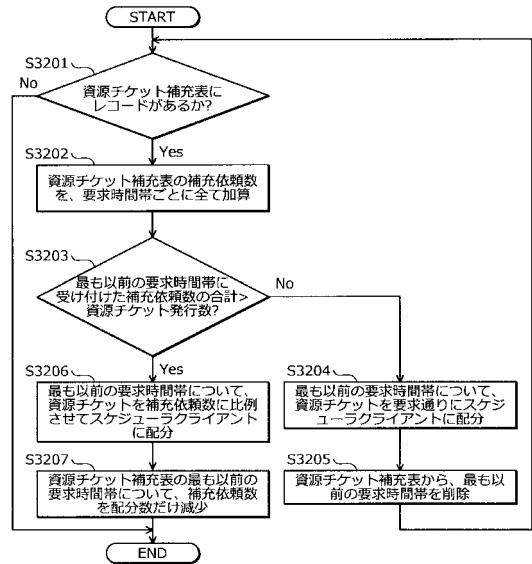
【図 31】

スケジューラサーバにおける資源チケット発行数見積り誤差補正処理手順の一例を示すフローチャート



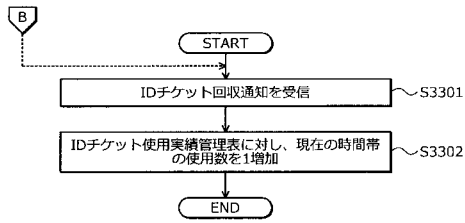
【図 32】

スケジューラサーバにおける資源チケット配布処理手順の一例を示すフローチャート



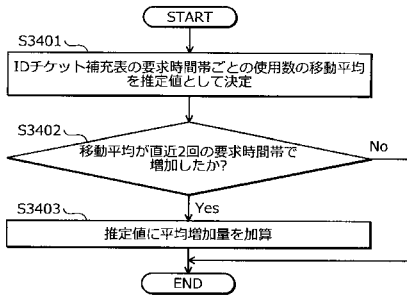
【図 3 3】

スケジューラサーバ(ss)におけるIDチケット使用実績記録処理手順の一例を示すフローチャート



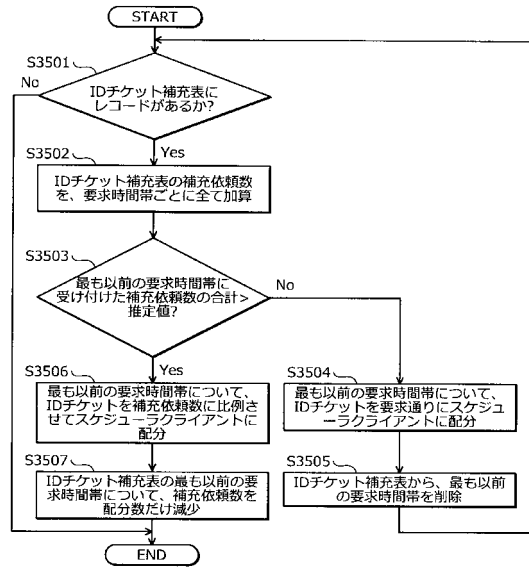
【図 3 4】

スケジューラサーバ(ss)におけるIDチケット発行数算出処理手順の一例を示すフローチャート



【図 3 5】

スケジューラサーバ(ss)におけるIDチケット配布処理手順の一例を示すフローチャート



【図 3 6】

実施例2におけるHPCシステム3600の構成例を示す説明図

