

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6179344号
(P6179344)

(45) 発行日 平成29年8月16日 (2017. 8. 16)

(24) 登録日 平成29年7月28日 (2017. 7. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 1/30 (2006.01)

G 0 6 F 1/30 K

G 0 6 F 11/30 (2006.01)

G 0 6 F 11/30 1 9 9

G 0 6 F 1/04 (2006.01)

G 0 6 F 1/04 5 7 5

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-220867 (P2013-220867)
 (22) 出願日 平成25年10月24日 (2013. 10. 24)
 (65) 公開番号 特開2015-82276 (P2015-82276A)
 (43) 公開日 平成27年4月27日 (2015. 4. 27)
 審査請求日 平成28年7月5日 (2016. 7. 5)

(73) 特許権者 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 100105142
 弁理士 下田 憲次
 (72) 発明者 木内 一慶
 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

審査官 境 周一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理方法、プログラム、情報処理装置、及びコンピュータシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力供給部と、前記電力供給部からの電力供給により動作する第1演算処理部及び第2演算処理部を有する第1情報処理装置を用いた情報処理方法であって、

前記電力供給部の電力供給量を検知し、

前記電力供給量が第1レベルから、前記第1レベルよりも低い第2レベルへ低下したか、前記第2レベルよりも低い第3レベルへ低下したか、を判定し、

前記電力供給量が前記第2レベルへ低下したと判定された場合は、前記第1演算処理部の動作周波数を低下させ、前記第2演算処理部の動作周波数を維持させる工程と、前記第1演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第2演算処理部の動作周波数を維持した状態で前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程と、を実行し、

前記電力供給量が前記第3レベルへ低下したと判定された場合は、前記第1演算処理部の動作周波数及び前記第2演算処理部の動作周波数を低下させる工程と、前記第1演算処理部及び前記第2演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第2演算処理部を動作させた状態で前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程と、前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程の後に、前記第2演算処理部の動作周波数を増加させる工程と、を実行する

ことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2】

前記第1情報処理装置は、前記電力供給部の出力をモニタする電力管理部を更に有し、

10

20

前記電力供給部は、第 1 電源回路及び第 2 電源回路を含み、

前記電力供給量の低下の検出は、前記電力管理部が前記第 1 電源回路または前記第 2 電源回路の出力電圧の低下を検出することにより行われる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理方法。

【請求項 3】

前記第 1 情報処理装置は、第 1 制御部及び第 2 制御部を更に有し、

前記第 1 演算処理部の動作周波数が低下した後、前記第 1 制御部が、前記第 1 演算処理部に演算処理を停止するよう指示する工程と、

前記第 1 演算処理部の演算処理が停止した後、前記第 2 制御部が、前記第 2 演算処理部に動作周波数を増加させるよう指示する工程と、

を更にすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報処理方法。

10

【請求項 4】

前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させる工程及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程は、前記第 1 演算処理部の動作周波数及び前記第 2 演算処理部の動作周波数の各々を、第 1 周波数から第 2 周波数へ低下させる工程であり、

前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させる工程は、前記第 2 演算処理部の動作周波数を、前記第 2 周波数から前記第 1 周波数へ増加させる工程である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 何れか一項に記載の情報処理方法。

【請求項 5】

前記第 1 情報処理装置は、ネットワークを介して第 2 情報処理装置に接続され、

前記第 2 情報処理装置は、前記第 1 周波数で動作し、前記第 1 情報処理装置と同期して情報処理を行う

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 何れか一項に記載の情報処理方法。

20

【請求項 6】

コンピュータに、

電力供給部からの電力供給により第 1 演算処理部及び第 2 演算処理部を動作させ、

前記電力供給部の電力供給量を検知させ、

前記電力供給量が第 1 レベルから、前記第 1 レベルよりも低い第 2 レベルへ低下したか、前記第 2 レベルよりも低い第 3 レベルへ低下したか、を判定させ、

前記電力供給量が前記第 2 レベルへ低下したと判定された場合、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させ、前記第 2 演算処理部の動作周波数を維持させる工程と、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を維持した状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程と、を実行させ、

30

前記電力供給量が前記第 3 レベルへ低下したと判定された場合、前記第 1 演算処理部の動作周波数及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程と、前記第 1 演算処理部及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第 2 演算処理部を動作させた状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程と、前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程の後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させる工程と、を実行させる

ことを特徴とするプログラム。

40

【請求項 7】

電力供給部と、

前記電力供給部からの電力供給により動作する第 1 演算処理部及び第 2 演算処理部とを有し、

前記電力供給部の電力供給量を検知し、

前記電力供給量が第 1 レベルから、前記第 1 レベルよりも低い第 2 レベルへ低下したか、前記第 2 レベルよりも低い第 3 レベルへ低下したか、を判定し、

前記電力供給量が前記第 2 レベルへ低下したと判定された場合、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させ、前記第 2 演算処理部の動作周波数を維持させる工程と、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を維

50

持した状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程と、を実行し、

前記電力供給量が前記第 3 レベルへ低下したと判定された場合、前記第 1 演算処理部の動作周波数及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程と、前記第 1 演算処理部及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第 2 演算処理部を動作させた状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程と、前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程の後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させる工程と、を実行する

ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 8】

電力供給部と、前記電力供給部からの電力供給により動作する第 1 演算処理部及び第 2 演算処理部とを含む第 1 情報処理装置と、

前記第 1 情報処理装置と同期して情報処理を行う第 2 情報処理装置とを有し、

前記電力供給部の電力供給量を検知し、

前記電力供給量が第 1 レベルから、前記第 1 レベルよりも低い第 2 レベルへ低下したか、前記第 2 レベルよりも低い第 3 レベルへ低下したか、を判定し、

前記電力供給量が前記第 2 レベルへ低下したと判定された場合、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させ、前記第 2 演算処理部の動作周波数を維持させる工程と、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を維持した状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程と、を実行し、

前記電力供給量が前記第 3 レベルへ低下したと判定された場合、前記第 1 演算処理部の動作周波数及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程と、前記第 1 演算処理部及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第 2 演算処理部を動作させた状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程と、前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる工程の後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させる工程と、を実行する

ことを特徴とするコンピュータシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願開示は、情報処理方法、プログラム、情報処理装置、及びコンピュータシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

種々の情報処理を行うサーバ等の情報処理装置において、電力供給部として交流直流変換回路等の電源回路を複数配置し、複数の電源回路から供給される電力により情報処理を行う技術が実用化されている。電源回路を複数用いることにより、1つの電源回路に故障や性能劣化が発生して電力供給量が低下した場合であっても、他の電源回路からの電力供給により、情報処理装置は処理を継続して行うことができる。

【0003】

しかし、複数の電源回路のうちの一部の電源回路に電力供給量の低下が発生した場合は、他の電源回路にかかる負荷が増加し、他の電源回路にも故障等が発生する原因となる。この問題を解決するために、複数の電源回路を有する情報処理装置において一部の電源回路の電力供給量が低下した場合には、情報処理装置のプロセッサの動作周波数を低下させるスロットリング技術が知られている。プロセッサの動作周波数を低下させることにより、プロセッサが消費する電力を抑制して他の電源回路にかかる負荷を軽減させることができる（例えば第 1 特許文献）。

【0004】

一方、マルチノードサーバのように、複数の演算処理部を有する情報処理装置が実用化されている。マルチノードサーバは、複数の演算処理部のうちの一つに保守、点検、交換

10

20

30

40

50

等のメンテナンスが必要となった場合に、その特定の演算処理部のみを個別にメンテナンスすることが可能である点において利点を有する。マルチノードサーバに含まれる複数の演算処理部は、個々に情報処理を行うことも可能であり、協働して所定の情報処理を行うことも可能である。更に、複数の演算処理部を有する情報処理装置と他の情報処理装置をネットワークにて接続し、全体として一つのコンピュータシステム、例えばHPC(High Performance Computer)を構成する場合もある。この場合は、複数の情報処理装置は互いに同期して情報処理を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特開2012-051300号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

マルチノードサーバのような複数の演算処理部を有する情報処理装置と他の情報処理装置とを含むコンピュータシステムにおいて、電力供給部を保護するために動作周波数を制御しつつ、コンピュータシステムの情報処理速度の低下を抑制するための技術については、これまで検討がなされていなかった。

【0007】

本開示は、電力供給部を保護しつつ、コンピュータシステムの情報処理速度の劣化を抑制する情報処理方法及び情報処理装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

開示の情報処理方法は、電力供給部と、前記電力供給部からの電力供給により動作する第1演算処理部及び第2演算処理部を有する第1情報処理装置を用いた情報処理方法であって、前記電力供給部の電力供給量を検知し、前記電力供給量が第1レベルから、前記第1レベルよりも低い第2レベルへ低下したか、前記第2レベルよりも低い第3レベルへ低下したか、を判定し、前記電力供給量が前記第2レベルへ低下したと判定された場合は、前記第1演算処理部の動作周波数を低下させ、前記第2演算処理部の動作周波数を維持させる工程と、前記第1演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第2演算処理部の動作周波数を維持した状態で前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程と、を実行し、前記電力供給量が前記第3レベルへ低下したと判定された場合は、前記第1演算処理部の動作周波数及び前記第2演算処理部の動作周波数を低下させる工程と、前記第1演算処理部及び前記第2演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第2演算処理部を動作させた状態で前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程と、前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程の後に、前記第2演算処理部の動作周波数を増加させる工程と、を実行する。

30

【発明の効果】

【0009】

電力供給部の電力供給量が低下した場合に、電力供給部への電力負荷を軽減するとともに、コンピュータシステムの処理能力の低下を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施例における情報処理装置のハ・ドウェア構成図である。

【図2】第1実施例におけるコンピュータシステムのハ・ドウェア構成図である。

【図3】第1実施例における電力管理部の機能ブロック図である。

【図4】第1実施例におけるシャットダウンリストの一例である。

【図5】第1実施例における演算処理部の機能ブロック図である。

【図6】第1実施例における制御部の機能ブロック図である。

【図7】第1実施例における処理シーケンス図である。

50

【図 8】第 1 実施例における電力管理部の処理フローチャートである。

【図 9】第 1 実施例における演算処理部の処理フローチャートである。

【図 10】第 1 実施例における制御部の処理フローチャートである。

【図 11】第 2 実施例における情報処理装置のハードウェア構成図である。

【図 12】第 2 実施例における電力管理部の機能ブロック図である。

【図 13】第 2 実施例における処理シーケンス図である。

【図 14】第 2 実施例における電力管理部の処理フローチャートである。

【図 15】第 3 実施例におけるシャットダウンリストの一例である。

【図 16】第 3 実施例における制御部の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0011】

< 第 1 実施例 >

図 1 は、第 1 実施例における情報処理装置のハードウェア構成図である。第 1 情報処理装置 10 は、第 1 演算処理部 100、第 2 演算処理部 200、第 1 制御部 150、第 2 制御部 250、電力供給部 300、電力管理部 350、及びネットワークインターフェースカード（以下、NIC）400 を有する。第 1 演算処理部 100 は、プロセッサ 110 と、プロセッサ 110 に接続されたメモリ 130 とを有する。同様に第 2 演算処理部 200 は、プロセッサ 210 と、プロセッサ 210 に接続されたメモリ 230 とを有する。第 1 演算処理部 100 及び第 2 演算処理部 200 は、電力供給部 300 から電力供給線 301 を介して電力供給を受けて演算処理を行う。第 1 制御部 150 は、プロセッサ 160 と、

20

【0012】

電力供給部 300 は、第 1 電源回路 310 及び第 2 電源回路 320 を有する。第 1 電源回路 310 及び第 2 電源回路 320 は、例えばそれぞれ 700W の電力供給能力を有する場合、電力供給部 300 全体としては 1400W の電力供給能力を有する。電力管理部 350 は、プロセッサ 360 と、プロセッサ 360 に接続されたメモリ 380 とを有する。電力管理部 350 は、第 1 演算処理部 100、第 2 演算処理部 200、第 1 制御部 150、第 2 制御部 250 及び電力供給部 300 と、電源管理バス 351 で接続される。電力管理部 350 は電源管理バス 351 を通して、電力供給部 300 の電力供給量の低下を検出し、スロットリング制御指示を発行する。電力供給部 300 の電力供給量の低下の検出は、例えば第 1 電源回路 310 及び第 2 電源回路 320 の出力電圧をモニタし、何れかの出力電圧が所定の閾値よりも低下したことを検出することにより行われる。また電力管理部 350 は、第 1 演算処理部 100、第 2 演算処理部 200、第 1 制御部 150 及び第 2 制御部 250 に内部バス 352 で接続され、スロットリング制御解除の指示や、後述するシャットダウン処理に関する各種の通信を行う。第 1 情報処理装置 10 は、NIC 400 及びネットワーク 500 を介して他の情報処理装置と接続される。

30

40

【0013】

第 1 情報処理装置 10 は、例えば複数の演算処理部を有するマルチノードサーバである。プロセッサ 110、160、210、260 及び 360 は、Central Processing Unit (CPU)、Micro-Processing Unit (MPU)、Digital Signal Processor (DSP)、Field-Programmable Gate Array (FPGA) 等の電子回路部品である。メモリ 130、180、230、280 及び 380 は、Dynamic Random Access Memory (DRAM)、Static Random Access Memory (SRAM)、フラッシュメモリ等の電子回路部品である。第 1 電源回路 310 及び第 2 電源回路 320 は、例えば交流直流変換回路である。第 1 制御部 150

50

及び第2制御部250は、例えばBMC(Base Board Management Controller)等の管理コントローラである。電源管理バス351は、例えばPMBus(登録商標)である。内部バス352は、例えばIPMB(Intelligent Platform Management Bus)である。

【0014】

図2は、図1にて説明した第1情報処理装置10を含むコンピュータシステムのハードウェア構成を示す。コンピュータシステム1は、第1情報処理装置10と、第2情報処理装置20と、管理装置600と、ネットワーク500とを有する。第1情報処理装置10と第2情報処理装置20は、ネットワーク500を介して互いに接続される。第2情報処理装置20は、第1情報処理装置10と同様のハードウェア構成を有する。管理装置600は、プロセッサ610と、プロセッサ610に接続されたメモリ630と、ネットワーク500に接続されたNIC640とを有する。管理装置600は、NIC640及びネットワーク500を介して第1情報処理装置10及び第2情報処理装置20に接続され、第1情報処理装置10及び第2情報処理装置20が同期して情報処理を行うよう制御する。

10

【0015】

ここで、図2に示すコンピュータシステム1の第1情報処理装置10にスロットリング技術を適用した場合に生じる問題点について説明する。この問題点は、発明者が本発明に想到する過程において初めて見出したものである。例えば第1情報処理装置10において、第1電源回路310及び第2電源回路320の両方から第1演算処理部100及び第2演算処理部200に電力供給がなされていたとする。ここで第1電源回路310の電力供給能力が低下し、第2電源回路320にかかる電力供給の負荷が大きくなったとする。

20

【0016】

第2電源回路320への負荷を軽減するために、第1演算処理部100及び第2演算処理部200に対してスロットリング処理を行う。すなわち、第1演算処理部100のプロセッサ110及び第2演算処理部200のプロセッサ210の動作周波数を低下させることにより、第1演算処理部100及び第2演算処理部200での消費電力を抑制する。

【0017】

しかし、第1演算処理部100及び第2演算処理部200の動作周波数を低下させると、第1情報処理装置10と共にコンピュータシステム1を構成している第2情報処理装置20での情報処理能力を実質的に低下させることになる。これは、第1情報処理装置10における情報処理と第2情報処理装置20における情報処理は、同期を取りながら互いに演算処理結果等の情報を通信し合って行われるためである。そのため、第2情報処理装置20内の演算処理部の動作周波数よりも、第1情報処理装置10内の演算処理部の動作周波数が低くなると、第2情報処理装置20は自身の処理能力を十分に活かすことができない。またその結果として、コンピュータシステム1全体としての処理能力が低下することとなる。

30

【0018】

このように、スロットリング技術を図2に示すコンピュータシステム1に適用する場合には、電力供給部300を保護する観点だけでなく、コンピュータシステム1全体の処理能力を考慮した制御方法が必要となる。

40

【0019】

以下、電力供給部300の保護と、コンピュータシステム1の処理能力の両方の観点に基づいて行われる制御方法について説明する。第1実施例においては、電力管理部350が電力供給部300の電力供給量の低下を検出すると、まず第1演算処理部100及び第2演算処理部200に対してスロットリング制御を行う。第1演算処理部100及び第2演算処理部200の動作周波数を低下させることにより、電力供給部300にかかる負荷を軽減させる。次に、複数の演算処理部の一部、例えば第1演算処理部100をシャットダウンさせ、その後他の演算処理部例えば第2演算処理部200の動作周波数を増加させる。第2演算処理部200の動作周波数を増加させることにより、第1情報処理装置1

50

0 と同期して情報処理を行う第 2 情報処理装置 2 0 の処理能力が十分に活かされないという状況を回避する。しかも、第 1 演算処理部 1 0 0 をシャットダウンさせていることにより消費電力は削減されているため、第 2 演算処理部 2 0 0 の動作周波数を増加させても、電力供給部 3 0 0 にかかる電力負荷を抑えることができる。尚、本明細書において用いる「シャットダウン」の文言は、演算処理部のプロセッサが演算処理を行っていない状態を意味し、演算処理部に対して電力供給が一切行われていない状態に限定して適用される用語ではない。所謂スタンバイ状態、例えば演算処理部の有するメモリへの電力供給は維持したままプロセッサへのクロック供給が停止され、プロセッサによる演算処理が行われていない状態とすることも、本明細書においては「シャットダウン」に含まれる。

【 0 0 2 0 】

ここで、第 1 演算処理部 1 0 0 のシャットダウン処理を行う前に、スロットリング制御により第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 の動作周波数を一旦低下させる意義について説明する。スロットリング制御も、演算処理部の一部のシャットダウン処理も、いずれも第 1 情報処理装置 1 0 の消費電力を下げ、電力供給部 3 0 0 にかかる負荷を軽くするという意味においては共通する。しかし、演算処理を行っている演算処理部をシャットダウンさせるには一定の時間を要する。マルチノードサーバにおいて各ノードのシャットダウンには数分から十数分の時間を要する場合がある。そのため、電力供給部 3 0 0 に何等かの理由により電力供給能力の低下が発生した際に第 1 演算処理部 1 0 0 のシャットダウン処理を開始したとしても、シャットダウン処理が完了するまでの期間は電力供給部 3 0 0 への負荷が継続されることになる。これに対してスロットリング制御への移行は、プロセッサに供給されるクロックの周波数を低下させることにより行われ、シャットダウン処理に比べて短時間で行うことができる。

【 0 0 2 1 】

そのため本実施例では、電力供給部 3 0 0 の電力供給量が低下した場合に、まずスロットリング処理を行って電力供給部 3 0 0 への負荷を軽減させることとしている。これにより、シャットダウン処理を行う場合に比べて電力供給部 3 0 0 に過剰な負荷が加わる時間を短縮することができる。そして、スロットリング制御へ移行した後に、第 1 演算処理部 1 0 0 をシャットダウンさせたうえで第 2 演算処理部 2 0 0 に対するスロットリングを解除する。これにより、第 1 情報処理装置 1 0 と協働して情報処理を行う第 2 情報処理装置 2 0 の実質的な処理能力が低下することを防止する。以下、第 1 実施例の詳細について説明する。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、電力管理部 3 5 0 のプロセッサ 3 6 0 の機能ブロックと、メモリ 3 8 0 に格納される情報を示す図である。プロセッサ 3 6 0 は、メモリ 3 8 0、または第 1 情報処理装置 1 0 に含まれる何れかのメモリ、もしくはネットワーク 5 0 0 を介してアクセス可能な他のメモリに格納された所定のプログラムを実行することにより、図 3 に示す各ブロックの機能を実現する。プロセッサ 3 6 0 は、出力電圧モニタ部 3 6 1、判定部 3 6 2、スロットリング制御指示部 3 6 3 及び供給電力モニタ部 3 6 4 として機能する。

【 0 0 2 3 】

出力電圧モニタ部 3 6 1 は、第 1 電源回路 3 1 0 及び第 2 電源回路 3 2 0 の各々の出力電圧をモニタする。判定部 3 6 2 は、出力電圧モニタ部 3 6 1 のモニタ結果に基づき、第 1 電源回路 3 1 0 及び第 2 電源回路 3 2 0 の出力電圧の少なくとも何れか一方が所定の閾値を下回ったかどうかを判定する。スロットリング制御指示部 3 6 3 は、判定部 3 6 2 の判定結果に基づき、電源管理バス 3 5 1 を介して第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 にスロットリング制御への移行を指示する。この指示は、後述するスロットリングフラグ格納部にスロットリングフラグを格納することにより行われる。供給電力モニタ部 3 6 4 は、電力供給部 3 0 0 から第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 へ供給される電力をモニタする。供給電力モニタ部 3 6 4 は、演算処理部のシャットダウン処理が完了したことを、供給電力の変動により認識して、後述のシャットダウン処理完了確認部に通知する。尚、これら全ての機能をプロセッサ 3 6 0 にて実現する必要はなく、例え

10

20

30

40

50

ば出力電圧モニタ部 361 は、専用の電圧センサにて実現してもよい。

【0024】

メモリ 380 は、シャットダウンリスト 381 を格納する。図 4 はシャットダウンリスト 381 の一例を示す。シャットダウンリスト 381 は、電力供給部 300 に電力供給能力の低下が発生した場合に、複数の演算処理部のうちのどの演算処理部をシャットダウンさせるかを規定するテーブルである。図 4 に示すシャットダウンリスト 381 は、第 1 演算処理部 100 がシャットダウンの対象であり、第 2 演算処理部 200 はシャットダウンの対象ではないことを規定する。シャットダウンリスト 381 においてシャットダウンすることが規定された演算処理部は、スロットリング制御に移行した後にシャットダウンされる。シャットダウンリスト 381 においてシャットダウンの対象ではないことが規定された演算処理部は、スロットリング制御に移行した後、所定の演算処理部のシャットダウン処理の完了後にスロットリング制御が解除される。本明細書の以降の部分においては、特に断らない限り、図 4 に示すシャットダウンリスト 381 の内容に従い、第 1 演算処理部 100 がシャットダウンの対象であり、第 2 演算処理部 200 がシャットダウンの対象ではないものとして説明する。

10

【0025】

図 5 は、第 1 演算処理部 100 のプロセッサ 110 の機能ブロック図である。プロセッサ 110 は、メモリ 130、または第 1 情報処理装置 10 に含まれる何れかのメモリ、もしくはネットワーク 500 を介してアクセス可能な他のメモリに格納された所定のプログラムを実行することにより、図 5 に示す各ブロックの機能を実現する。第 2 演算処理部 200 のプロセッサ 210 も、所定のプログラムを実行することにより、第 1 演算処理部 100 のプロセッサ 110 と同様の各機能を実現する。ここでは第 1 演算処理部 100 のプロセッサ 110 について説明を行い、第 2 演算処理部 200 のプロセッサ 210 については説明を省略する。

20

【0026】

プロセッサ 110 は、演算部 111、クロック生成部 112、スロットリングフラグ格納部 113、スロットリング制御部 114、シャットダウン処理部 115、判定部 116、通信部 117 として機能する。演算部 111 は、クロック生成部 112 から供給されるクロックに基づき演算処理を行う。クロック生成部 112 は、所定の周波数を有するクロックを生成して演算部 111 に供給する。クロック生成部 112 が生成するクロックの周波数によって演算部 111 の消費電力は増減する。スロットリングフラグ格納部 113 は、電力管理部 350 から送信されるスロットリング制御への移行指示を受けてスロットリングフラグを格納する。スロットリング制御部 114 は、スロットリングフラグ格納部 113 のフラグ内容を参照し、スロットリングフラグ格納部 113 にスロットリングフラグが格納されている場合は、スロットリング制御を実行する。具体的にはクロック生成部 112 に生成クロックの周波数を低下させるよう指示を行う。シャットダウン処理部 115 は、第 1 演算処理装置 100 のシャットダウン処理を行う。判定部 116 は、シャットダウン処理及びスロットリング制御を行う際に必要な各種判定を行う。通信部 117 は、シャットダウン処理及びスロットリング制御を行う際に必要な各種の通信を、第 1 制御部 150、第 2 制御部 250 又は電力管理部 350 との間で行う。尚、これら全ての機能をプロセッサ 110 にて実現する必要はなく、一部の機能、例えばクロック生成部 112 を、PLL (Phase Locked Loop) 回路等で実現してもよく、またスロットリングフラグ格納部 113 を、第 1 演算処理部 100 の有する専用のレジスタを用いて実現してもよい。

30

40

【0027】

図 6 は、第 1 制御部 150 のプロセッサ 160 の機能ブロック図である。プロセッサ 160 は、メモリ 180、または第 1 情報処理装置 10 に含まれる何れかのメモリ、もしくはネットワーク 500 を介してアクセス可能な他のメモリに格納された所定のプログラムを実行することにより、図 6 に示す各ブロックの機能を実現する。第 2 制御部 250 のプロセッサ 260 も、所定のプログラムを実行することにより、第 1 制御部 150 のプロセ

50

ッサ１６０と同様の各機能を実現する。ここでは第１制御部１５０のプロセッサ１６０について説明を行い、第２制御部２５０のプロセッサ２６０については説明を省略する。

【００２８】

プロセッサ１６０は、スロットリングモニタ部１６１、メモリアクセス部１６２、シャットダウン指示部１６３、シャットダウン処理完了確認部１６４、スロットリング制御解除指示部１６５、判定部１６６、通信部１６７として機能する。

【００２９】

スロットリングモニタ部１６１は、第１演算処理部１００がスロットリング制御状態にあるか否かをモニタする。モニタ方法としては、第１演算処理部１００のスロットリングフラグ格納部１１３の内容をモニタする。もしくは、電力管理部３５０から出力されるスロットリング制御指示通知を直接受信することで、第１演算処理部１００においてスロットリング制御が行われていることを認識してもよい。メモリアクセス部１６２は、電力管理部３５０のメモリ３８０にアクセスし、シャットダウンリスト３８１の内容を読み出す。シャットダウン指示部１６３は、読み出したシャットダウンリスト３８１を参照し、第１演算処理部１００がシャットダウンの対象となっているかどうかを確認する。図４に示すシャットダウンリスト３８１の例では、第１演算処理部１００はシャットダウンの対象となっているため、シャットダウン指示部１６３は、第１演算処理部１００に対してシャットダウン処理を行うよう指示する。シャットダウン処理完了確認部１６４は他の演算処理部のシャットダウン処理が完了したかどうかを確認する。仮にシャットダウンリスト３８１の規定内容が、第２演算処理部２００がシャットダウンの対象であり、第１演算処理部１００がシャットダウンの対象ではなかったとすると、シャットダウン処理完了確認部１６４は、第２演算処理部２００のシャットダウン処理が完了したか否かを確認する。第２演算処理部２００のシャットダウン処理の完了を確認する方法は、例えば電力管理部３５０の供給電力モニタ部３６４から通知される内容を確認することによって行う。そしてスロットリング制御解除指示部１６５は、シャットダウン処理完了確認部１６４の確認結果に基づき、第１演算処理部１００に対してスロットリング制御の解除を指示する。スロットリング制御の解除の指示は、第１演算処理部１００のスロットリングフラグ格納部１１３に格納されているスロットリングフラグを消去することによって行う。尚、これら全ての機能をプロセッサ１６０にて実現する必要はなく、一部の機能、例えばメモリアクセス部１６２を、専用のメモリアクセスコントローラにより実現してもよい。

【００３０】

ここで、第１演算処理部１００のシャットダウン処理について説明を追加する。第１演算処理部１００をシャットダウンさせる場合、コンピュータシステム１における以後の情報処理は、第１演算処理部１００を除いた他の演算処理部にて分担して行われることになる。そのため、図２に示す管理装置６００は、コンピュータシステム１が演算処理部として使用し得るリソースから第１演算処理部１００を削除し、残りの演算処理部を用いてコンピュータシステム１の構成を再構築する必要がある。また、シャットダウン処理の指示が発行された時点で第１演算処理部１００のプロセッサ１１０内にて処理待ちの状態となっているタスクがある場合は、それらのタスクに関する処理エラーが生じないようにシャットダウン処理を行う必要がある。シャットダウンの手順としては、例えば以下のようなものが挙げられる。まず第１制御部１５０のシャットダウン指示部１６３は、第１演算処理部１００に対してシャットダウン処理の指示を行うとともに、管理装置６００に対して、第１演算処理部１００をシャットダウンさせることを通知する。この通知を受けた管理装置６００は、第１演算処理部１００に対する新規のタスクの割り当てを停止し、コンピュータシステム１の再構築作業を開始する。一方、第１演算処理部１００のシャットダウン処理部１１５は、プロセッサ１１０内で処理待ちの状態となっているタスクについて処理が全て完了し、処理結果が他の演算処理部へ送信された後に、シャットダウン処理を完了させる。もしくはシャットダウン処理部１１５は、管理装置６００の行うコンピュータシステム１の再構築の結果に従い、処理待ちのタスクを、演算部１１１にて処理させることなく他の演算処理部へ引き継いだ後、シャットダウン処理を完了させる。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、電力管理部 3 5 0、第 1 制御部 1 5 0、第 1 演算処理部 1 0 0、第 2 制御部 2 5 0、第 2 演算処理部 2 0 0 の間での処理の流れを示す図である。まず、処理 7 0 1 において電力管理部 3 5 0 が、電力供給部 3 0 0 の第 1 電源回路 3 1 0 及び第 2 電源回路 3 2 0 の各々の出力電圧をモニタする。処理 7 0 2 において電力管理部 3 5 0 は、何れかの出力電圧が所定の閾値を下回った場合に、電力供給部 3 0 0 の電力供給量が低下したと判断し、第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 に対してスロットリング制御の指示を行う。処理 7 0 3 及び処理 7 0 4 において、電力管理部 3 5 0 からの指示を受けた第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 は、各々スロットリング処理を行う。また処理 7 0 5 及び処理 7 0 6 において、第 1 制御部 1 5 0 及び第 2 制御部 2 5 0 は、それぞれ第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 がスロットリング制御へ移行したことを認識し、電力管理部 3 5 0 のメモリ 3 8 0 にアクセスし、シャットダウンリスト 3 8 1 を参照する。処理 7 0 7 において第 1 制御部 1 5 0 は、図 4 に示すシャットダウンリスト 3 8 1 の内容に従い、第 1 演算処理部 1 0 0 に対してシャットダウン処理を行うよう指示する。この指示を受けて処理 7 0 8 において第 1 演算処理部 1 0 0 はシャットダウン処理を行う。

10

【 0 0 3 2 】

処理 7 0 9 において電力管理部 3 5 0 は、第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 への供給電力をモニタする。そして処理 7 1 0 において電力管理部 3 5 0 は、第 1 演算処理部 1 0 0 への電力供給が停止したことを認識し、第 1 演算処理部 1 0 0 のシャット
ダウン処理が終了したことを第 2 制御部 1 5 0 へ通知する。処理 7 1 1 において第 2 制御部 2 5 0 は、電力管理部 3 5 0 からの通知に基づき、第 1 演算処理部 1 0 0 のシャット
ダウン処理が完了したことを認識する。処理 7 1 2 において第 2 制御部 2 5 0 は、第 2 演算
処理部 2 0 0 に対してスロットリング制御の解除指示を行う。処理 7 1 3 において第 2 演
算処理部 2 0 0 は、スロットリング制御の解除指示を受けてスロットリング制御を解除する。

20

【 0 0 3 3 】

次に、電力管理部 3 5 0、第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0、第 1 制御部 1 5 0 及び第 2 制御部 2 5 0 の各々の処理フローチャートを説明する。

【 0 0 3 4 】

図 8 は、電力管理部 3 5 0 の処理フローチャートを示す。図 8 の処理は処理 1 0 0 0 により開始される。処理 1 0 0 1 において出力電圧モニタ部 3 6 1 が、電源管理バス 3 5 1 を介して第 1 電源回路 3 1 0 及び第 2 電源回路 3 2 0 の出力電圧を各々モニタする。処理 1 0 0 2 において判定部 3 6 2 が、モニタされた出力電圧が所定の閾値よりも下回ったかどうかを判定する。閾値を設けるのは、第 1 情報処理装置 1 0 の仕事量等によって第 1 電源回路 3 1 0 及び第 2 電源回路 3 2 0 の出力電圧が変動することがあり、そのような出力電圧変動による誤判定を避けるためである。処理 1 0 0 2 において出力電圧が閾値よりも下回ったと判定された場合は、処理 1 0 0 3 においてスロットリング制御指示部 3 6 3 が、電源管理バス 3 5 1 を介して第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 へスロット
リング制御の指示を行う。処理 1 0 0 4 において供給電力モニタ部 3 6 4 が、各演算
処理部への供給電力をモニタする。処理 1 0 0 5 において供給電力モニタ部 3 6 4 が、電力
の供給が停止した演算処理部においてシャットダウン処理が完了したものと判断して、内
部バス 3 5 2 を介してシャットダウン処理完了通知を第 2 制御部 2 5 0 へ通知し、処理 1
0 0 6 にて終了する。

30

40

【 0 0 3 5 】

図 9 は、第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 の処理フローチャートを示す。ここでは第 1 演算処理部 1 0 0 の処理についてのみ説明し、第 2 演算処理部 2 0 0 の処理は第 1 演算処理部 1 0 0 の処理と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 3 6 】

図 9 の処理は処理 1 1 0 0 により開始し、処理 1 1 0 1 において判定部 1 1 6 がスロ

50

トリングフラグ格納部 1 1 3 の内容をモニタし、電力管理部 3 5 0 からスロットリング制御の指示を受信したか否かを判定する。処理 1 1 0 1 においてスロットリング制御の指示を受信したと判定された場合は、処理 1 1 0 2 においてスロットリング制御部 1 1 4 がスロットリング制御を行う。シャットダウンリスト 3 8 1 において、スロットリング制御への移行後にシャットダウンを行うことが規定されている演算処理部については処理 1 1 0 3 へ進み、シャットダウンを行わないことが規定されている演算処理部については処理 1 1 0 5 へ進む。

【 0 0 3 7 】

第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行う場合は、処理 1 1 0 3 においてシャットダウン処理部 1 1 5 が、第 1 制御部 1 5 0 のシャットダウン指示部 1 6 3 からシャットダウン処理の指示を受信する。処理 1 1 0 4 においてシャットダウン処理部 1 1 5 が、第 1 演算処理部 1 0 0 のシャットダウン処理を行い、処理 1 1 0 7 にて処理を終了する。

10

【 0 0 3 8 】

第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行わない場合は、処理 1 1 0 5 においてスロットリングフラグ格納部 1 1 3 が、スロットリング制御の解除指示を受信してスロットリングフラグを消去する。処理 1 1 0 6 においてスロットリング制御部 1 1 4 がスロットリング制御の解除を行い、処理 1 1 0 7 にて処理を終了する。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 は、第 1 制御部 1 5 0 及び第 2 制御部 2 5 0 の処理フローチャートを示す。ここでは第 1 制御部 1 5 0 の処理についてのみ説明し、第 2 制御部 2 5 0 の処理は第 1 制御部 1 5 0 の処理と同様であるので説明を省略する。

20

【 0 0 4 0 】

図 1 0 の処理は処理 1 2 0 0 にて開始する。処理 1 2 0 1 において判定部 1 6 6 が、内部バス 3 5 2 を介して第 1 演算処理部 1 0 0 のスロットリングフラグ格納部 1 1 3 の内容をモニタすることにより、第 1 演算処理部 1 0 0 がスロットリング制御を行っているか否かを判定する。処理 1 2 0 1 において、第 1 演算処理部 1 0 0 がスロットリング制御を行っているとして判定された場合は、処理 1 2 0 2 においてメモリアクセス部 1 6 2 が、内部バス 3 5 2 を介して電力管理部 3 5 0 のメモリ 3 8 0 をアクセスし、シャットダウンリスト 3 8 1 の内容を読み出す。処理 1 2 0 3 において判定部 1 6 6 が、シャットダウンリスト 3 8 1 において第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行うよう規定されているか否かを判定する。処理 1 2 0 3 において、第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行うよう規定されている場合は処理 1 2 0 4 へ進み、第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行うよう規定されていない場合は処理 1 2 0 6 へ進む。

30

【 0 0 4 1 】

第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行うよう規定されている場合は、処理 1 2 0 4 においてシャットダウン指示部 1 6 3 が、内部バス 3 5 2 を介して第 1 演算処理部 1 0 0 のシャットダウン処理部 1 1 5 にシャットダウン処理を行うよう指示する。処理 1 2 0 5 においてシャットダウン指示部 1 6 3 が、第 1 演算処理部がシャットダウンすることを管理装置 6 0 0 へ通知し、処理 1 2 0 8 において処理を終了する。

【 0 0 4 2 】

40

一方、第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウン処理を行うよう規定されていない場合は、処理 1 2 0 6 においてシャットダウン処理完了確認部 1 6 4 が、シャットダウン処理を行うよう規定されている演算処理部のシャットダウン処理が完了したか否かを判定する。具体的には、電力管理部 3 5 0 からシャットダウン処理完了の通知を受けているか否かを、シャットダウン処理完了確認部 1 6 4 が確認する。処理 1 2 0 6 において、所定の演算処理部のシャットダウン処理が完了したと判定された場合は、処理 1 2 0 7 へ進む。処理 1 2 0 7 においてスロットリング制御解除指示部 1 6 5 が、内部バス 3 5 2 を介して第 1 演算処理部 1 0 0 のスロットリングフラグ格納部 1 1 3 の内容を書き換えることにより、スロットリング制御の解除を指示し、処理 1 2 0 8 において処理を終了する。

【 0 0 4 3 】

50

このように第１実施例では、複数の演算処理部を有する第１情報処理装置１０において電力供給部３００の電力供給量が低下した場合に、まず演算処理部に対してスロットリング制御を行うことで、電力供給部３００にかかる負荷を軽減させる。その後、一部の演算処理部をシャットダウンさせたうえで他の演算処理部のスロットリング制御を解除する。これにより、電力供給部３００にかかる負荷を軽減させたままで動作周波数を元の状態に戻すことができ、第１情報処理装置１０と協働して情報処理を行う第２情報処理装置２０の実質的な処理能力の低下を防止することが可能となる。

【００４４】

次に、スロットリング制御における動作周波数の設定に関して説明する。プロセッサの動作周波数 F と消費電力 P の関係は、一例として以下の式（１）にて表現することができる。

式（１）：

$$P = CV^2F + VI$$

式（１）において、 C はプロセッサに含まれる複数の素子の静電容量の合計値であり、 V はプロセッサの動作電圧であり、 I はプロセッサ内で流れる電流の合計値である。

【００４５】

式（１）より、動作周波数と消費電力とは比例関係にあるといえる。そのため、例えば動作周波数を半分の値にすると、消費電力は半分程度に抑えることができるものと試算できる。よって、図１に示すような２つの電源回路を有する第１情報処理装置１０において第１電源回路３１０による電力供給が途絶え、電力供給部３００全体としての電力供給量が元の状態の５０％になった場合には、スロットリング制御により動作周波数を元の状態の５０％に低下させてもよい。また、第１電源回路３１０による電力供給量が５０％に減少し、電力供給部３００全体としての電力供給量が７５％になった場合には、スロットリング制御により動作周波数を元の状態の７５％に低下させてもよい。但し、プロセッサの消費電力は、式（１）からも分かるように、動作周波数以外にも動作電圧やリーク電流等によっても変動する。また第１情報処理装置１０が、例えばプロセッサを冷却する冷却装置を有する場合、第１情報処理装置１０全体の消費電力は冷却装置を稼働するために必要な電力等も含むため、これらの要因も考慮して、スロットリング制御における動作周波数は決定される。

【００４６】

ここで、電力供給部３００の電力供給量に応じてスロットリング制御における動作周波数を設定する方法の一例を示す。電力管理部３５０の出力電圧モニタ部３６１は、スロットリング制御への移行指示とともに、電力供給量レベルを示す情報を第１演算処理部１００に通知する。この通知を受けた第１演算処理部１００のスロットリング制御部１１４は、電力供給部３００の電力供給量レベルに応じた動作周波数を選定する。動作周波数の選定は、例えば電力供給量レベルと動作周波数の対応付けを規定するテーブルを作成しておく

ことにより行ってもよい。スロットリング制御部１１４は、選定した動作周波数をクロック生成部１１２に通知してスロットリング制御を開始する。これにより、電力供給部３００の電力供給量のレベルに応じてスロットリング制御における動作周波数を設定することができる。もちろん、電力供給量が一定値を下回った場合に、電力供給量のレベルに依らずに所定の動作周波数でスロットリング制御を行ってもよい。この場合は、スロットリング制御部１１４はスロットリング制御への移行指示に従い、定められたクロック周波数をクロック生成部１１２へ指示する。

【００４７】

ここまで第１実施例について説明したが、本実施例は以下のように変形して適用することも可能である。

【００４８】

第１実施例では、第２情報処理装置２０を第１情報処理装置１０と同様の構成を有する

情報処理装置として説明した。しかし、第2情報処理装置20が複数の演算処理部を有する必要はなく、単一の演算処理部を有する構成であってもよい。

【0049】

第1実施例では、シャットダウンリスト381は電力管理部350のメモリ380に格納されているとして説明した。しかし、シャットダウンリスト381は必ずしもメモリ380に格納されなくてもよい。例えば第1制御部150及び第2制御部250の各々が、メモリ130及びメモリ230内にそれぞれシャットダウンリスト381を格納してもよい。

【0050】

第1実施例では、2つの電源回路を有する電力供給部300を例として示した。しかし本実施例は、電力供給部300が複数の電源回路を有する場合のみに適用されるものではない。例えば電力供給部300が単一の電源回路を有し、電源回路を構成する素子の劣化等によって電力供給部300の電力供給量が低下した場合にも、本実施例は適用可能である。本実施例の適用により、電源回路を構成する素子への負荷を軽くし、電源回路の更なる劣化もしくは故障を抑制することができる。また、本実施例は3つ以上の電源回路を有する場合にも適用可能である。例えば電力供給部300が3つの電源回路を有する場合、そのうちの1つの電源回路の出力電圧の低下が検出された時点でスロットリング処理を行ってもよく、または2つの電源回路の出力電圧の低下が検出された場合に初めてスロットリング処理を行うよう制御してもよい。また別の制御方法として、3つの電源回路のうちの1つの出力電圧の低下が検出された場合に第1の動作周波数でスロットリング処理を行い、2つの出力電圧の低下が検出された場合には、第1の動作周波数よりも低い第2の動作周波数でスロットリング制御を行ってもよい。

【0051】

第1実施例では、2つの演算処理部を有する第1情報処理装置10を例として説明したが、第1情報処理装置10は3つ以上の演算処理部を有してもよい。3つ以上ある演算処理部のうち、どの演算処理部をシャットダウンさせ、どの演算処理部のスロットリング制御を解除するかは、電力供給部と演算処理部の消費電力とを考慮してシャットダウンリスト381を作成する。例えば3つの電源回路と3つの演算処理部を有する情報処理装置において、1つの電源回路の出力電圧が低下した場合には1つの演算処理部をシャットダウンさせ、2つの電源回路の出力電圧が低下した場合には2つの演算処理部をシャットダウンさせるよう、シャットダウンリスト381を規定してもよい。

【0052】

尚、故障が発生した電源回路については、例えば修理又は交換を行い、復旧後に電力管理部350が電力管理バス351を介して第1制御部150へ電源回路が復旧したことを通知する。第1制御部150は、第1演算処理部100に対して立ち上げ処理を行う。

【0053】

第1実施例では、電力供給部300の電力供給量が低下したことを、電源回路の出力電圧をモニタすることによって検出する例を示したが、他の方法を用いてもよい。例えば、電源回路の出力電流をモニタすることによって電力供給量の低下を検出してもよい。

【0054】

<第2実施例>

第1実施例においては、第1演算処理部100の制御部として第1制御部150を、第2演算処理部200の制御部として第2制御部250を設け、それぞれの制御部がシャットダウン処理やスロットリング制御の解除に関する指示を行う例を示した。第2実施例では、シャットダウン処理やスロットリング制御の解除に関する指示を電力管理部350が行う。

【0055】

図11は、第2実施例における第1情報処理装置10のハードウェア構成図である。図1に示す構成と同じ構成については同一の参照符号を付す。第1実施例に比べて、第1制御部150及び第2制御部250が削減されている。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 は、第 2 実施例における電力管理部 3 5 0 の機能ブロック図である。図 3 に示す機能ブロックと同じ機能ブロックについては同一の参照符号を付し、説明を省略する。電力管理部 3 5 0 は、図 3 に示す機能に加え、メモリアクセス部 3 6 5、シャットダウン指示部 3 6 6、スロットリング制御解除指示部 3 6 7 として機能する。

【 0 0 5 7 】

メモリアクセス部 3 6 5 は、メモリ 3 8 0 にアクセスし、シャットダウンリスト 3 8 1 の内容を読み出す。シャットダウン指示部 3 6 6 は、シャットダウン処理の対象となっている演算処理部に対してシャットダウン処理を行うよう指示する。スロットリング制御解除指示部 3 6 7 は、シャットダウン処理の対象となっていない演算処理部に対してスロットリング制御の解除を指示する。

10

【 0 0 5 8 】

図 1 3 は、電力管理部 3 5 0、第 1 演算処理部 1 0 0、第 2 演算処理部 2 0 0 の間での処理の流れを示す図である。図 7 と同じ処理については同じ参照符号を付し、説明を省略する。電力管理部 3 5 0 は、第 1 演算処理部 1 0 0 及び第 2 演算処理部 2 0 0 にスロットリング制御の指示を行った後、処理 7 5 1 においてメモリ 3 8 0 にアクセスし、シャットダウンリスト 3 8 1 を参照する。そして処理 7 5 2 において、シャットダウンリスト 3 8 1 の規定内容に従って第 1 演算処理部 1 0 0 にシャットダウン処理の指示を行う。次に処理 7 5 3 において電力管理部 3 5 0 は、第 1 演算処理部 1 0 0 へ供給される電力をモニタし、第 1 演算処理部 1 0 0 のシャットダウン処理の完了を検出する。そして処理 7 5 4 において電力管理部 3 5 0 は、第 2 演算処理部 2 0 0 へスロットリング制御の解除指示を行う。

20

【 0 0 5 9 】

図 1 4 は、電力管理部 3 5 0 の処理フローチャートを示す。図 8 と同じ処理については同じ参照符号を付し、説明を省略する。処理 1 3 0 1 においてメモリアクセス部 3 6 5 が、メモリ 3 8 0 をアクセスしてシャットダウンリスト 3 8 1 を読み出す。処理 1 3 0 2 においてシャットダウン指示部 3 6 6 が、第 1 演算処理部 1 0 0 に対してシャットダウン処理を指示する。処理 1 3 0 3 においてシャットダウン指示部 3 6 6 が、管理装置 6 0 0 に対して第 1 演算処理部 1 0 0 がシャットダウンする旨の通知を行う。処理 1 3 0 4 において供給電力モニタ部 3 6 4 が、第 1 演算処理部 1 0 0 へ供給される電力をモニタする。処理 1 3 0 5 において判定部 3 6 2 が、供給電力モニタ部 3 6 4 のモニタ結果に基づき、第 1 演算処理部 1 0 0 のシャットダウン処理が完了したか否かを判定する。処理 1 3 0 5 においてシャットダウン処理が完了したと判定された場合は、処理 1 3 0 6 においてスロットリング制御解除指示部 3 6 7 が、第 2 演算処理部に対してスロットリング制御の解除指示を行い、処理 1 0 0 6 にて処理を終了させる。

30

【 0 0 6 0 】

このように第 2 実施例では、電力管理部 3 5 0 がシャットダウン処理及びスロットリング制御の解除の指示を行う。

【 0 0 6 1 】

< 第 3 実施例 >

40

第 1 実施例及び第 2 実施例では、電力供給部 3 0 0 の保護方法として、スロットリング制御に移行した後に複数の演算処理部のうちの一部をシャットダウンさせ、残りの演算処理部についてスロットリング制御を解除するという方法について説明した。電力供給部 3 0 0 の保護方法としては、他の方法も考えられる。例えば、スロットリング制御に移行した後、一部の演算処理部をシャットダウンさせることなく、全ての演算処理部のスロットリング制御を維持したまま稼働させる方法もある。この方法は、既に述べたように、第 1 情報処理装置 1 0 が第 2 情報処理装置 2 0 と協働してコンピュータシステム 1 を構築する場合においては、コンピュータシステム 1 全体としての処理能力を低下させる恐れがある。その一方でこの方法は、第 1 情報処理装置 1 0 が単独で情報処理を行う場合には、電力供給部 3 0 0 を保護する方法としては有効である。よって、第 1 情報処理装置 1 0 におい

50

て、第1実施例又は第2実施例にて説明した制御方法を含む複数の制御方法を選択可能とすれば、第1情報処理装置10の利便性が向上する。第3実施例では、電力供給部300に電力供給量の低下が発生した際に取り得る対応方法（ポリシー）を複数搭載する情報処理装置について開示する。本実施例は、図1に示したハードウェア構成を有する第1情報処理装置10、及び図11に示したハードウェア構成を有する第1情報処理装置10のどちらにも適用可能である。

【0062】

図15は、本実施例におけるシャットダウンリスト381の一例である。ここでは、2つのポリシーが選択可能な例を示す。第1ポリシーは、スロットリング制御へ移行した後、第1演算処理部100はシャットダウン処理を行い、第2演算処理部200はスロットリング制御を維持することを規定する。第2ポリシーは、スロットリング制御へ移行した後、第1演算処理部100及び第2演算処理部200の両方が、スロットリング制御を維持することを規定する。

10

【0063】

図16は、本実施例を図1に示すハードウェア構成を有する第1情報処理装置10に適用した場合の、第1制御部150の機能ブロック図である。第2制御部250は第1制御部と同様の機能を有するものであるため、説明は省略する。また図6と同一の機能ブロックについては同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0064】

第1制御部150のプロセッサ160は、所定のプログラムを実行することにより選択ポリシー格納部168として機能する。例えば第1情報処理装置10のユーザが、第1ポリシー又は第2ポリシーのいずれを実施するかを選択し、例えば第1ポリシーを選択した場合には論理値「0」を、第2ポリシーを選択した場合には論理値「1」を、選択ポリシー格納部168に格納する。メモリアクセス部162は、メモリ380に格納されたシャットダウンリスト381を参照する際、選択ポリシー格納部168に格納された選択ポリシーに対応する処理内容を読み取り、シャットダウン指示部163やスロットリング制御解除指示部165等が、シャットダウンリスト381の内容に沿った処理を行う。

20

【0065】

ここでは、本実施例を図1に示すハードウェア構成を有する第1情報処理装置10に適用した場合について説明したが、本実施例を図11に示すハードウェア構成を有する第1情報処理装置10に適用する場合は、選択ポリシー格納部168に相当する機能ブロックを電力管理部350のプロセッサ360にて実現させる。

30

【0066】

尚、選択ポリシー格納部168は、プロセッサ160にて実現する必要はなく、専用のレジスタを用いて実現してもよい。

【0067】

<第4実施例>

第1乃至第3実施例においては、電力供給部300の電力供給量が低下した際、第1情報処理装置10に含まれる全ての演算処理部に対して一様にスロットリング制御を行う例を示した。しかしこれらの実施例は、第1情報処理装置10に含まれる全ての演算処理部に対してスロットリング制御を行わず、一部の演算処理部に対してのみスロットリング制御を行うよう変更することも可能である。

40

【0068】

例えば、図1に示す第1情報処理装置10において、第1電源回路310と第2電源回路320の電力供給能力を各々700W（合計1400W）とし、第1演算処理部100及び第2演算処理部200の消費電力を各々500W（合計1000W）とする。この状態で第1電源回路310が故障して電力供給を停止したとする。この場合、第2電源回路の電力供給能力である700Wを超えないようにするためには、シャットダウンを行わない第2演算処理部200についてはスロットリング制御を行わずに500Wのままとし、第1演算処理部100の消費電力をスロットリング制御により200Wに抑えてもよい。

50

そしてその後、第1演算処理部100をシャットダウンさせる。これにより、第2演算処理部200については、動作周波数を変更することなく、第2電源回路320にかかる負荷を軽減しつつ、第2情報処理装置20の実質的な処理能力が低下することも抑制できる。

【0069】

このような制御を行う場合、電力管理部350は、電力供給部300の電力供給量の低下を検出した際、第2演算処理部200に対してはスロットリング制御の指示を行い、第1演算処理部100に対してはスロットリング制御の指示を行わない。

【0070】

更に第4実施例の変形例として、電力供給量を複数のレベルに分け、電力供給レベルがどのレベルまで低下したかによって制御を異ならせることも可能である。例えば電力供給量レベルが通常レベルである第1レベルから、第1レベルよりも低い第2レベルへ低下した場合は、第2演算処理部200の動作周波数は維持したまま第1演算処理部100をスロットリング制御し、その後、第1演算処理部100をシャットダウンさせる。また、電力供給量レベルが第2レベルより更に低い第3レベルへ低下した場合には、第1演算処理部100と第2演算処理部200の両方をスロットリング制御し、その後、第1演算処理部100をシャットダウンさせ、第2演算処理部200のスロットリング制御を解除する。

【0071】

以上の実施例に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付記1)

電力供給部と、前記電力供給部からの電力供給により動作する第1演算処理部及び第2演算処理部を有する第1情報処理装置を用いた情報処理方法であって、

前記電力供給部の電力供給量の低下に基づき、演算処理を停止させる対象として前記第1演算処理部を選択し、前記第1演算処理部の動作周波数を低下させる工程と、

前記第1演算処理部の動作周波数を低下させる工程の後に、前記第2演算処理部を動作させた状態で前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程と

を有することを特徴とする情報処理方法。

(付記2)

前記電力供給量の低下に基づき、前記第2演算処理部の動作周波数を低下させる工程を更に有することを特徴とする付記1に記載の情報処理方法。

(付記3)

前記電力供給量が低下した状態で前記第2演算処理部の動作周波数を増加させる工程を更に有することを特徴とする付記1又は2に記載の情報処理方法。

(付記4)

前記第2演算処理部の動作周波数を増加させる工程は、前記第1演算処理部の演算処理を停止させる工程の後に行われることを特徴とする付記3に記載の情報処理方法。

(付記5)

前記第1情報処理装置は、前記電力供給部の出力をモニタする電力管理部を更に有し、

前記電力供給部は、第1電源回路及び第2電源回路を含み、

前記電力供給量の低下の検出は、前記電力管理部が前記第1電源回路または前記第2電源回路の出力電圧の低下を検出することにより行われる

ことを特徴とする付記1乃至4何れか一つに記載の情報処理方法。

(付記6)

前記第1情報処理装置は、第1制御部及び第2制御部を更に有し、

前記第1演算処理部の動作周波数が低下した後、前記第1制御部が、前記第1演算処理部に演算処理を停止するよう指示する工程と、

前記第1演算処理部の演算処理が停止した後、前記第2制御部が、前記第2演算処理部に動作周波数を増加させるよう指示する工程と、

を更にすることを特徴とする付記3乃至5何れか一つに記載の情報処理方法。

(付記 7)

前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させる工程及び前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させる工程は、前記第 1 演算処理部の動作周波数及び前記第 2 演算処理部の動作周波数の各々を、第 1 周波数から第 2 周波数へ低下させる工程であり、

前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させる工程は、前記第 2 演算処理部の動作周波数を、前記第 2 周波数から前記第 1 周波数へ増加させる工程である

ことを特徴とする付記 3 乃至 6 何れか一つに記載の情報処理方法。

(付記 8)

前記第 1 情報処理装置は、ネットワークを介して第 2 情報処理装置に接続され、

前記第 2 情報処理装置は、前記第 1 周波数で動作し、前記第 1 情報処理装置と同期して情報処理を行う

ことを特徴とする付記 7 に記載の情報処理方法。

(付記 9)

コンピュータに、

電力供給部からの電力供給により第 1 演算処理部及び第 2 演算処理部を動作させ、

前記電力供給部の電力供給量の低下に基づいて、演算処理を停止させる対象として前記第 1 演算処理部を選択し、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させ、

前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させた後、前記第 2 演算処理部を動作させた状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる

ことを特徴とするプログラム。

(付記 10)

前記コンピュータに、更に、

前記電力供給量の低下に基づいて、前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させることを特徴とする付記 9 に記載のプログラム。

(付記 11)

前記コンピュータに、更に、

前記電力供給量が低下した状態で前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させることを特徴とする付記 9 又は 10 に記載のプログラム。

(付記 12)

電力供給部と、

前記電力供給部からの電力供給により動作する第 1 演算処理部及び第 2 演算処理部とを有し、

前記電力供給部の電力供給量の低下に基づき、演算処理を停止させる対象として前記第 1 演算処理部を選択し、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させ、

前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させた後に、前記第 2 演算処理部を動作させた状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる

ことを特徴とする情報処理装置。

(付記 13)

前記電力供給量の低下に基づき、前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させることを特徴とする付記 12 に記載の情報処理装置。

(付記 14)

前記電力供給量が低下した状態で前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させることを特徴とする付記 12 又は 13 に記載の情報処理装置。

(付記 15)

前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させた後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させることを特徴とする付記 14 に記載の情報処理方法。

(付記 16)

第 1 制御部及び第 2 制御部を更に有し、

前記第 1 制御部は、前記第 1 演算処理部の動作周波数が低下した後、前記第 1 演算処理部に演算処理を停止するよう指示する第 2 信号を出力し、

前記第 2 制御部は、前記第 1 演算処理部の演算処理が停止した後に、前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させるよう第 2 演算処理部に指示する第 3 信号を出力することを特徴とする付記 1 5 に記載の情報処理装置。

(付記 1 7)

前記情報処理装置は、ネットワークを介して、前記第 1 周波数で動作する他の情報処理装置に接続され、前記他の情報処理装置と同期して情報処理を行う

ことを特徴とする付記 1 4 に記載の情報処理装置。

(付記 1 8)

電力供給部と、前記電力供給部からの電力供給により動作する第 1 演算処理部及び第 2 演算処理部とを含む第 1 情報処理装置と、

10

前記第 1 情報処理装置と同期して情報処理を行う第 2 情報処理装置とを有し、

前記電力供給部の電力供給量の低下に基づき、演算処理を停止させる対象として前記第 1 演算処理部を選択し、前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させ、

前記第 1 演算処理部の動作周波数を低下させた後、前記第 2 演算処理部を動作させた状態で前記第 1 演算処理部の演算処理を停止させる

ことを特徴とするコンピュータシステム。

(付記 1 9)

前記電力供給量の低下に基づき前記第 2 演算処理部の動作周波数を低下させることを特徴とする付記 1 8 に記載のコンピュータシステム。

20

(付記 2 0)

前記電力供給量が低下した状態で前記第 2 演算処理部の動作周波数を増加させることを特徴とする付記 1 8 又は 1 9 に記載のコンピュータシステム。

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

1 コンピュータシステム

1 0 第 1 情報処理装置

2 0 第 2 情報処理装置

1 0 0 第 1 演算処理部

2 0 0 第 2 演算処理部

30

1 5 0 第 1 制御部

2 5 0 第 2 制御部

3 0 0 電力供給部

3 1 0 第 1 電源回路

3 2 0 第 2 電源回路

3 5 0 電力管理部

4 0 0、6 4 0 N I C

5 0 0 ネットワーク

1 1 0、1 6 0、2 1 0、2 6 0、3 6 0、6 1 0 プロセッサ

1 3 0、1 8 0、2 3 0、2 8 0、3 8 0、6 3 0 メモリ

40

3 5 1 電源管理バス

3 5 2 内部バス

1 1 1 演算部

1 1 2 クロック生成部

1 1 3 スロットリングフラグ格納部

1 1 4 スロットリング制御部

1 1 5 シャットダウン処理部

1 1 6 判定部

1 1 7 通信部

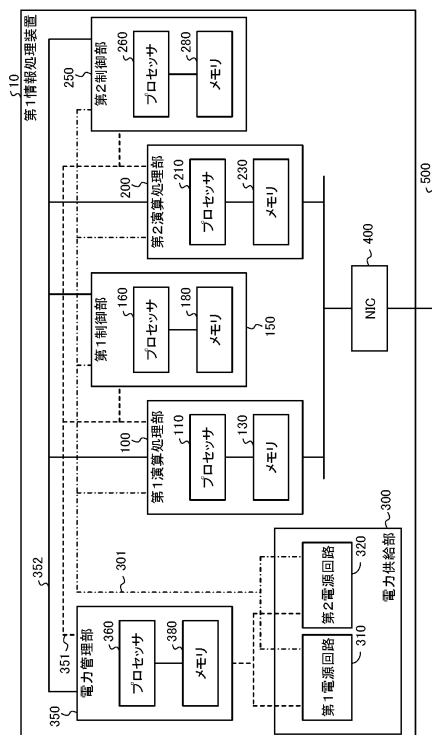
1 6 1 スロットリングモニタ部

50

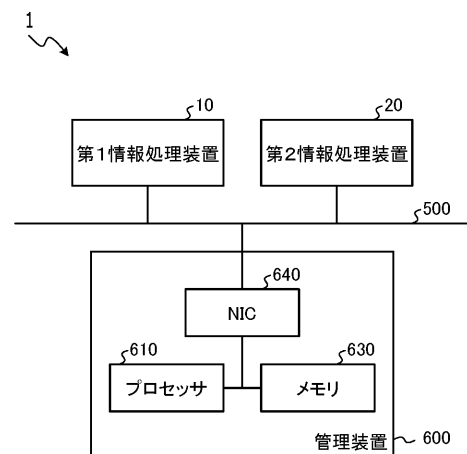
- 1 6 2 メモリアクセス部
- 1 6 3 シャットダウン指示部
- 1 6 4 シャットダウン処理完了確認部
- 1 6 5 スロットリング制御解除指示部
- 1 6 6 判定部
- 1 6 7 通信部
- 1 6 8 選択ポリシー格納部
- 3 6 1 出力電圧モニタ部
- 3 6 2 判定部
- 3 6 3 スロットリング制御指示部
- 3 6 4 供給電力モニタ部
- 3 6 5 メモリアクセス部
- 3 6 6 シャットダウン指示部
- 3 6 7 スロットリング制御解除指示部
- 3 8 1 シャットダウンリスト
- 6 0 0 管理装置

10

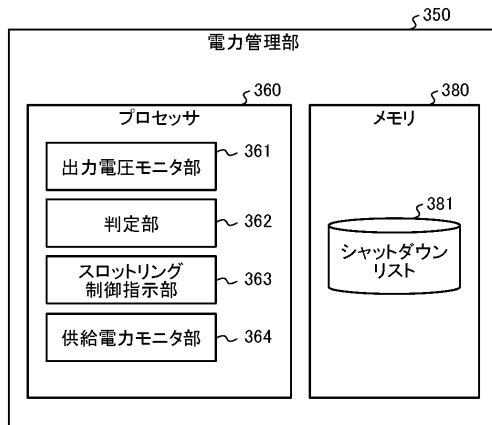
【図 1】



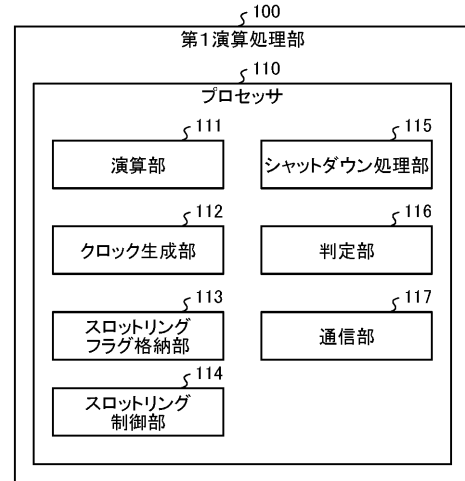
【図 2】



【 図 3 】



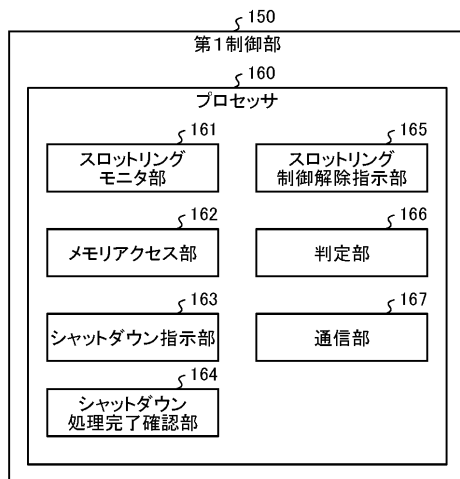
【 図 5 】



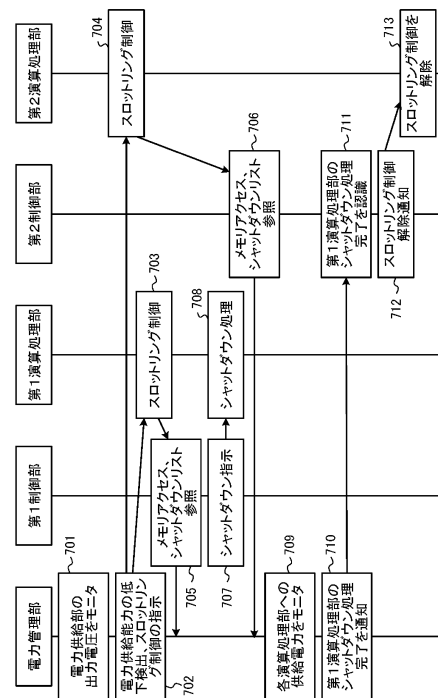
【 図 4 】

	処理内容
第1演算処理部	シャットダウン
第2演算処理部	スロットリング制御維持

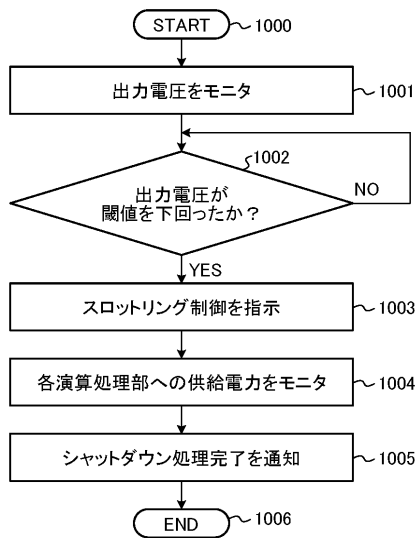
【 図 6 】



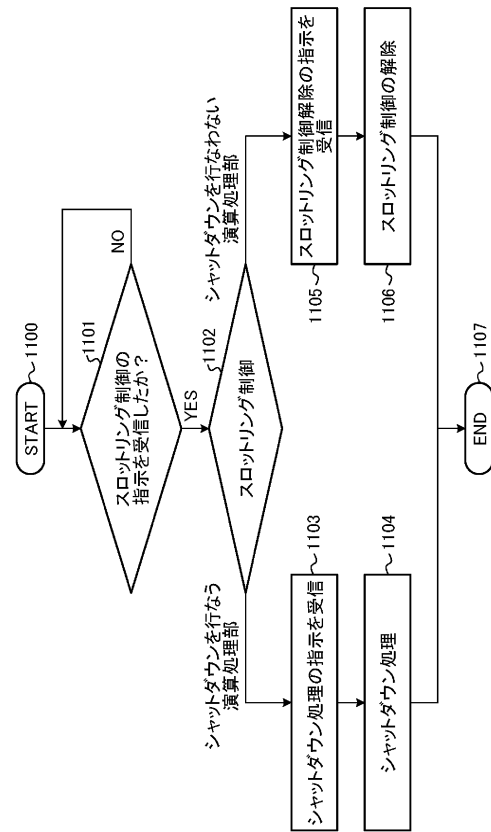
【 図 7 】



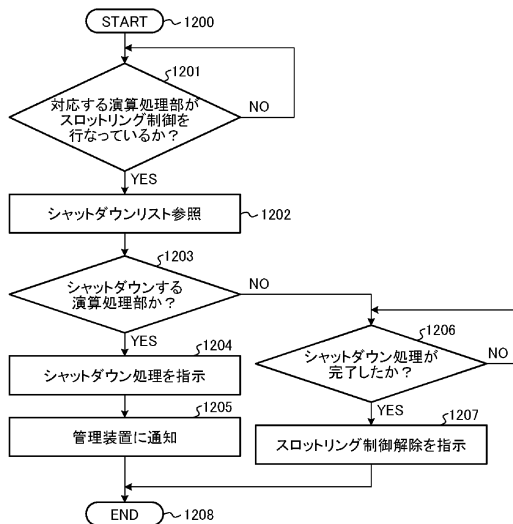
【図 8】



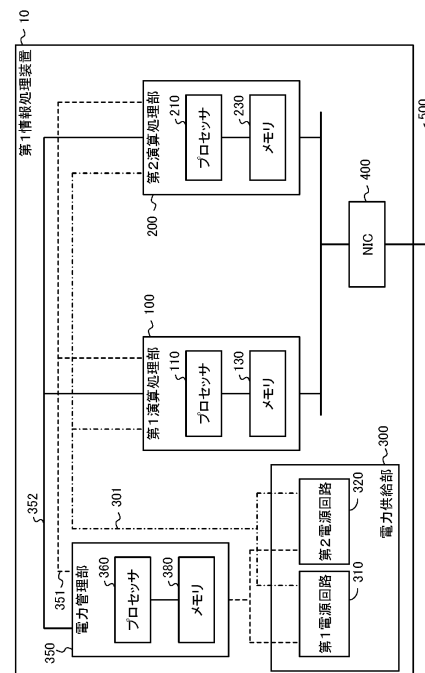
【図 9】



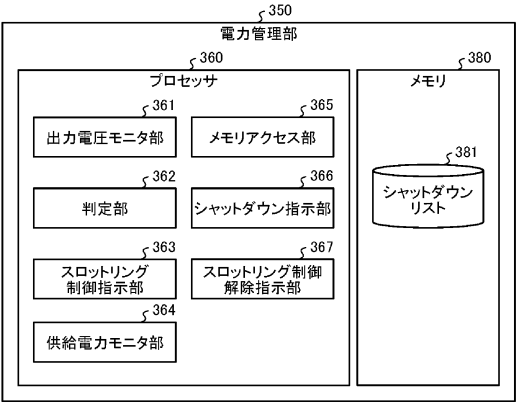
【図 10】



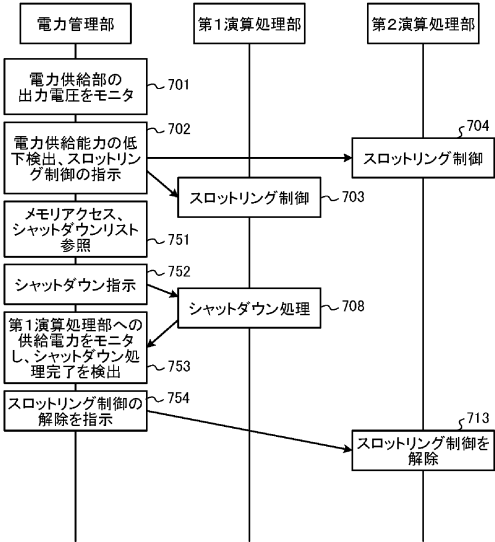
【図 11】



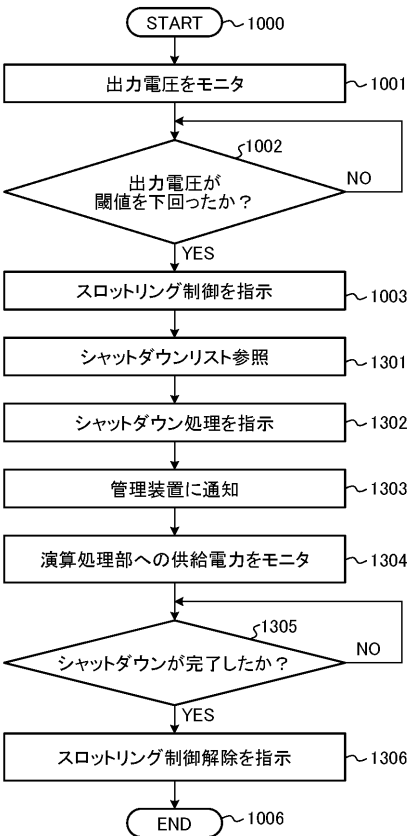
【図 1 2】



【図 1 3】



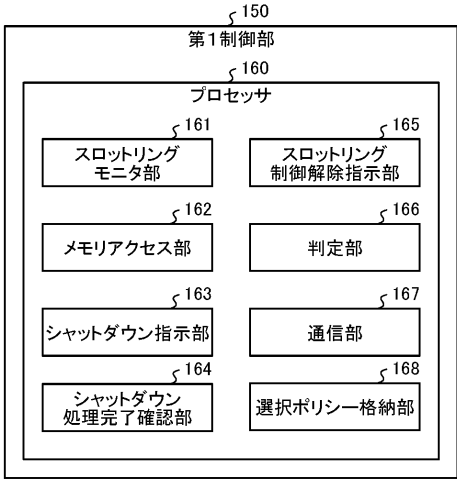
【図 1 4】



【図 1 5】

	処理内容	
	第1ポリシー	第2ポリシー
第1演算処理部	シャットダウン	スロットリング制御維持
第2演算処理部	スロットリング制御維持	スロットリング制御維持

【図 1 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2012-511199(JP,A)
特開2009-060758(JP,A)
特開2006-345051(JP,A)
特表2004-501468(JP,A)
特開2006-178854(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 1/00 - 1/32
G06F 11/30
G06F 15/16 - 15/177