

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6197873号
(P6197873)

(45) 発行日 平成29年9月20日 (2017.9.20)

(24) 登録日 平成29年9月1日 (2017.9.1)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 1/28 (2006.01)

G 0 6 F 1/28 Z

G 0 6 F 1/32 (2006.01)

G 0 6 F 1/32 Z

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2015-537431 (P2015-537431)
 (86) (22) 出願日 平成25年9月20日 (2013.9.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/005564
 (87) 国際公開番号 W02015/040654
 (87) 国際公開日 平成27年3月26日 (2015.3.26)
 審査請求日 平成28年6月16日 (2016.6.16)

(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 木田 浩平
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 株式会社富士通コンピュータテクノ
 ロジーズ内
 (72) 発明者 小島 数実
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 株式会社富士通コンピュータテクノ
 ロジーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理システム、管理装置、情報処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

演算処理部を含む第1情報処理装置と、
 前記演算処理部の動作周波数を制御する消費電力制御部と、
 管理装置と、
 を有し、
 前記管理装置は、
目標値を格納する第1格納部と、
前記目標値から前記第1情報処理装置の消費電力を減算した値が大きい程、大きい値を
示す加算値を規定した第1テーブルを格納した第1メモリと、
前記第1テーブルに従って、前記目標値と前記消費電力との差分に対応する前記加算値
を決定し、前記目標値に前記加算値を加算することにより制御値を算出する演算部と、
前記制御値を前記消費電力制御部に通知する設定部と、
 を含み、
 前記消費電力制御部は、
前記制御値を格納する第2格納部を含み、
 前記制御値と前記消費電力との差分に基づき、単位時間当たりの周波数変化量を特定し、
 前記単位時間当たりの周波数変化量で前記動作周波数を変化させ、前記消費電力が前記
第2格納部に格納された値を超えないよう、前記動作周波数を制御する、
 ことを特徴とする情報処理システム。

10

20

【請求項 2】

前記管理装置は、前記目標値から前記消費電力を減算した値が大きいほど、前記制御値から前記目標値を減算した値が大きくなるよう、前記制御値を特定することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 3】

前記消費電力制御部は、前記制御値から前記消費電力を減算した値が大きいほど、前記単位時間当たりの周波数変化量が大きくなるよう、前記単位時間当たりの周波数変化量を特定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報処理システム。

【請求項 4】

前記消費電力制御部は、前記第 2 格納部に格納された値から前記消費電力を減算した値が大きい程、前記単位時間当たりの周波数変化量が大きくなるよう、前記単位時間当たりの周波数変化量を規定した第 2 テーブルを格納した第 2 メモリを更に有することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理システム。

10

【請求項 5】

前記情報処理システムは、電力供給装置を更に有し、

前記消費電力制御部は、前記消費電力として前記電力供給装置が出力する電力を測定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載の情報処理システム。

【請求項 6】

第 1 情報処理装置に含まれる演算処理部の動作周波数を制御する消費電力制御部に接続される管理装置であって、

20

前記管理装置は、

目標値を格納する第 1 格納部と、

前記目標値から前記第 1 情報処理装置の消費電力を減算した値が大きい程、大きい値を示す加算値を規定した第 1 テーブルを格納した第 1 メモリと、

前記第 1 テーブルに従って、前記目標値と前記消費電力との差分に対応する前記加算値を決定し、前記目標値に前記加算値を加算することにより制御値を算出する演算部と、

前記制御値を前記消費電力制御部に通知する設定部と、
を有し、

前記管理装置は、前記消費電力制御部に、

前記制御値を第 2 格納部に格納させ、

30

前記制御値と前記消費電力との差分に基づき、単位時間当たりの周波数変化量を特定させ、

前記単位時間当たりの周波数変化量で前記動作周波数を変化させ、

前記消費電力が前記第 2 格納部に格納された値を超えないよう、前記動作周波数を制御させる

ことを特徴とする管理装置。

【請求項 7】

演算処理部を含む第 1 情報処理装置と、前記演算処理部の動作周波数を制御する消費電力制御部と、前記消費電力制御部に接続された管理装置と、を有する情報処理システムを用いた情報処理方法であって、

40

前記管理装置によって、

目標値から前記第 1 情報処理装置の消費電力を減算した値が大きい程、大きい値を示す加算値を規定した第 1 テーブルに従って、前記目標値と前記消費電力との差分に対応する前記加算値を決定し、

前記目標値に前記加算値を加算することにより制御値を算出し、

前記制御値を前記消費電力制御部に通知し、

前記消費電力制御部によって、

前記制御値を第 2 格納部に格納させ、

前記制御値と前記消費電力との差分に基づき、単位時間当たりの周波数変化量を特定し

50

前記単位時間当たりの周波数変化量で前記動作周波数を変化させ、
 前記消費電力が前記第2格納部に格納された値を超えないよう、前記動作周波数を制御する、
 ことを特徴とする情報処理方法。

【請求項8】

コンピュータに、
 目標値から第1情報処理装置の消費電力を減算した値が大きい程、大きい値を示す加算値を規定した第1テーブルに従って、前記目標値と前記消費電力との差分に対応する前記加算値を決定する処理と、

前記目標値に前記加算値を加算することにより制御値を算出する処理と、

前記制御値を消費電力制御部に通知し、前記消費電力制御部に、前記制御値を第2格納部に格納させ、前記制御値と前記消費電力との差分に基づき、単位時間当たりの周波数変化量を特定させ、前記単位時間当たりの周波数変化量で動作周波数を変化させ、前記消費電力が前記第2格納部に格納された値を超えないよう、前記動作周波数を制御させる処理と、

を実行させるためのプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願開示は、情報処理システム、管理装置、情報処理方法及びプログラムに関する。

20

【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、情報処理装置に許容される消費電力の上限値が規定される場合がある。情報処理装置は、消費電力を制御するための制御部を備え、消費電力が上限値を超えないよう、情報処理装置の消費電力を制御する。

【0003】

情報処理装置の消費電力を制御する方法として、情報処理装置に含まれる演算処理部であるプロセッサの動作周波数を制御する方法がある。プロセッサは、クロック生成回路により生成されたクロックを動作クロックとして受信し、そのクロックに基づいて演算処理を行う。プロセッサの動作周波数を増加させると、プロセッサの処理能力も向上する。そのため、例えばプロセッサ内で処理待ち状態のタスクが増加する等して、プロセッサの処理能力を向上させる必要がある場合には、クロック生成回路はプロセッサに供給するクロックの周波数を増加させる。しかし、プロセッサの動作周波数が上昇すると、プロセッサが消費する電力も増加してしまう。そのため消費電力制御部は、消費電力が上限値を超えない範囲でクロック生成回路の出力クロックの周波数を制御する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-51300号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

情報処理装置にて実際に消費されている電力と、設定された上限値との間に乖離が生じる場合がある。例えば情報処理装置に設定される消費電力の上限値が変更された場合等である。情報処理装置の消費電力が上限値に満たない状態であって、かつ、プロセッサの処理能力を向上させる必要がある場合、消費電力制御部は、上限値を目標値としてクロック周波数を変更させる。具体的には、クロック生成回路の出力クロックの周波数の変更及び消費電力のモニタを繰り返し行い、消費電力が目標値に遷移するようフィードバック制御を行う。消費電力の遷移が完了するまでの過渡的な期間は、プロセッサの処理能力を十分

50

に活かすことができていない期間であり、短縮されることが好ましい。

【 0 0 0 6 】

また、情報処理装置の消費電力が上限値を超えている場合には、消費電力制御部は、上限値を目標値とし、消費電力が目標値まで低下するようクロックの周波数を低下させる。消費電力の遷移が完了するまでの過渡的な期間は、消費電力が上限値を超えている状態が継続されている期間であり、短縮されることが好ましい。

【 0 0 0 7 】

本願開示の技術は、情報処理装置の消費電力の遷移速度を増加させ、プロセッサの処理能力を十分に活かすことができていない期間や消費電力が上限値を超えている期間を短縮することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

開示の情報処理システムは、演算処理部を含む第1情報処理装置と、演算処理部の動作周波数を制御する消費電力制御部と、管理装置と、を有し、管理装置は、目標値を格納する第1格納部と、目標値から第1情報処理装置の消費電力を減算した値が大きい程、大きい値を示す加算値を規定した第1テーブルを格納した第1メモリと、第1テーブルに従って、目標値と消費電力との差分に対応する加算値を決定し、目標値に加算値を加算することにより制御値を算出する演算部と、制御値を消費電力制御部に通知する設定部と、を含み、消費電力制御部は、制御値を格納する第2格納部を含み、制御値と消費電力との差分に基づき、単位時間当たりの周波数変化量を特定し、単位時間当たりの周波数変化量で動作周波数を変化させ、消費電力が第2格納部に格納された値を超えないよう、動作周波数を制御する。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

情報処理装置の消費電力の遷移速度を増加させ、プロセッサの処理能力を十分に活かすことができない期間や消費電力が上限値を超えている期間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図1】第1実施例におけるコンピュータシステムのハードウェア構成を示す図である。

【図2】第1実施例における消費電力制御部の機能ブロック図である。

【図3】第1実施例における周波数変更値量テーブルの例を示す図である。

【図4】第1実施例における消費電力制御部の処理フローチャートである。

【図5】第1実施例における消費電力の遷移挙動を示すグラフである。

【図6】第1実施例における管理装置の機能ブロック図である。

【図7】第1実施例における加算値テーブルの例を示す図である。

【図8】第1実施例における管理装置の処理フローチャートである。

【図9】第1実施例における消費電力の遷移挙動を示すグラフである。

【図10】第2実施例における消費電力制御部の機能ブロック図である。

【図11】第2実施例における周波数 - 電圧対応テーブルの例を示す図である。

【図12】第2実施例における消費電力制御部の処理フローチャートである。

【図13】第4実施例におけるコンピュータシステムのハードウェア構成を示す図である。

【図14】第4実施例における消費電力の遷移挙動を示すグラフである。

【図15】第4実施例における管理装置の機能ブロック図である。

【図16】第4実施例における管理装置の処理フローチャートである。

【図17】PLL回路の回路構成を示す図である。

【図18】DC - DCコンバータの回路構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

< 第1実施例 >

10

20

30

40

50

第1実施例では、情報処理装置で消費されている電力が上限値と乖離している場合に、上限値を目標値とし、消費電力と目標値との差分に応じて、目標値とは異なる値を有する制御値を用いて消費電力制御を行うことにより、消費電力の遷移速度を増加させるものである。

【0012】

図1は、第1実施例における情報処理を行うコンピュータシステムのハードウェア構成図である。コンピュータシステム1は、互いにネットワーク500を介して接続された第1情報処理装置100と管理装置300を有する。第1情報処理装置100は、プロセッサ10と、メモリ30と、ネットワークインターフェースカード(NIC)40と、Phase Locked Loop(PLL)回路60と、DC-DCコンバータ70と、消費電力制御部80とを有する。演算処理部であるプロセッサ10はメモリ30にバスで接続され、メモリ30にアクセスすることができる。NIC40は、ネットワーク500を介して第1情報処理装置100と管理装置300との間でのデータ転送を行う。PLL回路60はクロック生成回路であり、所望の周波数を有するクロックを生成し、プロセッサ10に供給する。プロセッサ10はPLL回路60から受信したクロックを用いて演算処理を行う。DC-DCコンバータ70は電力供給回路であり、プロセッサ10に電力を供給する。尚、DC-DCコンバータ70は、プロセッサ10以外のハードウェア、例えばメモリ30やPLL回路60や消費電力制御部80にも電力供給を行ってもよい。消費電力制御部80は、第1情報処理装置100で消費される電力の制御を行う。

【0013】

消費電力制御部80は、プロセッサ110とメモリ130とを有する。演算処理部であるプロセッサ110はメモリ130に配線で接続され、メモリ130にアクセスすることができる。尚、消費電力制御部80は、メモリ130を有していなくともよい。この場合、プロセッサ110は、演算処理に用いるプログラムやデータをメモリ30に格納してもよい。また図1では、消費電力制御部80を第1情報処理装置100に含まれる構成として示したが、消費電力制御部80が第1情報処理装置100の外部に配置され、ネットワーク500を介して第1情報処理装置100に接続される構成であってもよい。

【0014】

管理装置300は、プロセッサ310と、メモリ330と、NIC340とを有する。演算処理部であるプロセッサ310はメモリ330に配線で接続され、メモリ330にアクセスすることができる。NIC340は、ネットワーク500を介して管理装置300と第1情報処理装置100との間のデータ転送を行う。

【0015】

第1情報処理装置100は例えばサーバであり、管理装置300は例えば管理サーバである。プロセッサ10、110、310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り、メモリ30、130、330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。

【0016】

図1においては、第1情報処理装置100はプロセッサ10の他に、メモリ30、NIC40、PLL回路60、DC-DCコンバータ70および消費電力制御部80を含むものとして図示した。しかしプロセッサ10以外の構成は、いずれも第1情報処理装置100の内部に含まれる必要はない。例えばPLL回路60やDC-DCコンバータ70や消費電力制御部80は、第1情報処理装置100の外部に設けられてもよい。またPLL回路60はプロセッサ10に内蔵されてもよい。

【0017】

以下に示す図2から図5は、消費電力制御部80の機能及び消費電力制御部80が行う

10

20

30

40

50

消費電力の制御方法に関して説明するものである。また図 6 から図 9 は、消費電力制御部 80 に対する管理装置 300 の制御機能及び制御フローを示すものである。

【0018】

図 2 は、消費電力制御部 80 の有するプロセッサ 110 の機能ブロック、およびメモリ 130 に格納される情報を示す図である。プロセッサ 110 は、メモリ 130、メモリ 30、メモリ 330 又は他の情報処理装置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 2 に示す各ブロックの機能を実現する。プロセッサ 110 は、第 1 上限値格納部 111、消費電力測定部 112、第 1 測定値格納部 113、タイマー部 114、演算部 115、タスクマネージャ 116、判定部 117 および設定部 118 として機能する。

10

【0019】

第 1 上限値格納部 111 は、第 1 情報処理装置 100 の消費電力の上限値を格納する。上限値は、第 1 情報処理装置 100 の電力制御を行う際のターゲットとなる値（目標値）の一例である。第 1 上限値格納部 111 に格納される値は、例えば管理装置 300 から与えられる。消費電力測定部 112 は、第 1 情報処理装置 100 で消費されている電力を測定する。消費電力の測定方法としては種々の方法が適用可能である。例えば DC - DC コンバータ 70 の出力電圧及び出力電流をモニタすることにより消費電力を測定してもよい。この場合に測定される消費電力は、プロセッサで消費される電力に加え、DC - DC コンバータ 70 が電力を供給する他の回路素子で消費される電力も含めた値となる。例えば DC - DC コンバータ 70 が PLL 回路 60 にも電力供給を行う場合は、PLL 回路にて消費される電力も含めて測定される。消費電力の別の測定方法としては、第 1 情報処理装置 100 の消費電力のうち、プロセッサ 10 で消費される電力を測定し、その値を第 1 情報処理装置 100 の消費電力としてもよい。プロセッサ 10 で消費される電力 P は、例えば以下の式（1）で表すことができる。

20

式（1）：

【数 1】

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

【0020】

式（1）において、C はプロセッサ 10 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 10 の動作電圧であり、F はプロセッサ 10 の動作周波数であり、I はプロセッサ 10 内で流れる電流の合計値である。消費電力測定部 112 は、例えば式（1）を用いて消費電力を算出してもよい。本明細書において、「第 1 情報処理装置 100 の消費電力の測定」という記載は、第 1 情報処理装置 100 全体の消費電力を測定するものと、プロセッサ 10 の消費電力を測定するものの両方を含む意味として用いる。消費電力測定部 112 は、一定の時間間隔、または後述する消費電力測定間隔として定められた時間間隔にて消費電力を測定する。

30

【0021】

第 1 測定値格納部 113 は、消費電力測定部 112 によって測定された消費電力の値を格納する。消費電力測定部 112 は所定時間毎に消費電力の測定を行うため、測定値格納部 113 は新たに測定された測定値のみを格納して保存するようにしてもよい。

40

【0022】

タイマー部 114 は、一定の時間間隔、または後述する消費電力測定間隔として定められた時間間隔にて、プロセッサ 10 の消費電力を測定するよう消費電力測定部 112 に指示する。プロセッサ 10 による消費電力の測定は、一定の間隔で行ってもよく、後述する周波数変更量テーブル 131 に規定される時間間隔で行ってもよい。

【0023】

演算部 115 は、消費電力の制御に必要な種々の演算、例えば第 1 上限値格納部 111 に格納された値から、第 1 測定値格納部 113 に格納された値を減算する処理を行う。タ

50

スクマネージャ 116 は、プロセッサ 10 内で処理待ち状態にあるタスクの量などを管理し、必要に応じて動作周波数の向上要求を行う。判定部 117 は、演算部 115 の演算結果に基づき、消費電力の測定値が上限値を超えているか否かの判定を行う。また判定部 117 は、タスクマネージャ 116 からの動作周波数向上要求の有無及び消費電力が上限値を超えているか否かの判定の結果に基づき、プロセッサ 10 の動作周波数を変更すべきか否かを判定する。設定部 118 は、判定部 117 の判定結果に基づき、後述する周波数変更量テーブル 131 の記載内容に沿って、PLL 回路 60 に出力クロックの周波数の変更を指示する。尚、ここに示した機能の全てがプロセッサ 110 で実現される必要はなく、例えば第 1 上限値格納部 111 や第 1 測定値格納部 113 は、プロセッサ 110 の外部に設けられた専用のレジスタ等を用いてもよい。

10

【0024】

メモリ 130 は周波数変更量テーブル 131 を格納する。周波数変更量テーブル 131 の内容を図 3 に例示する。周波数変更量テーブル 131 は、消費電力の上限値と測定値との差分と、PLL 回路 60 が出力するクロックの周波数変更量との対応関係を規定するテーブルである。また図 3 に示す例において、周波数変更量テーブル 131 は更に、消費電力の上限値と測定値との差分と、消費電力測定部 112 が消費電力の測定を行う時間間隔との対応関係も規定する。

【0025】

周波数変更量テーブル 131 の第 1 行から第 3 行の記載は、消費電力の測定値が上限値に満たない場合を示している。例えば周波数変更量テーブル 131 の第 1 行の記載は、消費電力の上限値から測定値を減算した値が 50W 以上であれば、PLL 回路 60 から出力されるクロックの周波数を 200MHz 増加させ、10 秒後に再度、消費電力測定部 112 にプロセッサ 10 の消費電力を測定させることを意味する。また周波数変更量テーブル 131 の第 3 行の記載は、消費電力の上限値から測定値を減算した値が 0W 以上かつ 20W 未満であれば、PLL 回路 60 から出力されるクロックの周波数を 30MHz 増加させ、10 秒後に再度、消費電力測定部 112 にプロセッサ 10 の消費電力を測定させることを意味している。図 3 に示す例のように、消費電力の上限値と測定値の差分が小さいほど、周波数変更量は小さい値に設定される。

20

【0026】

周波数変更量テーブル 131 の第 4 行から第 6 行の記載は、消費電力の測定値が上限値を超えている場合を示している。周波数変更量テーブル 131 の第 6 行の記載は、消費電力の上限値から測定値を減算した値が -50W 未満であれば、PLL 回路 60 から出力されるクロックの周波数を 200MHz 減少させ、10 秒後に再度、消費電力測定部 112 にプロセッサ 10 の消費電力を測定させることを意味している。また周波数変更量テーブル 131 の第 4 行の記載は、消費電力の上限値から測定値を減算した値が 0W 未満かつ -20W 以上であれば、PLL 回路 60 から出力されるクロックの周波数を 30MHz 減少させ、10 秒後に再度、消費電力測定部 112 にプロセッサ 10 の消費電力を測定させることを意味している。図 3 に示す例のように、消費電力の上限値と測定値の差分の絶対値が小さいほど、周波数変更量の絶対値は小さい値に設定される。尚、図 3 に示される具体的な数値はあくまでも一例であり、他の数値であってもよい。また、周波数変更量テーブル 131 は必ずしもメモリ 130 に格納される必要はなく、メモリ 30 やその他のメモリに格納されてもよい。

30

40

【0027】

図 4 は、消費電力制御部 80 の有するプロセッサ 110 の処理フローチャートである。図 4 の処理は処理 1000 により開始される。処理 1001 において、第 1 上限値格納部 111 が、第 1 情報処理装置 100 の消費電力の上限値を格納する。処理 1002 において消費電力測定部 112 が、第 1 情報処理装置 100 の消費電力を測定する。処理 1003 において、第 1 測定値格納部 113 が、消費電力の測定値を格納する。処理 1004 において判定部 117 が、第 1 上限値格納部 111 への上限値の格納が終了したことを示す完了通知を管理装置 300 から受けたか否かを判定し、完了通知を受けるまで処理 100

50

4を繰り返す。処理1004において判定部117が完了通知を受けたと判定すると処理1005へ移行する。完了通知についての詳細は後述する。処理1005において演算部115が、第1上限値格納部111に格納された値から、第1測定値格納部113に格納された値を減算した差分値を算出する。処理1006において判定部117が、消費電力の測定値が上限値を超えているか否かを判定する。測定値が上限値を超えていると判定された場合は、処理1008へ移行し、測定値が上限値を超えていないと判定された場合は、処理1007へ移行する。処理1007において判定部117が、タスクマネージャ116が周波数増加要求を行っているか否かを判定する。処理1007において、タスクマネージャ116が周波数増加要求を行っているとは判定された場合は処理1008へ移行し、タスクマネージャ116が周波数増加要求を行っていないと判定された場合は処理1002へ戻る。

10

【0028】

処理1008において設定部118が、周波数変更量テーブル131を参照し、処理1005で算出された差分値に対応する周波数変更量を取得する。処理1009において設定部118が、周波数変更量テーブル131から取得された周波数変更量に基づいて、出力クロックの周波数を変更するようPLL回路60に指示する。処理1010においてタイマー部114が、処理1002にて消費電力測定部112が測定を行ってから所定時間が経過したか否かを判断し、所定時間が経過した場合に処理1002に戻る。

【0029】

図5は、図3に示す周波数変更量テーブル131を用いた制御が行われた場合の、第1情報処理装置100の消費電力の遷移挙動を示すグラフである。図5に示されるグラフは、横軸に時間、縦軸に消費電力の測定値を示している。消費電力の上限値として200Wが第1上限値設定部111に設定されている場合を例示する。時刻T1においては、第1情報処理装置100の消費電力の測定値は130Wを示している。この場合、上限値と測定値の差分は70Wである。周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が70Wの場合は、周波数変更量が200MHzと規定されている。よって、PLL回路60の出力クロックの周波数は200MHz増加するように制御される。また周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が70Wの場合は、消費電力測定間隔は10秒と定められているので、時刻T1の10秒後の時刻T2のタイミングで第1情報処理装置100の消費電力の測定が行われる。

20

30

【0030】

次に、時刻T2における第1情報処理装置100の消費電力の測定値は160Wを示している。この場合、上限値と測定値の差分は40Wである。周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が40Wの場合は、周波数変更量が100MHzと規定されている。よって、PLL回路60の出力クロックの周波数は100MHz増加するように制御される。また周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が40Wの場合は、消費電力測定間隔は10秒と定められているので、時刻T2の10秒後の時刻T3のタイミングで第1情報処理装置100の消費電力測定が行われる。

【0031】

同様の手順により時刻T3、T4における第1情報処理装置100の消費電力が測定される。時刻T4においては、第1情報処理装置100の消費電力の測定値は190Wを示している。この場合、上限値と測定値の差分は10Wである。周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が10Wの場合は、周波数変更量が30MHzと規定されている。よって、PLL回路60の出力クロックの周波数は30MHz増加するように制御される。また周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が10Wの場合は、消費電力測定間隔は10秒と定められているので、時刻T4の10秒後の時刻T5のタイミングで第1情報処理装置100の消費電力測定が行われる。同様の手順により時刻T6以降の第1情報処理装置100の消費電力が測定される。

40

【0032】

このように消費電力制御部80は、第1情報処理装置100の消費電力の上限値と測定

50

値の差分を算出し、差分が大きいときはクロック周波数を大きく変化させ、差分が小さくなるとクロック周波数を小さく変化させる。

【 0 0 3 3 】

尚、図 3 に示す周波数変更量テーブル 1 3 1 では、消費電力測定間隔は、上限値と測定値との差分に依らず全て 1 0 秒と規定されているが、上限値と測定値との差分に応じて異なる値を規定してもよい。例えば上限値と測定値との差分の絶対値が 2 0 W 以下である場合に、消費電力測定間隔を 2 0 秒とするなど、他に比べて長い時間を設定してもよい。このように設定することで、消費電力が短期間に大量に変動することが少ないと考えられる場合において測定間隔を広く設定することができ、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力を測定するために使用されるプロセッサ 1 1 0 の消費電力を抑制することができる。

10

【 0 0 3 4 】

また、図 3 に示す周波数変更量テーブルは一回の変更において変化させる周波数を規定しているが、周波数の変更はこのような離散的な値で行うものに限られない。より連続的に周波数を変化させる制御を行ってもよい。その場合は、周波数変更量テーブル 1 3 1 には単位時間当たりの周波数変化量が規定される。尚、本願明細では、図 3 のように離散的に周波数を変更させる場合においては、周波数変更量を消費電力測定間隔で除算した値を、単位時間当たりの周波数変化量と同義のものとして扱う。

【 0 0 3 5 】

ここまで図 2 から図 5 を用いて、消費電力制御部 8 0 の機能及び制御方法を説明した。次に、図 6 から図 9 を用いて、消費電力制御部 8 0 に対する管理装置 3 0 0 の機能及び制御方法を説明する。

20

【 0 0 3 6 】

図 6 は、管理装置 3 0 0 が有するプロセッサ 3 1 0 の機能ブロック及びメモリ 3 3 0 に格納される情報を示す図である。プロセッサ 3 1 0 は、メモリ 3 3 0、メモリ 3 0、メモリ 1 3 0 又は他の処理装置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。プロセッサ 3 1 0 は、第 2 上限値格納部 3 1 1、第 2 測定値格納部 3 1 2、演算部 3 1 3、加算値取得部 3 1 4、および設定部 3 1 5 として機能する。

【 0 0 3 7 】

第 2 上限値格納部 3 1 1 は、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力の上限値を格納する。第 2 上限値格納部 3 1 1 に格納される値は、例えば管理装置 3 0 0 に接続されるユーザ端末から設定可能である。第 2 測定値格納部 3 1 2 は、プロセッサ 1 1 0 の消費電力測定部 1 1 2 から測定結果を受信して格納する。消費電力測定部 1 1 2 は、所定の時間間隔で消費電力の測定を行うため、第 2 測定値格納部 3 1 2 は最新の測定値のみを保存するようにしてもよい。演算部 3 1 3 は、管理装置 3 0 0 の行う処理に必要な演算、例えば第 2 上限値格納部 3 1 1 に格納された値から第 2 測定値格納部 3 1 2 に格納された値の減算等の演算を行う。加算値取得部 3 1 4 は、後述する加算値テーブル 3 3 1 を参照し、演算部 3 1 3 により算出された消費電力の上限値と測定値の差分に対応する加算値を取得する。加算値の技術的意義については後述する。設定部 3 1 5 は、加算値取得部 3 1 4 によって取得された加算値を、第 2 上限値格納部 3 1 1 に格納された上限値に足し合わせ、足し合わせた値を、消費電力制御部 8 0 の第 1 上限値格納部 1 1 1 に格納する。本明細において「本来の上限値」とは、管理装置 3 0 0 の第 2 上限値格納部 3 1 1 に格納される値を意味するものとして使用する。また本明細書において「制御値」とは、第 2 上限値格納部 3 1 1 に格納された本来の上限値に加算値を足し合わせ、消費電力制御部 8 0 の第 1 上限値格納部 1 1 1 に格納される値を意味するものとして使用する。

30

40

【 0 0 3 8 】

メモリ 3 3 0 は、加算値テーブル 3 3 1 を格納する。ここで加算値の技術的意義について、図 7 に示す加算値テーブル 3 3 1 の一例を用いて説明する。加算値テーブル 3 3 1 は、消費電力の上限値と測定値との差分と、その差分に対応する加算値との対応関係を規定するものである。例えば上限値が 2 0 0 W であって測定値が 1 3 0 W である場合は、上限

50

値と測定値との差分は70Wである。図7に示す加算値テーブル331の例では、差分値が70Wの場合、対応する加算値は50Wである。この場合、加算値50Wを上限值200Wに加えた250Wが制御値として算出される。制御値は、消費電力制御部80の第1上限値格納部111に格納される。プロセッサ110は、第1上限値格納部111に格納される、本来の上限値とは異なるこの制御値を上限值として認識、第1情報処理装置100の消費電力の制御を行うことになる。

【0039】

図7に示す加算値テーブル331の例では、上限値と測定値との差分の絶対値が大きいほど、加算値の絶対値が大きく設定されている。このように加算値を設定し、本来の上限値に加算して第1上限値格納部111に格納することにより、上限値と測定値の差分が大きい状態においては、実際の差分よりも大きな差分があるかのように消費電力制御部80に認識させることができる。これによって、周波数変更量テーブル131に規定される変更量以上の変更量で周波数を変更させることができる。そして、上限値と測定値の差分が小さくなると、消費電力制御部80に本来の上限値を用いた消費電力の制御をさせることができる。

【0040】

図8は、管理装置300の有するプロセッサ310の処理フローチャートである。図8の処理は処理1100により開始する。処理1101において第2上限値格納部311が、プロセッサ10の消費電力の上限値を格納する。上限値は、外部のユーザ端末から管理装置300に入力される値を用いてもよく、または設定部315が他の情報処理装置の消費電力とのバランスに基づいて定める値を用いてもよい。処理1102において第2測定値格納部312が、プロセッサ110にアクセスして消費電力測定部112もしくは第1測定値格納部113から電力の測定値を取得し、取得した測定値を格納する。処理1103において演算部313が、第2上限値格納部311に格納された値から第2測定値格納部312に格納された値を減算する。処理1104において加算値取得部314が、加算値テーブル331にアクセスし、演算部313によって算出された差分値に対応する加算値を取得する。処理1105において演算部313が、取得した加算値を第2上限値格納部311に格納された本来の上限値に加算して制御値を算出する。処理1106において設定部315が、演算部313によって算出された制御値を、消費電力制御部80の第1上限値格納部111に格納する。処理1107において設定部315は、第1上限値格納部111への制御値の格納が終了したことを示す完了通知を、消費電力制御部80へ通知する。

【0041】

次に、管理装置300により算出された制御値を第1上限値格納部111に設定することにより、第1情報処理装置100の消費電力がどのような遷移挙動を示すかについて、図9を用いて説明する。図9は、第1情報処理装置100の消費電力の遷移挙動を示すグラフである。図9に示されるグラフは、図5と同様に、横軸に時間、縦軸に消費電力を示している。消費電力の上限値として200Wが第2上限値設定部311に設定されている場合を例示する。尚、白丸で示すプロットが、管理装置300による図8の制御が行われた場合の消費電力であり、黒丸で示すプロットは、図5に示すプロットと同一の値であって、比較のために表示するものである。

【0042】

まず時刻T1においては、第1情報処理装置100の消費電力の測定値は130Wを示している。この場合、上限値と測定値の差分は70Wである。加算値テーブル331において、上限値と測定値の差分が70Wの場合は加算値が50Wと規定されている。よって、上限値である200Wに、加算値である50Wを加えた250Wが制御値となる。そして制御値250Wが消費電力制御部80の第1上限値格納部111に格納される。

【0043】

第1上限値格納部111に格納された250Wと測定値130Wとの差分は120Wである。よって、周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が120W

10

20

30

40

50

の場合の周波数変更量として規定される200MHzだけ、PLL回路60の出力クロックの周波数が増加するよう制御される。また周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が120Wの場合は、消費電力測定間隔は10秒と定められているので、時刻T1の10秒後の時刻T2のタイミングで第1情報処理装置100の消費電力の測定が行われる。

【0044】

次に、時刻T2においては、第1情報処理装置100の消費電力の測定値は160Wを示している。この場合、上限値と測定値の差分は40Wである。加算値テーブル331において、上限値と測定値の差分が40Wの場合の加算値は20Wと規定されている。よって、上限値である200Wに、加算値である20Wを加えた220Wが制御値となる。そして制御値220Wが消費電力制御部80の第1上限値格納部111に格納される。第1上限値格納部111に格納された220Wと測定値160Wとの差分は60Wである。よって、周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が60Wの場合の周波数変更量として規定される200MHzだけ、PLL回路60の出力クロックの周波数が増加するよう制御される。また周波数変更量テーブル131において、上限値と測定値の差分が60Wの場合は、消費電力測定間隔は10秒と定められているので、時刻T2の10秒後の時刻T3のタイミングで第1情報処理装置100の消費電力の測定が行われる。

【0045】

更に、時刻T3においては、第1情報処理装置100の消費電力の測定値は190Wを示している。この場合、上限値と測定値の差分は10Wである。加算値テーブル331において、上限値と測定値の差分が10Wの場合は加算値が0Wと規定されている。よってこの場合は、上限値である200Wがそのまま制御値となる。そして制御値200Wが消費電力制御部80の第1上限値格納部111に格納される。以下、同様の制御を繰り返して時刻T4以降の各時刻における消費電力が測定される。

【0046】

ここで、管理装置300が算出する制御値に基づく制御を行った白丸の値は、図5で示した黒丸の値よりも、時刻T3以降においては上限値に近い消費電力を示している。これは、時刻T2から時刻T3への周波数の増加量が、黒丸では100MHzであったのに対し、白丸では200MHzとなったことに起因する。つまり、白丸の制御においては、本来の上限値よりも高い値に設定された制御値を一時的な上限値として用いることにより、クロック周波数を急峻に上昇させることができた。また、消費電力の測定値が本来の上限値に近づいた場合には、制御値を本来の上限値に戻すことにより、最終的な消費電力を本来の上限値に抑えるよう制御している。このように、本実施例においては、消費電力制御部80に与える上限値を、消費電力の上限値から測定値を差し引いた値が大きい場合には一時的に、本来の上限値よりも高い値を与え、差分が小さい場合は本来の上限値を与えることにより、消費電力の上限値への収束時間を短縮することが可能となる。

【0047】

図9では消費電力の測定値が、上限値に満たない場合について説明した。消費電力の測定値が上限値を上回っている場合も、図8に示す管理装置300の制御及び図4に示す消費電力制御部80の制御により、消費電力の上限値への収束時間を短縮することが可能となる。

【0048】

尚、第1情報処理装置100において、第1上限値格納部111に格納し得る値の上限値と下限値が定められている場合がある。例えば第1情報処理装置100に含まれるハードウェアが過熱によって破壊されることを防止するために最大消費電力が設けられる場合や、プロセッサ10による演算処理の信頼性を確保するために最低消費電力が設けられている場合がある。管理装置300から与えられる制御値が、第1情報処理装置100内において規定された最大消費電力を超える場合は、最大消費電力を第1上限値格納部111に格納する。また、管理装置300から与えられる制御値が、第1情報処理装置100内

において規定された最低消費電力を下回る場合は、最低消費電力を第1上限値格納部111に格納する。

【0049】

このように本実施例においては、本来の上限値に加算値を足し合わせた制御値を、一時的な上限値として消費電力制御部80に与えることで、急峻な消費電力変更を実現する方法を説明した。この方法は、周波数変更量テーブル131の内容を変更することが困難な場合に特に有効である。例えば市販のサーバを利用するユーザは、そのサーバが内部で規定している消費電力制御ポリシーまたはその一部である周波数変更量の規定内容を変更することができない場合がある。そのような場合、本実施例にて説明した管理装置300をサーバに接続し、サーバの上限値格納部に対して与える制御値を制御することにより、より高速に消費電力を変化させることが可能となる。また、例えば電力料金の異なる日中と夜間とで消費電力の上限値を切り替えるようなサーバの管理にも、本実施例は有効である。

10

【0050】

<第2実施例>

第1実施例においては、第1情報処理装置100の消費電力を制御するために、プロセッサ10の動作周波数を変更する手法について説明した。第2実施例では、プロセッサ10の動作周波数の変更に加え、プロセッサ10の動作電圧も変更する手法について説明する。

【0051】

第2実施例においては、プロセッサ10の動作周波数を増加させる場合は、プロセッサ10へ電力を供給するDC-DCコンバータ70の出力電圧も上昇させる。これは、プロセッサ10を高い周波数で動作させる場合は、プロセッサ10内に含まれるインバータ等の素子の動作速度を高める必要があり、そのためにはインバータ等の素子に与える電圧を高める必要があるためである。逆に、プロセッサ10の動作周波数を減少させる場合は、DC-DCコンバータ70の出力電圧も減少させる。これは、プロセッサ10の動作周波数を低下させるのであれば、電圧を下げてインバータ等の素子の動作は維持され、プロセッサ10の消費電力を抑えることができるからである。

20

【0052】

図10は、消費電力制御部80が有するプロセッサ110の機能ブロックと、メモリ130に格納される情報を示す図である。第1実施例にて説明した機能と同一の機能を有するブロック、および同一の内容を有する情報については同一の参照番号を付し、説明を省略する。プロセッサ110は、メモリ130、メモリ30、メモリ330又は他の情報処理装置のメモリに格納された所定のプログラムによる処理を実行することにより、図10に示す各ブロックの機能を実現する。プロセッサ110は、第1実施例にて説明した各機能に加え、周波数モニタ部119及び電圧モニタ部120として機能する。周波数モニタ部119は、PLL回路60から出力されるクロックの周波数をモニタする。電圧モニタ部120は、DC-DCコンバータ70の出力電圧をモニタする。メモリ130には、第1実施例にて説明した情報に加え、周波数-電圧対応テーブル132を格納する。周波数-電圧対応テーブル132は、プロセッサ10の動作周波数と動作電圧との対応関係を示すテーブルである。

30

40

【0053】

図11は、周波数-電圧対応テーブル132の一例を示す図である。図11に示す例では、例えば第1行の記載は、プロセッサ10の動作周波数が3.0GHzである場合は、動作電圧として1.8Vを必要とすることを意味する。図11の周波数-電圧対応テーブル132に示すように、動作周波数が高くなるほど、動作電圧も高くなるよう規定される。ここで、周波数変更に伴うプロセッサ10内での演算処理のエラー発生を抑制するために、周波数を増加させる場合は、周波数を増加させる前に電圧を増加させるようPLL回路60及びDC-DCコンバータ70の制御が行われる。周波数を低下させる場合は、周波数を低下させた後で、電圧を低下させるようPLL回路60及びDC-DCコンバータ

50

70の制御が行われる。

【0054】

図12は、第2実施例におけるプロセッサ110の処理フローチャートである。第2実施例におけるプロセッサ110の処理フローは、図4に示したプロセッサ110の処理フローと、処理1000から処理1006、および処理1009以降は同一である。よって図12では、処理1006以降の処理フローのみを示す。

【0055】

処理1006において設定部118が周波数変更量を決定した後、処理2001において周波数モニタ部119が、現状のクロック周波数を取得する。また、処理2001において演算部115が、現状のクロック周波数に周波数変更量を加算して新たに設定する周波数を特定する。処理2002において、判定部118が、周波数変更量がプラスの値であるか、マイナスの値であるかを判定する。処理2002において、周波数変更量がプラスであると判定された場合は、処理2003へ移行し、周波数変更量がマイナスであると判定された場合は、処理2007へ移行する。

10

【0056】

処理2003において設定部118が、周波数 - 電圧対応テーブル132を参照し、新しいクロック周波数に対応する電圧設定値を取得する。処理2004において設定部118が、DC - DCコンバータ70の出力電圧を設定する。処理2005において判定部117が、電圧モニタ部120のモニタ結果に基づき、出力電圧が設定値に達したか否かの判定を、設定値に達するまで繰り返し行う。処理2005において出力電圧が設定値に達したと判定されると、処理2006へ移行する。処理2006において設定部118が、新しいクロック周波数をPLL回路60に設定し、図4の処理1009へ移行する。

20

【0057】

また処理2002において周波数変更量がマイナスであると判定された場合は、処理2007において設定部118が、PLL回路60のクロック周波数の設定値を、処理1006で取得された周波数変化量だけ減少させる。処理2008において判定部117が、周波数モニタ部119のモニタ結果に基づき、クロック周波数が設定値となったか否かの判定を、設定値になるまで繰り返し行う。処理2008においてクロック周波数が設定値に達したと判定されると、処理2009に移行する。処理2009において、設定部118が周波数 - 電圧対応テーブル132を参照し、新しい電圧設定値を取得する。処理2010において設定部118が、DC - DCコンバータ70に新しい電圧設定値を設定し、図4の処理1009へ移行する。

30

【0058】

このようにプロセッサ10の動作周波数を増加させる場合は、先にDC - DCコンバータ70の出力電圧を増加させてからPLL回路60の出力クロックの周波数を増加させる。一方、プロセッサ10の動作周波数を低下させる場合は、先にPLL回路60の出力クロックの周波数を低下させてからDC - DCコンバータ70の出力電圧を低下させる。このような制御により、プロセッサ10内でのエラー発生を抑制しつつ、プロセッサ10の消費電力を低減させることができる。

40

【0059】

< 第3実施例 >

第1実施例及び第2実施例において説明したように、管理装置300は、第1情報処理装置100の消費電力の遷移速度を増加させ、消費電力が上限値へ収束するまでの期間を短縮する機能を有する。消費電力の上昇速度を増加させた場合、一時的に消費電力が上限値を超える状態、所謂オーバーシュートの状態が生じる場合がある。また、消費電力の降下速度を増加させた場合、一時的に消費電力が上限値を下回る状態、所謂アンダーシュートの状態が生じる場合がある。第1実施例及び第2実施例において説明した加算値テーブル331は、消費電力が上限値へ収束するまでの期間を短縮させつつも、オーバーシュートやアンダーシュートを抑制するよう作成されることが好ましい。ここでは、第1実施例及び第2実施例にて説明した第1情報処理装置100及び管理装置300を用いて、加算

50

値テーブル 3 3 1 を作成する手順の一例を説明する。尚、「消費電力がオーバーシュートすることを防止する」とは、消費電力がオーバーシュートすることを完全に排除する意味ではなく、オーバーシュートが生じる可能性を低減させる、またはオーバーシュート量を小さくさせるよう作用する、という意味である。「消費電力がアンダーシュートすることを防止する」についても同様である。

【 0 0 6 0 】

まず、管理装置 3 0 0 の設定部 3 1 5 から消費電力制御部 8 0 の第 1 上限値格納部 1 1 1 に、固定の上限値を格納し、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力の遷移挙動を確認する。例えば第 1 情報処理装置 1 0 0 が消費電力 1 4 0 W で動作している状態において、第 1 上限値格納部 1 1 1 に例えば 2 0 0 W の上限値を入力し、上限値を固定した状態で消費電力測定部 1 1 2 の測定結果を取得する。このようにして得た消費電力の遷移挙動が図 5 に示したグラフと同一内容となったものと仮定し、以下図 5 を用いて説明する。

【 0 0 6 1 】

図 5 に示す消費電力の遷移挙動から以下のことが分かる。時刻 T 1 における消費電力の上限値 (2 0 0 W) と測定値 (1 3 0 W) の差分は 7 0 W であり、時刻 T 2 における消費電力の上限値と測定値 (1 6 0 W) の差分は 4 0 W であり、時刻 T 1 から時刻 T 2 への消費電力の増加量が 3 0 W である。このことから、第 1 情報処理装置 1 0 0 では、上限値と測定値の差分が 7 0 W である場合は、消費電力が 3 0 W 上昇するように周波数変更量テーブル 1 3 1 が定められていると予測される。そして、もし時刻 T 2 から時刻 T 3 への遷移において消費電力を 3 0 W 増加させても、消費電力は上限値へは未だ到達しない。よって、上限値と測定値の差分値が 4 0 W である場合も、上限値と測定値の差分が 7 0 W の場合と同じだけ周波数を変更してもよいことが分かる。そこで、上限値と測定値の差分値が 4 0 W である場合の加算値を、時刻 T 1 における差分値 7 0 W と同じ値にする加算値、つまり 3 0 W と規定する加算値テーブル 3 3 1 を作成することができる。

【 0 0 6 2 】

また、図 5 のグラフから以下のことも分かる。時刻 T 3 における消費電力の上限値と測定値 (1 7 5 W) の差分は 2 5 W であり、時刻 T 4 における消費電力の上限値と測定値 (1 9 0 W) の差分は 1 0 W であり、時刻 T 3 から時刻 T 4 への消費電力の増加量が 1 5 W である。このことから、第 1 情報処理装置 1 0 0 では、上限値と測定値の差分が 2 5 W である場合は、消費電力が 1 5 W 上昇するように周波数変更量テーブル 1 3 1 が定められていると予測される。もし時刻 T 3 から時刻 T 4 への遷移においても消費電力を 1 5 W 増加させると、上限値を超えてしまうことが予測される。よって、上限値と測定値の差分値が 1 0 W である場合の加算値を 0 W と規定する加算値テーブル 3 3 1 を作成することができる。

【 0 0 6 3 】

このように、第 1 上限値格納部 1 1 1 に固定値を格納した状態での消費電力の遷移挙動を予め取得することにより、加算値テーブル 3 3 1 を作成することができる。尚、加算値テーブル 3 3 1 の精度をより高めるために、複数の異なる値を第 1 上限値格納部 1 1 1 に格納することによって得られた消費電力の複数の遷移挙動を用いてもよい。また、消費電力の遷移挙動に加え、第 1 情報処理装置 1 0 0 の動作周波数の遷移挙動又は動作電圧の遷移挙動を併せて取得し、その結果に基づいて加算値テーブル 3 3 1 を作成してもよい。また、第 1 情報処理装置 1 0 0 にアクセスすることによって周波数変更量テーブル 1 3 1 の内容を取得することができる場合には、周波数変更量テーブル 1 3 1 の記述内容にも基づいて加算値テーブル 3 3 1 を作成してもよい。

【 0 0 6 4 】

< 第 4 実施例 >

第 1 実施例から第 3 実施例では、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力を制御方法について説明したが、管理装置 3 0 0 は他の情報処理装置も含めて消費電力の制御を行うことも可能である。ここでは、2 つの情報処理装置の消費電力の制御方法の一例を説明する。

【 0 0 6 5 】

図 1 3 は、第 4 実施例におけるコンピュータシステムのハードウェア構成例である。図 1 に示す構成と同一のものについては同一の参照符号を付し、説明を省略する。第 4 実施例におけるコンピュータシステム 2 は、図 1 に示す構成に対して第 2 情報処理装置 2 0 0 が更に付加される。第 2 情報処理装置 2 0 0 は、ネットワーク 5 0 0 を介して第 1 情報処理装置 1 0 0 及び管理装置 3 0 0 に接続される。第 1 情報処理装置 1 0 0 及び管理装置 3 0 0 の内部構成は、図 1 に示す内容と同一の構成である。第 2 情報処理装置 2 0 0 は第 1 情報処理装置 1 0 0 と概ね同一の内部構成を含む。

【 0 0 6 6 】

図 1 4 は、第 1 情報処理装置 1 0 0 と第 2 情報処理装置 2 0 0 の消費電力の遷移挙動を示すグラフである。図 1 4 は、第 1 情報処理装置 1 0 0 及び第 2 情報処理装置 2 0 0 のそれぞれが、管理装置 3 0 0 からの制御を受けず、消費電力の上限値を一定の 2 0 0 W として制御された場合の遷移挙動を示す。図 1 4 においては、黒丸が第 1 情報処理装置の消費電力、バツ印が第 2 情報処理装置の消費電力を示す。第 2 情報処理装置 2 0 0 は第 1 情報処理装置 1 0 0 よりも、消費電力の速い上昇軌道を示している。二つの軌道が相違する原因の一つとしては、二つの情報処理装置がそれぞれ有する周波数変更量テーブルの内容の相違が挙げられる。第 4 実施例では、上昇速度の遅い第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力の変化速度を増加させる。そして、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力が第 2 情報処理装置 2 0 0 の消費電力を超えた場合には、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力の変化速度を低下させる。例えば消費電力が上昇する状態において、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力が第 2 情報処理装置 2 0 0 の消費電力よりも低い場合は、第 1 上限値格納部 1 1 1 に本来の上限値よりも高い制御値を一時的に格納する。第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力が第 2 情報処理装置 2 0 0 の消費電力よりも高くなると、第 1 上限値格納部 1 1 1 に本来の上限値を格納する。このように制御を行うことにより、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力の上昇軌道を急峻なものとしつつ、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力が上限値を超えないよう制御することができる。

【 0 0 6 7 】

図 1 5 は、本実施例で用いる管理装置 3 0 0 のプロセッサ 3 1 0 の機能ブロックおよびメモリ 3 3 0 に格納される情報を示す図である。図 6 に示した内容と同一のものについては同一の参照符号を付し、説明を省略する。図 1 5 に示すプロセッサ 3 1 0 の機能は、図 6 に示すプロセッサ 3 1 0 の機能と概ね同じであるが、消費電力の測定値の格納部として、第 1 情報処理装置 1 0 0 に対応した第 2 測定値格納部 3 1 2 の他に、第 2 情報処理装置 2 0 0 に対応した第 3 測定値格納部 3 1 2 2 を有する点が相違する。また、第 2 測定値格納部に格納された値と第 3 測定値格納部に格納された値の何れが大きいかを判定する判定部 3 1 6 を更に有する。

【 0 0 6 8 】

図 1 6 は、第 4 実施例における管理装置 3 0 0 の有するプロセッサ 3 1 0 の処理フローチャートである。尚、図 8 にて示した処理内容と同一のものについては同一の参照符号を付し、説明を省略する。処理 1 1 0 1 の後、処理 1 2 0 1 において第 2 測定値格納部 3 1 2 が、第 1 情報処理装置 1 0 0 の消費電力の測定値を格納する。処理 1 2 0 2 において第 3 測定値格納部 3 1 2 2 が、第 2 情報処理装置 2 0 0 の消費電力の測定値を格納する。処理 1 2 0 3 において判定部 3 1 6 が、第 2 測定値格納部 3 1 2 に格納された値と第 3 測定値格納部 3 1 2 2 に格納された値の何れが大きいかを判定する。処理 1 2 0 3 において、第 2 測定値格納部 3 1 2 に格納された値が第 3 測定値格納部 3 1 2 2 に格納された値よりも小さいと判定された場合は、処理 1 1 0 3 へ移行する。処理 1 1 0 3 から処理 1 1 0 6 では、本来の上限値に加算値を足し合わせた値が第 1 上限値格納部 1 1 1 に格納される。これに対し、処理 1 2 0 3 において第 2 測定値格納部 3 1 2 に格納された値が第 3 測定値格納部 3 1 2 2 に格納された値よりも大きいと判定された場合は、処理 1 2 0 4 へ移行する。処理 1 2 0 4 において設定部 3 1 5 が、第 1 上限値格納部 1 1 1 に本来の上限値を格納して処理 1 2 0 1 へ戻る。

【 0 0 6 9 】

このような制御により、第1情報処理装置100に対して消費電力の上昇速度を増加するよう制御を行いつつ、第1情報処理装置100の消費電力が第2情報処理装置200の消費電力を上回ると上昇速度を低下させる。これにより、第1情報処理装置100の消費電力がオーバーシュートすることを抑制する。

【0070】

第4実施例は、複数の情報処理装置の消費電力を増加させるケースだけでなく、複数の情報処理装置の消費電力を減少させるケースにも適用可能である。例えば、二つの情報処理装置のうち消費電力の減少速度が遅い第1情報処理装置100に対して、減少速度を高めるよう制御を行う一方で、消費電力の減少速度が速い第2情報処理装置200の消費電力を下回った時点で、消費電力の減少速度を低下させる。この場合は、図16の処理1203の判定内容を「第2情報処理装置の消費電力よりも低い？」に変更する。このように制御することにより、消費電力のアンダーシュートを抑制する。

【0071】

ここで、全ての実施例において共通で適用可能なPLL回路60及びDC-DCコンバータ70の回路構成を例示する。図17はPLL回路60の回路ブロック図である。PLL回路60は、位相比較器61と、チャージポンプ回路62と、ローパスフィルタ63と、電圧制御発振器64と、第1分周器65と、第2分周器66と、基準クロック受信端子67と、クロック出力端子68と、周波数設定信号受信端子69とを有する。位相比較器61は、基準クロック受信端子67を介して受信する基準クロックと、第1分周器65から受けるクロックとの位相を比較し、位相差に応じた位相差信号をチャージポンプ回路62に出力する。チャージポンプ回路62は、受信した位相差信号に応じた電圧を有する電圧信号をローパスフィルタ63に出力する。ローパスフィルタ63は、受信した電圧信号の高周波成分を除去し、電圧制御信号を電圧制御発振器64に出力する。電圧制御発振器64は、受信した電圧制御信号に応じた周波数を有する第1クロックを生成し、第1分周器65及び第2分周器66に出力する。第2分周器66は、第1クロックを所定数分周した第2クロックを、PLL回路60の出力クロックとしてクロック出力端子68を介して出力する。出力クロックはプロセッサ10に供給される。一方、第1分周器65は、受信した第1クロックを所定数分周し、位相比較器61に供給する。位相比較器61、チャージポンプ回路62、ローパスフィルタ63、電圧制御発振器64、および第1分周器65で構成されるループにより、第1クロックの周波数はロック制御される。

【0072】

第1分周器65の分周比及び第2分周器66の分周比は、周波数設定信号受信端子69を介して受信した周波数設定信号により設定可能である。例えば第1分周器65の分周比が100に、第2分周器66の分周比が2に設定された場合、基準クロックの周波数が10MHzであれば、電圧制御発振器64からは1GHzにロックされた第1クロックが生成され、第2分周器66からは500MHzの第2クロックが、PLL回路60の出力クロックとして出力される。第1分周器65の分周比設定を変更すると、第1クロックの周波数ロックが解除されるため、新しい設定値に対応する周波数に再度ロックされるまでには一定の時間が必要となる。これに対して、第1分周器65の分周比設定は変更せずに、第2分周器66の分周比設定を変更する場合は、第1クロックの周波数ロックは維持されたままである。よって、新しい設定値に対応する周波数への移行は、第1分周器65の分周比設定を変更する場合に比べて、短時間で行うことが可能である。また、上記の例において、出力クロックの周波数を変更したい場合に、粗調整としてまず第2分周器66の分周比設定を変更し、その後に微調整として第1分周器65の分周比設定を変更するよう制御してもよい。

【0073】

図18は、DC-DCコンバータ70の回路ブロック図である。DC-DCコンバータ70は、電源71と、スイッチ素子72と、デューティ比制御回路73と、インダクタ74と、ダイオード75と、キャパシタ76と、可変抵抗素子77と、差動増量回路78と、基準電位生成回路79とを有する。スイッチ素子72は、デューティ比制御回路7

3 によって制御された所定のデューティー比でオン及びオフが繰り返される。そしてデューティー比に応じた電圧がDC - DCコンバータ70から出力される。また出力電圧は、電圧設定信号受信端子712を介して受信する電圧設定信号により、可変抵抗素子77を制御することにより変更可能である。

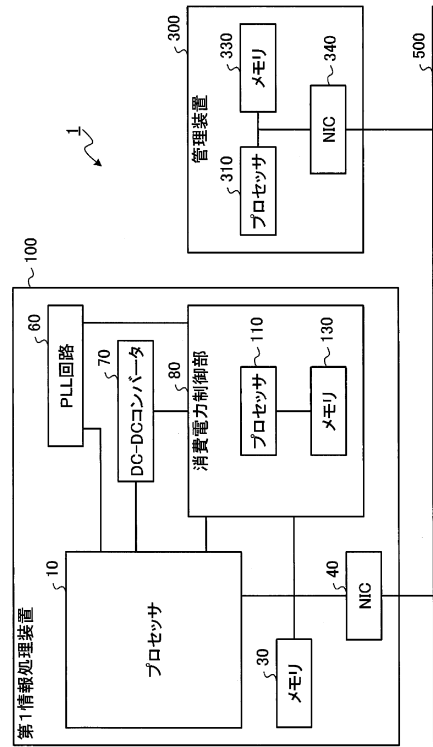
【符号の説明】

【0074】

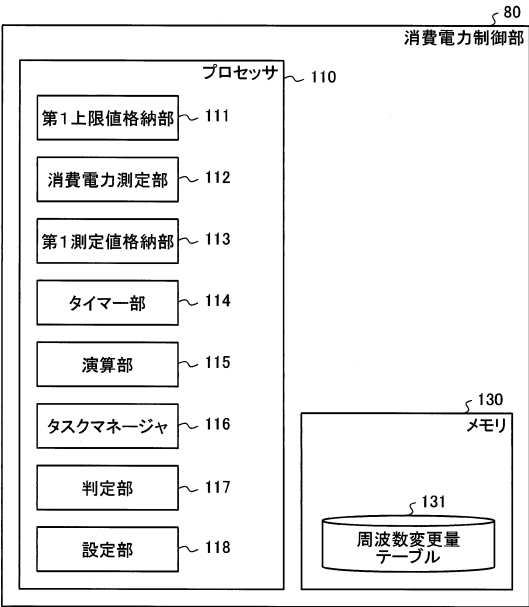
1、2	コンピュータシステム	
100	第1情報処理装置	
200	第2情報処理装置	
300	管理装置	10
500	ネットワーク	
10、110、310	プロセッサ	
30、130、330	メモリ	
40、340	NIC	
60	PLL回路	
70	DC - DCコンバータ	
80	消費電力制御部	
111	第1上限値格納部	
112	消費電力測定部	
113	第1測定値格納部	20
114	タイマー部	
115	演算部	
116	タスクマネージャ	
117	判定部	
118	設定部	
119	周波数モニタ部	
120	電圧モニタ部	
311	第2上限値格納部	
312	第2測定値格納部	
3122	第3測定値格納部	30
313	演算部	
314	加算値取得部	
315	設定部	
316	判定部	
131	周波数変更量テーブル	
132	周波数 - 電圧対応テーブル	
331	加算値テーブル	
61	位相比較器	
62	チャージポンプ回路	
63	ローパスフィルタ	40
64	電圧制御発振器	
65	第1分周器	
66	第2分周器	
67	基準クロック受信端子	
68	クロック出力端子	
69	周波数設定信号受信端子	
71	電源	
72	スイッチ素子	
73	デューティー比制御回路	
74	インダクタ	50

- 7 5 ダイオード
- 7 6 キャパシタ
- 7 7 可変抵抗素子
- 7 8 差動増幅回路
- 7 9 基準電位生成回路
- 7 1 1 出力端子
- 7 1 2 電圧設定信号受信端子

【 図 1 】



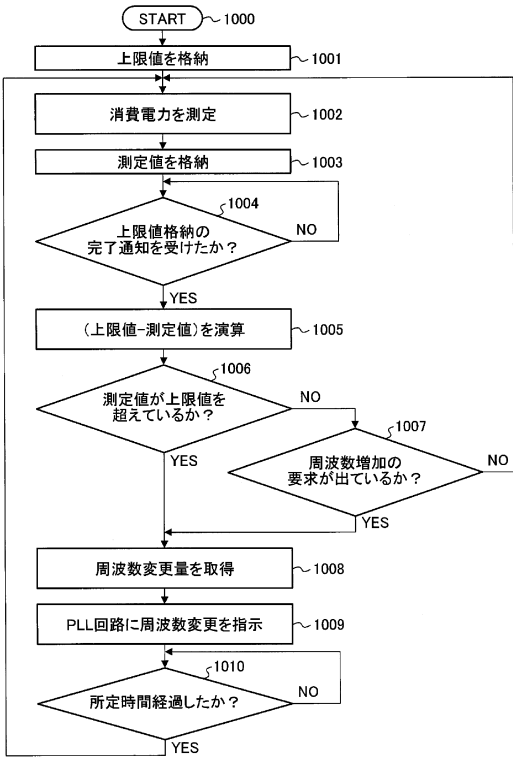
【 図 2 】



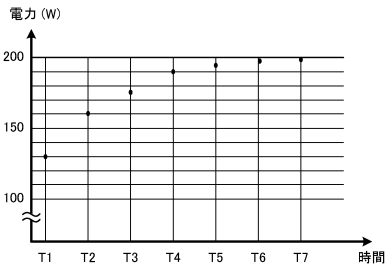
【 図 3 】

	消費電力 測定間隔	周波数変更量	差分値 (上限値-測定値)
1	10秒	200MHz	50W以上
2	10秒	100MHz	50W未満、20W以上
3	10秒	30MHz	20W未満、0W以上
4	10秒	-30MHz	0W未満、-20W以上
5	10秒	-100MHz	-20W未満、-50W以上
6	10秒	-200MHz	-50W未満

【 図 4 】



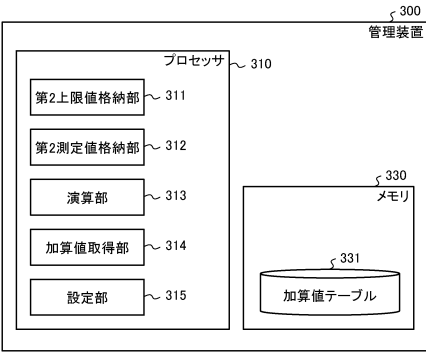
【 図 5 】



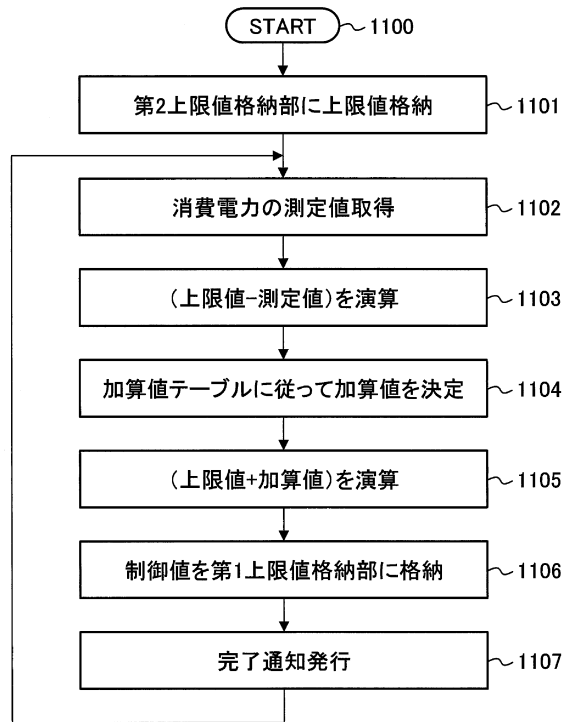
【 図 7 】

	差分値 (上限値-測定値)	加算値
1	50W以上	50W
2	50W未満、20W以上	20W
3	20W未満、0W以上	0W
4	0W未満、-20W以上	0W
5	-20W未満、-50W以上	-20W
6	-50W未満	-50W

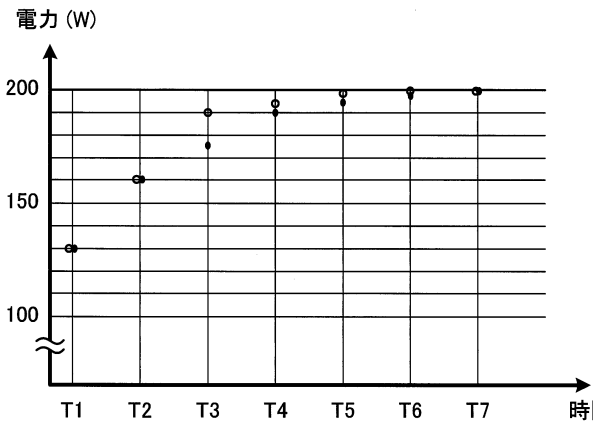
【 図 6 】



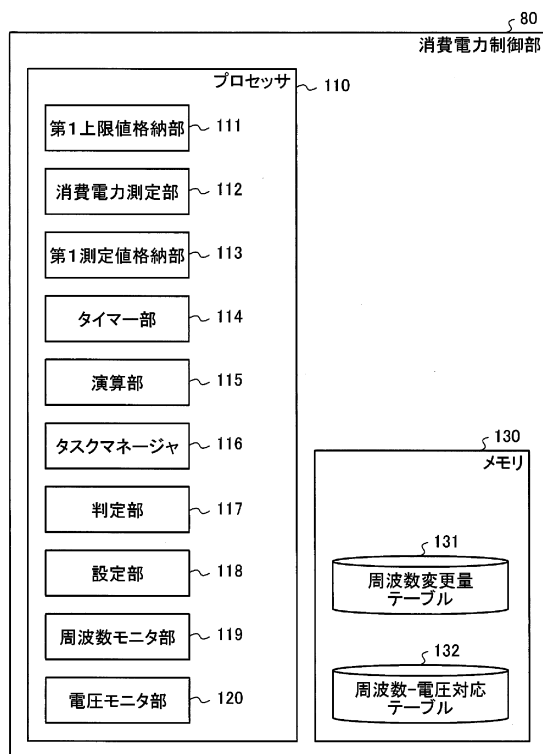
【図 8】



【図 9】



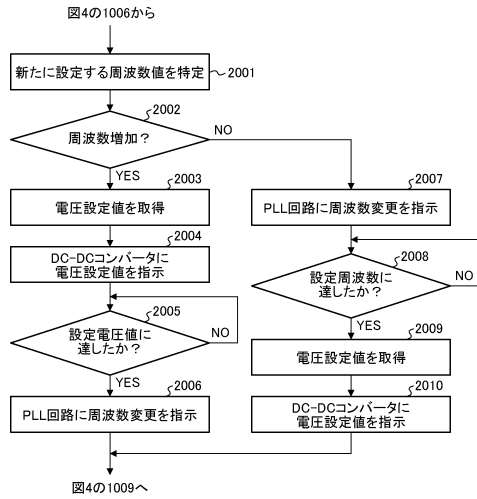
【図 10】



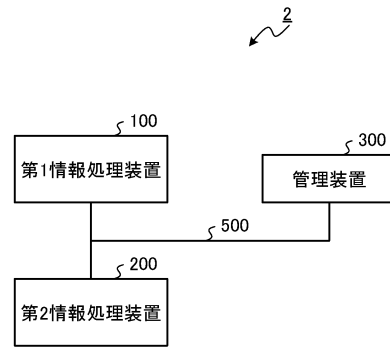
【図 11】

	周波数設定値	電圧設定値
1	3.0GHz	1.80V
2	2.8GHz	1.75V
3	2.6GHz	1.70V
4	2.4GHz	1.65V
5	⋮	⋮
6	⋮	⋮

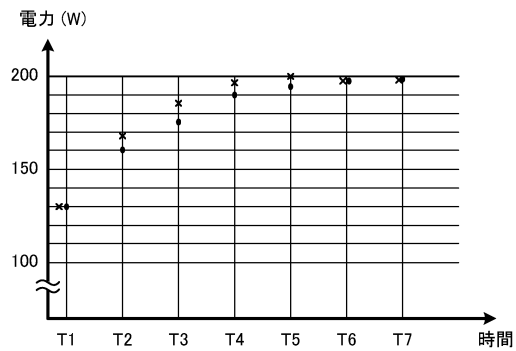
【図 1 2】



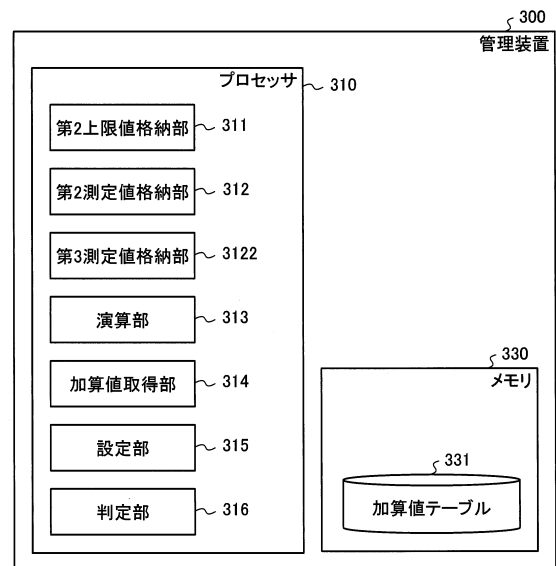
【図 1 3】



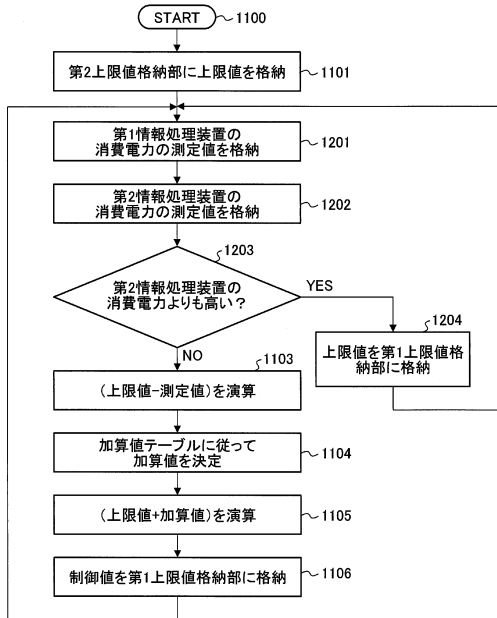
【図 1 4】



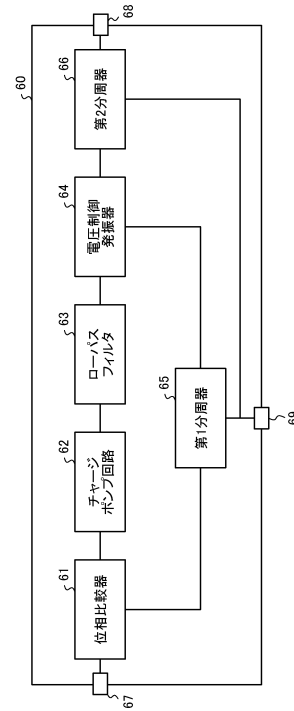
【図 1 5】



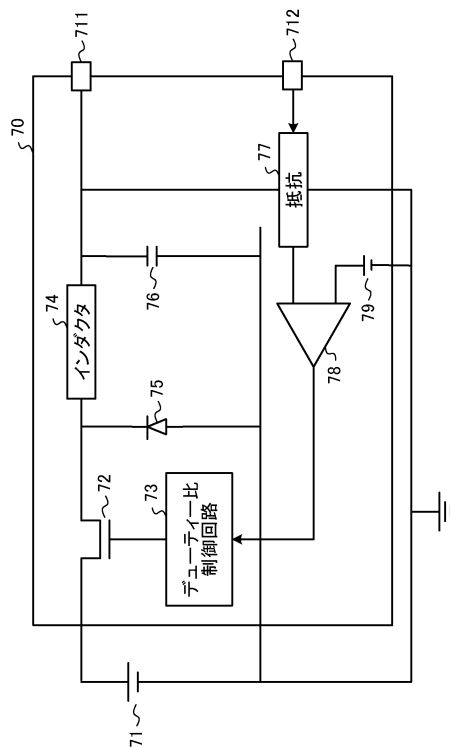
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

審査官 境 周一

(56)参考文献 特開2007-172009(JP,A)
特表2002-529806(JP,A)
特表2003-523563(JP,A)
特開2003-295986(JP,A)
特開2007-213167(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 1/00 - 1/32