

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4749793号  
(P4749793)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl. F I  
G 0 6 F 1/32 (2006.01) G 0 6 F 1/00 3 3 2 Z

請求項の数 12 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2005-225247 (P2005-225247)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成17年8月3日(2005.8.3)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-72991 (P2006-72991A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年3月16日(2006.3.16)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成20年4月16日(2008.4.16)		弁理士 小谷 悦司
(31) 優先権主張番号	特願2004-229216 (P2004-229216)	(74) 代理人	100096150
(32) 優先日	平成16年8月5日(2004.8.5)		弁理士 伊藤 孝夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100126675
			弁理士 福本 将彦
		(72) 発明者	加藤 一臣
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	山本 哲士
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 省電力処理装置、省電力処理方法、及び省電力処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象装置の動作モードを通常モード及び1以上の省電力モードからなる複数モードの間で切り替える省電力処理装置であって、

前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理部と、

前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測部と、

タイマイイベントを管理するタイマイイベント管理部と、

前記電力消費情報管理部が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測部が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記別のモードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定部と、

前記モード切替判定部の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替えるモード切替実行部と、を備え、

前記時間予測部は、前記タイマイイベント管理部が管理しているタイマイイベントを検索することにより、タイマイイベントが実行される時刻に基づいて、予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するタイマイイベント予測部を有し、

前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち

10

20

前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報、及び前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、

前記タイマイイベント管理部は、タイマイイベントの実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報をもタイマイイベント毎に管理しており、

前記タイマイイベント予測部は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、前記タイマイイベント管理部が管理しているタイマイイベントのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が最先に使用されるタイマイイベントの実行時刻に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間を予測する省電力処理装置。

10

【請求項 2】

前記複数のモードは、前記通常モード及び 2 つ以上の省電力モードを含み、

前記時間予測部は、前記複数モードのうちの現在のモードから他の 2 以上のモードを含むモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記他の 2 以上のモードを含む各モードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を、前記他の 2 以上のモードを含むモード毎に予測し、

前記モード切替判定部は、前記電力消費情報管理部が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測部が予測した前記モード毎の前記時間である予測時間とに基づいて、前記他の 2 以上のモードを含む各モードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記他の 2 以上のモードを含む各モードのうちから現在のモードの切り替え先を判定する請求項 1 記載の省電力処理装置。

20

【請求項 3】

前記モード切替判定部は、前記電力消費情報管理部が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測部が予測した前記モード毎の前記時間である予測時間とに基づいて、前記他の 2 以上のモードを含む各モードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記動作モードを前記現在のモードから前記他の 2 以上のモードを含む何れのモードへ切り替えるか、又は何れにも切り替えないか、を判定する請求項 2 記載の省電力処理装置。

【請求項 4】

前記モード切替判定部は、前記管理情報と前記予測時間とに基づいて、前記別のモードへの前記移行処理に要する電力消費量と前記算出した前記別のモードが継続する期間に要する電力消費量と前記現在のモードへの復帰処理に要する電力消費量との和としての全電力消費量を算出し、算出した値を用いて、前記動作モードの切り替え先を判定し、

30

前記管理情報は、前記別の各モードにおける前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間とのうち、前記各モードについての前記予測時間に基づいて、前記モード切替判定部が評価の対象とする全電力消費量を導出し得る情報を含んでいる請求項 1 記載の省電力処理装置。

40

【請求項 5】

前記モード切替判定部は、前記管理情報と前記予測時間とに基づいて、前記別のモードへの前記移行処理に要する電力消費量と前記算出した前記別のモードが継続する期間に要する電力消費量と前記現在のモードへの復帰処理に要する電力消費量との和としての全電力消費量を算出し、算出した値と、同一期間における前記現在のモードの電力消費量とを比較することにより、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かを判定し、

前記管理情報は、前記現在のモードにおける前記対象装置の消費電力と、前記別の各モードにおける前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移

50

行処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間とのうち、前記各モードについての前記予測時間に基づいて、前記モード切替判定部が比較の対象とする全電力消費量を導出し得る情報を含んでいる請求項 1 記載の省電力処理装置。

【請求項 6】

前記時間予測部は、過去に発生した 1 以上の種類の反復的割り込みの各々の時間間隔に基づいて、前記予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する反復割込予測部を有する、請求項 1 記載の省電力処理装置。

10

【請求項 7】

前記反復割込予測部は、過去に発生した前記 1 以上の種類の反復的割り込みの各々の時間間隔の平均値を算出する計測部を有し、前記各々の前記平均値に基づいて、前記予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する請求項 6 記載の省電力処理装置。

【請求項 8】

前記反復割込予測部は、過去に発生した前記 1 以上の種類の反復的割り込みの各々の最新の時間間隔である最新時間間隔を算出する計測部を有し、前記各々の前記最新時間間隔に基づいて、前記予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する請求項 6 記載の省電力処理装置。

20

【請求項 9】

前記時間予測部は、過去に発生した前記 1 以上の反復的割り込みの各々の実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報を管理しており、

前記電力消費情報管理部が管理する前記管理情報は、前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、

前記反復割込予測部は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、過去に発生した前記 1 以上の種類の反復的割り込みのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が使用される反復的割り込みの時間間隔に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する請求項 6 記載の省電力処理装置。

30

【請求項 10】

対象装置の動作モードを通常モード及び 1 以上の省電力モードからなる複数モードの間で切り替える集積回路であって、

前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理回路と、

前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測回路と、

40

タイマイメントを管理するタイマイメント管理回路と、

前記電力消費情報管理回路が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測回路が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記別のモードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定回路と、

前記モード切替判定回路の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替えるモード切替実行回路と、を備え、

前記時間予測回路は、前記タイマイメント管理回路において管理しているタイマイメントを検索することにより、タイマイメントが実行される時刻に基づいて、予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するタイマイメント予測回路を有し

50

、  
前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報、及び前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、

前記タイマイイベント管理回路は、タイマイイベントの実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報をもタイマイイベント毎に管理しており、

前記タイマイイベント予測回路は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、前記タイマイイベント管理回路において管理しているタイマイイベントのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が最先に使用されるタイマイイベントの実行時刻に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間を予測する集積回路。

#### 【請求項 11】

対象装置の動作モードを通常モード及び 1 以上の省電力モード からなる複数モードの間で切り替える省電力処理方法であって、

前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理工程と、

前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測工程と、

タイマイイベントを管理するタイマイイベント管理工程と、

前記電力消費情報管理工程が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測工程が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定工程と、

前記モード切替判定工程の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替える省電力モード実行工程と、を備え、

前記時間予測工程は、前記タイマイイベント管理工程において管理しているタイマイイベントを検索することにより、タイマイイベントが実行される時刻に基づいて、予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するタイマイイベント予測工程を有し

、

前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報、及び前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、

前記タイマイイベント管理工程は、タイマイイベントの実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報をもタイマイイベント毎に管理しており、

前記タイマイイベント予測工程は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、前記タイマイイベント管理工程において管理しているタイマイイベントのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が最先に使用されるタイマイイベントの実行時刻に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間を予測する省電力処理方法。

#### 【請求項 12】

対象装置の動作モードを通常モード及び 1 以上の省電力モード からなる複数モードの間で切り替える省電力処理装置としてコンピュータを機能させる省電力処理プログラムであって、

前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理手段と、

前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測手段と、

タイマイイベントを管理するタイマイイベント管理手段と、

前記電力消費情報管理手段が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測手段が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定手段と、

前記モード切替判定手段の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替える省電力モード実行手段として前記コンピュータを機能させ、

前記時間予測手段は、前記タイマイイベント管理手段において管理しているタイマイイベントを検索することにより、タイマイイベントが実行される時刻に基づいて、予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するタイマイイベント予測手段を有し、

10

前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報、及び前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、

前記タイマイイベント管理手段は、タイマイイベントの実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報をもタイマイイベント毎に管理しており、

前記タイマイイベント予測手段は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、前記タイマイイベント管理手段において管理しているタイマイイベントのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が最先に使用されるタイマイイベントの実行時刻に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間を予測する省電力処理プログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、省電力処理技術に関し、特に、省電力効果を高めるための改良に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電気機器の電力消費を抑える技術として、電気機器を構成しているCPUやメモリや各デバイスなどに供給されるクロックの周波数を下げたり、或いはこれらに供給される電圧を下げたりすることによって電力消費を抑える技術が知られている。また、これらに供給する電力を抑えて、或いは電力の供給を停止することによって、電力消費を抑える技術も知られている。これらの電力消費を抑える処理を実施するのは、対象とする装置要素（CPUやメモリや各デバイスなど）が現在使用されていない場合や、使用中であっても少ない電力で動作可能である場合（例えば、CPUで処理されているプログラムがアイドル状態になった場合）である。更に、周辺デバイスの電力制御も含めた複数の省電力モードを設定した上で、実行アプリケーションと周辺デバイスの使用状況を監視して、その使用状況に応じて取りうる省電力モードを選択して、適切な電力消費に抑える技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

30

40

【特許文献1】特開平11-73255号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、クロック周波数を下げたり、電圧を下げたり、或いは電力の供給を停止したりするためには、対象となる装置要素の仕様に基づいて既定の処理を行わなければならない。また、電力の供給を停止する際に、動作を安定させるために一定の期間を必要とする場合もある。つまり、電力消費を抑えるためには既定の処理が必要になり、そのための処理による電力消費が発生する。その電力消費量は、省電力のための処理を施す装置要素に依存するが、多数の装置に対して省電力のための処理を行う場合、少数の装置要素に

50

対して省電力のための処理を行う場合と比較して、より多くの電力消費を伴う。しかし一方、省電力モードで動作する期間の電力消費量は、多数の装置要素に省電力のための処理を行った方が、一般的に小さくなるという関係がある。

【 0 0 0 4 】

前記従来技術では、上述したような各装置要素に対する省電力のための処理に要する電力消費量が考慮されていなかった。その結果、従来技術は、電力消費量を抑えるために省電力モードに切り替えたにもかかわらず、逆に電力消費量を増加させてしまったり、或いは電力消費量がほとんど変わらないにも関わらず処理量を増やすことにより、機器の性能の悪化、例えば応答の遅延を招いたりする場合があるという課題を有していた。

【 0 0 0 5 】

10

例を挙げると、電気機器が自身の動作モードを省電力モードに切り替えている最中に、通常モードで動作することを要求されたために、直ちに通常モードに復帰させる場合があった。更に、電気機器が、省電力モードへ移行した後に短時間で通常モードに復帰したために、省電力モードで動作した時間が十分長くはなく、それにより省電力のための処理が大きな割合を占める場合があった。このような場合には、省電力モードに切り替えることが、逆に電力消費量を増大させる結果となっていた。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたもので、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えを実現する省電力処理装置、省電力処理方法、及び省電力処理プログラム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】

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決し上記目的を達成するために、本発明のうち第1の態様に係るものは、対象装置の動作モードを通常モード及び1以上の省電力モードを含む複数モードの間で切り替える省電力処理装置であって、前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理部と、前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測部と、前記電力消費情報管理部が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測部が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記別のモードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定部と、前記モード切替判定部の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替えるモード切替実行部と、を備えている。

30

【 0 0 0 8 】

そして、前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報を含んでいるものである。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生すると、管理情報と予測時間とに基づいて、要求のあった別のモードへの切替えを行うか否かが判定される。判定においては、管理情報と予測情報とから導出される、移行先のモードが継続する期間が用いられる。例えば、移行先のモードが継続する期間が、何らかの基準に満たない場合などに、動作モードの切替えを行わない旨の判定が行われる。それにより、移行処理或いは復帰処理に伴う電力消費量による不利益の方が無視できない場合に、切替えを差し控えることができる。このように、この構成によれば、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

40

【 0 0 1 0 】

なお、「情報を管理する」とは、当該情報を確保、或いは保持し、変更の必要がある場合には変更をするなど、目的に沿った使用が可能な状態に当該情報を維持することを意味

50

する。

【 0 0 1 1 】

本発明のうち第 2 の態様に係るものは、第 1 の態様に係る省電力処理装置であって、前記 1 以上の省電力モードが 2 以上の省電力モードであるものである。

【 0 0 1 2 】

この構成によれば、1 以上の省電力モードが 2 以上の省電力モードであるので、通常モード及び 2 以上の省電力モードの間での動作モードの切替えが可能となる。

【 0 0 1 3 】

本発明のうち第 3 の態様に係るものは、対象装置の動作モードを通常モード及び 2 以上の省電力モードを含む複数モードの間で切り替える省電力処理装置であって、前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理部と、前記複数モードのうちの現在のモードから他の 2 以上のモードを含む特定範囲のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記特定範囲内の各モードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を、前記特定範囲内のモード毎に予測する時間予測部と、前記電力消費情報管理部が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測部が予測した前記モード毎の前記時間である予測時間とに基づいて、前記特定範囲内の各モードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記特定範囲内の各モードのうちから現在のモードの切り替え先を判定するモード切替判定部と、前記モード切替判定部の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替えるモード切替実行部と、を備えている。

【 0 0 1 4 】

そして、前記管理情報は、前記現在のモードから別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報を含んでいるものである。

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、例えば 2 以上の省電力モード等の特定範囲内のモードへの切替え要求が発生すると、管理情報と予測時間とに基づいて、特定範囲内の何れのモードへ切り替えるかが判定される。判定においては、管理情報と予測情報とから導出される、移行先の各モードが継続する期間が用いられる。例えば、移行先の各モードが継続する期間が最も長いものが、切替え先として判定される。それにより、電力消費量の節減効果が最も高く、移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量による不利益が最も小さくなるように、動作モードの移行先が設定される。このように、この構成によれば、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

【 0 0 1 6 】

なお、特定範囲は、現在のモードを除いて、全ての省電力モードの範囲であったり、その一部であったり、或いは、通常モードを含めた範囲であるなど、様々な範囲であり得る。また、特定範囲は、現在のモード以外の全てのモードの範囲、すなわち特定しない範囲をも含む。

【 0 0 1 7 】

本発明のうち第 4 の態様に係るものは、対象装置の動作モードを通常モード及び 2 以上の省電力モードを含む複数モードの間で切り替える省電力処理装置であって、前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理部と、前記複数モードのうちの現在のモードから他の 2 以上のモードを含む特定範囲のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記特定範囲内の各モードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を、前記特定範囲内のモード毎に予測する時間予測部と、前記電力消費情報管理部が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測部が予測した前記モード毎の前記時間である予測時間とに基づいて、前記特定範囲内の各モードが継続する期間を算出し、算出した値を用いて、前記動作モードを前記現在の

モードから前記特定範囲内の何れのモードへ切り替えるか、又は何れにも切り替えないか、を判定するモード切替判定部と、前記モード切替判定部の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替えるモード切替実行部と、を備えている。

【0018】

そして、前記管理情報は、前記現在のモードから別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報を含んでいるものである。

【0019】

この構成によれば、例えば2以上の省電力モード等の特定範囲内のモードへの切替え要求が発生すると、管理情報と予測時間とに基づいて、特定範囲内の何れのモードへ切り替えるか、或いは何れのモードへも切り替えないかが判定される。判定においては、管理情報と予測情報とから導出される、移行先の各モードが継続する期間が用いられる。例えば、移行先の各モードが継続する期間が最も長いものが、移行先の候補として判定される。更に、例えば、当該候補としての移行先のモードが継続する期間が、何らかの基準に満たない場合などに、動作モードの切替えを行わない旨の判定が行われる。それにより、電力消費量の十分な節減効果が最も高く、移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量による不利益が最も小さくなるように、動作モードの移行先が設定され、且つ、如何なる移行先のモードについても、動作モードの切替えによる不利益が無視できない場合には、切替えを差し控えることができる。このように、この構成によれば、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。なお、特定範囲については、既述の通りである。

【0020】

本発明のうち第5の態様に係るものは、第1ないし第4の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記切替え要求は、前記現在のモードとして前記通常モードであるときの切替要求を含むものである。

【0021】

この構成によれば、切替え要求が、現在のモードとして通常モードであるときの切替要求を含むので、通常モードからの切替え要求があった場合に、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

【0022】

本発明のうち第6の態様に係るものは、第2ないし第4の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記切替え要求は、前記現在のモードとして前記通常モードであるときの切替要求と、前記現在のモードが前記2以上の省電力モードのうちの一つであるときの切替要求と、を含むものである。

【0023】

この構成によれば、切替え要求が、現在のモードとして通常モードであるときの切替要求と、一つの省電力モードであるときの切替え要求とを含むので、通常モードからの切替え要求があった場合、及びある省電力モードからの切替え要求があった場合に、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

【0024】

本発明のうち第7の態様に係るものは、第1ないし第6の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記モード切替判定部は、前記別のモードが継続する期間の長さを評価することにより、前記判定を行うものである。

【0025】

この構成によれば、移行先としてのモード、或いは移行先の候補としてのモードについて、当該モードが継続する期間の長さを評価することによってモード切替判定部の判定が行われる。例えば、モード切替判定部は、上記期間の長さが正数である場合に限り動作モ

10

20

30

40

50



ードの切替えを行うものと判定したり、上記期間の長さが最も長い動作モードを、移行先として選択したりする。このため、簡単な処理により判定結果が得られる。

【 0 0 2 6 】

本発明のうち第 8 の態様に係るものは、第 1 ないし第 6 の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記モード切替判定部は、前記別のモードへの前記移行処理に要する電力消費量と前記別のモードが継続する期間に要する電力消費量と前記現在のモードへの復帰処理に要する電力消費量との和としての電力消費量を評価することにより、前記判定を行うものであり、前記管理情報は、前記別の各モードにおける前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間とのうち、前記各モードについての前記予測時間に基づいて、前記モード切替判定部が評価の対象とする電力消費量を導出し得る情報を含んでいるものである。

10

【 0 0 2 7 】

この構成によれば、移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した、動作モードの切替えを行うことによる電力消費量を評価することにより、判定が行われる。例えば、当該電力消費量の最も低い動作モードが、移行先として選択されたり、当該電力消費量が現在の動作モードにおける電力消費量よりも低い場合に限り、モード変更を行うなどの判定が行われる。それにより、移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量を直接に考慮した、より一層精度の高い判定が得られる。その結果、一層適切なモード切替が実現する。

20

【 0 0 2 8 】

別のモードが継続する期間に要する電力消費量を算出するに当たっては、管理情報に含まれる別のモードにおける対象装置の消費電力に、当該別のモードが継続する期間を乗じることによって、当該期間における電力消費量を算出することが必要となる。すなわち、本構成においては、モード切替判定部は、別のモードが継続する期間を算出し、算出した値を、当該期間における電力消費量の算出に用いる。なお、消費電力と電力消費量との関係については、単位時間当たりの電力消費量が消費電力に該当する。すなわち、電力消費量とは消費電力の時間積分量に該当する。

30

【 0 0 2 9 】

本発明のうち第 9 の態様に係るものは、第 1 又は第 2 の態様に係る省電力処理装置であって、前記モード切替判定部は、前記別のモードへの前記移行処理に要する電力消費量と前記別のモードが継続する期間に要する電力消費量と前記現在のモードへの復帰処理に要する電力消費量との和としての電力消費量と、同一期間における前記現在のモードの電力消費量とを比較することにより、前記判定を行うものであり、前記管理情報は、前記現在のモードにおける前記対象装置の消費電力と、前記別の各モードにおける前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の電力消費量と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する前記対象装置の消費電力と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間とのうち、前記各モードについての前記予測時間に基づいて、前記モード切替判定部が比較の対象とする電力消費量を導出し得る情報を含んでいるものである。

40

【 0 0 3 0 】

この構成によれば、移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した動作モードの切替えを行うことによる電力消費量と、動作モードの切替えを行わない場合の電力消費量との比較に基づいて、判定が行われる。それにより、移行処理及び復帰処理に伴う電力消

50

費量を直接に考慮した、より一層精度の高い判定が得られる。その結果、一層適切なモード切替が実現する。

【 0 0 3 1 】

第 8 の態様に係る構成と同様に、本構成においても、モード切替判定部は、別のモードが継続する期間を算出し、算出した値を、当該期間における電力消費量の算出に用いる。なお、消費電力と電力消費量との関係についても、既述の通りである。

【 0 0 3 2 】

本発明のうち第 1 0 の態様に係るものは、第 1 ないし第 9 の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、タイマイイベントを管理するタイマイイベント管理部を更に備え、前記時間予測部は、前記タイマイイベント管理部が管理しているタイマイイベントを検索することにより、タイマイイベントが実行される時刻に基づいて、予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するタイマイイベント予測部を有するものである。

10

【 0 0 3 3 】

この構成によれば、タイマイイベント予測部が備わるので、モード切替判定部の判定の基礎となる予測時間に、タイマイイベントが実行される時刻が反映される。それにより、よりの確な判定が簡便に実現する。

【 0 0 3 4 】

本発明のうち第 1 1 の態様に係るものは、第 1 0 の態様に係る省電力処理装置であって、前記タイマイイベント管理部は、タイマイイベントの実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報をもタイマイイベント毎に管理しており、前記電力消費情報管理部が管理する前記管理情報は、前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、前記タイマイイベント予測部は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、前記タイマイイベント管理部が管理しているタイマイイベントのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が最先に使用されるタイマイイベントの実行時刻に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するものである。

20

【 0 0 3 5 】

この構成によれば、タイマイイベント予測部が、装置使用情報及び装置選択情報を参照することにより、タイマイイベント管理部が管理しているタイマイイベントのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる対象装置の構成部分が最先に使用されるタイマイイベントの実行時刻に基づいて、移行先のモードが解除されるまでの時間を予測するので、各タイマイイベントと移行先のモードにおける装置の使用・不使用状態をも考慮した、より緻密な予測時間が得られる。

30

【 0 0 3 6 】

本発明のうち第 1 2 の態様に係るものは、第 1 ないし第 1 1 の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記時間予測部は、過去に発生した 1 以上の種類の反復的割り込みの各々の時間間隔に基づいて、前記予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する反復割込予測部を有するものである。

【 0 0 3 7 】

この構成によれば、反復割込予測部が備わるので、モード切替判定部の判定の基礎となる予測時間に、反復的割り込みが生じる時刻が、過去の実績に基づいて反映される。それにより、よりの確な判定が実現する。なお、時間予測部は、タイマイイベント予測部と反復割込予測部との双方を有することができ、それにより、タイマイイベントと反復的割込との双方を考慮した予測時間が得られる。

40

【 0 0 3 8 】

本発明のうち第 1 3 の態様に係るものは、第 1 2 の態様に係る省電力処理装置であって、前記反復割込予測部は、過去に発生した前記 1 以上の種類の反復的割り込みの各々の時間間隔の平均値を算出する計測部を有し、前記各々の前記平均値に基づいて、前記予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰する

50

までの時間を予測するものである。

【 0 0 3 9 】

この構成によれば、過去に発生した各反復的割り込みの時間間隔の平均値に基づいて予測時間が得られるので、確度の高い予測時間が得られる。

【 0 0 4 0 】

本発明のうち第 1 4 の態様に係るものは、第 1 2 の態様に係る省電力処理装置であって、前記反復割込予測部は、過去に発生した前記 1 以上の種類の反復的割り込みの各々の最新の時間間隔である最新時間間隔を算出する計測部を有し、前記各々の前記最新時間間隔に基づいて、前記予測の対象とされる、移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測するものである。

10

【 0 0 4 1 】

この構成によれば、最新の過去に発生した各反復的割り込みの時間間隔に基づいて予測時間が得られるので、簡単な演算で予測時間が得られる。

【 0 0 4 2 】

本発明のうち第 1 5 の態様に係るものは、第 1 2 ないし第 1 4 の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記時間予測部は、過去に発生した前記 1 以上の反復的割り込みの各々の実行に伴う前記対象装置の構成部分の使用又は不使用を示す装置使用情報を管理しており、前記電力消費情報管理部が管理する前記管理情報は、前記各省電力モードにおいて前記対象装置の構成部分のうち使用又は不使用となるものを示す装置選択情報を含んでおり、前記反復割込予測部は、前記装置使用情報及び前記装置選択情報を参照することにより、過去に発生した前記 1 以上の種類の反復的割り込みのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる前記対象装置の構成部分が使用される反復的割り込みの時間間隔に基づいて、前記移行先のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測するものである。

20

【 0 0 4 3 】

この構成によれば、反復割込予測部が、装置使用情報及び装置選択情報を参照することにより、過去に発生した各反復的割り込みのうち、予測の対象とされる移行先のモードで不使用とされる対象装置の構成部分が使用される反復的割込の時間間隔に基づいて、予測時間を得るので、各反復的割込と移行先のモードにおける装置の使用・不使用状態をも考慮した、より緻密な予測時間が得られる。

30

【 0 0 4 4 】

本発明のうち第 1 6 の態様に係るものは、第 1 ないし第 1 5 の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記省電力処理装置は、前記対象装置に含まれ、自身をも動作モードの切替えの対象とするものである。

【 0 0 4 5 】

この構成によれば、省電力処理装置は、対象装置の一部として、自身をも動作モードの切替えの対象とするので、より効果的な省電力処理が実現する。

【 0 0 4 6 】

本発明のうち第 1 7 の態様に係るものは、第 1 ないし第 1 6 の何れかの態様に係る省電力処理装置であって、前記省電力処理装置は、単一の半導体基板に作り込まれた半導体集積回路として形成されているものである。

40

【 0 0 4 7 】

この構成によれば、本発明の省電力処理装置が単一の半導体基板に形成されているので、本発明の省電力処理装置をコンパクトに利用することができる。従って、本構成は、携帯電話機等の携帯通信端末への利用に好適である。

【 0 0 4 8 】

本発明のうち第 1 8 の態様に係るものは、対象装置の動作モードを通常モード及び 1 以上の省電力モードを含む複数モードの間で切り替える省電力処理方法であって、前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理工程と、前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応

50

じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測工程と、前記電力消費情報管理工程が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測工程が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定工程と、前記モード切替判定工程の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替える省電力モード実行工程と、を備えている。

【0049】

そして、前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報を含んでいるものである。

10

【0050】

この構成によれば、本発明の第1の態様に係る省電力装置について述べたと同様の理由により、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

【0051】

本発明のうち第19の態様に係るものは、対象装置の動作モードを通常モード及び1以上の省電力モードを含む複数モードの間で切り替える省電力処理装置としてコンピュータを機能させる省電力処理プログラムであって、前記動作モードの切替え処理に関する情報を管理する電力消費情報管理手段と、前記複数モードのうちの現在のモードから別のモードへの切替え要求が発生した際に、当該切替え要求に応じた場合に、前記別のモードが解除されるまでの時間又は前記現在のモードに復帰するまでの時間を予測する時間予測手段と、前記電力消費情報管理手段が管理する前記情報である管理情報と前記時間予測手段が予測した前記時間である予測時間とに基づいて、前記動作モードを前記現在のモードから前記別のモードへ切替えるか否かの判定を行うモード切替判定手段と、前記モード切替判定手段の判定に従って、前記対象装置の前記動作モードを切替える省電力モード実行手段として前記コンピュータを機能させる。

20

【0052】

そして、前記管理情報は、前記現在のモードから前記別の各モードへの移行処理に要する処理時間と、前記別の各モードから前記現在のモードへの復帰処理に要する処理時間と、のうち前記各モードについての前記予測時間により、前記別の各モードが継続する期間を導出し得る情報を含んでいるものである。

30

【0053】

この構成によれば、本発明の第1の態様に係る省電力装置について述べたと同様の理由により、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

【発明の効果】

【0054】

以上に述べたように、本発明の省電力処理装置、省電力処理方法及び省電力処理プログラムによれば、動作モードを切り替えるための移行処理及び復帰処理に伴う電力消費量をも考慮した適切なモード切替えが実現する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0055】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0056】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1による情報処理装置の構成を示すブロック図である。この情報処理装置1000は、それ自体としてユーザの使用に供することもできるが、様々な電気機器に組み込まれてもよい。情報処理装置1000の一例は、PDA(Personal Digital Assistance)或いは携帯電話機等の携帯通信端末である。携帯通信端末では、小

50

型の電池が電源として用いられるので、後述する省電力処理装置による向上した省電力効果がもたらす利益が甚大である。

【 0 0 5 7 】

情報処理装置 1 0 0 0 は、C P U (Central Processing Unit ; 中央演算処理部) 1、メモリ装置 2、通信装置 3 4、入力装置 4 0、表示装置 4 5、タイマー回路 5 1 及び割込コントローラ 5 5 を備えている。これらの装置は、バスライン 5 0 を通じて互いに接続されている。また、必要に応じて、バスライン 5 0 には、ハードディスク装置 2 5 及び読取装置 3 2 を接続することが可能となっている。ハードディスク装置 2 5、読取装置 3 2、入力装置 4 0 及び表示装置 4 5 は、それぞれ、インタフェース 2 6、3 5、4 1 及び 4 6 を通じてバスライン 5 0 に接続される。

10

【 0 0 5 8 】

C P U 1 は、単一の C P U で構成されても良く、複数の C P U で構成されても良い。一例として、情報処理装置 1 0 0 0 は、複数の C P U 1 1、1 2、1 3、・・・を有するものとする。メモリ装置 2 は、R O M (Read Only Memory) 2 1 及び R A M (Random Access Memory) 2 2 を備えている。R O M 2 1 は、C P U 1 の動作を規定するコンピュータプログラムを記憶している。コンピュータプログラムは、ハードディスク装置 2 5 に記憶させることもできる。C P U 1 は、R O M 2 1 又はハードディスク装置 2 5 が格納するコンピュータプログラムを、必要に応じて R A M 2 2 に書き込みつつ、コンピュータプログラムが規定する処理を実行する。R A M 2 2 は、C P U 1 が処理を実行するのに伴って発生するデータを一時的に記憶する媒体としても機能する。

20

【 0 0 5 9 】

ハードディスク装置 2 5 は、内蔵する不図示のハードディスクに対して、コンピュータプログラム、或いはデータを書込み及び読出しする装置である。読取装置 3 2 は、C D - R O M 3 1 に記録されたコンピュータプログラム、或いはデータを読み取る装置である。通信装置 3 4 は、電話回線等の電気通信回線 3 3 を通じて、外部と自身との間で、コンピュータプログラム、或いはデータを交換する装置である。入力装置 4 0 は、ユーザの操作によりデータ等を入力する装置であり、例えば、P D A に配列されたキーボード、携帯電話機に配列された入力ボタン、或いは着脱自在のマウス、キーボードである。表示装置 4 5 は、データ、画像等を画面に表示したり、データ等を音声で表示したりする装置であり、例えば L C D (Liquid Crystal Display ; 液晶表示器) である。

30

【 0 0 6 0 】

タイマー回路 5 1 は、一定の周期でタイマー割込信号を出力する装置である。割込コントローラ 5 5 は、タイマー回路 5 1、入力装置 4 0、C P U 1 のうちの処理実行中の C P U 以外の C P U、ネットワークデバイスとしての通信装置 3 4、ハードディスク装置 2 5、読取装置 3 2 等から送られる割込要求信号を、C P U 1 へ中継する装置である。各装置からの割込要求には優先度が付けられている。割り込みコントローラ 5 5 は、同時に複数の装置から割り込みが発生した場合には、それらの要求を優先度に応じて調停する機能を有している。

【 0 0 6 1 】

以上のように、情報処理装置 1 0 0 0 は、コンピュータとして構成されている。上記コンピュータプログラムは、R O M 2 1、不図示のフレキシブルディスク、C D - R O M 3 1 等のプログラム記録媒体を通じて供給することも、電気通信回線 3 3 等の伝送媒体を通じて供給することも可能である。例えば、プログラム記録媒体として C D - R O M 3 1 に記録されたコンピュータプログラムは、読取装置 3 2 を情報処理装置 1 0 0 0 へ接続することにより、読み出すことができ、更に R A M 2 2 或いはハードディスク装置 2 5 に格納することができる。

40

【 0 0 6 2 】

プログラム記録媒体として R O M 2 1 によってコンピュータプログラムが供給される場合には、当該 R O M 2 1 を情報処理装置 1 0 0 0 に搭載することにより、C P U 1 は上記コンピュータプログラムに従った処理を実行可能となる。電気通信回線 3 3 等の伝送媒体

50

を通じて供給されるコンピュータプログラムは、通信装置 34 を通じて受信され、例えば、RAM 22 或いはハードディスク装置 25 に格納される。伝送媒体は、有線の伝送媒体に限られず、無線の伝送媒体であっても良い。また、伝送媒体は通信線路のみでなく、通信線路を中継する中継装置、例えばルータをも含む。

#### 【0063】

CPU 1、及び省電力処理プログラムを格納するメモリ装置 2 を備え、それ自身コンピュータとして構成される省電力処理装置 10 は、情報処理装置 1000 に組み込まれることにより、情報処理装置 1000 の動作モードを、通常モードと省電力モードとの間で切り替える。省電力処理装置 10 は、好ましくは自身をも含めて、動作モードを通常モードと省電力モードとの間で切り替える。省電力処理装置 10 は、更に好ましくは、CPU 1 及びメモリ装置 2 を単一の半導体基板に作り込んだLSI (Large Scale Integrated circuit) 等の集積回路として構成される。

10

#### 【0064】

図 2 は、省電力処理装置 10 のうちのメモリ装置 2 に格納されているプログラムの構成を示すブロック図である。メモリ装置 2 には、一つ以上のタスク 60、計算機装置のオペレーティングシステム(OS) 100 を含むプログラムやデータが格納されている。タスク 60 に含まれる個々のタスク 61、62、63 等は、アプリケーションであってもよく、ファイルシステム、ブラウザ等のミドルウェアであってもよく、デバイスドライバ等の OS 100 の一部であってもよい。図 1 では一例として、タスク 60 は、OS 100 以外のプログラムとして描かれている。

20

#### 【0065】

タスク 60 に含まれる各タスク 61、62、63 等は、通常のマルチタスク型の計算機装置において管理されるタスクと同様に、それぞれ優先度を持ち、優先度に応じた順番で処理される。割り込み等のイベントが発生すると、OS 100 に準備されているハンドラがタスクに優先して実行される。「イベントの実行」とは、イベントの発生を契機としたハンドラの実行、及び、OS 100 に準備されているシステムコール等の後続する実行等を意味する。それに伴ってタスクの優先度に変更があれば、OS 100 が有するタスクスケジューラは、変更後の優先度に基づいてタスク 60 を実行させる。OS 100 は、ROM 21 と RAM 22 との何れに保持されていても良い。

#### 【0066】

OS 100 は、CPU 1 と協働して省電力処理装置 10 を実現するために、主要な要素として、モード切替指示部 75、電力消費情報管理部 101、時間予測部 102、モード切替判定部 103、及びモード切替実行部 104 を備えている。モード切替指示部 75 は、通常モードから省電力モードへの切替え要求を電力消費情報管理部 101 へ伝える。CPU 1 の実行が一定期間にわたってないとき、電池容量が低下したとき、入力装置 40 へユーザの入力操作が一定期間にわたってないとき、表示装置 45 に待ち受け画面が静止状態で表示されたまま一定期間が経過したとき、或いは、ユーザが入力装置 40 を操作して省電力モードへの移行を指示したとき、などを契機としてモード切替指示部 75 は切替え要求を伝える。

30

#### 【0067】

省電力モードは、単一種類である必要はなく、複数種類のものが準備されても良い。本実施の形態では、省電力モードは、省電力効果の異なる複数段階のものが準備されている。省電力モードが複数種類である場合には、モード切替指示部 75 は、移行先の省電力モードを指定して、省電力モードへの移行を指示する。なお、動作モードは省電力モードへ移行する直前に、CPU 1 は動作を停止しているとは限らず、CPU 1 はタスク 60 の処理を実行中であってもよい。例えば、表示装置 45 に待ち受け画面が静止状態で表されているときであっても、CPU 1 は、画面を表示するためのタスクを実行している。

40

#### 【0068】

電力消費情報管理部 101 は、動作モードの切替え処理に関する情報(以下、「管理情報」と称する)を管理している。図 2 に示す省電力モードテーブル 150 及び電力消費情

50

報テーブル 170 は、管理情報の具体例に該当する。

【0069】

図3は、省電力モードテーブル150の一例を表形式で示す説明図である。省電力モードテーブル150には、識別番号151、動作モード152、及び装置選択情報153が互いに関連づけて記録されている。識別番号151は、各動作モードを識別するための情報、すなわち識別情報の一形態である。識別番号151の代わりに、他の何らかの識別符号を用いてもよく、一般に何らかの識別情報を用いてもよい。識別情報なしで各省電力モードが識別できる場合には、識別情報は無用である。

【0070】

動作モード152は、各動作モードの処理内容を示している。これらの内容は、情報処理装置1000の各装置要素に対する処理の組み合わせを表す装置選択情報153によって決定づけられている。省電力モードテーブル150は、装置選択情報153に例示したような各装置要素に対する処理が管理できるものであれば足りる。例えば、省電力モードテーブル150は、識別番号151と装置選択情報153のみからなっているとしてもよく、それらに他の情報が付加されていても良い。

【0071】

識別番号151が「0」である動作モードは、通常モードであり、「1」「2」・・・である動作モードは、複数種類の省電力モードである。通常モード「0」では、各装置要素は、その全性能を発揮するように処理される。通常モード「0」について、各装置要素に対する処理内容は、OS100において自明であるので、格別に省電力モードテーブル150に記録されなくてもよい。

【0072】

省電力モード「1」は、外部メモリのみをスリープさせる省電力モードである。このモードでは、CPU1のクロック周波数は高く、内部メモリは通常通り動作し(ON)、外部メモリは待機モードであり(OFF)、通信装置34すなわちネットワークインタフェースには通常通り電源が供給され(ON)、表示装置45の一例であるLCDの輝度は通常通り高く設定する。

【0073】

装置選択情報153に例示する要素以外に、省電力処理が適用できる他の種々の装置要素を省電力処理の対象とすることができる。例えば、種々の演算処理装置を省電力処理の対象とすることができ、CPU1の動作及び停止、DSPなどの各種プロセッサの動作及び停止を省電力処理の対象とすることが可能である。また、種々の記憶装置も省電力処理の対象とすることが可能である。例えば、DRAMやSRAMなどの揮発性メモリ(RAM22はその一例)やフラッシュROMなどの不揮発性メモリ(ROM21はその一例)、或いはメモリカードやハードディスクやフロッピー(登録商標)ディスクドライブや、CDドライブとしての読取装置32や、DVDドライブなどを、省電力処理の対象とすることが可能である。また、機器に応じた種々の入力装置40やインタフェースも省電力処理の対象とすることが可能である。例えば、アンテナやキーやマウス、或いは、USBやIEEE1394やPCMCIAなどのシリアル又はパラレルインタフェースも省電力処理の対象とすることが可能である。さらには、LCDやCRT等の表示装置45、或いは照明装置なども、省電力処理の対象とすることが可能である。

【0074】

また、省電力処理の内容は、各装置要素に対してクロック周波数の昇降や、待機モードのON・OFFや、電源のON・OFFに限られない。省電力処理の内容は、LCDの輝度の昇降に例示されるように、処理対象としての各装置要素によって適用できる省電力処理は異なる。処理対象となる装置要素に独自の省電力処理を規定することも可能である。

【0075】

なお、本実施の形態1では、複数の省電力モードが設定されているが、既に述べたように、省電力モードは単一であっても良い。また省電力の対象となる装置要素が単一であっても良い。例えば、図3の識別番号「1」に対応する、外部メモリをスリープするモード

10

20

30

40

50

のみが、省電力モードとして管理されてもよい。その場合には、各装置要素へ適用する省電力の処理として、通常モードと比較して外部メモリを待機モードにする（OFFにする）ことだけが管理されてもよい。

#### 【0076】

図4は、電力消費情報テーブル170の一例を表形式で示す説明図である。電力消費情報テーブル170には、キーとして省電力モードテーブル150と共有される情報である識別番号151及び動作モード152に、2種類の電力消費量171、172、及び消費電力173が互いに関連付けて記録されている。電力消費量171は、通常モードから各省電力モードへの移行処理に伴って、情報処理装置1000に発生する電力消費量（mJ）である。電力消費量172は、各省電力モードから通常モードへの復帰処理に伴って情報処理装置1000に発生する電力消費量（mJ）である。

10

#### 【0077】

より詳細には、電力消費量171には、移行処理に要する消費電力（W）と処理時間（ms）とが含まれており、電力消費量172には、復帰処理に要する消費電力（W）と処理時間（ms）とが含まれている。電力消費量171及び172として、消費電力（W）と処理時間（ms）とが記録される代わりに、電力消費量（mJ）と処理時間（ms）とが記録されても良い。電力消費量171及び172（mJ）は、省電力モードを利用することによって生じるオーバーヘッドの電力消費量である。消費電力173は、各動作モードにおける消費電力（mW）である。

#### 【0078】

20

例を挙げて説明すると、識別番号「2」の省電力モードは、内部メモリ及び外部メモリをスリープする省電力モードである。このモードでは、通常モードから省電力モードに切り替えるための移行処理に要する電力消費量は、 $200\text{ mW} \times 2\text{ ms} (= 400\text{ mJ})$ である。この情報は、移行処理における消費電力が $200\text{ mW}$ であり、移行処理に $2\text{ ms}$ の処理時間を要することを示している。省電力モードから通常動作への復帰処理に要する電力消費量は、同じく $200\text{ mW} \times 2\text{ ms}$ である。情報処理装置1000が内部メモリ（例えばメモリ装置2）及び外部メモリ（例えばハードディスク装置25）をスリープさせる省電力モード「2」で動作している時に消費する電力は、 $70\text{ mW}$ である。

#### 【0079】

各省電力モードは、情報処理装置1000等のシステムを開発する際などに設定される。省電力処理を適用する対象となる装置要素や、その装置要素へ適用される省電力処理の内容も事前に設定することができる。図3及び図4の各テーブルに記録される内容は、これらの設定内容に応じて、情報処理装置1000等の製造過程で記録することができる。例えば、電力消費量171、172及び消費電力173として、実測値或いは理論値を記録することができる。

30

#### 【0080】

図2に戻って、モード切替指示部75からモード切替え要求が電力消費情報管理部101へ伝えられると、電力消費情報管理部101は、時間予測部102へモード切替え要求を伝える。或いは、モード切替指示部75から電力消費情報管理部101と時間予測部102との双方に、モード切替え要求を伝えても良い。図2は、前者の例を示している。

40

#### 【0081】

時間予測部102は、通常モードから省電力モードへの切り替え要求が伝えられると、仮に省電力モードへ移行した場合に、移行先の省電力モードが解除されるまでの時間を予測する。時間予測部102が予測する時間（以下、「予測時間」と称する）は、切替え要求が伝えられてから省電力モードが解除されるまでの時間（後述する図7の $T_u + T_s$ ）である。

#### 【0082】

後述するように、モード切替判定部103は、この予測時間と、電力消費情報テーブル170とに基づいて、省電力モードに切り替えてから通常動作に復帰するまでの時間（後述する図7の $T_s$ ）を算出する。すなわち、モード切替判定部103は、情報処理装置1

50



000が省電力モードでの動作を継続する期間（以下、「継続期間」と称する）を算出する。モード切替判定部103は、継続期間を用いることにより、動作モードを通常モードから省電力モードへ切り替えるか否かを判定する。

【0083】

情報処理装置1000の動作モードが省電力モードである場合に、装置要素であるCPU1やメモリ2や周辺デバイスを使用する際には、情報処理装置1000は省電力モードを解除して通常動作に復帰しなければならない。従って、次に装置要素が使用される時刻を予測することによって、予測時間を得ることができる。時間予測部102は、予測時間を得るために、タイマイイベント予測部74及び反復割込予測部73を有している。

【0084】

タイマイイベント予測部74は、OS100や各種デバイスドライバ（OS100の一部であっても良い）などのソフトウェア（すなわちプログラム）が登録しているタイマイイベントを検索して、最寄りの、すなわち現在に最も近い将来のタイマイイベントが発生する時刻までの時間を、予測時間として得る。タイマイイベントは、ソフトウェアが指定した時刻に、指定した処理を実行するために、システムに登録されているものである。タイマイイベントの登録及び実行を実現するために、省電力処理装置10は、タイマイイベント登録部70、イベント実行部71及びタイマリスト管理キュー201を有している。

【0085】

タイマイイベント登録部70は、例えば、タスク61が有するイベント発行部61Aからの登録要求に基づいて、要求されたイベントをタイマリスト管理キュー201へ登録する。タイマリスト管理キュー201は、本発明のタイマイイベント管理部の具体例に該当するもので、タイマイイベントを管理する。タイマリスト管理キュー201は、その管理対象であるタイマイイベントが時間とともに更新されるものであるため、RAM22に保持される。図2では、タイマリスト管理キュー201は、OS100に含まれないものとして描かれているが、OS100の一部であってもよい。

【0086】

タイマー回路51による周期的なタイマ割込が発生する毎に、イベント実行部71は、その時刻においてシステム、すなわち情報処理装置1000が実行すべきタイマイイベントが存在するか否かをタイマリスト管理キュー201を参照することにより確認する。イベント実行部71は、その時刻に実行すべきものとして登録されているタイマイイベントの全てを実行する。

【0087】

タイマイイベントが実行される際には、CPU1を使用する必要があるため、CPU1を通常動作に復帰させる必要がある場合が多い。さらに、CPU1の動作に伴い、メモリ2や周辺デバイスも使用される場合が多い。従って、タイマイイベントが実行される時刻を先読みして、その時刻をシステム、すなわち情報処理装置1000が装置要素を使用する時刻と見なすことができる。

【0088】

図5は、タイマリスト管理キュー201によってタイマイイベントを管理する形態を模式的に描いた説明図である。図5において、タイマイイベントA～C、実行時刻202、及び実行ハンドラは、タイマリスト管理キュー201に保持されている情報であって、便宜上、タイマリスト管理キュー201の外側に取り出して描いたものである。

【0089】

図5に例示するように、タイマイイベントは実行される時刻が判別できる形で管理されている。図5の例では、各タイマイイベントが、リスト構造によってタイマイイベントA、タイマイイベントB、タイマイイベントCの順でつながれて管理されている。各タイマイイベントには、そのタイマイイベントを実行する時刻と、タイマイイベントの処理として実行される実行ハンドラと、その実行ハンドラを実行する際に必要となるデータ（不図示）などが管理されている。図5の例は、タイマイイベントAの実行時刻202は「5」であり、システムの時刻が「5」になった時にタイマイイベントAが実行されることを示す。数値「5」は一例

10

20

30

40

50

であって、実行時刻 202 は、例えば、m s e c 単位の時刻で表現される。

【0090】

時間予測部 102 のタイマイイベント予測部 74 は、タイマリスト管理キュー 201 を検索することにより、最寄りのタイマイイベント A を発見して、そのタイマイイベント A に登録されている実行時刻 202 を取得する。タイマイイベント予測部 74 は、取得した実行時刻 202 をデバイス使用時刻とみなし、システムが管理しているシステム時刻との差を算出して、予測時間を得る。タイマイイベント予測部 74 は、予測時間を、モード切替判定部 103 に通知する。

【0091】

反復割込予測部 73 は、システムが周期的に実行している割り込み処理が実行される時刻までの時間を取得し、当該時間を予測時間とする。ここで周期的とは、一定周期である場合だけでなく、ばらつきのある時間間隔をもって反復的である場合をも含む趣旨である。

【0092】

周期的に実行される割り込み処理の代表例は、ハードウェアタイマから一定の周期で入るタイマ割り込みである。この場合には、タイマー回路 51 (図 1) とは別のタイマー回路がバスライン 50 に接続されている。また、図 1 に例示するようなマルチ CPU を採用するシステムでは、現在実行中の CPU とは別の CPU へ情報をやりとりするための定期的な割り込みが、当該別の CPU から入ることがある。さらに、周辺デバイスからの定期的な割り込みも存在する。通信系のデバイスやネットワークデバイス (図 1 の通信装置 34 はその一例) などから通信のプロトコルにしたがって、一定の周期で入る割り込みもある。例えば、システムが携帯電話であれば、当該システムは、一定の周期で基地局からの電波を受信し、それに応答しなければならない。

【0093】

これらの割り込み処理が実行される際には、タイマイイベントを実行する場合と同様に、CPU 1 を使用する必要があるため、CPU 1 を通常動作に復帰させる必要がある場合が多い。さらに、CPU 1 の動作に伴い、メモリ 2 や周辺デバイスも使用される場合が多い。従って、現在からこれらの周期的に発生する割り込み処理までの時間を、予測時間とすることができる。

【0094】

周期的割込みの周期に基づいて、予測時間を得るために、省電力処理装置 10 は割込記録テーブル 220 を備えており、反復割込予測部 73 は計測部 72 を有している。図 6 は、割込記録テーブル 220 の一例を表形式で示す説明図である。割込記録テーブル 220 には、割り込み内容 221、状態 222、最新時間間隔 223、平均時間間隔 224、平均回数 225、並びに直前割込時刻 226 が、互いに関連づけて記録されている。割込記録テーブル 220 は、記録されている情報が時間とともに更新されるものであるので、RAM 22 に保持される。図 2 では、割込記録テーブル 220 は、OS 100 に含まれないものとして描かれているが、OS 100 の一部であってもよい。

【0095】

割り込み内容 221 は、周期的割込の種類を示す情報である。計測部 72 は、割り込み内容毎に、割り込みが最新に発生した時刻を直前割込時刻 226 として記録する。新たな割り込みが発生する毎に、直前割込時刻 226 は更新される。計測部 72 は、新たな割り込みが発生する毎に、最新時間間隔 223 及び平均時間間隔 224 を算出する。最新時間間隔 223 は、直前の周期的割り込み時刻と、その 1 回前の周期的割込の時刻との差、すなわち割り込みの最新の時間間隔を示す情報である。計測部 72 は、新たな割り込みが発生する毎に、新たな割り込みが発生した時刻と、更新前の直前割込時刻 226 との差を算出し、最新時間間隔 223 として記録する。

【0096】

更に、計測部 72 は、新たな割り込みが発生する毎に、所定回数分の最新の割り込みの時間間隔の平均値を算出し、平均時間間隔 224 として記録する。計測部 72 は、平均時

10

20

30

40

50

間隔 2 2 4 を記録すると同時に、平均時間間隔 2 2 4 を算出する際の平均回数を、平均回数 2 2 5 として記録する。図 6 の例では、平均回数 2 2 5 として「10 回」が記録されている。

【0097】

計測部 7 2 は、新たな割り込みが発生する毎に、平均時間間隔 2 2 4 と平均回数 2 2 5 と、新たな割り込みの発生時刻とに基づいて、新たな平均時間間隔 2 2 4 を算出する。平均回数 2 2 5 は、定常動作時に「10 回」に設定される場合であっても、システムの立ち上げ直後など、割込記録テーブル 2 2 0 の作成開始直後では、「10 回」には満たない。計測部 7 2 は、平均回数 2 2 5 を、初期値「1 回」から順次、インクリメントしてゆくことにより、平均時間間隔 2 2 4 を初回から計算することが可能となる。平均回数 2 2 5 が「1 回」である時には、平均時間間隔 2 2 4 は最新時間間隔 2 2 3 と同一である。

10

【0098】

なお、平均時間間隔 2 2 4 は、過去の一定回数分の割り込みの時間間隔の平均値である必要はなく、過去の全ての割り込みの時間間隔の平均値であってもよい。この場合には、平均回数 2 2 5 は、割り込みが発生する毎に、際限なく「1」ずつインクリメントされる。

【0099】

割込記録テーブル 2 2 0 を管理する計測部 7 2 は、図 6 に例示する特定の周期的割り込みが発生したことを検知する。例えば、計測部 7 2 は、割込コントローラ 5 5 から CPU 1 などの演算処理装置に、割込信号が伝えられたことを検知することにより、特定の割込が発生したことを検知する。或いは、OS 100 などのソフトウェアが、対象デバイス、すなわち情報処理装置 1000 の装置要素からの割り込みを判別して、対応付けられる割り込み処理を行う時に、システム時刻或いはハードウェアタイマのクロック値を取得し、これらの情報を OS 100 の一部である計測部 7 2 に通知するようにしてもよい。

20

【0100】

時間予測部 102 が有する反復割込予測部 73 は、図 6 の各割り込み内容 2 2 1 について、例えば、最新時間間隔 2 2 3 と直前割込時刻 2 2 6 とを参照することによって、最も近い将来に発生する可能性のある割り込みの時刻を探し当て、これと現在時刻との差を予測時間とする。反復割込予測部 73 は、最新時間間隔 2 2 3 の代わりに、平均時間間隔 2 2 4 を用いても良い。

30

【0101】

また、システムの動作状況によって、割り込みが無効に設定されている場合がある。状態 2 2 2 は、割込内容 2 2 1 毎に、割り込みが無効に設定されているか否かを表示する情報である。例えば、割り込みコントローラ 5 5 に対して、割り込みをマスクするように設定がなされていると、マスクされた割り込みは受け付けられない。マスクされた割り込みに対しては、状態 2 2 2 として「無効」が記録される。この場合、OS 100 内の不図示の部分が、割込コントローラ 5 5 の設定状態を検知し、その状態を状態 2 2 2 に記録することが可能である。

【0102】

また、割込コントローラ 5 5 へのマスク設定によることなく、各割り込み内容 2 2 1 に対する有効/無効の設定を、OS 100 などのソフトウェアで行うことも可能である。この場合には、当該設定を行う OS 100 等の部分が、設定された内容を状態 2 2 2 に記録することが可能である。

40

【0103】

反復割込予測部 73 は、予測時間を取得する際に、状態 2 2 2 をも参照する。反復割込予測部 73 は、状態 2 2 2 が「無効」に設定されていない割込内容 2 2 1 についてのみ、最新時間間隔 2 2 3 等のデータを参照する。それにより、反復割込予測部 73 は、より正確に予測時間を取得することが可能となる。

【0104】

なお、反復割込予測部 73 は、割込記録テーブル 2 2 0 から、省電力モードが解除され

50

るまでの時間の代わりに、省電力モードから通常モードに復帰するまでの時間（後述する図7の $T_u + T_s + T_d$ ）を、予測時間として取得することも可能である。割込記録テーブル220に記録される直前割込時刻226の代わりに、割り込み後に、通常モードへの復帰が行われて、所定のデバイス（情報処理装置1000の装置要素）が動作を開始する時刻を記録することが可能である。この場合には、反復割込予測部73は、直前割込時刻226に基づいて、省電力モードから通常モードに復帰するまでの時間を、予測時間として取得することができる。

#### 【0105】

図2に戻って、時間予測部102は、例えば、タイマイイベント予測部74が得た予測時間を第1の候補とし、反復割込予測部73が得た予測時間を第2の候補として、より現在に近い候補を、予測時間としてモード切替判定部103に通知する。

10

#### 【0106】

モード切替判定部103は、電力消費情報管理部101が管理する管理情報と時間予測部102が予測した予測時間とに基づいて、現在の通常モードを省電力モードに切り替えるか否かを判定する。電力消費情報管理部101は、自身が管理する電力消費情報テーブル170を、モード切替判定部103へ伝える。

#### 【0107】

図7は、モード切替判定部103の動作を説明するグラフであり、動作モードの切替えに伴う、消費電力の推移を例示している。図7において、縦軸は消費電力（mW）を示しており、横軸は時間を示している。システムの動作モードが通常モードであるときの消費電力は、 $W_n$ の高さにある。省電力モードへの切り替え要求が、時刻251で発生すると、通常は省電力モードに切り替える処理、すなわち移行処理を行うために消費電力が高くなる。これは、第1には、通常において、通常モードから省電力モードに切り替わる直前の通常モードでは、システムは多くの場合、大きな処理を抱えていないからである。第2に、省電力モードに切り替える処理として、種々のデバイス（すなわち、装置要素）の設定を変更するための処理を行う必要があり、この処理に高い電力が消費されるからである。図7の例では、省電力モードに切り替えるために、時刻251から時刻252までの時間 $T_u$ 分だけ処理時間を要し、その間の消費電力 $W_u$ は、省電力モードに切り替える前の $W_n$ より引き上げられる。

20

#### 【0108】

時刻252で、省電力モードに切り替えるための前処理である移行処理が完了し、省電力モードに切り替わると、消費電力は $W_s$ の水準まで低下する。消費電力 $W_s$ は、通常モードでの消費電力 $W_n$ よりも低い。省電力モードでの動作は、電力消費が $W_d$ の水準を維持したままで、省電力モード解除の割り込みが発生する時刻253まで継続期間 $T_s$ にわたって継続する。時刻253で省電力モード解除の割り込みが発生すると、システムは省電力モードから復帰する処理、すなわち復帰処理を行う。復帰処理では、移行処理と同様に、種々のデバイスの設定を変更する必要がある。その処理に要する電力が消費されるので、復帰処理に要する消費電力 $W_d$ は、消費電力 $W_u$ と同等ないしそれに近い水準まで上昇する。

30

#### 【0109】

省電力モードから通常モードへの復帰処理のために、時刻253から時刻254までの時間 $T_d$ にわたる処理時間が必要とされる。時刻254で、通常モードの前処理としての復帰処理が完了すると、動作モードは通常モードに復帰する。

40

#### 【0110】

上述した通り、省電力モードへの切替えを行うには、省電力モードに切り替えるための処理時間 $T_u$ と、省電力モードから復帰するための処理時間 $T_d$ とが必要となる。このため、必ずしも省電力モードに切り替えた方が、有利であるとは限らない。場合によっては、省電力モードに切り替えずに、通常動作モードを維持した方がよい場合もある。

#### 【0111】

モード切替判定部103は、省電力モードへの切り替え要求を通知された時に、上述し

50

た状況に基づいて省電力モードに切り替えるか否かを判断する。なお、モード切替判定部 103 は、モード切替指示部 75 からの切替え要求を直接に受けても良いが、電力消費情報管理部 101 又は時間予測部 102 を通じて、間接的に通知を受けても良い。図 2 は、後者を例示している。

#### 【0112】

以下、モード切替判定部 103 の切り替え判断の基準と判断手順に関して、いくつかの例を説明する。まず、モード切替判定部 103 が、処理時間に基づいて判断する例を示す。

#### 【0113】

省電力モードに切り替えるための処理時間  $T_u$  が、切替え要求の発生から省電力モードが解除されるまでの時間  $T_u + T_s$  より長い場合には、省電力モードに切り替わってから省電力モードが解除されるまでの時間、すなわち継続期間  $T_s$  が存在しないことを意味する。この場合には、省電力モードでの動作を実現し得ないまま、動作モードは通常モードに復帰する。そのため、実施した省電力モードに切り替える移行処理と省電力モードから復帰するための復帰処理に要した時間が無駄になる。また、通常モードの動作が維持されておれば即座に応答して実行し得た処理が、移行処理や復帰処理を行ったことにより応答に遅延が発生したために、遅れる可能性がある。

#### 【0114】

そこで、モード切替判定部 103 は、時間予測部 102 から受け取った予測時間 ( $T_u + T_s$ 、又は  $T_u + T_s + T_d$ ) と、移行処理のための処理時間  $T_u$  或いは復帰処理のための処理時間  $T_d$  との関係に基づいて、省電力モードに切り替えるか否かを判定する。モード切替判定部 103 は、例えば、予測時間が  $T_u + T_s$  として得られる場合に、予測時間が処理時間  $T_u$  より短い場合は、省電力モードへの切り替えを行わないと判定する。また、モード切替判定部 103 は、予測時間が  $T_u + T_s + T_d$  として得られる場合に、予測時間が処理時間  $T_u$  と処理時間  $T_d$  の和より短い場合は、省電力モードへの切り替えを行わないと判定する。別の例では、モード切替判定部 103 は、処理時間  $T_u$  或いは処理時間の和  $T_u + T_d$  に、ある正の定数を加算した値以上となるほどに、予測時間が十分長いと判断した場合に限り、省電力モードに切り替えるべきと判定する。

#### 【0115】

以上の例は、以下のように言い換えることも可能である。モード切替判定部 103 は、まず省電力モードでシステムが動作することが可能な時間、すなわち継続期間  $T_s$  を算出する。継続期間  $T_s$  は、予測時間が  $T_u + T_s$  として得られる場合には、予測時間から処理時間  $T_u$  を差し引くことにより得られ、予測時間が  $T_u + T_s + T_d$  として得られる場合には、予測時間から処理時間  $T_u + T_d$  を差し引くことにより得られる。

#### 【0116】

モード切替判定部 103 は、電力消費情報管理部 101 が通知する電力消費情報テーブル 170 を参照することにより、処理時間  $T_u$  及び  $T_d$  を取得することができる。なお、電力消費情報管理部 101 がモード切替判定部 103 へ電力消費情報テーブル 170 を伝える代わりに、モード切替判定部 103 が電力消費情報管理部 101 が管理する電力消費情報テーブル 170 を参照してもよい。

#### 【0117】

モード切替判定部 103 は、例えば、継続期間  $T_s$  が負の値である場合は、省電力モードへの切り替えを行わないものと判定し、正の値である場合には切替えを行うものと判定する。別の例では、モード切替判定部 103 は、継続期間  $T_s$  が、与えられた正の定数以上である場合には、切替えを行うものと判定し、当該正の定数未満である場合には、切替えを行わないものと判定する。言い換えると、モード切替判定部 103 は、継続期間  $T_s$  が、十分に長い場合に限り、切替えを行うものと判定する。

#### 【0118】

次に、モード切替判定部 103 が、電力消費量に基づいて判断する例を示す。まず、モード切替判定部 103 は、時間予測部 102 から受け取った予測時間から、継続期間  $T_s$

10

20

30

40

50

を算出する。モード切替判定部 103 は、更に、省電力モードに移行させる移行処理に要する電力消費量 ( $W_u \times T_u$ )、及び省電力モードから通常動作に復帰させる復帰処理に要する電力消費量 ( $W_d \times T_d$ ) を、電力消費情報テーブル 170 から取得する。或いは、モード切替判定部 103 は、移行処理に要する消費電力  $W_u$  と、移行処理に要する処理時間  $T_u$  とを取得することにより、移行処理に要する電力消費量 ( $W_u \times T_u$ ) を算出しても良い。同様に、モード切替判定部 103 は、復帰処理に要する消費電力  $W_d$  と、復帰処理に要する処理時間  $T_d$  とを取得することにより、復帰処理に要する電力消費量 ( $W_d \times T_d$ ) を算出しても良い。

#### 【0119】

モード切替判定部 103 は、更に、省電力モードで動作する継続期間  $T_s$  における消費電力  $W_s$  を、電力消費情報テーブル 170 から取得する。モード切替判定部 103 は、継続期間  $T_s$  と消費電力  $W_s$  とから、継続期間  $T_s$  における電力消費量 ( $W_s \times T_s$ ) を算出する。それにより、モード切替判定部 103 は、省電力モードへの切替えを行った場合に、 $T_u + T_s + T_d$  の全期間にわたる全電力消費量 ( $W_u \times T_u + W_s \times T_s + W_d \times T_d$ ) を、3 種の電力消費量の和として算出する。

#### 【0120】

更に、モード切替判定部 103 は、通常モードで動作した場合の消費電力  $W_n$  を、電力消費情報テーブル 170 から取得する。消費電力  $W_n$  については、定数としてモード切替判定部 103 に、あらかじめ与えられている等、周知技術の範囲で様々な取得形態があり得る。モード切替判定部 103 は、消費電力  $W_n$  に基づいて、動作モードの切替えが行われない場合の、上記全期間  $T_u + T_s + T_d$  にわたる全電力消費量 ( $W_n \times (T_u + T_s + T_d)$ ) を算出する。

#### 【0121】

以上の結果に基づいて、モード切替判定部 103 は、省電力モードへ切り替えた場合と、切り替えない場合との間で、全電力消費量を比較し、その結果に基づいて、省電力モードへの切替えを行うか否かを判定する。例えば、省電力モードへ切り替えた場合の全電力消費量が、切替えない場合の全電力消費量よりも大きい場合には、省電力モードに切り替えることによる電力節減効果が得られないので、モード切替判定部 103 は、省電力モードへの切替えを行わないと判定する。逆に、省電力モードへ切り替えた場合の全電力消費量が、切替えない場合の全電力消費量よりも小さい場合には、省電力モードに切り替えることによる電力節減効果が得られるので、モード切替判定部 103 は、省電力モードへの切替えを行なうと判定する。

#### 【0122】

別の例では、モード切替判定部 103 は、上記比較の結果、省電力モードへ切り替えた場合の全電力消費量が、切替えない場合の全電力消費量から、与えられたあるマージン (正数) を差し引いた値以下である場合に限り、省電力モードへの切替えを行うと判定する。これにより、切替えに伴って、応答の遅延が発生する不利益をも補って余りある省電力効果が得られる場合に限り、省電力モードへの切替えを行うことができる。

#### 【0123】

モード切替判定部 103 は、判定の結果をモード切替実行部 104 へ伝える。モード切替判定部 103 は、省電力モードへの切替えを行うと判定した場合にのみ、その旨をモード切替実行部 104 へ通知しても良い。

#### 【0124】

モード切替実行部 104 は、モード切替判定部 103 の判定に従って、動作モードの切替えを行い、それにより各動作モードを実現する。すなわち、モード切替実行部 104 は、モード切替判定部 103 から省電力モードへの切り替えを通知されると、システムの動作モードを省電力モードに切り替える処理を行う。モード切替実行部 104 は、例えば、省電力モードテーブル 150 を参照することにより、移行すべき省電力モードに対応する操作を、各装置要素に対して行う。モード切替実行部 104 は、省電力モードが対象としている各装置要素に対して、省電力処理を適用するために、省電力モードテーブル 150

10

20

30

40

50

に記録されている操作に付随した様々な処理をも、所定の手順で行う。

【0125】

一般に、各装置要素の電源を切ったり、待機モードにしたり、停止させたりするような省電力処置を行う際には、次に省電力モードから通常動作に復帰して正常に動作させるために、通常動作の際に保持している一時情報や揮発性のデータなどを保存する処理が必要になる。また、接続されている周辺デバイスに対しても、電源が切られることや待機モードにされることや停止することを通知し、データを送受信できなくなることに対処させることがある。

【0126】

例えば、揮発性の外部メモリ（図1には不図示）の電源を切る場合には、まず外部メモリが保持しているデータの中で外部メモリ上でのみ書き込みがされた状態のデータを、元の記憶装置の位置に反映したり、或いは別の一時記憶装置に移動したりしなければならない。また、これまで通電していた際に、接続されている別の周辺デバイスから定期的に受けていたりフラッシュ信号や活性化信号をマスクしなければならない場合もある。

【0127】

さらに、各装置要素の状態を変更する場合には、各装置要素に対して所定の設定を実施した後に各装置要素の状態が安定化するまで待つ必要もある。例えば、CPUクロック周波数を低下させることに伴って、供給する電圧を低下させる場合、電圧の供給源が電圧を変更している時間や電圧が安定化するまでの時間にCPUを停止させなければならない。

【0128】

モード切替実行部104は、上記のような処理を含めて、省電力モードを実施するための所定の処理を実行する。

【0129】

以上のように構成された省電力処理装置10について、図8のフローチャートを参照しつつその動作を述べる。省電力処理装置10は、電源が立ち上げられるなどにより処理が開始されると、電力消費情報管理部101が電力消費情報テーブル170等の管理情報を管理する。同時に、時間予測部102は割込記録テーブル220の管理を行う（以上、S101）。

【0130】

次に、電力消費を抑えるための省電力モードへの切り替え要求、すなわち切替命令が発生すると、省電力処理装置10は、ステップS102以下の処理を実行する。ステップS101の処理は、ステップS102以下の処理と並行して引き続き実行される。

【0131】

ステップS102では、時間予測部102が予測時間を算出する。次に、モード切替判定部103は、電力消費情報管理部101から電力消費情報テーブル170等の管理情報を取得し、時間予測部102から予測時間を取得する（S103）。次に、モード切替判定部103は、省電力モードへの切替えを行う場合と行わない場合との間で、処理時間又は全電力消費量の比較を行う（S104）。続いて、モード切替判定部103は、比較の結果に基づいて、省電力モードへの切替えが有効であるか否かを判定する（S105）。続いて、モード切替実行部104は、切替えが有効であると判定された場合（S105でYes）には、省電力モードへの切替えを行う（S106）。

【0132】

以上のように、本発明の第1の実施形態にかかる省電力処理装置10によれば、省電力モードに切り替える際のオーバーヘッドとなる処理時間や電力消費量も考慮に入れて、省電力モードに切り替えるかどうかを判断することにより、より有利な省電力制御、或いはより確度の高い省電力制御を達成することが可能になる。

【0133】

（実施の形態2）

前述した実施の形態1では、時間予測部102がデバイス、すなわち装置要素の使用時

10

20

30

40

50

刻を予測する一つの方式として、タイマイイベントを検索して、最寄りのタイマイイベントが発生する時刻までを、省電力モード動作の可能な時間としていた。しかし、あるタイマイイベントが発生した場合に、必ずしもそのタイマイイベントが省電力処理を適用している装置を通常動作に復帰させて使用するとは限らない。

【 0 1 3 4 】

例えば、あるタイマイイベントによって、外部メモリからコードをロードして演算処理装置、すなわちCPU1内で所定の処理を行うだけで、ネットワークインタフェースすなわち通信装置34を使用しない可能性は十分にある。そのような場合、例えば図3に示す識別番号「4」に対応する「ネットワークインタフェースを電源OFF」する省電力モードは、そのタイマイイベントによって省電力モードを解除する必要がある。

10

【 0 1 3 5 】

従って、タイマイイベントによっては、所定のデバイスのみを使用する、或いは所定のデバイスを使用しないものがあり、それらを識別することができれば、要求された省電力モードに対して省電力モード動作の可能な時間を正確に予測することができる。

【 0 1 3 6 】

時間予測部102が、かかる識別を行いつつ、タイマイイベントを利用してデバイスの使用時刻を予測する動作に関して、図9を参照しつつ説明する。図9は、実施の形態1における図5に対応するもので、実施の形態2によるタイマリスト管理キューによってタイマイイベントを管理する形態を模式的に描いた説明図である。このタイマリスト管理キュー201Aは、図2において、タイマリスト管理キュー201に置き換えられるものである。

20

【 0 1 3 7 】

タイマリスト管理キュー201Aは、各タイマイイベントに対応するデバイス使用情報を管理している。すなわち、各タイマイイベントには、図5にも示されている実行時刻と実行ハンドラの他に、デバイス使用情報が付随している。例えば、タイマイイベントAには、デバイス情報として、外部メモリを使用しないという情報とネットワークインタフェースを使用しないという情報301が管理されている。また、タイマイイベントBには、デバイス情報として、ネットワークインタフェースを使用しないという情報302が管理されている。

【 0 1 3 8 】

タイマイイベント登録部70（図2）は、タイマイイベントをタイマリスト管理キュー201Aに登録する際に、そのタイマイイベントの仕様に基づいて、デバイス使用情報301や302を、あらかじめ設定することが可能である。また、タイマイイベントの実行時にそのタイマイイベントがどのデバイスにアクセスしたかを時間予測部102が記憶し、その情報に基づいて、時間予測部102又はタイマイイベント登録部70がデバイスの使用情報を、タイマリスト管理キュー201Aに設定してもよい。

30

【 0 1 3 9 】

仮に、図3に示した省電力モードテーブル150において、識別番号「1」に対応する「外部メモリをスリープ」する省電力モードが、切替え先として要求されている場合、時間予測部102は、図9のタイマリスト管理キュー201Aが管理するタイマイイベントを検索し、タイマイイベントAのデバイス使用情報301を参照して、タイマイイベントAが外部メモリを使用しないという情報を得る。すなわち、このタイマイイベントAは省電力モード「外部メモリをスリープ」から復帰する必要のないタイマイイベントであると判断する。

40

【 0 1 4 0 】

時間予測部102は、管理されているタイマイイベントを更に検索し、タイマイイベントBのデバイス使用情報302を参照して、タイマイイベントBがネットワークを使用しないという情報を得る。図9の例のように、使用されないデバイスがデバイス使用情報に登録される場合には、時間予測部102は、タイマイイベントBは外部メモリを使用する可能性があるとして判断して、タイマイイベントBに登録されている実行時刻303を参照する。時間予測部102は、実行時刻303をデバイス使用時刻とみなし、システムが管理しているシステム時刻との差を算出することにより、省電力モード動作が解除されるまでの時間（T

50



u + T s) を得る。時間予測部 102 は、算出した時間を予測時間として、モード切替判定部 103 に通知する。

#### 【0141】

さらに、別の例として、図3に示した省電力モードテーブル150において、識別番号「4」に対応する「ネットワークインタフェースを電源OFF」する省電力モードが、切替え先として要求されている場合を採り上げる。この場合には、タイマイイベントA及びタイマイイベントBのデバイス使用情報301及び302には、ネットワークインタフェースを使用しないという情報が含まれているため、時間予測部102は、タイマイイベントCのデバイス使用情報を参照する。タイマイイベントCのようにデバイス使用情報が存在しない場合には、時間予測部102は、全てのデバイスを使用する可能性があるとして判断して、タイマイイベントCの実行時刻304に基づいて省電力モード動作の可能な時間を予測する。

10

#### 【0142】

なお、図9では、タイマイイベントに対応するデバイス使用情報として、特定のデバイスを使用しないという情報を例示したが、タイマリスト管理キュー201Aは、特定のデバイスを使用するという情報を管理してもよい。この場合、時間予測部102は、タイマイイベントが使用するデバイスを記録したデバイス使用情報のうち、要求された省電力モードの実施に伴って省電力処理を適用するデバイスの一部を含むものが有るかどうかを判断する。そして、時間予測部102は、このようなデバイス使用情報が付随するタイマイイベントの実行時刻を、デバイスを使用する時刻とみなし、省電力モード動作の可能な時間を算出する。

20

#### 【0143】

次に、時間予測部102が、使用される装置を識別しつつ、デバイス使用時刻を周期的な割り込み処理に基づいて予測する場合の動作に関して、図10を参照しつつ説明する。図10は、実施の形態1における図6に対応するもので、実施の形態2による割込記録テーブル220Aを表形式で示す説明図である。この割込記録テーブル220Aは、図2において、割込記録テーブル220に置き換えられるものである。

#### 【0144】

割込記録テーブル220Aには、図6の割込記録テーブル220と同様に、割り込み内容221、状態222、最新時間間隔223、平均時間間隔224、平均回数225、並びに直前割込時刻226が、互いに関連づけて記録されている。割込記録テーブル220Aには、割り込み内容221等に関連づけて、デバイス使用情報355が記録されている。

30

#### 【0145】

時間予測部102は、デバイス使用情報355を利用することにより、より正確にデバイスの使用時刻を予測することが可能となる。省電力モードによっては、実際に特定の割り込みが発生したことによって省電力モードの解除が行われないことも有り得る。なぜなら、全ての周期的な割り込み処理が、省電力モードによる省電力処理の適用を受けているデバイスを使用するとは限らないからである。そこで、時間予測部102は、現在に最も近いものと予測される周期的な割り込みの発生時刻を、次にデバイスを使用する時間とみなすのではなく、割り込み内容221ごとに管理されているデバイス使用情報355を利用する。時間予測部102は、それにより、要求された省電力モードに対して予測時間をより正確に取得することができる。

40

#### 【0146】

具体的には、上述したタイマイイベントの場合と同様に、時間予測部102は、切り替えが要求された省電力モードが省電力処理の適用対象としている各デバイスに関して、周期的な割り込みがそのデバイスを使用するかどうかを、デバイス使用情報355によって判断する。デバイス使用情報355は、周期的な割り込みを実行する実行ハンドラに、あらかじめ設定しておくことが可能であり、それを時間予測部102が読み取ることが可能である。また、周期的な割り込みの実行時に、その周期的な割り込みがどのデバイスにアクセスしたかを時間予測部102が記憶し、その情報に基づいて時間予測部102がデバイ

50

ス使用情報 3 5 5 を設定してもよい。

【 0 1 4 7 】

例えば、仮に図 3 の識別番号「 1 」に対応する「外部メモリをスリープ」する省電力モードが要求されている場合、時間予測部 1 0 2 は、図 1 0 の割込記録テーブル 2 2 0 A を検索し、まず 1 番目の「タイマ割り込み」のデバイス使用情報 3 5 5 を参照して、外部メモリを使用しないという情報を得る。それにより、時間予測部 1 0 2 は、省電力モード「外部メモリをスリープ」が、タイマ割り込みによって解除されて通常モードに復帰しない、と判断することができる。

【 0 1 4 8 】

次に、時間予測部 1 0 2 は、図 1 0 の 2 番目の周期的割り込み「他 C P U からの定期的な割り込み」のデバイス使用情報 3 5 5 を参照する。その結果、外部メモリを使用しないという情報がないので、時間予測部 1 0 2 は、2 番目の周期的割り込みが外部メモリを使用すると判断することができる。すなわち、時間予測部 1 0 2 は、図 1 0 の 2 番目の周期的割り込みに対応する最新時間間隔 2 2 3 や平均時間間隔 2 2 4 が、省電力モード「外部メモリをスリープ」にとって、有効な時間であると判断する。

【 0 1 4 9 】

このように、図 1 0 に例示する割込記録テーブル 2 2 0 A に管理されるそれぞれの周期的な割り込み情報のうち、デバイス使用情報 3 5 5 を考慮した有効な時間間隔を参照することにより、より正確に省電力モードでの動作時間を予測することができる。また、前述したタイマイベントの場合と同様に、特定のデバイスを使用しないという情報ではなく、特定のデバイスを使用するという情報を、デバイス使用情報 3 5 5 に記録することも可能である。

【 0 1 5 0 】

( 実施の形態 3 )

図 4 に例示した電力消費情報テーブル 1 7 0 には、通常モードから各省電力モードへの切替えに伴うオーバーヘッドの電力消費量 1 7 1 及び 1 7 2 が記録された。しかしながら、現在の動作モードが省電力モードの一つであるときに、別の省電力モードへ動作モードが切り替わり得るように情報処理装置 1 0 0 0 を構成することも可能である。動作モードが、一つの省電力モードから別の省電力モードへ切り替わる場合には、通常モードから省電力モードへ切り替わる場合に比べて、各装置の状態の差違が小さくなり、動作モードの切り替えに伴うオーバーヘッドの電力消費量が小さくなる可能性がある。

【 0 1 5 1 】

そのような場合にも、動作モード切り替えに伴う電力消費量を精度良く取得するために、ある省電力モードから別の省電力モードに切り替わる場合に対しても、動作モード切り替えに伴う電力消費量を管理し、動作モード切替えの適否の判断に利用することが可能である。

【 0 1 5 2 】

図 1 1 は、通常モード及び複数の省電力モードのうちの任意のモード間での切替えに対応可能な電力消費情報テーブルを表形式で例示する説明図である。この電力消費情報テーブル 1 7 0 A は、図 2 において、電力消費情報テーブル 1 7 0 に置き換えられるものである。図 1 1 に例示する電力消費情報テーブル 1 7 0 A には、2 種類の電力消費量及び消費電力がマトリクス状に配列されている。図 1 1 において、横方向には現在の動作モードが配列し、縦方向には移行先の動作モードが配列している。例えば、省電力モードである動作モード「 1 」から、他の省電力モード「 3 」への切替えの適否を判定する際には、モード切替判定部 1 0 3 は、4 行 2 列 ( 縦 4 行目、横 2 列目 ) に記録される電力消費量 1 7 1 A、1 7 2 A 及び消費電力 1 7 3 A を参照するとよい。動作モード「 1 」からの切替えを行わない場合の全電力消費量を算出するためには、モード切替判定部 1 0 3 は、2 行 1 列に記録される消費電力 1 7 3 を参照するとよい。

【 0 1 5 3 】

一つの省電力モードから通常モードへの切替えに際して、モード切替判定部 1 0 3 が切

10

20

30

40

50

替えの適否を行うべき場合は通常想定されない。しかしながら、モード切替判定部 103 は、電力消費情報テーブル 170A を用いることにより、一つの省電力モードから通常モードへの切替えに際して、モード切替判定部 103 が切替えの適否を行うことも可能である。

#### 【0154】

図 12 は、実施の形態 3 による省電力処理装置 10 の動作手順を示すフローチャートである。この処理は、図 8 の処理によって、動作モードが一つの省電力モードへ切り替えられた後に実行される。但し、図 8 のステップ S101 では、電力消費情報管理部 101 は、管理情報の一つとして、電力消費情報テーブル 170 に代えて、電力消費情報テーブル 170A を管理する。現在の省電力モードを別の省電力モードへ切り替える要求が発生すると、まず、省電力処理装置 10 は、時間予測部 102 が予測時間を取得する (S202)。

10

#### 【0155】

次に、モード切替判定部 103 は、電力消費情報管理部 101 から電力消費情報テーブル 170A 等の管理情報を取得し、時間予測部 102 から予測時間を取得する (S203)。次に、モード切替判定部 103 は、別の省電力モードへの切替えを行う場合と行わない場合との間で、処理時間又は全電力消費量の比較を行う (S204)。続いて、モード切替判定部 103 は、比較の結果に基づいて、省電力モードへの切替えが有効であるか否かを判定する (S205)。続いて、モード切替実行部 104 は、切替えが有効であると判定された場合 (S205 で Yes) には、省電力モードへの切替えを行う (S206)。

20

#### 【0156】

以上の手順により、異なる省電力モードの間での動作モードの切替えに対しても、移行処理及び復帰処理に要する電力消費量を考慮した適切な切替えが実現する。

#### 【0157】

(実施の形態 4)

本発明の実施の形態 4 による省電力処理装置は、特定の省電力モードへの切り替えの適否を判定するだけではなく、システム、すなわち情報処理装置 1000 が準備している複数の省電力モードのうち、最適な省電力モードを選択して実行する機能を備えており、それにより、より確度の高い省電力化を実現する。

30

#### 【0158】

以下、実施の形態 4 にかかる省電力処理装置に関して説明する。本発明の実施の形態 4 による省電力処理装置の構成は、図 2 の省電力処理装置 10 と同一に描かれる。但し、図 3 及び図 4 に例示されるように、省電力モードとして複数のモードが準備されているにも拘わらず、モード切替指示部 75 は、移行先となるモードを指定することなく、通常モードから省電力モードへの切替えを要求する。また、時間予測部 102 は、準備されている省電力モードのうち、現在のモードを除く全てについて、仮に移行した場合の予測時間を算出する。

#### 【0159】

モード切替判定部 103 は、準備されている省電力モードのうち、現在のモードを除く全てについて、モード切替えを行った場合の全電力消費量を算出し、全電力消費量の最も低いモードを、最適な移行先として選択する。モード切替判定部 103 は、全電力消費量を比較する代わりに、モード移行後の継続期間  $T_s$  の最も長いモードを、最適な省電力モードとして選択しても良い。モード切替判定部 103 は、更に、選択した省電力モードについて、通常モードから当該省電力モードへ切り替えるのが適切であるか否かを、実施の形態 1 のモード切替判定部 103 と同様に判定しても良い。モード切替実行部 104 は、実施の形態 1 の場合と同様に、モード切替判定部 103 の判定結果に従って、モード切替を実行する。

40

#### 【0160】

図 13 及び図 14 は、モード切替判定部 103 の動作を説明するグラフであり、動作モ

50

ードの切替えに伴う、消費電力 (mW) の推移を例示している。図 1 3 及び図 1 4 は、省電力モード A と省電力モード B という 2 種類の省電力モードに切替えられた場合の消費電力の推移を、互いに対比し得るように示している。

【 0 1 6 1 】

一般的に、電力消費量を低く抑えて高い省電力効果を得ようとする、より大きなオーバーヘッドを必要とする。省電力モードで動作することが可能な継続時間を予測し、さらに省電力モードに切り替える移行処理及び通常モードに戻す復帰処理に要する電力消費量や処理時間のオーバーヘッドを算出して、互いに比較することにより、トレードオフを解決した最適な省電力モードを選択することができる。

【 0 1 6 2 】

省電力モード A は、省電力モード B と比較して、省電力モードで動作している間の消費電力 (mW) が小さく、単位時間あたりの省電力効果が高い。図 1 3 及び図 1 4 を参照すると、時刻 4 5 2 から時刻 4 5 3 の継続期間にわたって、システムが省電力モード A で動作した場合の消費電力は、 $W_s A$  であり、時刻 4 6 2 から時刻 4 6 3 の継続期間にわたって省電力モード B で動作した場合の消費電力  $W_s B$  より低く抑えられる。

【 0 1 6 3 】

しかし、省電力モード A に切り替える際のオーバーヘッドは、省電力モード B に切り替える場合と比較して大きくなっている。図 1 3 及び図 1 4 を参照すると、省電力モード A に切り替える移行処理に要する時刻 4 5 1 から時刻 4 5 2 にわたる処理時間  $T_u A$  は、省電力モード B に切り替える移行処理に要する時刻 4 6 1 から時刻 4 6 2 にわたる処理時間  $T_u B$  よりも長い。その結果、移行処理に要する電力消費量 (mJ) は、省電力モード A に切り替える場合の方が大きくなる。また、同様に省電力モード A から通常モードへ復帰するための復帰処理に要する時刻 4 5 3 から時刻 4 5 4 にわたる処理時間  $T_d A$  は、省電力モード B から通常モードへ復帰する復帰処理に要する時間 4 6 3 から時間 4 6 4 にわたる処理時間  $T_d B$  よりも長い。その結果、復帰処理に要する電力消費量は、省電力モード A から通常モードへ復帰する場合の方が大きくなる。

【 0 1 6 4 】

モード切替判定部 1 0 3 は、例えば、図 1 3 に示す省電力モード A について、時刻 4 5 1 で省電力モードに切り替えることを要求されてから時刻 4 5 4 に通常動作に復帰するまでの全電力消費量を、各区間の電力消費と時間に基づいて算出する。省電力モード A に切り替えるための移行処理に要する電力消費量は、 $W_u A$  と  $T_u A$  の積 ( $W_u A \times T_u A$ ) として算出することができる。また、省電力モード A で動作する継続期間における電力消費量は、 $W_s A$  と  $T_s A$  の積 ( $W_s A \times T_s A$ ) として算出することができる。さらに、省電力モード A から通常モードへ復帰するための復帰処理に要する電力消費量は、 $W_d A$  と  $T_d A$  の積 ( $W_d A \times T_d A$ ) として算出することができる。省電力モード A への切り替え要求から、復帰までに消費する電力消費量は、以上に述べた各区間の電力消費量の総和によって求められる。

【 0 1 6 5 】

モード切替判定部 1 0 3 は、例えば、図 1 4 に示す省電力モード B についても、全電力消費量を、各区間の電力消費と時間に基づいて算出する。省電力モード B に対する全電力消費量は、省電力モード B への移行処理で消費する  $W_u B \times T_u B$ 、及び省電力モード B で動作している継続期間で消費する  $W_s B \times T_s B$ 、及び省電力モード B から通常モードへの復帰処理で消費する  $W_d B \times T_d B$  の総和によって求められる。

【 0 1 6 6 】

モード切替判定部 1 0 3 は、システムが移行先として採り得る各省電力モードについて、電力消費情報管理部 1 0 1 から伝えられる電力消費情報テーブル 1 7 0 と、時間予測部 1 0 2 から伝えられる各省電力モードについての予測時間とに基づいて、省電力モード A 及び B について例示した手順で、全電力消費量の総和を算出する。モード切替判定部 1 0 3 は、更に、算出された全電力消費量が最も小さい省電力モードを選択する。

【 0 1 6 7 】

以上のように構成された実施の形態 4 による省電力処理装置 10 について、図 15 のフローチャートを参照しつつその動作を述べる。実施の形態 4 による省電力処理装置 10 は、電源が立ち上げられるなどにより処理が開始されると、電力消費情報管理部 101 が電力消費情報テーブル 170 等の管理情報を管理する。同時に、時間予測部 102 は割込記録テーブル 220 の管理を行う（以上、S401）。

【0168】

次に、電力消費を抑えるための省電力モードへの切り替え要求（命令）が発生すると、省電力処理装置 10 は、ステップ S402 以下の処理を実行する。ステップ S401 の処理は、ステップ S402 以下の処理と並行して引き続き実行される。

【0169】

ステップ S402 では、時間予測部 102 は、現在のモード以外の全ての省電力モードについて、予測時間を算出する。次に、モード切替判定部 103 は、電力消費情報管理部 101 から電力消費情報テーブル 170 等の管理情報を取得し、時間予測部 102 から各省電力モードについての予測時間を取得する（S403）。次に、モード切替判定部 103 は、選択し得る省電力モードの間で、継続時間又は全電力消費量の比較を行うことにより、最適な省電力モードを選択する（S404）。続いて、モード切替判定部 103 は、選択した省電力モードへの切替えが有効であるか否かを判定する（S405）。続いて、モード切替実行部 104 は、切替えが有効であると判定された場合（S405 で Yes）には、省電力モードへの切替えを行う（S406）。

【0170】

なお、モード切替判定部 103 は、ステップ S404 で省電力モードの中から最適な省電力モードを選択した後に、ステップ S405 でその省電力モードに切り替えることが有効かどうかを判定せずに、そのまま選択した省電力モードを実行するようにモード切替実行部 104 に通知してもよい。すなわち、モード切替判定部 103 は、省電力モードに切り替えるオーバーヘッドを考慮に入れて、選択可能な省電力モードの中から最適な省電力モードを、モード切替実行部 104 に実行させてもよい。

【0171】

（その他の実施の形態）

（1） 上記各実施の形態では、時間予測部 102 は、タイマイイベント予測部 74 と反復割込予測部 73 との双方を有していたが、これらの一方のみを有する形態を採ることも可能である。

【0172】

（2） 実施の形態 4 において、モード切替判定部 103 は、現在の動作モードからの移行先の候補として、現在の動作モード以外の全ての省電力モードを想定し、それらの中から最適な移行先を選択した。これに対して、移行先の候補として、ある範囲内の省電力モードに制限することも可能である。この場合、モード切替指示部 75 が、所定の範囲を指示する形態を採ることが可能である。所定の範囲は、現在の動作モードが何れであるかによって異なっても良い。また、実施の形態 4 のように、現在の動作モード以外の全ての省電力モードを移行先の候補とすることは、所定の範囲をかかる範囲に設定したことで同等である。更に、移行先の候補に通常モードをも含める場合には、移行先に全く制限がないことに相当する。この場合は、所定の範囲を現在のモード以外の全ての動作モードに設定することとも同等である。

【0173】

（3） 図 3 及び図 4 に例示する各テーブルは、各情報を動作モードごとに記録していた。これに対して、各情報は、省電力の処理を適用する装置要素ごとに記録されてもよい。例えば、図 3 及び図 4 のテーブルにおいて、識別番号「2」では、内部メモリ及び外部メモリをスリープする省電力モードに関する情報が記録されていたが、内部メモリを単独でスリープさせる場合と外部メモリを単独でスリープさせる場合とに分けて、情報が記録されても良い。

【0174】

内部メモリと外部メモリを同時にスリープさせる省電力モードへの切替えに対しては、モード切替判定部 103 は、省電力モードへの移行処理として、それら 2 つの装置要素に対して行うべき処理に要する電力消費量を加算することによって、移行処理に要する電力消費量を取得することができる。また、図 4 の消費電力 173 として、システムが各動作モードで動作している時の消費電力に代えて、各装置要素に省電力処理を適用した際の消費電力を記録するとよい。それにより、モード切替判定部 103 は、内部メモリをスリープさせた場合の消費電力と外部メモリをスリープさせた場合の消費電力を加算することにより、動作モードが内部メモリ及び外部メモリを共にスリープさせる省電力モードである時の消費電力を取得することができる。以上、内部メモリと外部メモリをスリープさせる場合を例として説明したが、他の装置要素への省電力処理の組み合わせについても、同様に実施可能である。

10

【産業上の利用可能性】

【0175】

本発明にかかる省電力処理装置、省電力処理方法及び省電力処理プログラムは、省電力モードを実施するシステム、すなわち対象装置において、省電力モードに切り替える際のオーバーヘッドを考慮して省電力処理を行なうことにより、電力消費量を抑える機能を有するので、情報機器や A/V 機器や通信機器、家電機器などの電力を消費する機器において有用である。

【図面の簡単な説明】

【0176】

20

【図 1】本発明の実施の形態 1 による情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 のメモリ装置に格納されたプログラムの構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 の省電力モードテーブルの一例を表形式で示す説明図である。

【図 4】図 1 の電力消費情報テーブルの一例を表形式で示す説明図である。

【図 5】図 1 のタイマリスト管理キューがタイマイイベントを管理する形態を模式的に描いた説明図である。

【図 6】図 1 の割込記録テーブルの一例を表形式で示す説明図である。

【図 7】図 1 のモード切替判定部の動作を説明するグラフである。

【図 8】図 1 の省電力処理装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図 9】本発明の実施の形態 2 によるタイマリスト管理キューがタイマイイベントを管理する形態を模式的に描いた説明図である。

30

【図 10】本発明の実施の形態 2 による割込記録テーブルを表形式で示す説明図である。

【図 11】本発明の実施の形態 3 による電力消費情報テーブルを表形式で例示する説明図である。

【図 12】本発明の実施の形態 3 による省電力処理装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図 13】本発明の実施の形態 4 によるモード切替判定部の動作を説明するグラフである。

【図 14】本発明の実施の形態 4 によるモード切替判定部の動作を説明するグラフである。

40

【図 15】本発明の実施の形態 4 による省電力処理装置の動作手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0177】

10 省電力処理装置

74 タイマイイベント予測部

73 反復割込予測部

75 モード切替指示部

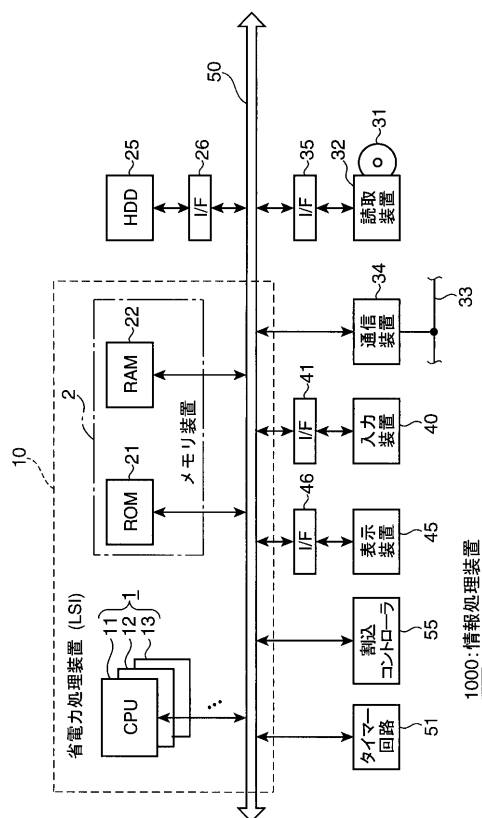
101 電力消費情報管理部

102 時間予測部

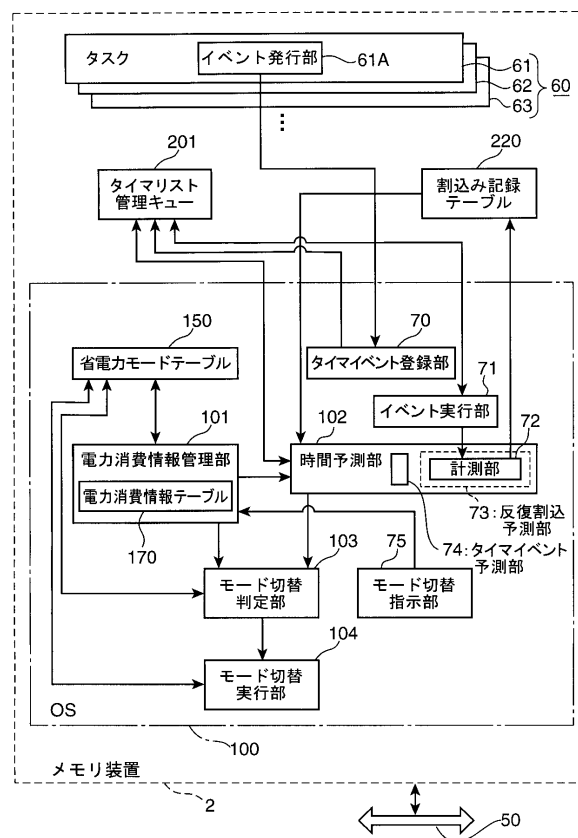
50

- 103      モード切替判定部
- 104      モード切替実行部
- 150      省電力モードテーブル(管理情報)
- 170      電力消費情報テーブル(管理情報)
- 201      タイマリスト管理キュー(タイマイイベント管理部)
- 301, 302, 355      デバイス使用情報(装置使用情報)
- 153      装置選択情報

【図1】



【図2】



【図 3】

151		152		153			
識別番号	動作モード	CPU クロック	内部 メモリ	外部 メモリ	ネット ワーク F	LCD 輝度	
0	通常モード	高い	ON	ON	ON	高い	
1	外部メモリを スリープ	高い	ON	OFF	ON	高い	
2	内部メモリ・外部メモリを スリープ	低い	OFF	OFF	ON	低い	
3	CPU・内部メモリ・外部メモリ ・周辺デバイスをスリープ	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	
4	ネットワークインタフェースを 電源OFF	高い	ON	ON	OFF	高い	
5	LCDの輝度を 低下	高い	ON	ON	ON	低い	
...	...	...	...	...	...	...	

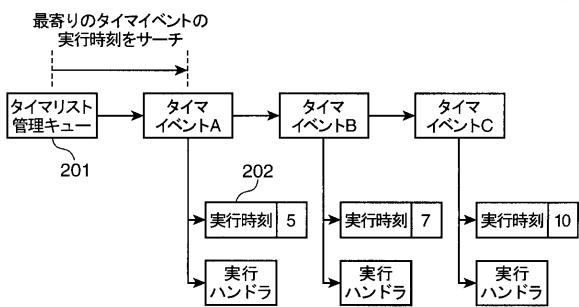
150：省電力モードテーブル

【図 4】

識別 番号	動作モード	171		172		173	
		省電力モードに切り替える 際の電力消費量	省電力モードから復帰する 際の電力消費量	各モードでの 消費電力			
0	通常モード	200mW × 1msec	200mW × 1msec	500mW			
1	外部メモリを スリープ	200mW × 2msec	200mW × 2msec	300mW			
2	内部メモリ・外部メモリを スリープ	300mW × 10msec	300mW × 15msec	70mW			
3	CPU・内部メモリ・外部メモリ ・周辺デバイスをスリープ	200mW × 0.2msec	200mW × 0.3msec	10mW			
4	ネットワークインタフェースを 電源OFF	200mW × 0.5msec	200mW × 0.5msec	400mW			
5	LCDの輝度を 低下	...	...	100mW			
...	...	...	...	...			

170：電力消費情報テーブル

【図 5】



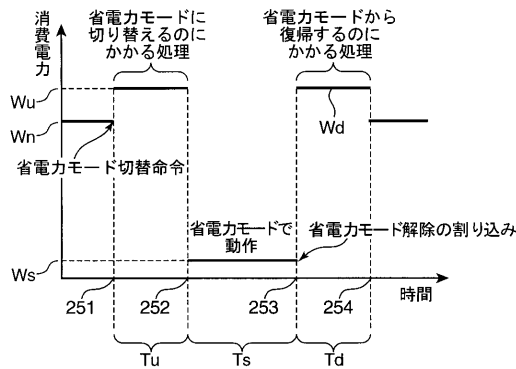
【図 6】

割り込み内容	状態 有効or無効	直前の発生 時間間隔 (msec)	平均の発生 時間間隔 (msec)	平均 回数	直前 割込 時刻
タイマ割り込み	無効	100	70	10	110
他CPUからの定期的な割り込み	有効	500	400	10	51
ネットワークデバイスからの 定期的な割り込み	有効	1000	1200	10	15
...		...	...	...	...

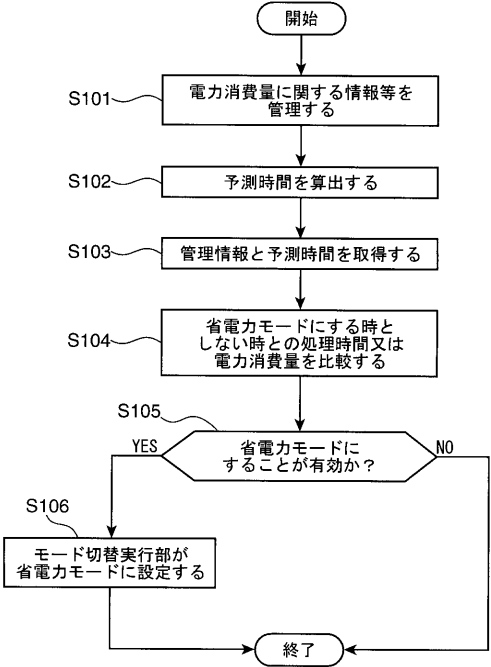
220：割込み記録テーブル



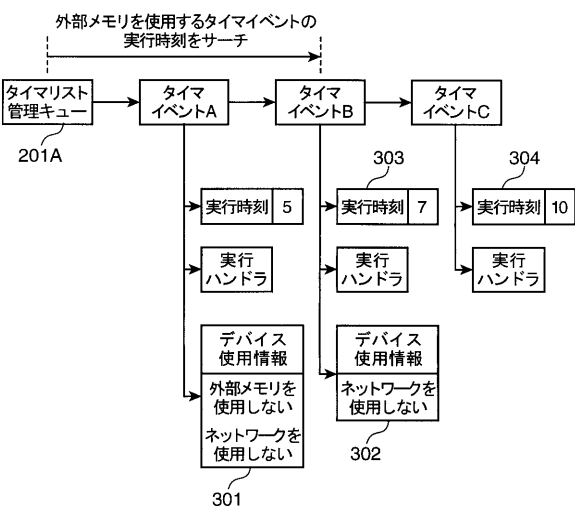
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

221	222	223	224	225	226	355
割り込み内容	状態 有効or無効	直前の発生 時間間隔 (msec)	平均の発生 時間間隔 (msec)	平均 回数	直前 割込 時刻	デバイス 使用情報
タイマ割り込み	無効	100	70	10	110	ネットワークを使用しない 外部メモリを使用しない
他CPUからの定期的な割り込み	有効	500	400	10	51	ネットワークを使用しない
ネットワークデバイスからの 定期的な割り込み	有効	1000	1200	10	15	(なし)
...		...	...	...	...	

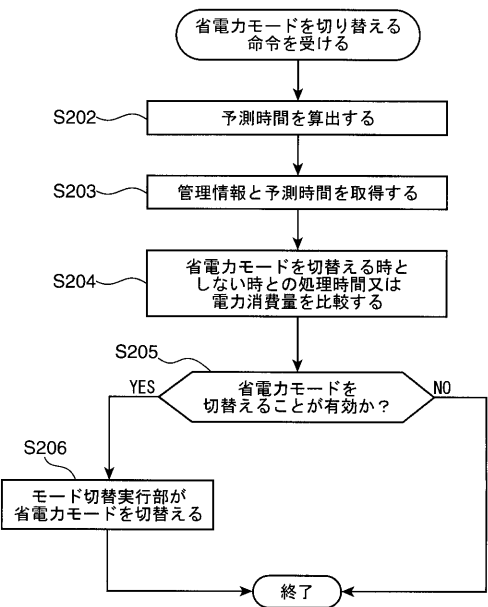
220A: 割込み記録テーブル

【図 1 1】

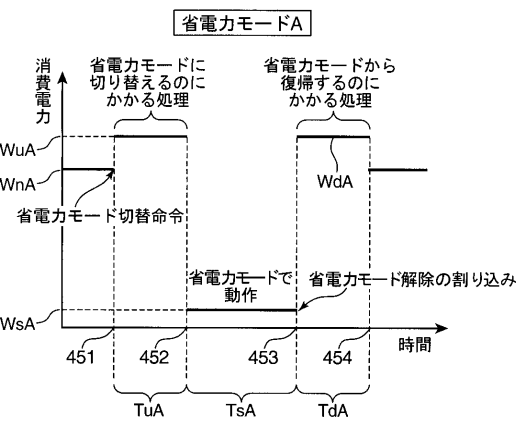
モード データ	0			1			2		
	171	172	173	171A	172A	173A	171B	172B	173B
0	200mW x 1msec	200mW x 1msec	500mW 300mW	—	—	500mW	—	—	—
1	200mW x 1msec	200mW x 1msec	70mW	150mW x 1.5msec	150mW x 1.5msec	70mW	—	—	—
2	200mW x 2msec	200mW x 2msec	10mW	200mW x 2msec	200mW x 2msec	10mW	—	—	—
3	300mW x 10msec	300mW x 15msec	400mW	150mW x 7msec	150mW x 1msec	400mW	—	—	—
4	200mW x 0.2msec	200mW x 0.3msec	100mW	150mW x 0.15msec	150mW x 0.2msec	100mW	—	—	—
5	200mW x 0.5msec	200mW x 0.5msec	—	150mW x 0.3msec	150mW x 0.3msec	—	—	—	—
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

170A:電力消費情報テーブル

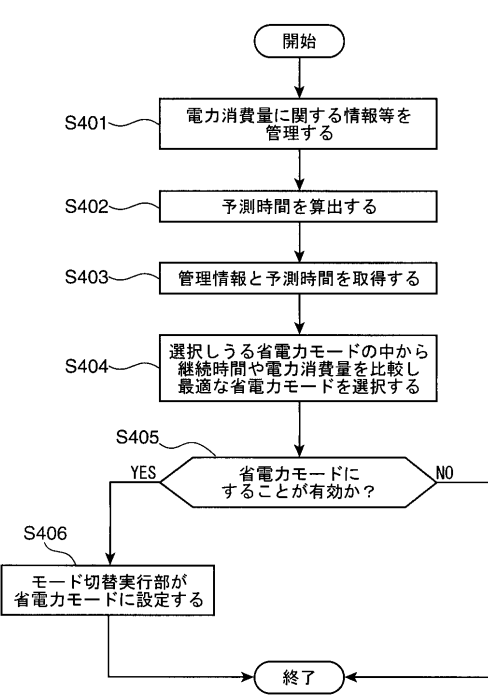
【図 1 2】



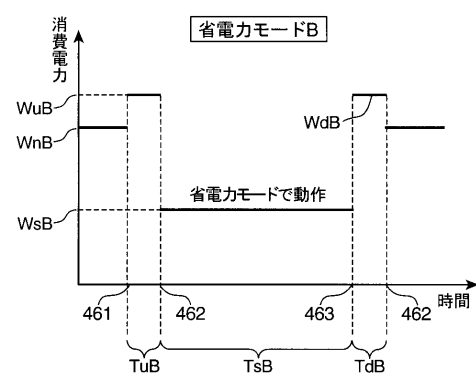
【図 1 3】



【図 1 5】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

審査官 井出 和水

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 1 8 7 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 0 9 2 2 5 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 3 4 4 3 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 7 3 1 5 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 4 3 2 8 7 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 1 9 5 6 1 9 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 F      1 / 2 6      -   G 0 6 F      1 / 3 2