(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3651945号
(P3651945)
(45)発行日　平成17年5月25日(2005.5.25)　(24)登録日　平成17年3月4日(2005.3.4)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G06F 1/32　G06F 1/00 332B
G06F 1/04　G06F 1/04 301C

請求項の数 14　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-12261
(22)出願日　平成7年1月30日(1995.1.30)
(65)公開番号　特開平8-36445
(43)公開日　平成8年2月6日(1996.2.6)
審査請求日　平成13年11月28日(2001.11.28)
(31)優先権主張番号　190279
(32)優先日　平成6年2月2日(1994.2.2)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　591016172
アドバンスト・マイクロ・ディバイシズ・インコーポレイテッド
ＡＤＶＡＮＣＥＤ　ＭＩＣＲＯ　ＤＥＶＩＣＥＳ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国、９４０８８－３４５３　カリフォルニア州、サニィベイル、ピィ・オゥ・ボックス・３４５３、ワン・エイ・エム・ディ・プレイス、メイル・ストップ・６８（番地なし）
(74)代理人　100064746
弁理士　深見　久郎
(74)代理人　100085132
弁理士　森田　俊雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】コンピュータシステムのための電力管理システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

コンピュータシステムのための電力管理システムであって、

第１のクロック信号の周波数を制御するためのクロック制御ユニットと、

前記クロック制御ユニットに結合される電力管理ステートマシンとを含み、前記電力管理ステートマシンは、前記クロック制御ユニットが前記第１のクロック信号を第１の周波数で駆動されるようにする通常状態と、前記クロック制御ユニットが前記第１のクロック信号を低減された周波数で駆動されるようにする休息状態とを含み、

前記電力管理ステートマシンに結合され、前記電力管理ステートマシンを前記通常状態から前記休息状態へ遷移させる第１の値を受けるように構成され、さらに、前記電力管理ステートマシンを前記休息状態から前記通常状態へ遷移させる第２の値を受けるように構成されたソフトウェアプログラマブルレジスタと、

前記電力管理ステートマシンに結合され、予め定められたシステムアクティビティを検出するように構成されたシステムモニタと、

前記電力管理ステートマシンに結合され、第１の予め定められたカウント期間が経過すると前記電力管理ステートマシンを前記通常状態から前記休息状態に遷移させるように構成された第１のカウンタとをさらに含み、前記電力管理ステートマシンは、前記ソフトウェアプログラマブルレジスタ内にストアされた値に関係なく、前記第１の予め定められたカウント期間中に前記システムモニタが前記予め定められたシステムアクティビティを検出しなければ、前記通常状態から前記休息状態への遷移を生じさせるように構成される、電

力管理システム。
【請求項２】
前記システムモニタが前記予め定められたシステムアクティビティを検出すると、前記電力管理ステートマシンは前記通常状態に遷移する、請求項１に記載の電力管理システム。
【請求項３】
前記第１のカウンタはプログラマブルである、請求項１に記載の電力管理システム。
【請求項４】
前記第１のクロック信号はＣＰＵクロック信号である、請求項１に記載の電力管理システム。
【請求項５】
前記電力管理ステートマシンに結合される第２のカウンタをさらに含み、
前記電力管理ステートマシンは、前記クロック制御ユニットが前記ＣＰＵクロック信号を停止させる待機状態をさらに含み、前記第２のカウンタは第２の予め定められたカウント期間が経過すると前記電力管理ユニットを前記休息状態から前記待機状態に切換わらせるように構成される、請求項４に記載の電力管理システム。
【請求項６】
前記電力管理ステートマシンに結合される第３のカウンタをさらに含み、
前記電力管理ステートマシンは、前記クロック制御ユニットが前記ＣＰＵクロック信号を停止させかつシステムクロック信号を停止させる保留状態をさらに含み、前記第３のカウンタは、第３の予め定められたカウント期間が経過すると前記電力管理ステートマシンを前記待機状態から前記保留状態に切換わらせることができる、請求項５に記載の電力管理システム。
【請求項７】
前記電力管理ステートマシンに結合される電力制御ユニットをさらに含み、前記電力制御ユニットは、前記電力管理ステートマシンが前記保留状態にあるとき周辺装置から電力を取除くように構成される、請求項６に記載の電力管理システム。
【請求項８】
前記システムモニタに結合されるマスクレジスタをさらに含み、前記マスクレジスタは、前記システムモニタによってモニタされる選択されたアクティビティをマスクするための値をストアするように構成される、請求項１に記載の電力管理システム。
【請求項９】
コンピュータシステムのための電力管理システムであって、
第１のクロック信号の周波数を制御するためのクロック制御ユニットを含み、前記第１のクロック信号はプロセッサをクロックするためのものであり、
前記クロック制御ユニットに結合される電力管理ステートマシンをさらに含み、前記電力管理ステートマシンは、前記クロック制御ユニットが前記第１のクロック信号を第１の周波数で駆動されるようにする通常状態と、前記クロック制御ユニットが前記第１のクロック信号を低減された周波数で駆動されるようにする休息状態とを含み、
前記電力管理ステートマシンに結合され、前記電力管理ステートマシンを前記通常状態から前記休息状態へ遷移させる第１の値を受け、さらに、前記電力管理ステートマシンを前記休息状態から前記通常状態へ遷移させる第２の値を受けるように構成されたソフトウェアプログラマブルレジスタと、
前記電力管理ステートマシンに結合され、予め定められたシステムアクティビティを検出するように構成されたシステムモニタと、
前記電力管理ステートマシンに結合され、第１の予め定められたカウント期間が経過すると前記電力管理ステートマシンを前記通常状態から前記休息状態に遷移させるように構成された第１のプログラマブルカウンタとをさらに含み、前記電力管理ステートマシンは、前記ソフトウェアプログラマブルレジスタ内にストアされた値に関係なく、前記第１の予め定められたカウント期間中に前記システムモニタが前記予め定められたシステムアク

ティビティを検出しなければ、前記通常状態から前記休息状態への遷移を生じさせるように構成される、前記電力管理システム。
【請求項１０】
前記システムモニタが前記予め定められたシステムアクティビティを検出すると、前記電力管理ステートマシンは前記通常状態に遷移する、請求項９に記載の電力管理システム。
【請求項１１】
前記電力管理ステートマシンに結合される第２のカウンタをさらに含み、
前記電力管理ステートマシンは、前記クロック制御ユニットが前記ＣＰＵクロック信号を停止させる待機状態をさらに含み、前記第２のカウンタは、第２の予め定められたカウント期間が経過すると前記電力管理ユニットを前記休息状態から前記待機状態に切換わらせるように構成される、請求項１０に記載の電力管理システム。
【請求項１２】
前記電力管理ステートマシンに結合される第３のカウンタをさらに含み、
前記電力管理ステートマシンは、前記クロック制御ユニットが前記ＣＰＵクロック信号を停止させかつシステムクロック信号を停止させる保留状態をさらに含み、前記第３のカウンタは、第３の予め定められたカウント期間が経過すると前記電力管理ステートマシンを前記待機状態から前記保留状態に切換わらせるように構成される、請求項１１に記載の電力管理システム。
【請求項１３】
前記電力管理ステートマシンに結合される電力制御ユニットをさらに含み、前記電力制御ユニットは、前記電力管理ステートマシンが前記保留状態であるとき周辺装置から電力を取除くように構成される、請求項１２に記載の電力管理システム。
【請求項１４】
前記システムモニタに結合されるマスクレジスタをさらに含み、前記マスクレジスタは、前記システムモニタによってモニタされる選択されたアクティビティをマスクするための値をストアするように構成される、請求項１０に記載の電力管理システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の分野】
本発明はコンピュータシステムに関し、より特定的には、コンピュータシステム内で用いられる電力管理ユニットおよび電力管理技術に関する。
【０００２】
【関連技術の説明】
製造業者により進められている開発の１つの目的にコンピュータシステムの電力消費量を低減するということがある。電力消費量を低減することにより典型的にはシステムにおいて発生する熱が低減され、それにより信頼性が向上しかつコストが削減される。さらに、電力を減らすことは、電池で電力供給を行なうポータブルコンピュータシステムの動作寿命を最大限に延ばす上でも特に重要なことである。
【０００３】
コンピュータシステムの電力消費量を低減するために種々の技術が工夫されてきた。これらの技術には、回路の高集積化や、改良した回路および電力管理ユニット（ＰＭＵ）を組込むことがある。ある特定の電力低減技術には、不活性回路部を駆動するクロック信号を停止させることができるようにすることが含まれる。そのような技術を用いるシステムには、典型的には、不活性回路部を検出または予測し、それに従ってその不活性回路部に関連するクロック信号を停止させる電力管理ユニットが必要である。不活性回路部を駆動する「使用されない」クロック信号をオフにすることにより、システム全体の電力消費量を減らす。これと類似する技術には、時間が重要でない動作モードの間に回路部を駆動するクロック信号の周波数を低下させることができるようにすることが含まれ、別の技術には、不活性回路部から電力を取除くことができるようにすることが含まれる。

【０００４】
上述の電力低減技術を採用するソフトウェア規格は、アドバンスト・パワー・マネージメント（ＡＰＭ）ソフトウェア規格として既知である。ＡＰＭソフトウェアを適用するコンピュータシステムは、オペレーティングシステムが、種々のアプリケーションプログラムが使用中であるかアイドル状態であるかを判断するためにアイドル呼出を開始することができるようにする。オペレーティングシステムからのアイドル呼出に応答して、所与のアプリケーションプログラムは、それがアイドル状態であればオペレーティングシステムにアイドル表示を戻す。システム内にロードされたアプリケーションプログラムがすべてアイドル状態であることを示せば、オペレーティングシステムは、システムＢＩＯＳにオール・アイドル表示を通過させ、これによりたとえばこのシステムＢＩＯＳは選択されたクロック信号の周波数を低下させ得るおよび／または選択された不活性回路部から電力を取除き得る（オペレーティングシステムのその後のポーリングによる判断に従って）アプリケーションプログラムのいずれかがその後に活性になれば、システムＢＩＯＳは、クロック信号の周波数をその通常レベルに戻すおよび／または種々の回路部に再び電力を与える。

【０００５】
このアドバンスト・パワー・マネージメントソフトウェア規格を採用するシステムにおいて遭遇する問題は、システム内にいわゆる「誤動作する」ソフトウェアがアプリケーションプログラムとしてロードされる場合に生じる。誤動作するソフトウェアとは、このアドバンスト・パワー・マネージメントソフトウェア規格と両立しないかまたはそれを認識しないソフトウェアである。したがって、オペレーティングシステムが誤動作するソフトウェアが使用中であるかアイドル状態であるかを判断するためにその誤動作するソフトウェアをポーリングする場合、この誤動作するソフトウェアはそれに応答せず、オペレーティングシステムはその誤動作するソフトウェアが使用中であると推定する。したがって、実際にはすべてのアプリケーションソフトウェアが不活性である場合でも、システムＢＩＯＳは、電力管理のために電力管理ユニットに種々のクロック信号の周波数を低下させず、かつ不活性回路部から電力を取除くことをしない。そのため、コンピュータシステム全体の電力消費量は比較的高いままであり、電力管理システムの効率は悪くなる。

【０００６】
【発明の概要】
本発明に従ったソフトウェア構成可能状態レジスタとタイムアウトカウンタとを含む電力管理ユニットによって、上述の問題の大部分が解決される。一実施例では、マイクロプロセッサおよび関連する周辺装置等のコンピュータシステムの種々のコンポーネントに電力を与えるための電力切換ユニットを含むコンピュータシステムが設けられる。このコンピュータシステムは、ＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号を発生するためのクロックジェネレータをさらに含む。電力管理ユニットは、電力切換ユニットとクロックジェネレータとに結合され、コンピュータシステム全体の電力消費量を管理する。電力管理ユニットの状態に依存して、電力制御ユニットは、コンピュータシステムのある特定のコンポーネントに電力を与えるかまたはそこから電力を取除くように電力切換ユニットを制御し、クロック制御ユニットは、ＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号の周波数を増加するかまたは低減させるようにクロックジェネレータを制御する。電力管理ユニットは、システムＢＩＯＳ内のＡＰＭ対応ソフトウェア等のシステムソフトウェアが電力管理ユニットの状態を制御できるようにするソフトウェア構成可能状態レジスタを含む。したがって、アドバンスト・パワー・マネージメントソフトウェアは、電力管理ユニットの状態を制御するために適用される。電力管理ユニットは１組のタイムアウトカウンタをさらに含み、このタイムアウトカウンタも電力管理ユニットの状態を制御する。電力管理ユニットが、ＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号が最大周波数で駆動されかつコンピュータのすべてのコンポーネントに電力が与えられるレディ状態である場合、タイムアウトカウンタのうちの１つが活性化され第１のカウントダウン期間を開始する。システムモニタはこの期間の間コンピュータシステムの種々の回路部をモニタし、あるシス

テムアクティビティが検出されなければ、タイムアウトカウンタのカウントが経過すると電力管理ユニットは休息状態に入る。この休息状態の間、ＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号の周波数は低減され、および／または選択された不活性回路部から電力が取除かれる。したがって、システム内に誤動作するソフトウェアがロードされていても、コンピュータシステム全体の電力消費量は最小限となる。

【０００７】

大まかに言うと、本発明は、第１のクロック信号の周波数を制御するためのクロック制御ユニットと、このクロック制御ユニットに結合される電力管理ステートマシンとを含むコンピュータシステムのための電力管理システムを企図する。電力管理ステートマシンは、クロック制御ユニットが第１のクロック信号を第１の周波数で駆動するようにする通常状態と、クロック制御ユニットが第１のクロック信号を低減された周波数で駆動するようにする休息状態（すなわち、停止状態を含む）とを含む。電力管理ステートマシンにはプログラマブルレジスタが結合され、このプログラマブルレジスタは、電力管理ステートマシンが通常状態となるか休息状態となるかを制御する状態値を受取ることができる。電力管理ステートマシンには第１のカウンタがさらに結合され、この第１のカウンタは、第１の予め定められたカウント期間が経過すると電力管理ステートマシンを通常状態から休息状態に切換わらせることができる。

【０００８】

本発明の他の目的および利点は、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読めば明らかになるであろう。

【０００９】

本発明には種々の変形例および変更例が可能であるが、特定の実施例のみを例示的に図面に示し詳細に説明する。しかしながら、この図面およびそれに対する詳細な説明は本発明を開示した特定の形に限定するものではなく、前掲の特許請求の範囲に規定されるような本発明の精神および範囲内にあるすべての変形例、均等物および変更例を含むものであることが理解されるはずである。

【００１０】

【好ましい実施例の詳細な説明】

次に図面を参照して、図１は、本発明に従った電力管理ユニットを含むコンピュータシステム１００のブロック図である。図１に示されるように、コンピュータシステム１００は、マイクロプロセッサ（ＣＰＵ）１０２、システムメモリ１０４、および周辺装置１０８を含む。コンピュータシステム１００は、電力切換ユニット１１０、クロックジェネレータ１１２、および電力管理ユニット１２０をさらに含む。

【００１１】

マイクロプロセッサ１０２は、たとえばモデル８０４８６マイクロプロセッサで例示的に構成される。クロックジェネレータ１１２は、ＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号を発生し、電力切換ユニット１１０は、コンピュータシステムの種々のコンポーネントに電力を与える。周辺装置１０８は、たとえばキーボード、プリンタ、モデム等の種々の周辺装置を例示的に示すものである。

【００１２】

電力管理ユニット１２０は、電力切換ユニット１１０に結合される電力制御ユニット１２２と、クロックジェネレータ１１２に結合されるクロック制御ユニット１２４とを含む。電力管理ユニット１２０は、デコーダ１２６、マスクレジスタ１２８、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、待機カウンタ１３４、および電力管理状態レジスタ１３６をさらに含み、これらはすべてバス１３８に結合される。電力管理ユニット１２０は、マスクレジスタ１２８に結合されるシステムモニタ１４０、および電力制御ユニット１２２とクロック制御ユニット１２４とに結合される電力管理ステートマシン１４２をさらに含む。

【００１３】

電力管理ユニット１２０は、コンピュータシステム１００によって消費される電力を調整

しかつ最小限にするために設けられる。図１の実施例に関しては、電力切換ユニット１１０は、電力管理ユニット１２０の状態に依存してマイクロプロセッサ１０２、システムメモリ１０４および周辺装置１０８に電力を選択的に与えるように制御される。同様に、クロックジェネレータ１１２は、電力管理ユニット１２０の状態に依存して以下に詳細に説明するようにＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号の周波数を変えるように制御される。

【００１４】

電力制御ユニット１２２およびクロック制御ユニット１２４は、電力管理ステートマシン１４２の内部状態に依存して、それぞれ電力切換ユニット１１０およびクロックジェネレータ１１２を制御する。図２は、電力管理ステートマシン１４２のいくつかの内部状態を示す状態図である。具体的には、電力管理ステートマシン１４２は、レディ状態２００、休息状態２０２、待機状態２０４、および保留状態２０６を含む。レディ状態２００の間、コンピュータシステム１００はフル稼働状態であると考えられる。コンピュータシステム１００のすべてのコンポーネントは最速でクロックされ、そこに電力が投入される。コンピュータシステムのパワーアップの際およびリセットの際に、電力管理ステートマシン１４２はレディ状態２００に入る。以下に説明するように、システムモニタ１４０によって主要システムアクティビティが検出されても、またはソフトウェアによるレディ状態値の電力管理状態レジスタ１３６への書込に応答しても、電力管理ステートマシン１４２はレディ状態２００に入る。

【００１５】

コンピュータシステム１００がレディカウンタ１３０およびシステムモニタ１４０による判断に従ってプログラム可能な時間（０．１２５秒ないし１６秒）の間アイドル状態であれば、電力管理ステートマシン１４２はレディ状態２００から休息状態２０２に遷移する。代替的には、電力管理ステートマシン１４２は、ソフトウェアにより休息状態値を電力管理状態レジスタ１３６に書込むことによって休息状態２０２に入ることができる。休息状態２０２の間、クロック制御ユニット１２４は、ＣＰＵクロック信号を予めプログラムされた周波数まで低下させるようにクロックジェネレータ１１２を制御する。なお、休息状態２０２の間、システムクロック信号は最大周波数で駆動され続け、すべてのコンポーネントに電力が投入される。

【００１６】

休息カウンタ１３２およびシステムモニタ１４０による判断に従って、いかなる主要アクティビティも起こらずにシステムがプログラム可能な時間（１秒ないし１６秒）の間アイドル状態であれば、電力管理ステートマシン１４２は休息状態２０２から待機状態２０４に遷移する。代替的には、電力管理ステートマシン１４２は、ソフトウェアにより電力管理状態レジスタ１３６に書込むことによって待機状態２０４に入ることができる。待機状態２０４の間、電力制御ユニット１２２は、電力切換ユニット１１０に周辺装置１０８から電力を取除かせる。さらに、待機状態２０４の間、クロック制御ユニット１２４は、クロックジェネレータ１１２にＣＰＵクロック信号をオフにさせる。システムクロック信号は、最大周波数で駆動され続ける。

【００１７】

待機カウンタ１３４およびシステムモニタ１４０による判断に従って、いかなる主要アクティビティも生じずにシステムがプログラム可能な時間（５秒ないし６０秒）の間アイドル状態であれば、電力管理ステートマシン１４２は待機状態２０４から保留状態２０６に遷移する。代替的には、電力管理ステートマシン１４２は、ソフトウェアにより保留状態値を電力管理状態レジスタ１３６に書込むことによって保留状態２０６に入ることができる。電力管理ステートマシン１４２が保留状態２０６であるとき、電力制御ユニット１２２は電力切換ユニット１１０に周辺装置１０８から電力を取除かせ、クロック制御ユニット１２４はクロックジェネレータ１１２にＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号を停止させる。システムによっては、電力制御ユニット１２２はさらに、電力切換ユニット１１０にマイクロプロセッサ１０２およびシステムメモリ１０４から電力を取除かせ

る場合もある。

【００１８】

デコーダ１２６は、たとえばマイクロプロセッサ１０２によりバス１３８上で実行されるＩ／Ｏ書込サイクルをデコードするために設けられる。そのようなＩ／Ｏ書込サイクルの間、マスクレジスタ１２８、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、待機カウンタ１３４、および電力管理状態レジスタ１３６には、電力管理ユニット１２０を制御する種々のデータがロードされ得る。データは、バス１３８から内部データバス１５０を介してマスクレジスタ１２８、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、待機カウンタ１３４、および電力管理状態レジスタ１３６に与えられる。なお、バス１３８は直接またはバスブリッジを介してマイクロプロセッサ１０２に結合され得る。

【００１９】

システムモニタ１４０は、ある特定の主要アクティビティが起こっているかどうかを判断するためにマイクロプロセッサ１０２、システムメモリ１０４および他のシステムコンポーネントをモニタする。たとえば、システムモニタ１４０は、ある特定のサイクルが現在実行されているかどうかを判断するためにＣＰＵローカルバスをモニタし得る。同様に、システムモニタ１４０は、主要システムアクティビティが開始されているかどうかを判断するために種々の割込信号をモニタし得る。コンピュータシステムの種々のコンポーネントが現在活性状態であるかどうかを判断する例示的なシステムモニタは、１９９２年１１月２４日スミス（Smith ）他に発行された米国特許番号第５，１６７，０２４号に記載されている。この特許全体を引用によりここに援用する。

【００２０】

システムモニタ１４０が主要システムアクティビティを検出すれば、「プライマリ・システム・アクティビティ」と呼ばれる信号が電力管理ステートマシン１４２に与えられる。マスクレジスタ１２８により、プログラマは、通常システムモニタ１４０によって検出されるある特定のアクティビティをマスクすることができる。たとえば、システムプログラマは、システムモニタ１４０がビデオモニタのアクティビティを「主要アクティビティ」であるとみなさないようにしたいと考えるかもしれない。その場合には、ビデオモニタのアクティビティが無視されるようにマスクレジスタ１２８を設定することができる。

【００２１】

上述のように、電力管理状態レジスタ１３６は、電力管理ステートマシン１４２の現在の状態を制御するいくつかの予め定められた状態値のうちの１つに従ってソフトウェアによりプログラムされ得る。バス１３８上でＩ／Ｏ書込サイクルを実行することによって、特定の状態値が電力管理状態レジスタ１３６に書込まれる。このようにして、電力管理状態レジスタ１３６は、アドバンスト・パワー・マネージメント（ＡＰＭ）ソフトウェアに対応する。

【００２２】

レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、および待機カウンタ１３４は、たとえばこのアドバンスト・パワー・マネージメントソフトウェア規格に従って動作しない誤動作するソフトウェアから保護するためにシステム内に構成される。動作中、レディカウンタ１３０には、レディカウンタ１３０に０．１２５秒ないし１６秒の時間をカウントさせる値がロードされる。上で述べたように、システムモニタ１４０によって主要システムアクティビティが検出されなければ、電力管理ステートマシン１４２はこのプログラム可能な時間が経過するとレディ状態２００から休息状態２０２に遷移する。同様に、休息カウンタ１３２には、休息カウンタ１３２に１秒ないし１６秒のプログラム可能な時間をカウントさせる値がロードされ得る。休息カウンタ１３２は、システムモニタ１４０によって主要システムアクティビティが検出されなければ電力管理ステートマシン１４２を休息状態２０２から待機状態２０４に遷移させる休息タイムアウト期間を制御する。待機カウンタ１３４には、待機カウンタ１３４に５秒ないし６０秒のプログラム可能な時間をカウントさせる値がロードされ得る。待機カウンタ１３４は、システムモニタ１４０によって主要アクティビティが検出されなければ電力管理ステートマシン１４２を待機状態２０４から保

留状態２０６に遷移させるタイムアウト期間を制御する。システムモニタ１４０が主要システムアクティビティを検出するまで、またはソフトウェアにより電力管理状態レジスタ１３６に新しい状態値が書込まれるまで、電力管理ステートマシン１４２は保留状態２０６のままである。電力管理ステートマシン１４２を保留状態２０６からレディ状態２００に遷移させる主要システムアクティビティは、たとえばキーボード入力の検出である。なお、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、および待機カウンタ１３４はそれぞれ、システムモニタ１４０によって主要システムアクティビティが検出されるとリセットされる。

【００２３】

上述の電力管理ユニット１２０に従えば、アドバンスト・パワー・マネージメントソフトウェアは、ソフトウェアによる電力管理状態レジスタ１３６へのＩ／Ｏ書込によって電力管理ユニット１２０の状態を制御するために用いられ得る。電力管理ユニット１２０は、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、および待機カウンタ１３４を設けることによって、誤動作するソフトウェアから保護する。種々のカウンタ内でプログラムされた時間内に主要アクティビティが検出されなければ、電力管理ステートマシン１４２は、コンピュータシステムの種々のコンポーネントへの電力が取除かれ得る、およびＣＰＵクロック信号とシステムクロック信号との周波数が低減（または停止）され得るいくつかの電力低減状態に連続的に入る。したがって、アドバンスト・パワー・マネージメントソフトウェア規格を認識しないソフトウェアが用いられる場合でも、コンピュータシステム１００によって消費される電力は減少する。

【００２４】

なお、電力管理ステートマシン１４２には図２に示す以外の電力低減状態が用いられてもよく、それに応じてプログラマブルカウンタ（すなわち、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、待機カウンタ１３４）の数を変えてもよい。一実施例では、電力管理ステートマシン１４２は、ＣＰＵクロック信号およびシステムクロック信号の周波数のみを制御し、コンピュータシステムの種々のコンポーネントへの電力の投入およびそこからの電力の除去は制御しない。

【００２５】

なお、システムモニタ１４０による検出に従って主要アクティビティであるとみなされるシステムアクティビティは、システムによって変わり得る。そのような主要アクティビティも、ユーザによってプログラム可能である。一実施例では、システムモニタ１４０は、パラレルポートアクティビティ、シリアルポートアクティビティ、ハードディスクアクティビティ、フロッピーディスクアクティビティ、およびコプロセッサアクティビティを検出しかつ主要アクティビティとして規定する。システムメモリ１０４に対するメモリサイクル、キーボードアクティビティ、ビデオアクティビティ、バスリクエストアクティビティ、およびマスク不能アクティビティはさらに主要アクティビティとして規定され得る。上で述べたように、主要アクティビティにより、電力管理ステートマシンはレディ状態２００に戻り、レディカウンタ１３０、休息カウンタ１３２、および待機カウンタ１３４はリセットされる。

【００２６】

上述の電力管理ステートマシン１４２を順序論理制御回路に縮小するために、計算機援用設計ツールを用いてもよい。例示的な計算機援用設計ツールには、ＶＨＳＩＣハードウェア記述言語およびベリログ記述言語が含まれる。

【００２７】

上述のようなソフトウェア構成可能状態レジスタおよびタイムアウトカウンタを有する電力管理ユニットを用いるコンピュータシステムに、同一人に譲渡された同時係属中の以下の特許出願、すなわち、（１）同時係属中のワイザー（Wisor ）他による「周期的システム管理割込源、およびそれを用いる電力管理システム（Periodic System Management Interrupt Source and Power Management System Employing the Same）」、（２）同時係属中のワイザー（Wisor ）他による「関連する理由レジスタを備える即時システム管理割込

源（Immediate System Management Interrupt Source with Associated Reason Register）」、（３）同時係属中のオブライエン（O'Brien）他による「集積プロセッサのための電力管理システム（Power Management System For an Integrated Processor）」、（４）同時係属中のゲファート（Gephardt）他による「集積プロセッサのための電力管理メッセージバス（Power Management Message Bus For Integrated Processor）」に記載される回路および技術をさらに用いてもよい。これらの同一人に譲渡された同時係属中の特許出願をすべて引用によりここに援用する。

【００２８】

上述の開示を十分に認識すれば、種々の変形例および変更例が当業者に明らかになるであろう。たとえば、電力管理状態レジスタ１３６を電力管理ステートマシン１４２と一体の部分として組込んでもよい。前掲の特許請求の範囲は、そのような変形例および変更例をすべて含むものである。

【図面の簡単な説明】

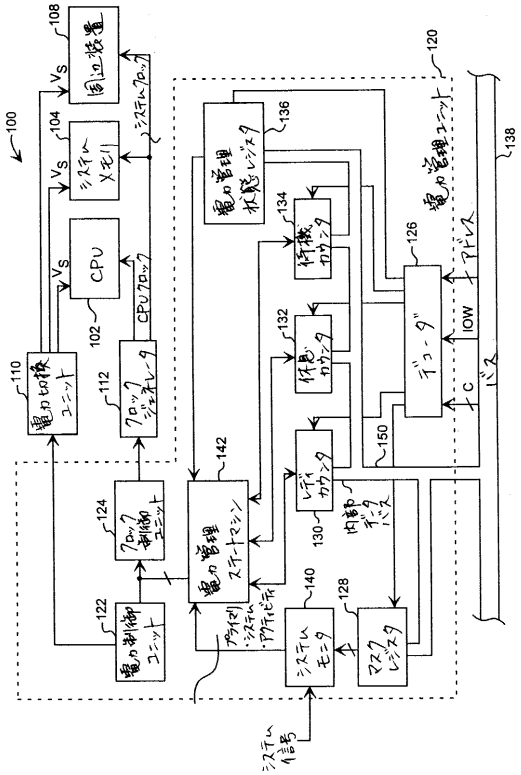
【図１】本発明に従った電力管理ユニットを含むコンピュータシステムのブロック図である。

【図２】電力管理ユニットのレディ状態、休息状態、待機状態および保留状態を示す状態図である。

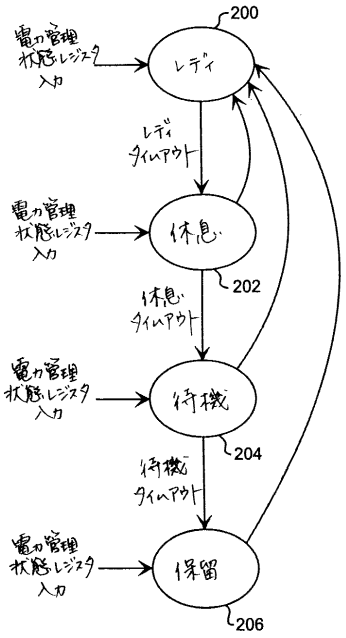
【符号の説明】

１２４　クロック制御ユニット
１３０　レディカウンタ
１３２　休息カウンタ
１３４　待機カウンタ
１３６　電力管理状態レジスタ
１４２　電力管理ステートマシン

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(74)代理人 100091409
弁理士 伊藤 英彦
(74)代理人 100096781
弁理士 堀井 豊
(72)発明者 マイケル・ティー・ワイザー
アメリカ合衆国、７８７２９ テキサス州、オースティン、コパー・クリーク、９８１５、ナンバー・９２２
(72)発明者 リタ・エム・オブライエン
アメリカ合衆国、７８７４９ テキサス州、オースティン、サローマ、４６０８

審査官 安島 智也

(56)参考文献 特開平０３－１７１３１７（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２４５５１８（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－０７２２６６（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２１０６１７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９２／２１０８１（WO，Ａ１）
特開昭５８－２０５２２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１８４５１８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G06F 1/32
G06F 1/04 301