(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 33 762 T2** 2005.11.10

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 666 527 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 33 762.9**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 300 441.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **25.01.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.08.1995**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **17.11.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 1/32**

(30) Unionspriorität:
190279 **02.02.1994** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Advanced Micro Devices, Inc., Sunnyvale, Calif., US

(72) Erfinder:
Wisor, Michael T., Austin, Texas 78749, US;
O'Brien, Rita M., Austin, Texas 78749, US

(74) Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col., 50667 Köln

(54) Bezeichnung: **Leistungssteuerungseinheit für Computersystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Computersysteme und insbesondere in Computersystemen verwendete Energie-Management-Einheiten und -Techniken.

[0002] Ein ständiges Entwicklungsziel von Herstellern ist die Verringerung des Energieverbrauchs von Computersystemen. Durch einen verringerten Energieverbrauch verringert sich typischerweise auch die Wärmeerzeugung des Systems, wodurch die Zuverlässigkeit erhöht wird und die Kosten gesenkt werden. Ferner ist die Verringerung des Energieverbrauchs bei der Maximierung der Lebensdauer von batteriebetriebenen tragbaren Computersystemen besonders wichtig.

[0003] In WO-A-92 21081 (ZENITH DATA SYSTEMS CORP.) ist ein Energie-Management-System für ein Computersystem beschrieben, das aufweist:

– eine Taktsteuereinheit zum Steuern der Frequenz eines ersten Taktsignals, wobei das erste Taktsignal zum Takten eines Prozessors dient,

– einen System-Monitor zum Detektieren einer vorbestimmten System-Aktivität;

– einen ersten programmierbaren Zähler, der nach Ablauf einer ersten vorbestimmten Periode, wenn während der ersten vorbestimmten Zählperiode keine System-Aktivität von dem System-Monitor detektiert wird, das Senden eines Interrupts zu dem Prozessor bewirkt, welcher dann einen Übergang von einem Normal-Zustand (in dem die Taktsteuereinheit bewirkt, dass das erste Taktsignal mit einer ersten Frequenz gesteuert wird) in einen Doze-Zustand (in dem die Taktsteuereinheit bewirkt, dass das erste Taktsignal mit einer reduzierten Frequenz gesteuert wird) durch entsprechendes Konfigurieren der Taktsteuereinheit bewirkt.

[0004] In IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Vol. 35, Nr. 5, Oktober 1992, NEW YORK US, Seite 425–427, XP313036 'Technique for Power management in signal processors' ist eine Technik für ein Energie-Management beschrieben, bei der ein programmierbares Register verwendet wird, mit dem gesteuert wird, ob sich die Energie-Management-Zustandsmaschine im Normal-Zustand oder in einem Doze-Zustand befindet, in welchem Taktsignale für den Prozessor deaktiviert sind.

[0005] Es sind verschiedene Techniken zum Verringern des Energieverbrauchs von Computersystemen entwickelt worden. Diese Techniken umfassen die stärkere Integration von Schaltungen und den Einbau verbesserter Schaltungen und Energie-Management-Einheiten (PMUs). Eine spezifische Technik zum Verringern des Energieverbrauchs umfasst die Möglichkeit zum Stoppen von Taktsignalen, die inaktive Schaltungsteile steuern. Ein System, bei dem eine solche Technik angewendet wird, umfasst typischerweise eine Energie-Management-Einheit, die inaktive Schaltungsteile detektiert oder vorhersagt und entsprechend die den inaktiven Schaltungsteilen zugeordneten Taktsignale stoppt. Durch Abschalten "nicht benutzter" Taktsignale, die inaktive Schaltungsteile steuern, wird der Gesamt-Energieverbrauch des Systems verringert. Eine ähnliche Technik umfasst die Möglichkeit, die Frequenz von Taktsignalen zu reduzieren, welche Schaltungsteile in nicht zeitkritischen Operationsmoden steuern, und eine weitere Technik umfasst die Möglichkeit, Energie von inaktiven Schaltungsteilen abzuziehen.

[0006] Ein Software-Standard, bei dem die oben beschriebenen Energie-Reduzier-Techniken angewandt werden, ist als Advanced Power Management-(APM-)Software-Standard bekannt. Computersysteme mit einer APM-Software ermöglichen es dem Betriebssystem, Ruhend-Aufrufe zu initiieren, um festzustellen, ob verschiedene Anwendungsprogramme belegt sind oder ruhen. In Reaktion auf einen Ruhend-Aufruf von dem Betriebssystem führt ein spezifisches Anwendungsprogramm eine Ruhend-Anzeige zu dem Betriebssystem zurück, wenn das Anwendungsprogramm ruht. Wenn sämtliche in das System geladenen Anwendungsprogramme anzeigen, dass sie ruhen, leitet das Betriebssystem eine Alle-Ruhend-Anzeige an das System-BIOS, welches beispielsweise bewirken kann, dass die Frequenzen ausgewählter Taktsignale reduziert werden und/oder Energie von ausgewählten inaktiven Schaltungsteilen abgezogen wird. Wenn eines der Anwendungsprogramme danach aktiv wird (wie durch anschließendes Abfragen durch das Betriebssystem festgestellt), bewirkt das System-BIOS, dass die Frequenzen der Taktsignale auf ihre normalen Pegel zurückkehren und/oder Energie erneut an die verschiedenen Schaltungsteile angelegt wird.

[0007] Ein Problem, das man in Systemen antrifft, bei denen der Advanced-Power-Management-Software-Standard angewendet wird, tritt auf, wenn eine sogenannte "unpassende" Software als Anwendungsprogramm in das System geladen ist. Eine unpassende Software ist eine Software, die mit dem Advanced Power Management-Software-Standard nicht kompatibel sind oder diesen nicht erkennt. Wenn das Betriebssystem die unpassende Software abfragt, um festzustellen, ob diese belegt ist oder ruht, reagiert die unpassende Software nicht, und das Betriebssystem schließt daraus, dass diese belegt ist. Folglich bewirkt das System BIOS niemals, dass die Energie-Management-Einheit die Frequenzen der verschiedenen Taktsignale reduziert, und es zieht niemals Energie von inaktiven Schaltungsteilen für das Energie-Management ab, auch wenn die gesamte Anwendungs-Software tatsächlich inaktiv sein kann. Entsprechend bleibt der Gesamt-Energiever-

brauch des Computersystems relativ hoch und wird das Energie-Management-System ineffektiv.

[0008] Die oben beschriebenen Probleme werden zum großen Teil durch ein Energie-Management-System nach Anspruch 1 gelöst.

[0009] Bei einer Ausführungsform ist ein Computersystem vorgesehen, das eine Energieschalteinheit zum Liefern von Energie zu verschiedenen Komponenten des Computersystems aufweist, wie z. B. zu einem Mikroprozessor und dazugehörigen Peripherieeinrichtungen. Das Computersystem weist ferner einen Taktgenerator zum Erzeugen eines CPU-Taktsignals sowie eines System-Taktsignals auf. Eine Energie-Management-Einheit ist mit der Energieschalteinheit und dem Taktgenerator gekoppelt und verwaltet den Gesamt-Energieverbrauch des Computersystems. Je nach dem Zustand der Energie-Management-Einheit steuern eine Energiesteuereinheit und eine Taktsteuereinheit die Energieschalteinheit bzw. den Taktgenerator derart, dass Energie an bestimmte Komponenten des Computersystems angelegt oder von diesen abgezogen werden kann und dass die Frequenzen des CPU-Taktsignals und des System-Taktsignals erhöht oder gesenkt werden können. Die Energie-Management-Einheit weist ein softwarekonfigurierbares Zustandsregister auf, das es der System-Software, wie z. B. der auf APM ansprechenden Software in dem System-BIOS, ermöglicht, den Zustand der Energie-Management-Einheit zu steuern. Entsprechend ist die Advanced Power Management-Software zum Steuern des Zustands der Energie-Management-Einheit vorgesehen. Die Energie-Management-Einheit weist ferner einen Satz Zeitüberwachungszähler auf, die ebenfalls den Zustand der Energie-Management-Einheit steuern. Wenn die Energie-Management-Einheit in einem Bereit-Zustand ist, in dem das CPU-Taktsignal und das System-Taktsignal mit maximalen Frequenzen gesteuert werden und in dem Energie an sämtliche Computerkomponenten angelegt ist, wird einer der Zeitüberwachungszähler aktiviert, um eine erste Zeitkontrollperiode zu beginnen. Ein System-Monitor überwacht während dieser Periode verschiedene Schaltungsteile des Computersystems, und wenn eine bestimmte System-Aktivität nicht detektiert wird, tritt die Energie-Management-Einheit nach Ablauf des Zeitüberwachungszählers in einen Doze-Zustand ein. In dem Doze-Zustand werden die Frequenzen des CPU-Taktsignals und des System-Taktsignals reduziert und/oder wird Energie von ausgewählten inaktiven Schaltungsteilen abgezogen. Entsprechend wird der Gesamt-Energieverbrauch des Computersystems minimiert, selbst wenn eine unpassende Software in das System geladen ist.

[0010] Bei einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Energie-Management-System für ein Computersystem mit einer Taktsteuereinheit zum Steuern der Frequenz eines ersten Taktsignals und einer mit der Taktsteuereinheit gekoppelten Energie-Management-Zustandsmaschine. Die Energie-Management-Zustandsmaschine weist einen Normal-Zustand, in dem die Taktsteuereinheit bewirkt, dass das erste Taktsignal mit einer ersten Frequenz gesteuert wird, und einen Doze-Zustand auf, in dem die Taktsteuereinheit bewirkt, dass das erste Taktsignal mit einer reduzierten Frequenz gesteuert wird (d. h. einschließlich eines Stopp-Zustands). Ein softwareprogrammierbares Register ist mit der Energie-Management-Zustandsmaschine gekoppelt und dient zum Empfangen eines ersten Werts, auf den hin die Energie-Management-Zustandsmaschine aus dem Normal-Zustand in den Doze-Zustand übergeht, und ferner zum Empfangen eines zweiten Werts, auf den hin die Energie-Management-Zustandsmaschine aus dem Doze-Zustand in den Normal-Zustand übergeht. Ein erster Zähler ist ebenfalls mit der Energie-Management-Zustandmaschine gekoppelt und bewirkt, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine nach Ablauf einer ersten vorbestimmten Zählperiode vom Normal-Zustand in den Doze-Zustand übergeht. Ein System-Monitor ist mit der Energie-Management-Zustandsmaschine gekoppelt und dient zum Detektieren einer vorbestimmten System-Aktivität, wobei die Energie-Management-Zustandsmaschine derart konfiguriert ist, dass unabhängig von einem in dem softwareprogrammierbaren Register gespeicherten Wert ein Übergang vom Normal-Zustand zum Doze-Zustand bewirkt wird, wenn die vorbestimmte System-Aktivität während der ersten vorbestimmten Zählperiode nicht vom System-Monitor detektiert wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen offensichtlich. Es zeigen:

[0012] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Computersystems mit einer erfindungsgemäßen Energie-Management-Einheit;

[0013] Fig. 2 ein Zustandsdiagramm mit Darstellung eines Bereit-Zustands, eines Doze-Zustands, eines Standby-Zustands und eines Aufhebungs-Zustands der Energie-Management-Einheit.

[0014] Obwohl die Erfindung verschiedenen Modifikationen unterzogen werden und alternative Formen annehmen kann, sind spezifische Ausführungsformen beispielhaft in den Zeichnungen gezeigt, und diese werden nachstehend genauer beschrieben. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Zeichnungen und die detaillierte Beschreibung nicht als die Erfindung auf die spezifische beschriebene Ausführungsform beschränkend angesehen werden darf,

sondern dass im Gegenteil die Erfindung sämtliche Modifikationen, Äquivalente und Alternativen abdeckt, die in den Umfang der vorliegenden Erfindung fallen, wie er in den beiliegenden Patentansprüchen definiert ist.

[0015] In den Zeichnungen zeigt Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Computersystems **100** mit einer erfindungsgemäßen Energie-Management-Einheit. Gemäß der Figur weist das Computersystem **100** einen Mikroprozessor (CPU) **102**, einen System-Speicher **104** und eine Peripherieeinrichtung **108** auf. Das Computersystem **100** weist ferner eine Energieschalteinheit **110**, einen Taktgenerator **112** und eine Energie-Management-Einheit **120** auf.

[0016] Der Mikroprozessor **102** ist zum Beispiel typischerweise ein Mikroprozessor des Modells **80486**. Der Taktgenerator **112** erzeugt ein CPU-Taktsignal und ein System-Taktsignal, und die Energieschalteinheit **110** liefert Energie zu den verschiedenen Komponenten des Computersystems. Die Peripherieeinrichtung **108** steht zum Beispiel stellvertretend für eine Vielzahl von Peripherieeinrichtungen, wie z. B. eine Tastatur, einen Drucker und ein Modem.

[0017] Die Energie-Management-Einheit **120** weist eine mit der Energieschalteinheit **110** gekoppelte Energiesteuereinheit **122** und eine mit dem Taktgenerator **112** gekoppelte Taktsteuereinheit **124** auf. Die Energie-Management-Einheit **120** weist ferner einen Dekoder **126**, ein Masken-Register **128**, einen Bereit-Zähler **130**, einen Doze-Zähler **132**, einen Standby-Zähler **134** und ein mit einem Bus **138** gekoppeltes Energie-Management-Zustandsregister **136** auf. Die Energie-Management-Einheit **120** weist schließlich einen mit dem Masken-Register **128** gekoppelten System-Monitor **140** und eine mit der Energiesteuereinheit **122** und der Taktsteuereinheit **124** gekoppelte Energie-Management-Zustandsmaschine **142** auf.

[0018] Die Energie-Management-Einheit **120** dient zum Regeln und Minimieren des Energieverbrauchs des Computersystems **100**. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform dient die Energieschalteinheit **110** je nach Zustand der Energie-Management-Einheit **120** zum selektiven Liefern von Energie zu dem Mikroprozessor **102**, dem System-Speicher **104** und der Peripherieeinrichtung **108**. Der Taktgenerator **112** wird auf im wesentlichen gleiche Weise derart gesteuert, dass die Frequenzen des CPU-Taktsignals und des System-Taktsignals je nach Zustand der Energie-Management-Einheit **120** variieren, wie nachstehend genauer beschrieben.

[0019] Die Energiesteuereinheit **122** und die Taktsteuereinheit **124** steuern je nach internem Zustand der Energie-Management-Zustandsmaschine **142** die Energieschalteinheit **110** bzw. den Taktgenerator **112**. Fig. 2 zeigt ein Zustandsdiagramm mit Darstellung mehrerer interner Zustände der Energie-Management-Zustandsmaschine **142**. Insbesondere weist die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** eine Bereit-Zustand **200**, einen Doze-Zustand **202**, einen Standby-Zustand **204** und einen Aufhebungs-Zustand **206** auf. Im Bereit-Zustand **200** ist das Computersystem **100** vollständig hochgefahren. Sämtliche Komponenten des Computersystems **100** werden mit voller Geschwindigkeit getaktet und sind eingeschaltet. Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** tritt bei Einschalten des Computersystems und bei Reset in den Bereit-Zustand **200**. Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** tritt ferner bei Detektion einer System-Primäraktivität durch den System-Monitor oder in Reaktion auf das Schreiben eines Bereit-Zustands-Werts durch die Software in das Energie-Management-Zustandsregister **136** in den Bereit-Zustand **200**, wie nachstehend beschrieben.

[0020] Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** geht vom Bereit-Zustand **200** in den Doze-Zustand **202** über, wenn das Computersystem **100** über einen programmierbaren Zeitraum (**0**,**125** Sekunden bis 16 Sekunden) ruht, wie von dem Bereit-Zähler **130** und dem System-Monitor **140** festgestellt. Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** kann alternativ dadurch in den Doze-Zustand **202** eintreten, dass die Software einen Doze-Zustands-Wert in das Energie-Management-Zustandsregister **136** schreibt. Im Doze-Zustand **202** steuert die Taktsteuereinheit **124** den Taktgenerator **112** derart, dass das CPU-Taktsignal auf eine vorprogrammierte Frequenz verlangsamt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass im Doze-Zustand **202** das System-Taktsignal weiterhin mit maximaler Frequenz gesteuert wird und sämtliche Komponenten eingeschaltet sind.

[0021] Die Energie-Managment-Zustandsmaschine **142** geht vom Doze-Zustand **202** in den Standby-Zustand **204** über, wenn das System für einen programmierbaren Zeitraum (1 Minute bis 16 Minuten) ruht, ohne dass Primäraktivitäten auftreten, wie von dem Doze-Zähler **132** und dem System-Monitor **140** festgestellt. Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** kann alternativ dadurch in den Standby-Zustand **204** eintreten, dass die Software in das Energie-Management-Zustandsregister **136** schreibt. Im Standby-Zustand **204** bewirkt die Energiesteuereinheit **122**, dass die Energieschalteinheit **110** Energie von der Peripherieeinrichtung **108** abzieht. Ferner bewirkt die Taktsteuereinheit **124** im Standby-Zustand **204**, dass der Taktgenerator **112** das CPU-Taktsignal abschaltet. Das System-Taktsignal wird weiterhin mit maximaler Frequenz gesteuert.

[0022] Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** geht vom Standby-Zustand **204** in den Aufhebungs-Zustand **206** über, wenn das System über einen programmierbaren Zeitraum (5 Minuten bis 60

Minuten) ruht, ohne dass Primäraktivitäten auftreten, wie von dem Standby-Zähler **134** und dem System-Monitor **140** festgestellt. Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** kann alternativ dadurch in den Aufhebungs-Zustand **206** übergehen, dass die Software einen Aufhebungs-Zustands-Wert in das Energie-Management-Zustandsregister **136** schreibt. Wenn sich die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** im Aufhebungs-Zustand **206** befindet, bewirkt die Energiesteuereinheit **122**, dass die Energieschalteinheit **110** Energie von der Peripherieeinrichtung **108** abzieht, und bewirkt die Taktsteuereinheit **124**, dass der Taktgenerator **112** sowohl das CPU-Taktsignal als auch das System-Taktsignal stoppt. Je nach System kann die Energiesteuereinheit **122** ferner bewirken, dass die Energieschalteinheit **110** Energie von dem Mikroprozessor **102** und dem System-Speicher **104** abzieht.

[0023] Der Dekoder **126** ist zum Dekodieren von beispielsweise von dem Mikroprozessor **102** auf dem Bus **138** ausgeführten I/O-Schreib-Zyklen vorgesehen. Bei solchen I/O-Schreib-Zyklen können das Masken-Register **128**, der Bereit-Zähler **130**, der Doze-Zähler **132**, der Standby-Zähler **134** und das Energie-Management-Zustandsregister **136** mit verschiedenen Daten bestückt werden, die die Energie-Management-Einheit **120** steuern. Es werden Daten von dem Bus **138** über einen internen Datenbus **150** zu dem Masken-Register **128**, dem Bereit-Zähler **130**, dem Doze-Zähler **132**, dem Standby-Zähler **134** und dem Energie-Management-Zustandsregister **136** geliefert. Es sei darauf hingewiesen, dass der Bus **138** direkt oder über eine Busverbindung mit dem Mikroprozessor **102** gekoppelt sein kann.

[0024] Der System-Monitor **140** überwacht den Mikroprozessor **102**, den System-Speicher **140** und andere Systemkomponenten zwecks Feststellung, ob eine bestimmte Primäraktivität aufgetreten ist. Beispielsweise kann der System-Monitor **140** den CPU-Lokalbus überwachen, um festzustellen, ob bestimmte Zyklen aktuell ausgeführt werden. Der System-Monitor **140** kann auf im wesentlichen gleiche Weise verschiedene Interrupt-Signale überwachen, um die Initiierung einer System-Primäraktivität festzustellen. Ein typischer System-Monitor, der feststellt, ob verschiedene Komponenten eines Computersystems aktuell aktiv sind, ist in US-Patent Nr. 5,167,024 beschrieben, das am 24. November 1992 an Smith et al. erteilt worden ist.

[0025] Wenn der System-Monitor **140** eine System-Primäraktivität detektiert, wird ein als "System-Primäraktivität" bezeichnetes Signal zu der Energie-Management-Zustandsmaschine **142** geliefert. Das Masken-Register **128** ermöglicht es dem Programmierer, bestimmte Aktivitäten zu maskieren, die normalerweise von dem System-Monitor **140** detektiert werden. Beispielsweise kann es der Wunsch des System-Programmierers sein, zu verhindern, dass Aktivitäten eines Video-Monitors von dem System-Monitor **140** als "Primäraktivität" angesehen werden. Entsprechend kann das Masken-Register **128** derart gesetzt sein, dass Aktivitäten des Video-Monitors ignoriert werden.

[0026] Wie oben beschrieben, kann das Energie-Management-Zustandsregister **136** mit einem von mehreren vorbestimmten Zustands-Werten, die den aktuellen Zustand der Energie-Management-Zustandsmaschine **142** steuern, softwareprogrammiert sein. Ein spezieller Zustands-Wert wird durch Ausführen eines I/O-Schreib-Zyklus auf dem Bus **138** in das Energie-Management-Zustandsregister **136** geschrieben. Das Energie-Management-Zustandsregister **136** nimmt somit die Advanced Power Management-(APM-)Software auf.

[0027] Der Bereit-Zähler **130**, der Doze-Zähler **132** und der Standby-Zähler **134** dienen innerhalb des Systems zum Schutz gegen unpassende Software, die beispielsweise nicht gemäß dem Advanced Power Management-Software-Standard arbeitet. Im Betrieb ist der Bereit-Zähler **130** mit einem Wert bestückt, der bewirkt, dass der Bereit-Zähler **130** eine Zeitperiode von 0,125 Sekunden bis 16 Sekunden zählt. Wie oben beschrieben, führt die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** nach Ablauf dieses programmierbaren Zeitraums einen Übergang vom Bereit-Zustand **200** in den Doze-Zustand **202** durch, wenn keine System-Primäraktivität von dem System-Monitor **140** detektiert wird. Ähnlich kann der Doze-Zähler **132** mit einem Wert bestückt sein, der bewirkt, dass der Doze-Zähler **132** über einen programmierbaren Zeitraum von 1 Minute bis 16 Minuten zählt. Der Doze-Zähler **132** steuert die Doze-Zeitüberwachungsperiode, die bewirkt, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** vom Doze-Zustand **202** in den Standby-Zustand **204** übergeht, wenn keine System-Primäraktivität von dem System-Monitor **140** detektiert wird. Schließlich kann der Standby-Zähler **134** mit einem Wert bestückt sein, der bewirkt, dass der Standby-Zähler **134** einen programmierbaren Zeitraum von 5 Minuten bis 60 Minuten zählt. Der Standby-Zähler **134** steuert die Zeitüberwachungsperiode, die bewirkt, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** vom Standby-Zustand **204** in den Aufhebungs-Zustand **206** übergeht, wenn keine System-Primäraktivität von dem System-Monitor **140** detektiert wird. Die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** bleibt im Aufhebungs-Zustand **206**, bis eine System-Primäraktivität von dem System-Monitor **140** detektiert wird oder bis die Software einen neuen Zustands-Wert in das Energie-Management-Zustandsregister **136** schreibt. Eine System-Primäraktivität, die bewirkt, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** vom Aufhebungs-Zustand **206** in den Bereit-Zu-

stand **200** übergeht, kann beispielsweise die Detektion einer Eingabe über die Tastatur sein. Es sei darauf hingewiesen, dass der Bereit-Zähler **130**, der Doze-Zähler **132** und der Standby-Zähler **134** jeweils zurückgesetzt werden, wenn eine System-Primäraktivität von dem System-Monitor **140** detektiert wird.

[0028] Entsprechend der oben beschriebenen Energie-Management-Einheit **120** kann die Advanced Power Management-Software zum Steuern des Zustands der Energie-Management-Einheit **120** dadurch verwendet werden, dass der Software-I/O in das Energie-Management-Zustandsregister **136** schreibt. Die Energie-Management-Einheit **120** dient insofern als Schutz gegen eine unpassende Software, dass der Bereit-Zähler **130**, der Doze-Zähler **132** und der Standby-Zähler **134** bereitgestellt werden. Wenn eine Primäraktivität über einen in den verschiedenen Zählern programmierten Zeitraum undetektiert bleibt, tritt die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** erfolgreich in mehrere Energiereduzierzustände ein, in denen die Energie für verschiedene Komponenten des Computersystems abgezogen werden kann und in denen die Frequenzen des CPU-Taktsignals und des System-Taktsignals reduziert (oder gestoppt) werden können. Somit wird die von dem Computersystem **100** verbrauchte Energie selbst dann reduziert, wenn eine Software verwendet wird, die den Advanced Power Management-Software-Standard nicht kennt.

[0029] Es sei darauf hingewiesen, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** andere Energiereduzierzustände anwenden kann als die in Fig. 2 dargestellten, und dass die Anzahl von programmierbaren Zählern (d. h. Bereit-Zähler **130**, Doze-Zähler **132**, Standby-Zähler **134**) entsprechend variieren kann. Bei einer Ausführungsform steuert die Energie-Management-Zustandsmaschine **142** nur die Frequenzen des CPU-Taktsignals und des System-Taktsignals und nicht das Anlegen und Abziehen von Energie an die bzw. von den verschiedenen Komponenten des Computersystems.

[0030] Es sei ferner darauf hingewiesen, dass System-Aktivitäten, die als von dem System-Monitor **140** detektierte Primäraktivitäten angesehen werden, von System zu System unterschiedlich sein können. Solche Primäraktivitäten können auf im wesentlichen gleiche Weise vom Benutzer programmiert werden. Bei einer Ausführungsform detektiert und definiert der System-Monitor **140** eine Parallelport-Aktivität, eine Seriellport-Aktivität, eine Festplatten-Aktivität, eine Disketten-Aktivität und eine Koprozessor-Aktivität als Primäraktivitäten. Speicherzyklen des Systemspeichers **104**, eine Tastatur-Aktivität, eine Video-Aktivität, eine Busanforderungs-Aktivität und eine Aktivität nicht maskierbarer Interrupts können ebenfalls als Primäraktivität definiert sein. Wie oben gesagt, bewirkt eine Primäraktivität, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine in den Bereit-Zustand **200** zurückkehrt, und sie setzt den Bereit-Zähler **130**, den Doze-Zähler **132** und den Standby-Zähler **134** zurück.

[0031] Computergestützte Design-Tools können zum Reduzieren der oben beschriebenen Energie-Management-Zustandsmaschine **142** auf eine sequentielle Logiksteuerschaltung verwendet werden. Typische computergestützte Design-Tools umfassen die die VHSIC-Hardware beschreibende Sprache und die Verilog-Sprache.

[0032] Es wird für Fachleute auf dem Sachgebiet anhand der vorstehenden Beschreibung offensichtlich, dass zahlreiche Variationen und Modifikationen möglich sind. Beispielsweise kann das Energie-Management-Zustandsregister **136** integraler Bestandteil der Energie-Management-Zustandsmaschine **142** sein. Die nachfolgenden Patentansprüche sind so auszulegen, dass sie sämtliche Variationen und Modifikationen umfassen.

Patentansprüche

1. Energie-Management-System (**120**) für ein Computersystem, mit:
einer Taktsteuereinheit (**124**) zum Steuern der Frequenz eines ersten Taktsignals (CPU CLOCK), das zum Takten eines Prozessors (**102**) vorgesehen ist;
einer mit der Taktsteuereinheit verbundenen Energie-Management-Zustandsmaschine (**142**), die für einen Normal-Zustand (**200**), während dessen die Taktsteuereinheit bewirkt, dass das erste Taktsignal mit einer ersten Frequenz gesteuert wird, und für einen Doze-Zustand (**202**) ausgelegt ist, während dessen die Taktsteuereinheit bewirkt, dass das erste Taktsignal mit einer reduzierten Frequenz gesteuert wird;
einem software-programmierbaren Register (**136**), das mit der Energie-Management-Zustandsmaschine verbunden ist und konfiguriert ist zum Empfangen eines ersten Werts, auf den hin die Energie-Management-Zustandsmaschine aus dem Normal-Zustand in den Doze-Zustand übergeht, und ferner konfiguriert ist zum Empfangen eines zweiten Werts, auf den hin die Energie-Management-Zustandsmaschine aus dem Doze-Zustand in den Normal-Zustand übergeht;
einem ersten programmierbaren Zähler (**130**), der mit der Energie-Management-Zustandsmaschine verbunden ist und derart konfiguriert ist, dass er die Energie-Management-Zustandsmaschine auf das Verstreichen einer vorbestimmten Zählperiode hin aus dem Normal-Zustand in den Doze-Zustand überführt; und
einem System-Monitor (**140**), der mit der Energie-Management-Zustandsmaschine verbunden ist und zum Detektieren einer vorbestimmten System-Aktivität konfiguriert ist, wobei die Energie-Management-Zustandsmaschine derart konfiguriert ist,

dass ein Übergang aus dem Normal-Zustand in den Doze-Zustand unabhängig eines im softwareprogrammierbaren Register gespeicherten Werts herbeigeführt wird, falls die vorbestimmte System-Aktivität nicht während der ersten vorbestimmten Zählperiode vom System-Monitor detektiert wird.

2. Energie-Management-System nach Anspruch 1, bei der die Energie-Management-Zustandsmaschine in den Normal-Zustand übergeht, falls die vorbestimmte System-Aktivität vom System-Monitor detektiert wird.

3. Energie-Management-System nach Anspruch 2, ferner mit:
einem zweiten Zähler (**132**), der mit der Energie-Management-Zustandsmaschine verbunden ist;
wobei die Energie-Management-Zustandsmaschine ferner für einen Standby-Zustand (**204**) ausgelegt ist, während dessen die Taktsteuereinheit veranlasst, dass das erste Taktsignal, welches ein CPU-Taktsignal ist, gestoppt wird, und bei dem der zweite Zähler derart konfiguriert ist, dass er die Energie-Management-Zustandsmaschine auf das Verstreichen einer zweiten vorbestimmten Zählperiode hin aus dem Doze-Zustand in den Standby-Zustand schaltet.

4. Energie-Management-System nach Anspruch 2, ferner mit einem Masken-Register (**128**), das mit dem System-Monitor verbunden ist, wobei das Masken-Register konfiguriert ist zum Speichern eines Werts zum Maskieren gewählter Aktivitäten, die vom System-Monitor überwacht werden.

5. Energie-Management-System nach Anspruch 3, ferner mit:
einem dritten Zähler (**134**), der mit der Energie-Management-Zustandsmaschine verbunden ist;
wobei die Energie-Management-Zustandsmaschine ferner für einen Aufhebungs-Zustand (**206**) ausgelegt ist, während dessen die Taktsteuereinheit veranlasst, dass das CPU-Taktsignal gestoppt wird und dass ein System-Taktsignal gestoppt wird, und wobei der dritte Zähler derart konfiguriert ist, dass er veranlasst, dass die Energie-Management-Zustandsmaschine auf das Verstreichen einer dritten vorbestimmten Zählperiode hin aus dem Standby-Zustand in den Aufhebungs-Zustand geschaltet wird.

6. Energie-Management-System nach Anspruch 5, ferner mit einer Energiesteuereinheit (**122**), die mit der Energie-Management-Zustandsmaschine verbunden ist, wobei die Energiesteuereinheit derart konfiguriert ist, dass sie Energie von einer Peripherieeinrichtung abzieht, wenn sich die Energie-Management-Zustandsmaschine im Aufhebungs-Zustand befindet.

7. Energie-Management-System nach Anspruch 1, bei dem das erste Taktsignal ein CPU-Taktsignal ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

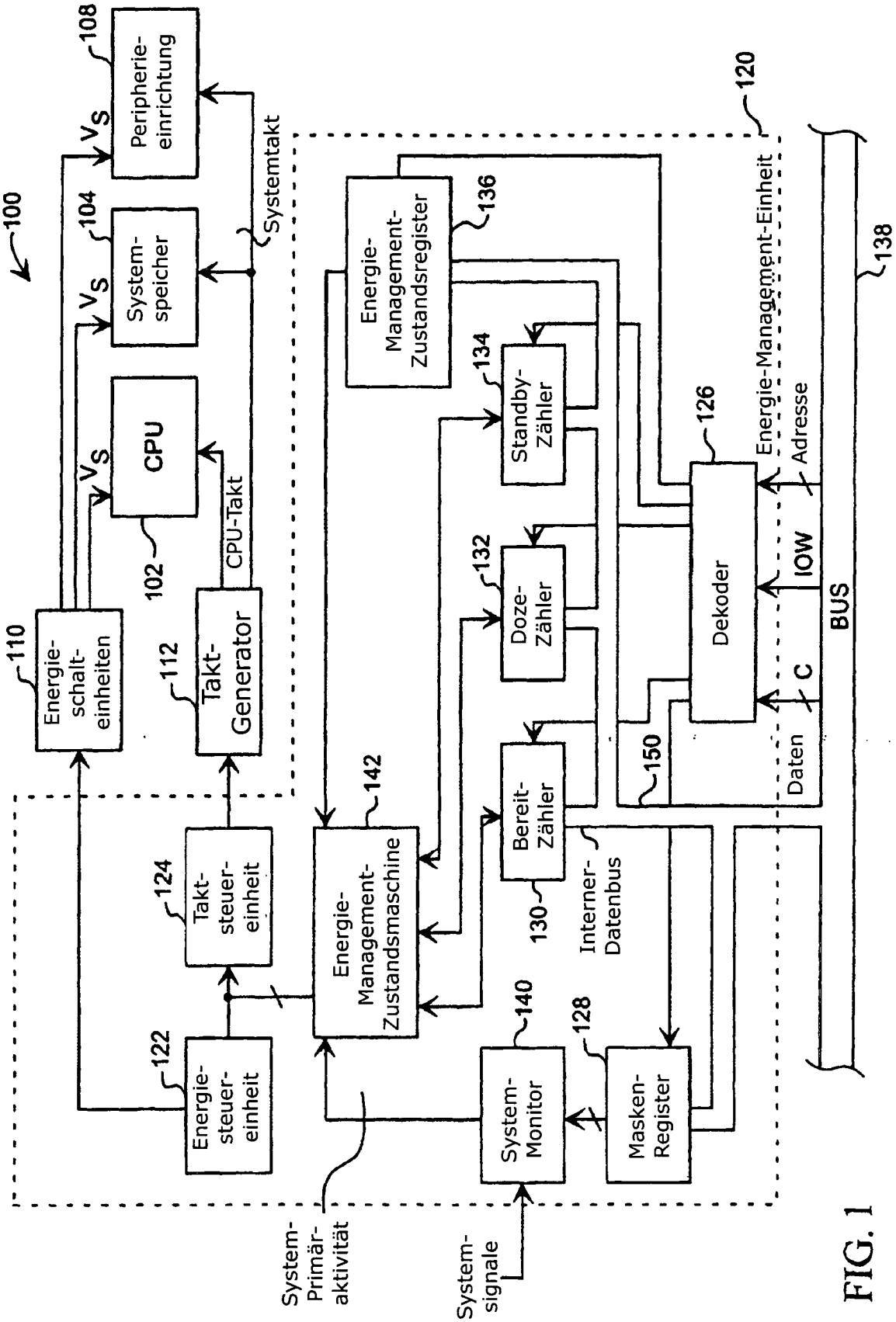


FIG. 1

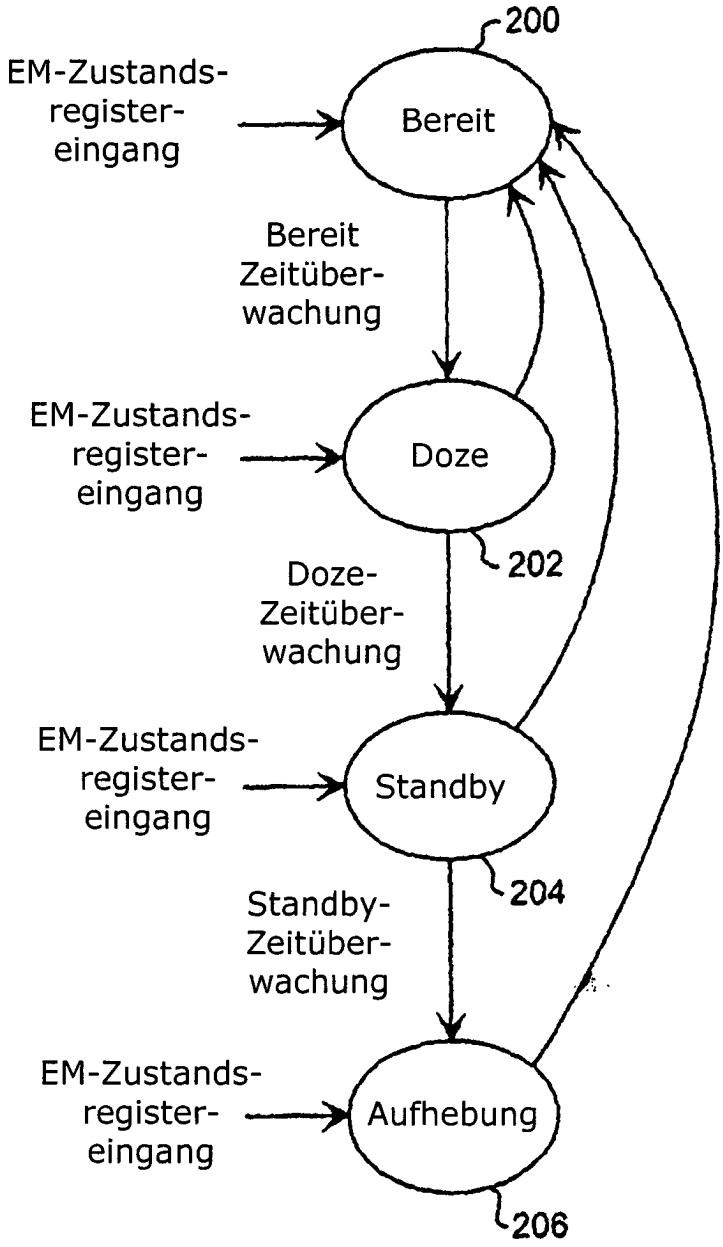

200
EM-Zustands-
register-
eingang
Bereit
Bereit
Zeitüber-
wachung
EM-Zustands-
register-
eingang
Doze
202
Doze-
Zeitüber-
wachung
EM-Zustands-
register-
eingang
Standby
204
Standby-
Zeitüber-
wachung
EM-Zustands-
register-
eingang
Aufhebung
206

FIG. 2