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

(10) **DE 695 32 426 T2** 2004.11.04

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 676 686 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 32 426.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 301 740.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **16.03.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.10.1995**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.01.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.11.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 1/26**
G06F 1/32

(30) Unionspriorität:
223984 **06.04.1994** **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

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

(72) Erfinder:
Gephardt, Douglas D., Austin, Texas 78748, US;
MacDonald James R., Buda, Texas 78610, US;
O'Brien, Rita M., Austin, Texas 78749, US

(54) Bezeichnung: **Stromverwaltungsarchitektur für Rechnersystem**

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 angewendete Energiemanagementarchitekturen.

[0002] Ein immerwährendes Entwicklungsziel von Herstellern ist die Verringerung des Energieverbrauchs von Computersystemen. Durch einen verringerten Energieverbrauch verringert sich typischerweise 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] 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 Energiemanagementeinheiten (PMUs). Siehe beispielsweise die Veröffentlichung GB 2235797. Eine spezifische Technik zum Verringern des Energieverbrauchs umfasst die Möglichkeit zum Stoppen von Taktsignalen, die inaktive Schaltungsteile treiben. Ein System, bei dem eine solche Technik angewandt wird, umfasst typischerweise eine Energiemanagementeinheit, die inaktive Schaltungsteile detektiert oder vorhersagt und entsprechend die den inaktiven Schaltungsteilen zugeordneten Taktsignale stoppt. Durch Abschalten "nicht benutzter" Taktsignale, die inaktive Schaltungsteile treiben, 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 treiben, und eine weitere Technik umfasst die Möglichkeit, Energie von inaktiven Schaltungsteilen wegzunehmen.

[0004] Bei Computersystemen mit Energieverwaltung, bei denen die oben beschriebenen Techniken zum Verringern des Energieverbrauchs angewandt werden, werden typischerweise verschiedene Aktivitäten an der Verwendungsstelle oder durch Snooping von Zentralbussen überwacht. Beispielsweise kann eine Aktivitätsüberwachungseinrichtung einer Energiemanagementeinheit direkt mit verschiedenen dem Mikroprozessor und Peripherievorrichtungen zugeordneten Steuerleitungen verbunden sein, um festzustellen, ob bestimmte Aktivitäten stattfinden. Je nach detektierten Aktivitäten kann die Energiemanagementeinheit in Reaktion darauf ausgewählte Schaltungsteile abschalten, die Frequenzen ausgewählter Taktsignale verringern und/oder ausgewählte Taktsignale vollständig stoppen.

[0005] In den vergangenen Jahren sind integrierte Prozessoren als Ersatz der früheren diskreten Mikroprozessoren und diesen zugeordneten Peripherievorrichtungen in Computersystemen entwickelt worden. Ein integrierter Prozessor ist eine integrierte Schaltung, die sowohl die Funktionen eines Mikroprozessors als auch die verschiedener Peripherievorrichtungen, wie z. B. unter anderem eines Speicher-Kontrollers, eines DMA-Kontrollers, eines Zeitgebers und einer Bus-Interface-Einheit, ausführt. Die Einführung integrierter Prozessoren hat zu einer Verringerung der Gesamtkosten, der Größe und des Gewichts von Computersystemen geführt und in vielen Fällen verbesserte Leistungscharakteristiken der Computersysteme erbracht.

[0006] Ein Problem, das bei der Konfiguration von Computersystemen mit integrierten Prozessoren auftritt, besteht darin, dass zahlreiche Überwachungsstellen einer externen Energiemanagementeinheit nicht mehr zur Verfügung stehen. Das heißt, da der CPU-Kern und verschiedene Peripherievorrichtungen auf einem gemeinsamen Chip mit integrierter Schaltung aufgenommen sind, ist es möglich, dass die internen Verbindungen zwischen dem CPU-Kern und den Peripherievorrichtungen nicht von außen zugänglich sind. Somit ist es möglich, dass bestimmte Aktivitäten nicht in Echtzeit detektierbar sind. Obwohl externe Paketstifte an dem integrierten Prozessor vorgesehen sein können, um einen externen Direktzugriff auf die ausgewählten internen Überwachungsstellen zu schaffen, führen solche zweckbestimmte Stifte zu einer beträchtlichen Erhöhung der Gesamtanzahl von Stiften des integrierten Prozessors und erfordern ferner eine Vergrößerung der Chipgröße des integrierten Prozessors zur Aufnahme zusätzlicher Bonddraht-Pads. Folglich kommen zu den Kosten für den integrierten Prozessor noch beträchtliche Kosten hinzu.

[0007] Andererseits kann anstelle des Vorsehens einer externen Energiemanagementeinheit eine Energiemanagementeinheit als integraler Bestandteil des integrierten Prozessors selbst eingebaut sein. Dies beschränkt jedoch die dem Systementwickler beim Implementieren unterschiedlicher Energiemanagementkonfigurationen unter Verwendung des gleichen Prozessors zur Verfügung stehende Flexibilität.

[0008] Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit Computersystemen, einschließlich denjenigen, bei denen integrierten Prozessoren eingebaut sind, betrifft das Bestimmen, wie die Energiemanagementeinheit jede detektierte Aktivität behandeln soll. Obwohl eine Vielzahl von Systemen vorgeschlagen worden ist, bei denen

die Energiemanagementeinheit bewirkt, dass die Frequenzen der ausgewählten Taktsignale bei Detektierung bestimmter Systemaktivitäten erhöht und bei Nichtdetektierung der Systemaktivitäten gesenkt werden, behandeln solche Systeme die detektierten Aktivitäten typischerweise nicht unterschiedlich. Folglich kann die Effizienz dieser Systeme in gewissem Maße eingeschränkt sein, da zahlreiche detektierte Aktivitäten andere damit verbundene Auswirkungen auf den Energieverbrauch haben als andere Aktivitäten.

[0009] Die oben beschriebenen Probleme werden zum großen Teil durch eine hier beschriebene Energiemanagementarchitektur gelöst. Bei einer Ausführungsform wird ein integrierter Prozessor bereitgestellt, der einen mit einer Vielzahl von chipintegrierten Peripherievorrichtungen, wie z. B. einem DMA-Kontroller, einem Interrupt-Kontroller und einem Zeitgeber, gekoppelten CPU-Kern aufweist. Der integrierte Prozessor weist ferner eine mit dem DMA-Kontroller, dem Interrupt-Kontroller und dem Zeitgeber gekoppelte Energiemanagement-Mitteilungseinheit zum Überwachen der internen Interrupt- und Busanforderungssignale des integrierten Prozessors auf. Die Energiemanagement-Mitteilungseinheit kann ferner andere ausgewählte Aktivitäten des integrierten Prozessors überwachen, wie z. B. Aktivitäten einer Gleitkomma-Koprozessor-Subeinheit. Anhand der detektierten Aktivitäten, falls solche vorliegen, kodiert die Energiemanagement-Mitteilungseinheit eine Mitteilung auf einem Energiemanagement-Mitteilungsbus, wodurch Informationen über die internen Ereignisse des integrierten Prozessors an eine externe Energiemanagementeinheit geliefert werden.

[0010] Entscheidungen hinsichtlich des Energiemanagements werden von einer externen Energiemanagementeinheit getroffen. Die Energiemanagementeinheit empfängt die kodierten Mitteilungen von dem Energiemanagement-Mitteilungsbus und trifft in Reaktion darauf Entscheidungen hinsichtlich des Eintritts in den geeigneten Energiemanagementmodus. Die Energiemanagementeinheit weist eine mit einem internen Taktgenerator des integrierten Prozessors gekoppelte Taktsteuereinheit zum Steuern der Frequenzen eines CPU-Taktsignals und eines Systemtaktsignals auf. Die Energiemanagementeinheit weist ferner eine Energiesteuereinheit zum Steuern der Energieversorgung verschiedener externer Peripherievorrichtungen auf.

[0011] Bei einer Ausführungsform klassifiziert eine Energiemanagementeinheit, die auch zusätzliche Systemaktivitäten beispielsweise durch Snooping eines Busses detektieren kann, jede detektierte Aktivität entweder als Primäraktivität oder als Sekundäraktivität. Die Energiemanagementeinheit weist mehrere Zustände auf, von denen jeder einem anderen Energiemanagementmodus zugeordnet ist. Übergänge zwischen den Zuständen der Energiemanagementeinheit sind von der Art der detektierten Aktivitäten abhängig. Beim Rücksetzen des Computersystems tritt die Energiemanagementeinheit in einen Bereit-Zustand ein, in dem das CPU-Taktsignal und das Systemtaktsignal mit ihren maximalen Frequenzen angetrieben werden. Wenn über einen vorbestimmten Zeitraum keine Primäraktivitäten detektiert werden, geht die Energiemanagementeinheit sukzessive von dem Bereit-Zustand in einen Schlummerzustand, dann in einen Standby-Zustand und dann in einen Aussetzzustand über. Im Schlummerzustand wird die Frequenz des CPU-Taktsignals verlangsamt und im Standby-Zustand wird das CPU-Taktsignal gestoppt. Im Aussetzzustand werden sowohl das CPU-Taktsignal als auch das Systemtaktsignal gestoppt und kann die Energie von ausgewählten Schaltungsteilen weggenommen werden. Wenn eine Sekundäraktivität detektiert wird, während sich die Energiemanagementeinheit im Schlummerzustand oder dem Bereit-Zustand befindet, tritt die Energiemanagementeinheit in einen Übergangszustand ein, in dem sowohl das CPU-Taktsignal als auch das Systemtaktsignal über einen vorbestimmten Zeitraum mit maximaler Frequenz angetrieben werden. Anschließend kehrt die Energiemanagementeinheit wieder in den vorherigen Energiemanagementzustand zurück. Primäraktivitäten bewirken, dass die Energiemanagementeinheit unabhängig von dem aktuellen Zustand in den Bereit-Zustand eintritt. Die Energiemanagementeinheit klassifiziert Aktivitäten einer Gleitkomma-Koprozessoreinheit, Parallelport-Aktivitäten, Seriellport-Aktivitäten, Disketten-Aktivitäten und Festplatten-Aktivitäten als Primäraktivitäten. Die Energiemanagementeinheit klassifiziert Systemmanagement-Interrupt- (SMI-) Aktivitäten, Interrupt-Aktivitäten und Zeitgeber-Aktivitäten als Sekundäraktivitäten. Andere ausgewählte Aktivitäten können entweder als Primär- oder Sekundäraktivitäten programmiert werden. Die Energiemanagementeinheit ermöglicht eine Flexibilität und Optimierung der Energieverwaltung.

[0012] Im weiteren Sinne wird ein Computersystem mit einem integrierten Prozessor beschrieben, der einen CPU-Kern, eine mit dem CPU-Kern gekoppelte Energiemanagement-Mitteilungseinheit und einen mit dem CPU-Kern gekoppelten Taktgenerator aufweist. Die Energiemanagement-Mitteilungseinheit ist in der Lage, eine interne Aktivität des integrierten Prozessors zu detektieren und ein Signal zu erzeugen, das die interne Aktivität an einer externen Gruppe von Terminals anzeigt. Das Computersystem weist ferner einen mit der externen Gruppe von Terminals gekoppelten Energiemanagement-Mitteilungsbus und eine Energiemanagementeinheit auf, die zum Verwalten der Energie in dem Computersystem mit dem Energiemanagement-Mitteilungsbus gekoppelt ist. Die Energiemanagementeinheit ist auf einem Chip mit integrierter Schaltung ausgebildet, welcher von dem integrierten Prozessor getrennt ist, und die Energiemanagementeinheit weist eine Takt-

steuereinheit auf, die in der Lage ist, den Taktgenerator zu steuern.

[0013] Ferner wird ein Verfahren zum Verwalten von Energie in einem Computersystem beschrieben, das einen integrierten Prozessor mit einem CPU-Kern und mindestens einer chipintegrierten Peripherievorrichtung aufweist. Das Verfahren umfasst die Schritte des Detektierens einer internen Aktivität des integrierten Prozessors, des Erzeugens eines die interne Aktivität anzeigenden Aktivitätssignals und des Übermittelns des Aktivitätssignals auf einem mit dem integrierten Prozessor gekoppelten externen Bus. Das Verfahren umfasst ferner die Schritte des Empfangen des Aktivitätssignals an einer externen Energiemanagementeinheit und des Übermittelns eines Taktsteuersignals von der externen Energiemanagementeinheit zu dem integrierten Prozessor zum Steuern der Erzeugung eines CPU-Taktsignals in Abhängigkeit von dem Aktivitätssignal.

[0014] Weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden anhand der detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen offensichtlich. Es zeigen beispielhaft:

[0015] **Fig.** 1 ein Blockschaltbild eines Computersystems, bei dem eine erfindungsgemäße Energiemanagementarchitektur zum Einsatz kommt;

[0016] **Fig.** 2 ein Blockschaltbild mit Darstellung von mit einer Implementierung einer erfindungsgemäßen Energiemanagementarchitektur in Zusammenhang stehenden Details;

[0017] **Fig.** 3 ein Blockschaltbild einer in einen in **Fig.** 2 gezeigten integrierten Prozessor eingebauten Energiemanagement-Mitteilungseinheit;

[0018] **Fig.** 4 ein Zeitdiagramm eines von der in **Fig.** 2 gezeigten Energiemanagement-Mitteilungseinheit ausgeführten Mitteilungssendezyklus;

[0019] **Fig.** 5 ein Diagramm einer in der in **Fig.** 2 gezeigten Energiemanagement-Mitteilungseinheit enthaltenen Algorithmus-Zustandsmaschine;

[0020] **Fig.** 6 ein Diagramm einer in der in **Fig.** 2 gezeigten Energiemanagementeinheit enthaltenen Algorithmus-Zustandsmaschine;

[0021] **Fig.** 7 ein Blockschaltbild mit Darstellung von Details einer Energiemanagementeinheit.

[0022] Obwohl die Erfindung verschiedene Modifikationen und alternative Ausführungsformen umfassen kann, sind spezifische Ausführungsbeispiele in den Zeichnungen gezeigt, und diese werden nachstehend genauer beschrieben. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Zeichnungen und die detaillierte Beschreibung nicht als Einschränkung der Erfindung auf die spezielle hier offenbarte Ausführungsform angesehen werden dürfen, sondern dass im Gegenteil sämtliche Modifikationen, Äquivalente und Alternativen, die in den Umfang der beiliegenden Patentansprüche fallen, abgedeckt sind.

[0023] **Fig.** 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Computersystems **100** mit einem mit einer Energiemanagementeinheit **104** gekoppelten integrierten Prozessor **102**. Der integrierte Prozessor **102** weist einen mit einem Taktgenerator **106** und einem Speicher-Kontroller **108** gekoppelten CPU-Kern **114** auf. Der integrierte Prozessor **102** weist ferner eine Mitteilungseinheit **112** und mehrere chipintegrierte Peripherievorrichtungen auf, die generell als Block **110** dargestellt sind.

[0024] Generell ist die Energiemanagementeinheit **104** zum Verwalten der Energie in dem Computersystem **100** vorgesehen und in einer integrierten Schaltung aufgenommen, die von dem integrierten Prozessor **102** getrennt ist. Die Energiemanagementeinheit **104** empfängt Energiemanagement- (PM-) Mitteilungen von der Mitteilungseinheit **112**, die die Operation des integrierten Prozessors **102** anzeigen. Unter Verwendung dieser Mitteilungen erzeugt die Energiemanagementeinheit **104** einen Satz Taktsteuersignale zum Steuern der Erzeugung eines CPU-Taktsignals und eines Systemtaktsignals durch den Taktgenerator **106**. Insbesondere können die Taktsteuersignale bewirken, dass die CPU- und Systemtaktsignale entweder verlangsamt oder gestoppt werden. Die Energiemanagementeinheit **104** erzeugt ferner eines Satz Peripherievorrichtungs-Energiesteuersignale, die die Energieversorgung verschiedener externer Peripherievorrichtungen steuern. Weitere Details bezüglich eines Computersystems, das dem Blockschaltbild aus **Fig.** 1 entspricht, sind nachstehend aufgeführt.

[0025] **Fig.** 2 zeigt ein Blockschaltbild eines Computersystems **200**, bei dem eine erfindungsgemäße Ener-

giemanagementarchitektur zum Einsatz kommt. Das Computersystem **200** weist einen über einen externen Bus **206** mit einer Peripherievorrichtung **204** gekoppelten integrierten Prozessor **202** auf. Der integrierte Prozessor **202** ist ferner über einen Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** mit einer Energiemanagementeinheit **208** gekoppelt.

[0026] Der integrierte Prozessor **202** weist einen mit einer Vielzahl von chipintegrierten Peripherievorrichtungen, wie z. B. einem DMA- (Speicherdirektzugriffs-) Kontroller **222**, einem Interrupt-Kontroller **224** und einem Zeitgeber **226**, gekoppelten CPU-Kern **220** auf. Der CPU-Kern **220** ist über eine chipintegrierte Bus-Interface-Einheit **228** mit dem externen Bus **206** gekoppelt. Ein Taktgenerator **230** und eine Energiemanagement- (PM-) Mitteilungseinheit **232** sind ebenfalls in den integrierten Prozessor **202** eingebaut.

[0027] Der externe Bus **206** stellt beispielsweise einen PCI-Lokalbus dar. Es sei darauf hingewiesen, dass andere Bus-Standards, wie z. B. die ISA- oder EISA-Bus-Standards, alternativ verwendet werden können. Die Peripherievorrichtung **204** stellt eine beliebige extern verbindbare Peripherievorrichtung dar, wie z. B. einen Video-Kontroller, ein Diskettenlaufwerk oder einen Drucker.

[0028] Die Energiemanagementeinheit **208** ist zum Verwalten und Minimieren des Energieverbrauchs des Computersystems **200** vorgesehen. Die Energiemanagementeinheit **208** empfängt ein kodiertes Signal PMCODE[2:0] auf dem Energiemanagementbus **210**. Das kodierte Signal PMCODE[2:0] zeigt bestimmte Aktivitäten an, die in dem integrierten Prozessor **202** auftreten, wie nachstehend beschrieben. Die Energiemanagementeinheit **208** erzeugt einen Satz Taktsteuersignale auf Leitungen **250** und einen Satz Energiesteuersignale auf Leitungen **252**. Die Taktsteuersignale und die Energiesteuersignale werden jeweils zum Steuern der Frequenzen ausgewählter Taktsignale und zum Steuern der Energieversorgung ausgewählter Schaltungsteile verwendet. Insbesondere werden die Taktsteuersignale von dem Taktgenerator **230** empfangen, der ein CPU-Taktsignal und ein Systemtaktsignal erzeugt. Die Frequenzen des CPU-Taktsignals und des Systemtaktsignals hängen von den von der Energiemanagementeinheit **208** erzeugten Taktsteuersignalen ab. Die Energiesteuersignale auf den Leitungen **252** sind zum Steuern der Energieversorgung ausgewählter Schaltungsteile vorgesehen, die das Computersystem **200** aufweist, wie z. B. der Peripherievorrichtung **204**. Es sei darauf hingewiesen, dass bestimmte Energiesteuersignale zum Steuern der Energieversorgung verschiedener interner Schaltungsteile des integrierten Prozessors **202** zu dem integrierten Prozessor **202** geliefert werden können. Weitere Details bezüglich der Energiemanagementeinheit **208** werden nachstehend beschrieben.

[0029] Der CPU-Kern **220** ist eine Datenverarbeitungseinheit, die einen vorbestimmten Befehlssatz implementiert, wie z. B. den Befehlssatz des Mikroprozessors Modell 80486. Der CPU-Kern **220** weist ferner eine Gleitkomma-Koprozessor-Subeinheit auf. Der DMA-Kontroller **222** ist zum Steuern von Datenübertragungen zwischen einem (nicht gezeigten) Systemspeicher und verschiedenen (ebenfalls nicht gezeigten) I/O-Peripherievorrichtungen vorgesehen. Der Interrupt-Kontroller **224** ist zum Anschließen, Priorisieren und Abdecken verschiedener dem Computersystem **200** zugeordneter Interrupt-Signale vorgesehen. Der Zeitgeber **226** ist für allgemeine Zeitsteuer-Funktionen, einschließlich der Erzeugung eines Zeitgeber-Tick-Interrupt-Signals, vorgesehen. Schließlich ist die Bus-Interface-Einheit **228** zum Manipulieren und Steuern der Übertragung von Daten, Adressen und Steuersignalen zwischen dem externen Bus **206** und einem internen Bus **260** vorgesehen. Es sei darauf hingewiesen, dass der DMA-Kontroller **222**, der Interrupt-Kontroller **224**, der Zeitgeber **226** und die Bus-Interface-Einheit **228** entsprechend einer Vielzahl bekannter Schaltungsimplementierungen ausgebildet sein können.

[0030] **Fig.** 3 zeigt ein Blockschaltbild der Energiemanagement-Mitteilungseinheit **232**. Wie in der Figur gezeigt, weist die Energiemanagement-Mitteilungseinheit **232** einen Busanforderungsdetektor **302**, einen NPU-Monitor **304** und einen Interrupt-Detektor **306** auf, die alle mit einer Mitteilungssende-Logikeinheit **308** gekoppelt sind. Der Busanforderungsdetektor **302** ist in der Lage, ein dem Bus **260** zugeordnetes Busanforderungssignal und die anschließende Freigabe des Busses **260** zu detektieren. Es sei darauf hingewiesen, dass das Busanforderungssignal von dem DMA-Kontroller **222** oder der Bus-Interface-Einheit **228** (die in Reaktion auf einen externen Busmaster das Busanforderungssignal aktiviert) erzeugt werden kann. Der NPU-Monitor **304** ist mit dem CPU-Kern **220** gekoppelt und in der Lage zu detektieren, wann die Koprozessor-Subeinheit des CPU-Kerns **220** aktiv ist. Der Interrupt-Detektor **306** ist mit dem Interrupt-Kontroller **224** und dem CPU-Kern **220** gekoppelt und ist in der Lage, die Aktivierung eines Interrupt-Signals INT, eines nichtabdeckbaren Interrupt-Signals NMI, eines Systemmanagement-Interrupt-Signals SMI und eines Zeitgeber-Tick-Interrupt-Signals zu detektieren. Der Interrupt-Detektor **306** ist ferner in der Lage zu detektieren, wann ein entsprechender Interrupt-Service und ein entsprechender Zeitgeber-Tick-Service gelöscht ist.

[0031] Je nach von dem Busanforderungsdetektor **302**, dem NPU-Monitor **304** und dem Interrupt-Detektor

306 detektierter Systemaktivität gibt die Mitteilungssende-Logikeinheit **308** ein kodiertes Signal auf dem Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** aus. Das Kodieren des Energiemanagement-Mitteilungsbusses **210** ist nachstehend in Tabelle I aufgeführt.

Tabelle I

Intern ablaufende Ereignisse	**Bitdefinition PMCODE[2:0]**	**Beschreibung**
PM-Bus-NOP	000	Kann als Nulloperationsbefehl verwendet werden.
NPU aktiv	001	Beginn eines NPU-Befehls ist detektiert worden.
Bus-Anforderung	010	Entweder ein externer Busmaster oder der interne DMA-Kontroller ist aktiv.
NMI aufgetreten	011	Ein nichtabdeckbarer Interrupt ist der CPU zugeführt worden.
SMI aktiv	100	Ein Systemmanagementmodus-Interrupt ist der CPU zugeführt worden.
Interrupt aktiv	101	Mindestens eine Interrupt-Service-Routine wird gerade durchgeführt, ausschließlich Zeitgeber-Interrupts.
Zeitgeber aktiv	110	Ein Zeitgeber-Interrupt steht an oder ist in Betrieb.
Alles gelöscht	111	Zeigt an, dass eine Busanforderung oder ein Interrupt-Service abgeschlossen ist.

[0032] Tabelle I zeigt, dass der Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** mit einem PMCODE[2:0]-Wert von 001 angetrieben wird, wenn der Beginn eines Koprozessor-Befehls von dem NPU-Monitor **304** detektiert worden ist. Der Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** wird mit einem PMCODE[2:0]-Wert von 010 angetrieben, wenn entweder ein externer Busmaster oder der interne DMA-Kontroller **222** aktiv ist, wie von dem Busanforderungsdetektor **302** detektiert. Ein PMCODE[2:0]-Wert von 011 wird an den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** angelegt, wenn ein nicht abdeckbarer Interrupt von dem CPU-Kern **220** empfangen wird, und ein PMCODE[2:0]-Wert von 100 wird an den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** angelegt, wenn der CPU-Kern **220** einen Systemmanagementmodus-Interrupt empfängt. Ein PMCODE[2:0]-Wert von **101** wird an den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** angelegt, wenn mindestens eine Interrupt-Service-Routine gerade durchgeführt wird, und zwar ausschließlich Zeitsteuerungs-Interrupts, und ein PMCODE[2:0]-Wert von 110 wird an den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** angelegt, wenn ein Zeitgeber-Interrupt ansteht oder in Betrieb ist. Schließlich wird ein PMCODE[2:0]-Wert von 111 an den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** angelegt, wenn eine oben genannte Busanforderung oder ein oben genannter Interrupt-Service abgeschlossen ist.

[0033] **Fig.** 4 zeigt ein Zeitdiagramm eines von einer Mitteilungssende-Logikeinheit **308** ausgeführten Mitteilungssendezyklus. Wie dargestellt, werden, wenn das Auftreten einer überwachten Aktivität oder die Beendigung einer überwachten Aktivität detektiert worden ist, die PMCODE[2:0]-Leitungen des Energiemanagement-Mitteilungsbusses **210** mit einer gültigen kodierten Mitteilung entsprechend den in Tabelle I aufgeführten Werten angetrieben. Ein Validierungs-Strobesignal mit der Bezeichnung PMVALID# wird gleichzeitig auf dem Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** aktiviert, um anzuzeigen, dass eine gültige Mitteilung auf den Leitun-

gen PMCODE[2:0] angesteuert wird.

[0034] **Fig.** 5 zeigt ein Diagramm einer Algorithmus-Zustandsmaschine **500**, die in einer Mitteilungssende-Logikeinheit **308** enthalten ist. Die Zustandsmaschine **500** tritt bei Rücksetzung des Systems in einen Ruhezustand **502** ein und geht in den Zustand **504** über, wenn eine überwachte Aktivität entweder von dem Busanforderungsdetektor **302**, dem NPU-Monitor **304** oder dem Interrupt-Detektor **306** detektiert wird. Die Art der detektierten Aktivität wird im Zustand **504** detektiert. Die Zustandsmaschine **500** geht als nächstes in den Zustand **506** über, in dem eine gültige Mitteilung entsprechend den kodierten Werten aus Tabelle I auf den Leitungen PMCODE[2:0] des Energiemanagement-Mitteilungsbusses **210** angesteuert wird. Das Validierungs-Strobesignal PMVALID# ist auch im Zustand **506** aktiviert. Wenn im Zustand **506** eine zusätzliche Aktivität detektiert wird, geht die Zustandsmaschine **500** wieder in den Zustand **504** zurück, bestimmt die Art der detektierten Aktivität und kehrt wieder in den Zustand **506** zurück und treibt den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** entsprechend an. Wenn sämtliche Interrupts gelöscht und sämtliche Busanforderungen deaktiviert sind, tritt die Zustandsmaschine **500** in einen Zustand **508** ein, in dem eine kodierte "Alles-klar"-Mitteilung auf dem Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** gesendet wird. Das Validierungs-Strobesignal PMVALID# wird wieder im Zustand **508** aktiviert, wenn die Alles-klar-Mitteilung auf den Leitungen PMCODE[2:0] aktiviert ist. Im Anschluss an die Alles-klar-Mitteilung kehrt die Zustandsmaschine **500** wieder in den Ruhezustand **502** zurück.

[0035] Anhand von **Fig.** 2 werden als nächstes Details der Energiemanagementeinheit **208** beschrieben. Die Energiemanagementeinheit **208** weist eine mit einem Adressen-Snooping-Dekoder **262**, einer Taktsteuereinheit **264**, einer Energiesteuereinheit **266** und einer Zeitüberwachungs-Zählereinheit **268** gekoppelte Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** auf. Eine Konfigurationsregistereinheit **270** ist ebenfalls mit der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** und ein Dekoder **272** ist mit der Konfigurationsregistereinheit **270** gekoppelt.

[0036] Die Energiesteuereinheit **266** bzw. die Taktsteuereinheit **264** steuern die Versorgung mit und das Wegnehmen von Energie von ausgewählten Teilen des Computersystems **200** und die Frequenzen der CPU- und Systemtaktsignale je nach internem Zustand der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260**. **Fig.** 6 zeigt ein Zustandsdiagramm mit Darstellung mehrerer interner Zustände der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260**. Insbesondere weist die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** einen Bereit-Zustand **600**, einen Schlummerzustand **602**, einen Standby-Zustand **604**, einen Aussetzzustand **606** und einen Übergangszustand **608** auf. Im Bereit-Zustand **600** ist das Computersystem **200** vollständig betriebsbereit; das heißt, sämtliche Komponenten des Computersystems **200** werden mit voller Geschwindigkeit getaktet und sind eingeschaltet. Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** tritt bei Einschalten des Computersystems und bei Rücksetzung in den Bereit-Zustand **600** ein. Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** tritt auch dann in den Bereit-Zustand **600** ein, wenn eine primäre Systemaktivität detektiert wird oder wenn ein "Bereit-Zustand"-Wert von der Software über den externen Bus **206** in ein (nicht gezeigtes) internes Zustandsregister der Konfigurationsregistereinheit **270** geschrieben wird. Die Klassifizierung bestimmter Aktivitäten als "Primär"aktivitäten wird nachstehend beschrieben.

[0037] Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** geht vom Bereit-Zustand **600** in den Schlummerzustand **602** über, wenn während einer gesamten ersten Zeitüberwachungsdauer (0,125 Sekunden bis 16 Sekunden) keine Primäraktivität detektiert wird, wie von einem ersten Zeitüberwachungszähler in der Zeitüberwachungs-Zählereinheit **268** festgestellt. Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** kann alternativ durch Schreiben eines "Schlummerzustand"-Werts durch die Software in das Zustandsregister der Konfigurationsregistereinheit **270** in den Schlummerzustand **602** eintreten. Im Schlummerzustand **602** steuert die Taktsteuereinheit **264** den Taktgenerator **230** derart, dass das CPU-Taktsignal auf eine vorprogrammierte Frequenz verlangsamt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass im Schlummerzustand **602** das Systemtaktsignal weiterhin mit seiner maximalen relativen Frequenz angetrieben wird und sämtliche Komponenten eingeschaltet sind.

[0038] Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** geht vom Schlummerzustand **602** in den Standby-Zustand **604** über, wenn das System während einer gesamten zweiten Zeitüberwachungsdauer (1 Minute bis 16 Minuten) im Ruhezustand ist, ohne dass Primäraktivitäten auftreten, wie von einem zweiten Zeitüberwachungszähler in der Zeitüberwachungs-Zählereinheit **268** festgestellt. Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** kann alternativ durch Schreiben der Software in das Zustandsregister der Konfigurationsregistereinheit **270** in den Standby-Zustand **604** eintreten. Im Standby-Zustand **604** kann die Energiesteuereinheit **266** bewirken, dass die Energie von ausgewählten Schaltungsteilen, wie z. B. der Peripherievorrichtung **204**, weggenommen wird. Ferner bewirkt die Taktsteuereinheit **264** im Standby-Zustand **604**, dass der Taktgenerator **230** das CPU-Taktsignal abschaltet. Das Systemtaktsignal wird weiterhin mit seiner maximalen relativen

Frequenz angetrieben.

[0039] Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** geht vom Standby-Zustand **604** in den Aussetzzustand **606** über, wenn das System während einer gesamten dritten Zeitüberwachungsdauer (5 Minuten bis 60 Minuten) im Ruhezustand ist, ohne dass Primäraktivitäten auftreten, wie von einem dritten Zeitüberwachungszähler in der Zeitüberwachungs-Zählereinheit **268** festgestellt. Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** kann alternativ durch Schreiben eines "Aussetzzustand"-Werts durch die Software in das Zustandsregister der Konfigurationsregistereinheit **270** in den Aussetzzustand **606** eintreten. Im Aussetzzustand **606** der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** kann die Energiesteuereinheit **266** bewirken, dass die Energie von einem ausgewählten Schaltungsteil, wie z. B. einer Peripherievorrichtung **244**, weggenommen wird, und bewirkt die Taktsteuereinheit **264**, dass der Taktgenerator **230** sowohl das CPU-Taktsignal als auch das Systemtaktsignal stoppt. Je nach System kann die Energiesteuereinheit **252** ferner bewirken, dass Energie von weiteren Schaltungsteilen weggenommen wird.

[0040] Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** tritt entweder aus dem Schlummerzustand **602** oder aus dem Standby-Zustand **604** in den Übergangszustand **608** ein, wenn eine Sekundäraktivität detektiert wird, wie nachstehend genauer beschrieben. Je nach detektierter Sekundäraktivität bleibt die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** über einen vorbestimmten Zeitraum nach der Detektierung der Sekundäraktivität oder über einen vorbestimmten Zeitraum nach Beendigung der Sekundäraktivität in dem Übergangszustand **608**. Im Übergangszustand **608** bewirkt die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260**, dass die Taktsteuereinheit **264** den Taktgenerator **230** derart steuert, dass das CPU-Taktsignal und das Systemtaktsignal mit ihren maximalen relativen Frequenzen angetrieben werden. Ferner werden sämtliche Schaltungsteile mit Energie versorgt. Nach Ablauf des vorbestimmten Zeitraums kehrt die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** wieder in den vorherigen Zustand zurück (d. h. den Schlummerzustand **602** oder den Standby-Zustand **604**).

[0041] Die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** führt bei Aktivierung des Validierungs-Strobesignals PMVALID# eine Zwischenspeicherung jeder von der Energiemanagement-Mitteilungseinheit **232** übermittelten Mitteilung durch. Wenn die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** eine neue Mitteilung empfängt, stellt sie fest, ob eine Primär- oder eine Sekundäraktivität detektiert worden ist. In der nachstehenden Tabelle II sind die Arten der in dem Computersystem **200** detektierten Aktivitäten sowie die Klassifizierung jeder Aktivität und die Detektionsquelle zusammengefasst. Es sei darauf hingewiesen, dass zusätzlich zu den über den Energiemanagementbus **210** empfangenen Mitteillungen weitere Systemaktivitäten durch Snooping des externen Busses **206** detektiert werden. Der Adressen-Snooping-Dekoder **262** führt diese Snooping-Funktion durch und liefert eine Anzeige verschiedener detektierter Aktivitäten an die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260**. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass die Klassifizierung bestimmter detektierter Aktivitäten über die Software programmierbar ist; das heißt, bestimmte Aktivitäten können, wie nachstehend angezeigt, von der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** entweder als Primäraktivitäten oder als Sekundäraktivitäten behandelt werden, und zwar je nach den Anforderungen des Programmierers. Die Klassifizierung dieser Aktivitäten wird durch Schreiben in ausgewählte Konfigurationsregister in der Konfigurationsregistereinheit **270** programmiert.

Tabelle II

Aktivitäts-Bezeichnung	Klassifizierung	Quelle
NPU aktiv	Primäraktivität	PM-Mitteilung
SMI aktiv/gelöscht	Sekundäraktivität	PM-Mitteilung
Int aktiv/gelöscht	Sekundäraktivität	PM-Mitteilung
Zeitgeber aktiv/gelöscht	Sekundäraktivität	PM-Mitteilung
NMI	Programmierbare Aktivität	PM-Mitteilung
Busanforderung/gelöscht	Programmierbare Aktivität	PM-Mitteilung
Parallelport-Aktivität	Primäraktivität	Adressen-Snooping
Seriellport-Aktivität	Primäraktivität	Adressen-Snooping
Festplatten-Aktivität	Primäraktivität	Adressen-Snooping
Disketten-Aktivität	Primäraktivität	Adressen-Snooping
Speicherzyklen	Programmierbare Aktivität	Adressen-Snooping
Video-Aktivität	Programmierbare Aktivität	Adressen-Snooping
Tastatur-Aktivität	Programmierbare Aktivität	Adressen-Snooping

[0042] Aus Tabelle II ist ersichtlich, dass die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** Aktivitäten einer Gleitkomma-Koprozessoreinheit, Parallelport-Aktivitäten, Seriellport-Aktivitäten, Disketten-Aktivitäten und Festplatten-Aktivitäten als Primäraktivitäten klassifiziert. Die Energiemanagementeinheit klassifiziert Systemmanagement-Interrupt- (SMI-) Aktivitäten, Interrupt-Aktivitäten und Zeitgeber-Aktivitäten als Sekundäraktivitäten. Aktivitäten nichtabdeckbarer Interrupts, Busanforderungsaktivitäten, Speicherzyklen, Video-Aktivität und Tastatur-Aktivität sind jeweils programmierbare Aktivitäten und können somit entweder als primär oder sekundär klassifiziert werden.

[0043] Systemmanagement-Interrupt-Aktivitäten und Interrupt-Aktivitäten sind Sekundäraktivitäten, die bewirken, dass das System in den Übergangszustand **608** eintritt. Ein Übergang-Zähler, der die Zeitdauer bestimmt, während der das System im Übergangszustand **608** verbleibt, beginnt mit dem Zählen jedoch erst nach Empfangen der entsprechenden Lösch-Mitteilung von dem Energiemanagement-Mitteilungsbus **210**. Nach Empfang der entsprechenden Lösch-Mitteilung beginnt der Übergang-Zähler mit dem Zählen über einen vorbestimmten Zeitraum und bewirkt nach Beendigung, dass die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehrt. Busanforderungsaktivitäten werden im wesentlichen genauso behandelt, wenn diese als Sekundäraktivitäten programmiert sind. Es sei darauf hingewiesen, dass der oben genannte Übergang-Zähler integraler Bestandteil der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** ist. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass die von dem Übergang-Zähler gesteuerte Zählperiode über ein Konfigurationsregister der Konfigurationsregistereinheit **270** programmierbar ist.

[0044] Zeitgeber-Tick-Aktivitäten können andererseits bewirken, dass der Übergang-Zähler unmittelbar bei Eintritt in den Übergangszustand **608** mit dem Zählen beginnt. Bei einer Ausführungsform bewirkt das Auftreten eines Zeitgeber-Ticks, dass der Übergang-Zeitgeber für eine Dauer von 120 µsek. mit dem Zählen beginnt. Nach Ablauf dieses Zeitraums kehrt die Energiemanagement-Zustandsmaschine aus dem Übergangszustand **608** wieder in den ursprünglichen Zustand zurück. Es sei darauf hingewiesen, dass diese spezielle Behand-

lung von Zeitgeber-Ticks von dem Programmierer programmierbar sein kann und dass in einem Modus Zeitgeber-Ticks auf die gleiche Weise wie oben mit Bezug auf Systemmanagement-Interrupt-Aktivitäten und Interrupt-Aktivitäten beschrieben behandelt werden können.

[0045] Der Dekoder **272** ist zum Dekodieren von I/O-Schreibzyklen vorgesehen, die beispielsweise von dem integrierten Prozessor **202** auf dem externen Bus **206** ausgeführt werden, und ermöglicht ein Schreiben von Konfigurationsdaten durch die Software in die verschiedenen internen Register der Konfigurationsregistereinheit **270**. Es sei darauf hingewiesen, dass die mit der Zeitüberwachungs-Zählereinheit **268** in Zusammenhang stehenden Zeitüberwachungs-Zählperioden über bestimmte Register der Konfigurationsregistereinheit **270** programmierbar sein können. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass die vorbestimmte Zeitdauer, während der die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** im Übergangszustand **608** verbleibt, ebenfalls programmierbar sein kann.

[0046] **Fig.** 7 zeigt ein Blockschaltbild mit Darstellung von Details in Zusammenhang mit einer Implementierung einer Energiemanagementeinheit **208**, die entsprechend der vorstehenden Beschreibung arbeitet, wobei das Blockschaltbild im wesentlichen dem Blockschaltbild aus **Fig.** 1 entspricht. Schaltungsteile, die den in **Fig.** 1 gezeigten entsprechen, sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es sei darauf hingewiesen, dass verschiedene Teile des integrierten Prozessors **202** und der Energiemanagementeinheit **208** der Einfachheit und Klarheit halber aus den Zeichnungen weggelassen worden sind.

[0047] Bei der Implementierung gemäß **Fig.** 7 erzeugt die Taktsteuereinheit **264** einen Satz Steuersignale, die jeweils als "SlowCPU", "StopCPU" und "Suspend" bezeichnet sind. Bei Aktivierung des SlowCPU-Signals bewirkt der Taktgenerator **230**, dass die Frequenz des CPU-Taktsignals (relativ zu einer maximalen Frequenz) verringert wird. Bei Aktivierung des StopCPU-Signals stoppt der Taktgenerator das CPU-Taktsignal. Schließlich stoppt bei Aktivierung des Suspend-Signals der Taktgenerator sowohl das CPU-Taktsignal als auch das Systemtaktsignal.

[0048] Aktivierungen des SlowCPU-Signals, des StopCPU-Signals und des Suspend-Signals hängen von dem aktuellen Zustand (d. h. Bereit-, Schlummer-, Standby-, Aussetz- oder Übergangszustand) der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** ab. Die Konfigurationsregistereinheit **270** weist ein Taktsteuerregister **700** auf, in dem ein Konfigurationswert gespeichert ist, mit dem gesteuert wird, welches Signal, falls ein solches vorhanden ist, in einem vorgegebenen Zustand aktiviert wird. Bei einer Ausführungsform ist die Taktsteuereinheit derart konfiguriert, dass keines der Taktsteuersignale (SlowCPU, StopCPU und Suspend) aktiviert wird, wenn sich die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** entweder im Bereit-Zustand **600** oder im Übergangszustand **608** befindet. Das Suspend-Signal wird von der Taktsteuereinheit **264** aktiviert, wenn sich die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** im Aussetz-Zustand **608** befindet. Je nach in dem Taktsteuerregister **700** gespeichertem Konfigurationswert aktiviert die Taktsteuereinheit **264** entweder das SlowCPU-Signal oder das StopCPU-Signal (oder keines von beiden), wenn sich die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** im Schlummer-Zustand **602** befindet. Ähnlich aktiviert die Taktsteuereinheit **264** je nach im Taktsteuerregister **700** gespeichertem Konfigurationswert entweder das SlowCPU-Signal oder das StopCPU-Signal (oder keines von beiden), wenn sich die Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** im Standby-Zustand **604** befindet. Folglich kann die spezifische Steuerung des CPU-Taktsignals und des Systemtaktsignals während des Schlummerzustands **602** und des Standby-Zustands **604** von dem Benutzer programmiert werden.

[0049] Die in **Fig.** 7 gezeigte Konfigurationsregistereinheit **270** ist ferner mit einem Bereit-Zeitüberwachungsregister **701**, einem Schlummer-Zeitüberwachungsregister **702** und einem Standby-Zeitüberwachungsregister **703** dargestellt. Diese Register werden zum Speichern von Konfigurationswerten verwendet, um eine Einstellung des Bereit-Zeitüberwachungszeitraums, des Schlummer-Zeitüberwachungszeitraums und des Standby-Zeitüberwachungszeitraums, die von der Zeitüberwachungs-Zählereinheit **268** gesteuert werden, durch den Programmierer zu ermöglichen. Die Konfigurationsregistereinheit **270** ist schließlich mit einem Übergangs-Zeitüberwachungsregister **704** dargestellt, das eine Veränderung der Zeitüberwachungszeiträume, die von dem Übergangs-Zähler der Energiemanagement-Zustandsmaschine **260** überwacht werden, durch den Programmierer ermöglicht.

[0050] Es sei darauf hingewiesen, dass der Interrupt-Kontroller **224** entsprechend dem in unserer Europäischen Anmeldung 94305471.8, PN:EP0645690 beschriebenen Interrupt-Kontroller implementiert werden kann.

[0051] Es sei ferner darauf hingewiesen, dass zwar die in **Fig.** 2 gezeigte Energiemanagement-Mitteilungseinheit **232** die spezifischen, in Tabelle I aufgeführten Aktivitäten detektiert, jedoch weitere interne Systemak-

tivitäten alternativ oder zusätzlich detektiert und über den Energiemanagement-Mitteilungsbus **210** angezeigt werden können. Beispielsweise kann die Energiemanagement-Mitteilungseinheit mit einem Dekoder zum Durchführen eines Snooping des internen Busses **260** zwecks Detektierung der Ausführung ausgewählter Buszyklen konfiguriert sein. Ferner können auch andere Quellen zum Detektieren ausgewählter Systemaktivitäten verwendet werden. Ferner steuert die in **Fig.** 2 gezeigte Energiemanagementeinheit **208** zwar die Erzeugung verschiedener Taktsignale innerhalb des Computersystems **200** sowie die Versorgung verschiedener Peripherievorrichtungen und Subeinheiten des Computersystems **200** mit Energie, die Energiemanagementeinheit **208** kann jedoch auch zum ausschließlichen Steuern von ausgewählten Taktsignalen des Computersystems **200** oder zum ausschließlichen Steuern der Versorgung verschiedener Peripherievorrichtungen mit Energie konfiguriert sein.

[0052] Das oben beschriebene Energiemanagementsystem kann ferner innerhalb eines Systems, einschließlich der Schaltungen und Techniken verwendet werden, die in unseren Europäischen Anmeldungen 95300441.3, PN:EP0666527, 95300445.1, PN:EP0666530, 95300520.4, PN:EP0667581 beschrieben sind. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass der Interrupt-Kontroller **224** entsprechend unserer Europäischen Anmeldung 94305471.8, PN:EP0645690 implementiert werden kann.

[0053] Schließlich sei darauf hingewiesen, dass, wenn sich die Energiemanagement-Zustandsmaschine im Aussetz-Zustand **606** befindet, die Versorgung des System-Oszillators mit Energie unterbrochen werden kann, um eine weitere Verringerung des Energieverbrauchs zu begünstigen. Die Energiemanagementeinheit **208** kann die Schaltungen und Techniken anwenden, die in unserer Europäischen Anmeldung 94308628.0, PN:EP0656579 beschrieben sind, um das Gattern des System-Oszillators im Aussetz-Zustand zu bewirken.

[0054] Zahlreiche Varianten und Modifikationen werden für Fachleute auf dem Sachgebiet anhand der vorstehenden Beschreibung offensichtlich. Beispielsweise kann der externe Bus **206** direkt oder über eine Busbrücke mit dem integrierten Prozessor **202** gekoppelt sein.

Patentansprüche

1. Computersystem (**100**) mit:
einem integrierten Prozessor (**102**) mit einem CPU-Kern (**114**), einer mit dem CPU-Kern (**114**) gekoppelten Energiemanagement-Mitteilungseinheit (**112**) und einem mit dem CPU-Kern (**114**) gekoppelten Taktgenerator (**106**), wobei die Energiemanagement-Mitteilungseinheit (**112**) in der Lage ist, eine interne Aktivität des integrierten Prozessors (**102**) zu detektieren und ein Signal zu erzeugen, das die interne Aktivität an einer externen Gruppe von Terminals anzeigt;
einem mit der externen Gruppe von Terminals gekoppelten Energiemanagement-Mitteilungsbus (**210**); und
einer Energiemanagementeinheit (**104**), die zum Verwalten der Energie in dem Computersystem (**100**) mit dem Energiemanagement-Mitteilungsbus gekoppelt ist, wobei die Energiemanagementeinheit (**104**) auf einem Chip mit integrierter Schaltung ausgebildet ist, welcher von dem integrierten Prozessor (**102**) getrennt ist, und die Energiemanagementeinheit (**104**) eine Taktsteuereinheit (**264**) aufweist, die in der Lage ist, den Taktgenerator (**106**) zu steuern.

2. Computersystem nach Anspruch 1, bei dem das eine interne Aktivität anzeigende Signal ein die interne Aktivität repräsentierender kodierter Wert ist.

3. Computersystem nach Anspruch 1, bei dem die Taktsteuereinheit (**264**) den Taktgenerator (**106**) in Abhängigkeit von dem die interne Aktivität anzeigenden Signal steuert.

4. Computersystem nach Anspruch 2, bei dem die Energiemanagementeinheit ferner eine Energiesteuereinheit (**252**) zum Steuern der Versorgung mindestens einer externen Peripherievorrichtung mit Energie aufweist.

5. Computersystem nach Anspruch 4, bei dem die Energiesteuereinheit (**252**) die Versorgung mit Energie in Abhängigkeit von dem kodierten Wert steuert.

6. Verfahren zum Verwalten von Energie in einem Computersystem (**100**), das einen integrierten Prozessor (**102**) mit einem CPU-Kern (**114**) und mindestens einer chipintegrierten Peripherievorrichtung aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
Detektieren einer internen Aktivität des integrierten Prozessors (**102**);
Erzeugen eines die interne Aktivität anzeigenden Aktivitätssignals;

Übermitteln des Aktivitätssignals auf einem mit dem integrierten Prozessor (**102**) gekoppelten externen Bus (**210**);
Empfangen des Aktivitätssignals an einer externen Energiemanagementeinheit (**104**); und
Übermitteln eines Taktsteuersignals von der externen Energiemanagementeinheit (**104**) zu dem integrierten Prozessor (**102**) zum Steuern der Erzeugung eines CPU-Taktsignals in Abhängigkeit von dem Aktivitätssignal.

7. Verfahren zum Verwalten von Energie in einem Computersystem nach Anspruch 6, bei dem das Aktivitätssignal einen eine interne Aktivität anzeigenden kodierten Wert enthält.

8. Verfahren zum Verwalten von Energie in einem Computersystem (**100**) nach Anspruch 6, ferner mit dem Schritt des Erzeugens eines Validierungs-Strobesignals gleichzeitig mit dem Schritt des Übermittelns des Aktivitätssignals auf dem externen Energiemanagementbus (**210**).

9. Verfahren zum Verwalten von Energie in einem Computersystem nach Anspruch 6, ferner mit dem Schritt des Erzeugens eines Energiesteuersignals in der externen Energiemanagementeinheit (**104**) zum Steuern der Versorgung einer externen Peripherievorrichtung mit Energie in Abhängigkeit von dem Aktivitätssignal.

10. Verfahren zum Verwalten von Energie in einem Computersystem (**100**) nach Anspruch 6, bei dem der Schritt des Detektierens einer internen Aktivität des integrierten Prozessors den Schritt des Detektierens einer Aktivierung eines Interrupt-Signals umfasst.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

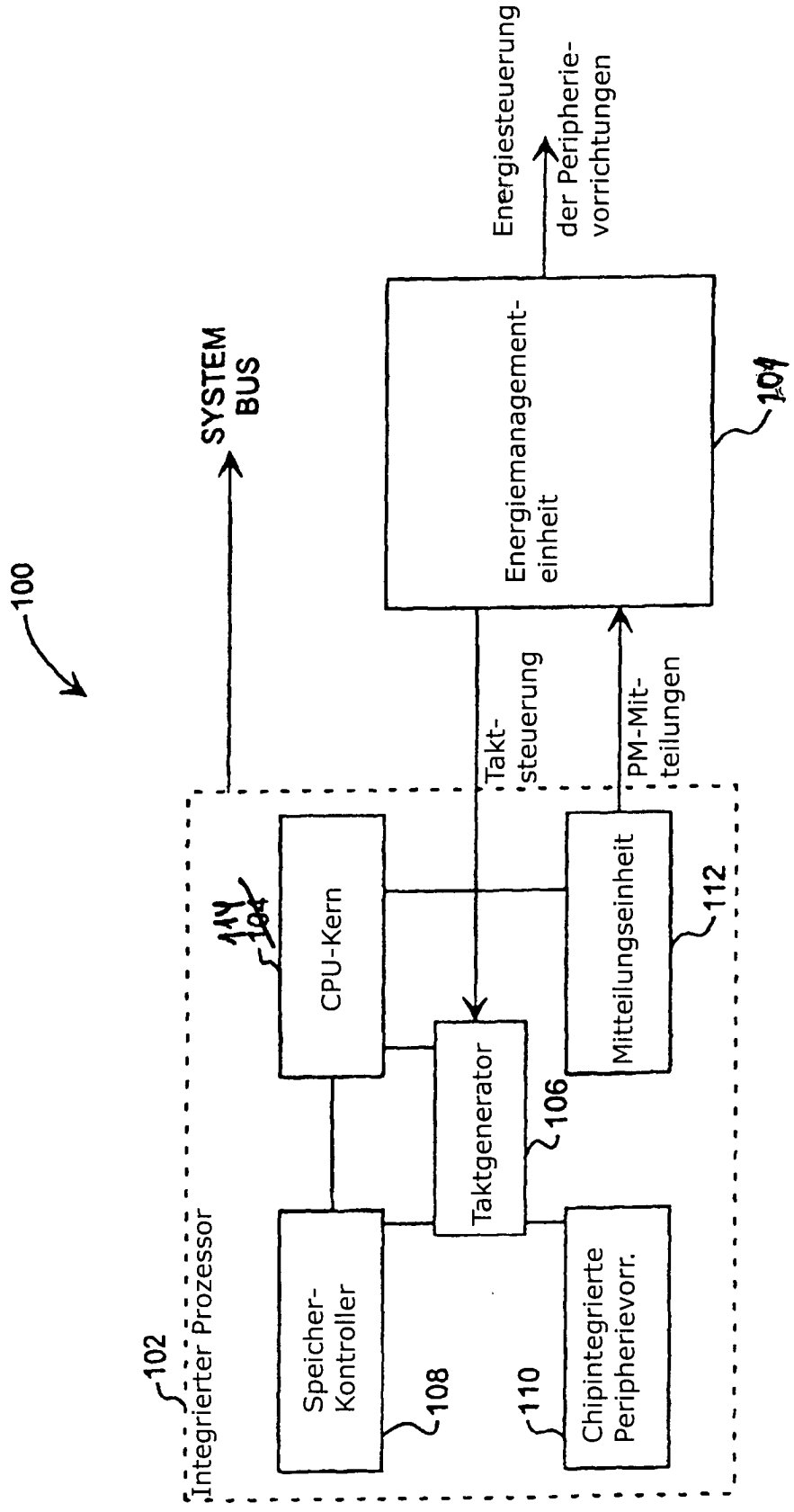

FIG. 1

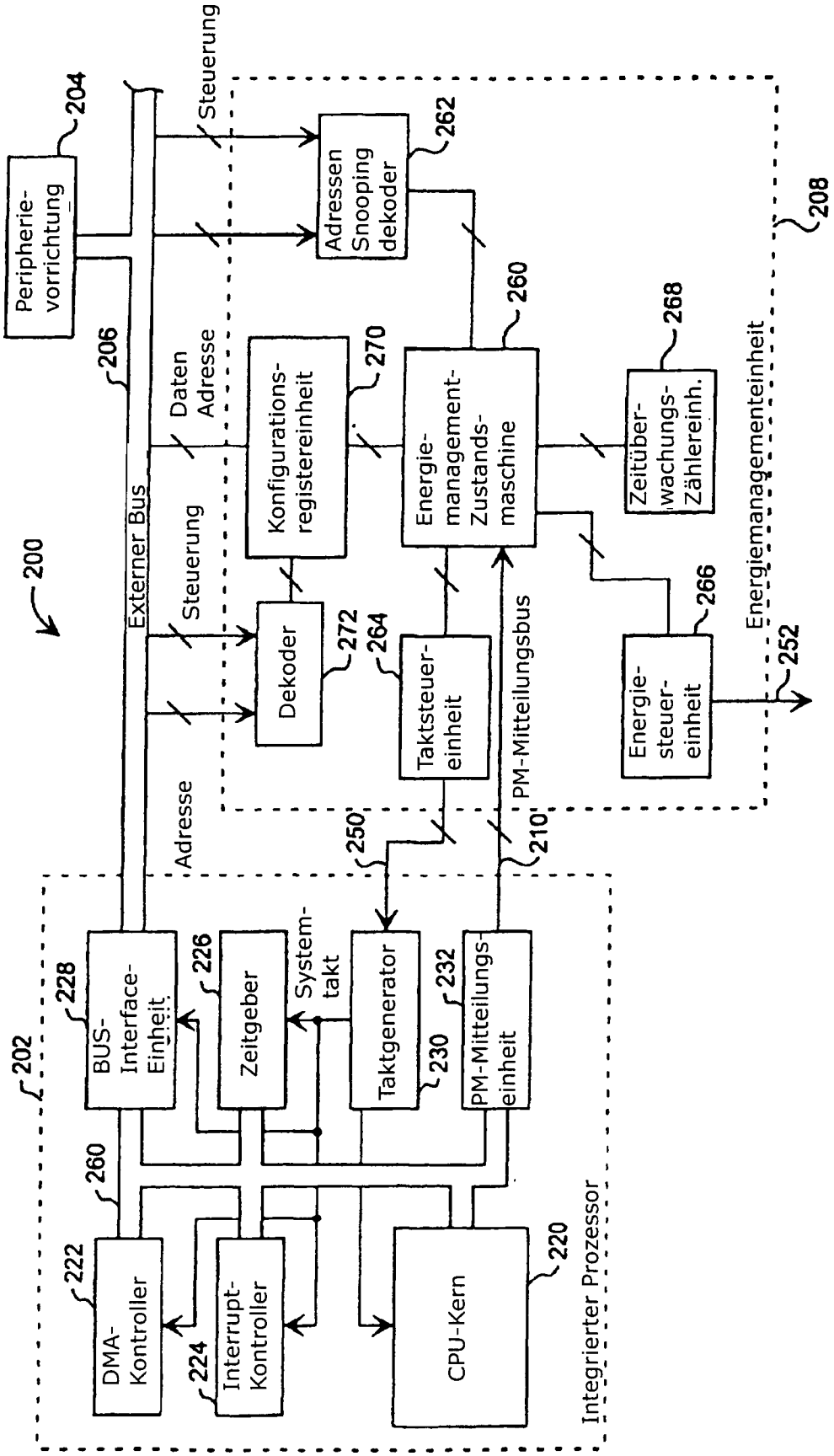
200
Peripherie-vorrichtung
204
206
Externer Bus
Steuerung
Daten
Adresse
Steuerung
Adresse
Adressen Snooping dekoder
262
Konfigurations-registereinheit
270
Energie-management-Zustands-maschine
260
Zeitüber-wachungs-Zählereinh.
268
Energiemanagementeinheit
208
Dekoder
272
Taktsteuer-einheit
264
PM-Mitteilungsbus
Energie-steuer-einheit
266
252
250
210
202
BUS-Interface-Einheit
228
Zeitgeber
226
System-takt
Taktgenerator
230
PM-Mitteilungs-einheit
232
260
DMA-Kontroller
222
Interrupt-Kontroller
224
CPU-Kern
220
Integrierter Prozessor

FIG. 2

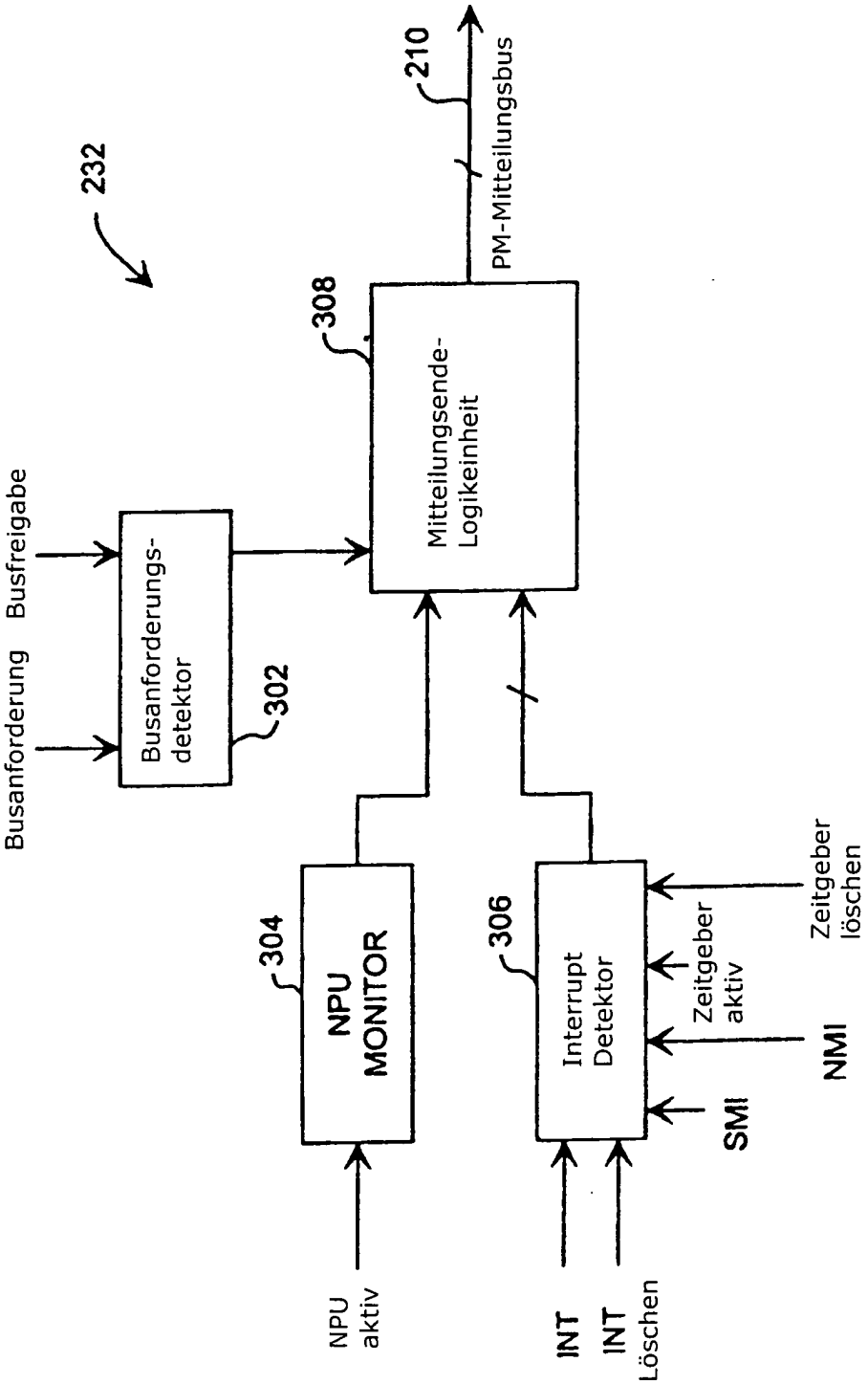
232
210
PM-Mitteilungsbus
308
Mitteilungsende-Logikeinheit
Busfreigabe
Busanforderung
Busanforderungs-detektor
302
304
NPU MONITOR
306
Interrupt Detektor
Zeitgeber aktiv
Zeitgeber löschen
NMI
SMI
NPU aktiv
INT
INT Löschen

FIG. 3

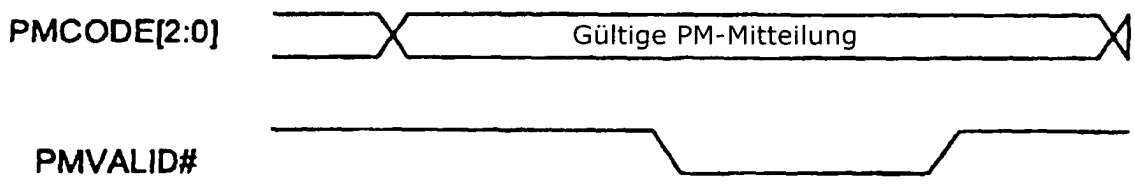

FIG. 4

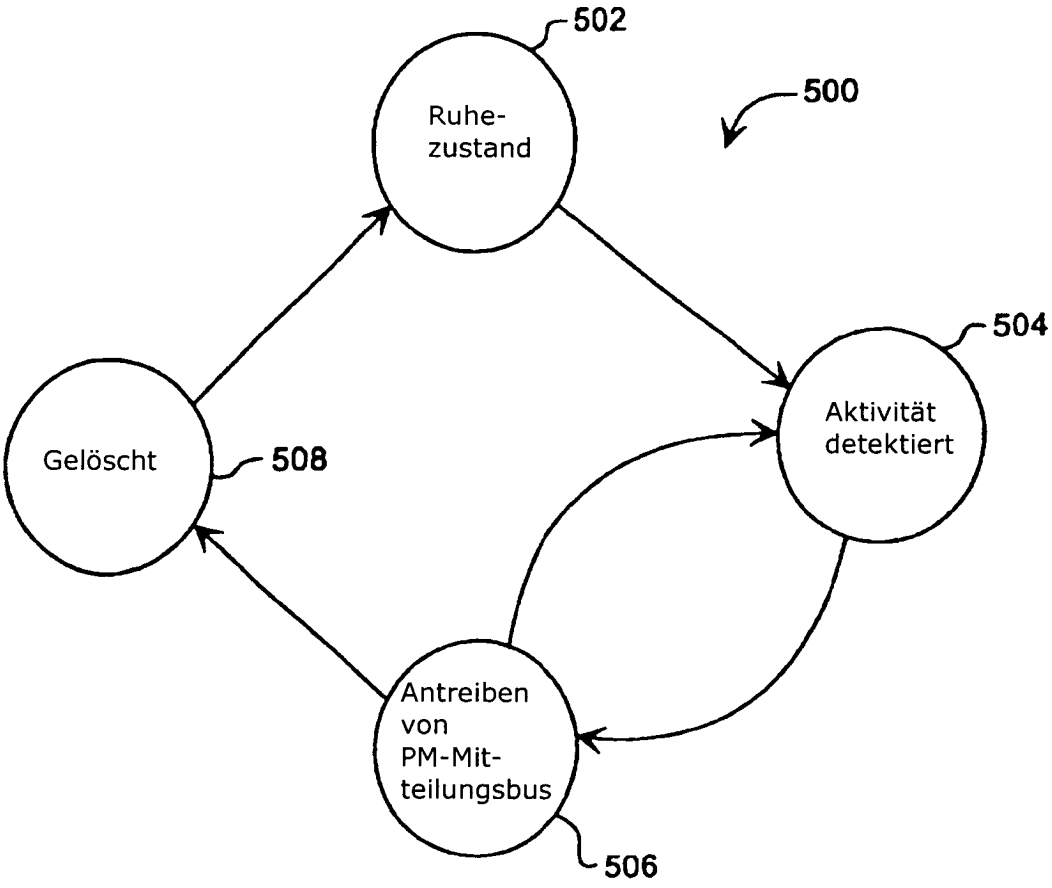
502
500
Ruhe-
zustand
504
Aktivität
detektiert
Gelöscht
508
Antreiben
von
PM-Mit-
teilungsbus
506

FIG. 5

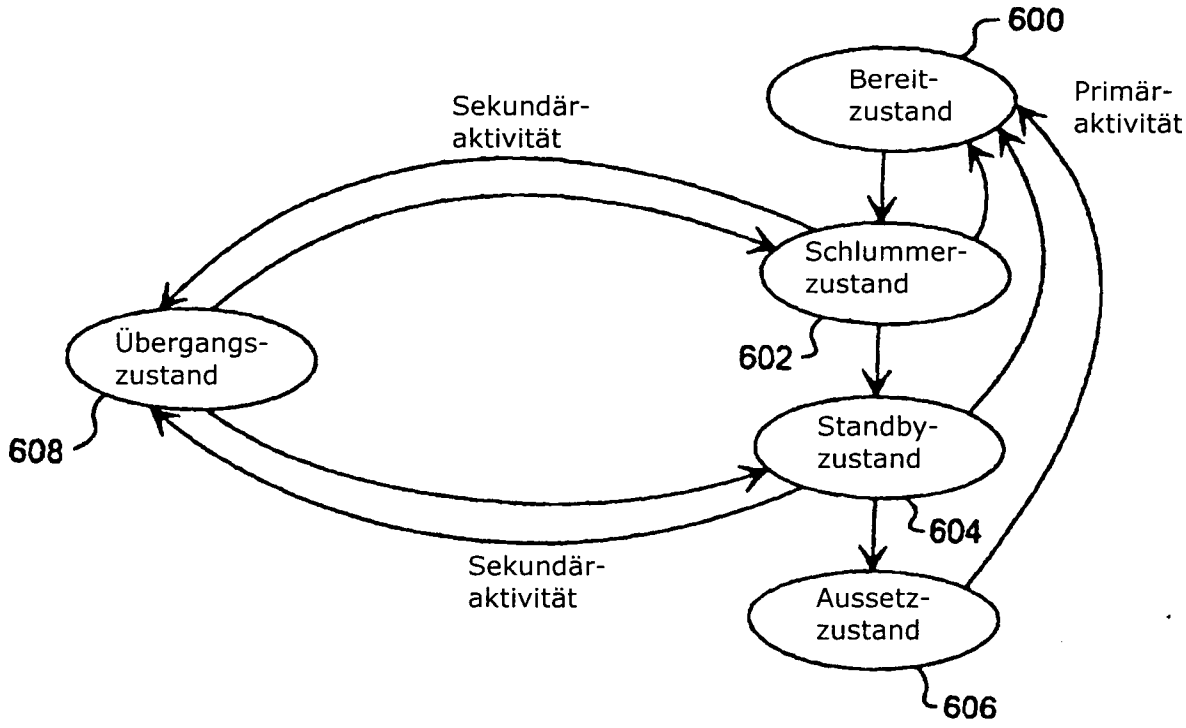
600
Bereit-
zustand
Primär-
aktivität
Sekundär-
aktivität
Schlummer-
zustand
602
Übergangs-
zustand
608
Standby-
zustand
604
Sekundär-
aktivität
Aussetz-
zustand
606

FIG. 6

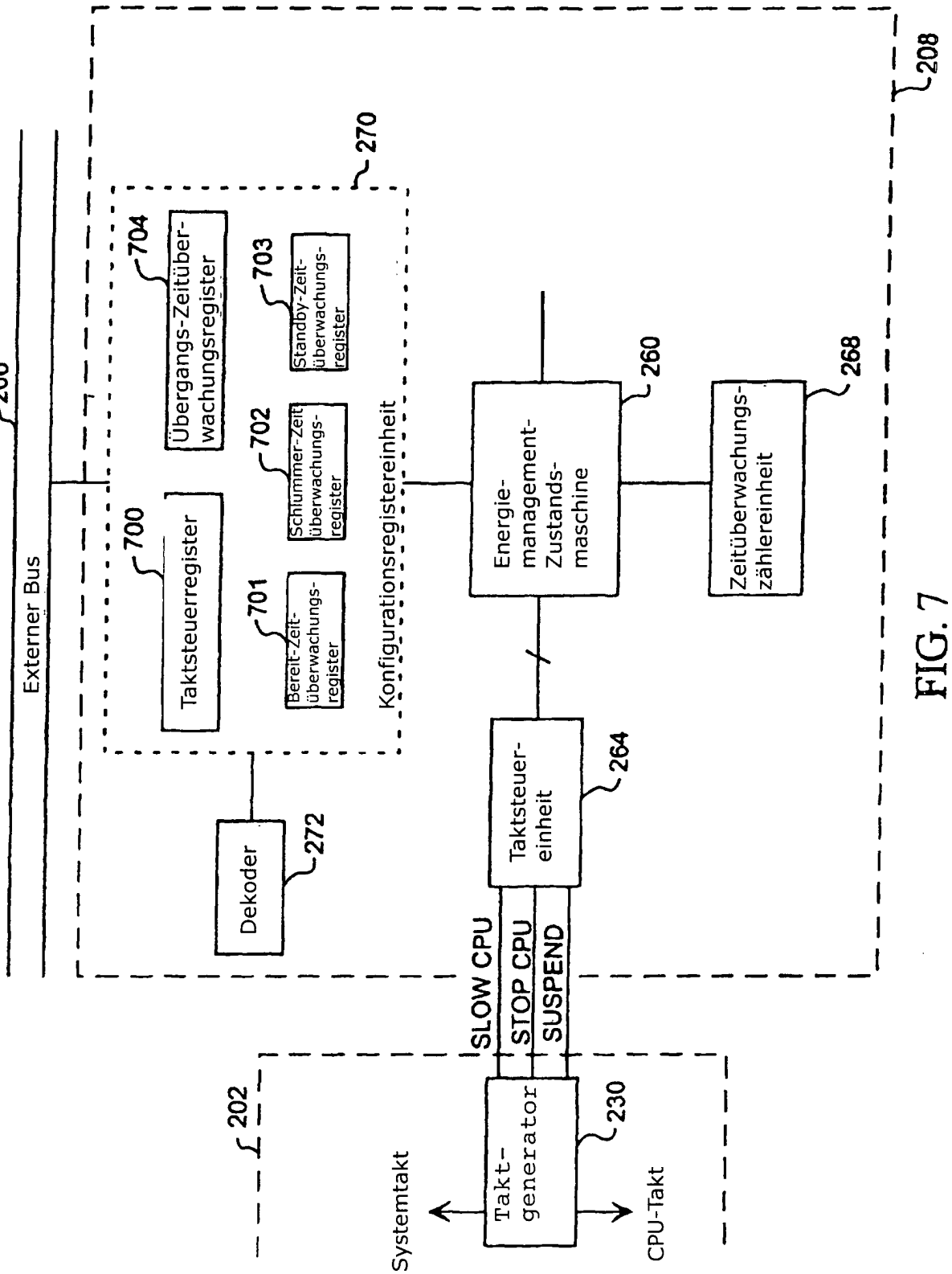
208
270
206
Externer Bus
704
Übergangs-Zeitüber-wachungsregister
703
Standby-Zeit-überwachungs-register
702
Schlummer-Zeit-überwachungs-register
700
Taktsteuerregister
701
Bereit-Zeit-überwachungs-register
Konfigurationsregistereinheit
260
Energie-management-Zustands-maschine
268
Zeitüberwachungs-zählereinheit
272
Dekoder
264
Taktsteuer-einheit
SLOW CPU
STOP CPU
SUSPEND
202
230
Takt-generator
Systemtakt
CPU-Takt

FIG. 7