

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6250700号
(P6250700)

(45) 発行日 平成29年12月20日(2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日(2017.12.1)

(51) Int.Cl.	F 1
G06F 1/32	(2006.01) G06F 1/32 B
G06F 12/00	(2006.01) G06F 12/00 550E
G06F 1/30	(2006.01) G06F 1/30 M
H04M 1/73	(2006.01) H04M 1/73

請求項の数 11 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2015-549764 (P2015-549764)
(86) (22) 出願日	平成25年12月20日(2013.12.20)
(65) 公表番号	特表2016-509283 (P2016-509283A)
(43) 公表日	平成28年3月24日(2016.3.24)
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/076827
(87) 国際公開番号	W02014/100546
(87) 国際公開日	平成26年6月26日(2014.6.26)
審査請求日	平成28年11月21日(2016.11.21)
(31) 優先権主張番号	13/726,066
(32) 優先日	平成24年12月22日(2012.12.22)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	595020643 クアアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
(74) 代理人	100158805 弁理士 井関 守三
(74) 代理人	100194814 弁理士 奥村 元宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】不揮発性メモリの使用を介した揮発性メモリの電力消費の低減

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低パフォーマンスマード(LPM)条件が満たされていることを電子デバイスにおいて決定することと、ここにおいて、前記電子デバイスは、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、前記読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む。

前記LPM条件が満たされていることに応答して、

前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データのメモリマッピングを更新することと、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、

前記揮発性メモリデバイスへの代わりに、前記不揮発性メモリデバイスへ前記読み取り専用データに関するアクセス要求を向けることと、

を備え、

前記メモリマッピングを更新する前に、割り込みを無効にすることと、前記メモリマッピングを更新した後に、割り込みを有効にすることとをさらに備え、および/または、

前記メモリマッピングを更新する前に、前記電子デバイスのプロセッサにおいてスレッドスケジューリングを中断することと、前記メモリマッピングを更新した後に、前記スレッドスケジューリングを再開することとをさらに備え、および/または、

前記メモリマッピングを更新する前に、前記電子デバイスのプロセッサにおいてマルチ

10

20

スレッドモードからシングルスレッドモードへ切り替えることと、前記メモリマッピングを更新した後に、前記シングルスレッドモードから前記マルチスレッドモードへ切り替えることとをさらに備え、および／または、

前記メモリマッピングを更新する前に、前記電子デバイスのプロセッサにおいて変換索引バッファ（TLB）の1つまたは複数のエントリを無効化することをさらに備える、方法。

【請求項2】

前記LPM条件が満たされていることを決定することは、前記電子デバイスのバッテリの残りのバッテリ寿命がしきい値未満であることを決定することを備え、および／または、

前記LPM条件が満たされていることを決定することは、前記LPMへの遷移を要求する入力を受信することを備え、および／または、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーは、前記揮発性メモリデバイスの第1の物理アドレスにおいて記憶され、前記読み取り専用データの前記第2のコピーは、前記不揮発性メモリデバイスの第2の物理アドレスにおいて記憶され、前記LPM中に前記第2の物理アドレスを使用して前記読み取り専用データにアクセスすることをさらに備える、

請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記LPM条件がもはや満たされていないという決定に応答して、

前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を有効にすることと、

前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データの前記メモリマッピングを更新することと、

をさらに備え、好ましくは、

前記メモリマッピングを更新する前に、前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データをコピーすることをさらに備える、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記不揮発性メモリデバイスは、直接実行（XIP）動作をサポートするNORフラッシュメモリを備え、

前記LPM中に、前記NORフラッシュメモリから前記読み取り専用データの1つまたは複数の命令を実行することをさらに備える、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にすることは、前記LPM中に前記一部分のリフレッシュを無効にすることを備え、および／または、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にすることは、前記LPM中に前記一部分をオフにすることを備える、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

命令を備えたコンピュータ可読記憶デバイスであって、前記命令は、プロセッサによって実行されるとき、前記プロセッサに、請求項1-5のうちのいずれかの方法を実行させる、コンピュータ可読記憶デバイス。

【請求項7】

読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、

前記読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスと、

低パフォーマンスマード（LPM）条件が満たされていることを決定するための手段と、

前記LPM条件が満たされていることに応答して、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データのメモリマッピングを更新するための手段と、

10

20

30

40

50

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの一部を無効にするための手段と、

前記揮発性メモリデバイスへの代わりに、前記不揮発性メモリデバイスへ前記読み取り専用データに関するアクセス要求を向けるための手段と、

を備え、

前記メモリマッピングを更新する前に、割り込みを無効にするための手段と、前記メモリマッピングを更新した後に、割り込みを有効にするための手段とをさらに備え、および／または、

前記メモリマッピングを更新する前に、スレッドスケジューリングを中断するための手段と、前記メモリマッピングを更新した後に、前記スレッドスケジューリングを再開するための手段とをさらに備え、および／または、 10

前記メモリマッピングを更新する前に、マルチスレッドモードからシングルスレッドモードへ切り替えるための手段と、前記メモリマッピングを更新した後に、前記シングルスレッドモードから前記マルチスレッドモードへ切り替えるための手段とをさらに備え、および／または、

前記メモリマッピングを更新する前に、変換索引バッファ（TLB）の1つまたは複数のエントリを無効化するための手段をさらに備える、

装置。

【請求項8】

前記LPM条件が満たされていることを決定するための手段は、前記装置のバッテリの残りのバッテリ寿命がしきい値未満であることを決定するための手段を備え、および／または、 20

前記LPM条件が満たされていることを決定するための手段は、前記LPMへの遷移を要求する入力を受信するための手段を備え、および／または、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーは、前記揮発性メモリデバイスの第1の物理アドレスにおいて記憶され、前記読み取り専用データの前記第2のコピーは、前記不揮発性メモリデバイスの第2の物理アドレスにおいて記憶され、前記LPM中に前記第2の物理アドレスを使用して前記読み取り専用データにアクセスするための手段をさらに備える、

請求項7に記載の装置。 30

【請求項9】

前記LPM条件がもはや満たされていないという決定に応答して、

前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を有効にするための手段と、

前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データの前記メモリマッピングを更新するための手段と、

をさらに備え、好ましくは、

前記メモリマッピングを更新する前に、前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データをコピーするための手段をさらに備える、請求項7に記載の装置。

【請求項10】

前記不揮発性メモリデバイスは、直接実行（XIP）動作をサポートするNORフラッシュメモリを備え、

前記LPM中に、前記NORフラッシュメモリから前記読み取り専用データの1つまたは複数の命令を実行するための手段をさらに備える、請求項7に記載の装置。

【請求項11】

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にするための手段は、前記LPM中に前記一部分のリフレッシュを無効にするための手段を備え、および／または、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にするための手段は、前記LPM中に前記一部分をオフにするための手段 50

を備える、請求項7に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001]本開示は、一般に不揮発性メモリの使用を介して揮発性メモリの電力消費を低減させるシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

[0002]モバイル電話のようなポータブルコンピューティングデバイスがより小型になるにつれて、バッテリ寿命に対する半導体リーク電流の悪影響は増大しうる。例えば、半導体リーク電流は、モバイル電話のスリープフロア電流(sleep floor current)を増大させることができ、ここで、スリープフロア電流は、モバイル電話がスリープモード、および/またはアイドルモード、スタンバイモードなどのような何らかの他の省電力状態にある間にモバイル電話において流れる電流の最小量を表す。モバイル電話がアイドルスタンバイモードにある場合、モバイル電話は、95%以上の時間、スリープモードにありうることが推定される。したがって、たとえ小量でさえスリープフロア電流を低減させることは、アイドルスタンバイバッテリ寿命における大きな増大をもたらしうる。

【0003】

[0003]ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)を利用するモバイル電話において、スリープフロア電流の大部分は、DRAMの周期的なリフレッシュによるものである。スリープフロア電流に対するメモリリフレッシュの寄与を低減させる1つの方法は、パーシャルアレイセルリフレッシュ(PASR)を使用することある。PASRでは、DRAMの「上部」(または「下部」)半分のページにおけるデータが、DRAMの「下部」(または「上部」)半分のページに移行される。ページ移行が完了した後、メモリの「下部」(または「上部」)半分は、スリープモード中にリフレッシュができるが、メモリの「上部」(または「下部」)半分は、リフレッシュされず、これは、使用されるメモリリフレッシュ電流の全体量を低減させることができる。しかしながら、PASRは、50%より多くのDRAMがもともと利用されている場合、不都合になりうる。DRAMの50%より多くが利用されている場合、データを圧縮することなく、DRAMの2分の1にすべてのデータを統合する(consolidate)ことは、可能でない場合があり、これは、時間がかかりうる。余分なデータは、削除ことができ、またはスリープモード中にDRAMのリフレッシュされない半分において劣化するままに放置することができる。

【0004】

[0004]PASRに伴うページ移行はまた、時間がかかり、バッテリ集中的(battery intensive)でありうる(例えば、ページ移行は、250ミリアンペア(mA)において10~40秒かかりうる)。さらに、逆ページ移行が、使用中のメモリ割り当て管理(例えば、動作システムのメモリ割り当て管理ソフトウェア)に依存して、スリープモード外へ遷移するときに実行されうる。ページ移行はまた、DRAMにおける空きページの位置が、ページ移行が始まった後までは、知られることができないので、インプリメントするのが困難でありうる。

【発明の概要】

【0005】

[0005]電力消費を低減させるための動的メモリ管理のシステムおよび方法が開示される。説明される技法、またはその部分は、電子デバイスのスリープモード中、電子デバイスの通常動作モード中、またはこれらの任意の組み合わせにおいて使用されうる。

【0006】

[0006]例えば、第1の技法は、スリープフロア電流を低減するために、電子デバイスにおいて不揮発性メモリを利用することを伴う。例示すると、揮発性メモリ(例えば、RAM)に加えて、モバイル電話または他の電子デバイスは、NORフラッシュ、NA

10

20

30

40

50

N D フラッシュ、埋め込み型マルチメディアカード(e M M C : embedded MultiMediaCard)などのような、不揮発性メモリを含みうる。不揮発性メモリの一部分は、揮発性メモリからのデータ転送のために予約または割り当てられうる。モバイル電話がスリープモードに遷移するとき、揮発性メモリからのデータは、不揮発性メモリの予約された部分へ、アドレスによる順序で転送されうる。スリープモード中、揮発性メモリは、オフにされることができ、これは、D R A M セルフリフレッシュを回避することによって、スリープフロア電流を低減させる。スリープモードを抜け出すとき、データは、不揮発性メモリからアドレスによる順序で揮発性メモリにコピーし戻されうる。データが、アドレスによる順序で揮発性メモリへおよび揮発性メモリから転送されるので、スリープモードより前に使用されていたメモリマッピングは、スリープモードを抜け出した後も有効なままである。
揮発性メモリと不揮発性メモリの間の転送メカニズムは、プロセッサ独立であることができ（例えば、ダイレクトメモリアクセス(D M A)エンジン、ダイレクトバス接続などを使用する）、またはプロセッサを伴うことができる（例えば、各データ要素は、コピー中にプロセッサを通過することができる）。

【 0 0 0 7 】

[0007]別の例として、第2の技法は、通常（例えば、非スリープ）モード中にバッテリ寿命をモニタすることを伴う。バッテリ寿命がしきい値を下回るとき、電子デバイスは、低パフォーマンスモード(L P M)に入りうる。また、ユーザコマンドに応答して、L P Mに入ることができる。L P Mは、低減されたパフォーマンスにもかかわらず、L P Mが連続したシステム動作を提供しうるという点において、スリープモードとは異なりうる。L P M中、読み取り専用データは、揮発性メモリからの代わりに、不揮発性メモリからアクセスされうる。L P Mに入る際に、読み取り専用データのためのメモリマッピングは、揮発性メモリにおける物理アドレスの代わりに、不揮発性メモリにおける物理アドレスを指示示すように変更されうる。例示すると、不揮発性メモリは、記憶されたコードを実行するための直接実行(X I P : execute-in-place)動作を有効にするN O R フラッシュメモリでありうる。L P M中、読み取り専用データを記憶する揮発性メモリ部分のセルフリフレッシュは、読み取り専用データが代わりに不揮発性メモリからアクセスされているので、無効にされうる。代替として、その揮発性メモリ部分は、L P M中に全体的に(altogether)オフにされうる。

【 0 0 0 8 】

[0008]特定の実施形態では、方法が、電子デバイスにおいて動作モードからスリープモードへの遷移を開始することを含む。電子デバイスは、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを含む。この方法はまた、開始することに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスにデータをコピーすることを含む。この方法は、スリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にすることをさらに含む。

【 0 0 0 9 】

[0009]別の特定の実施形態では、装置が、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを含む。この装置はまた、動作モードからスリープモードへの遷移を開始し、スリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にるように構成されたプロセッサを含む。この装置は、開始することに応答して、およびスリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にする前に、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスにデータをコピーするように構成されたデータ転送モジュールをさらに含む。

【 0 0 1 0 】

[0010]別の特定の実施形態では、コンピュータ可読記憶デバイスが、命令を含み、この命令は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに、電子デバイスにおいて動作モードからスリープモードへの遷移を開始することを行わせる。電子デバイスは、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを含む。これら命令はまた、プロセッサによって実行されると、

プロセッサに、開始することに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスにデータをコピーすることを行わせる。これら命令は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに、スリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にすることをさらに行わせる。

【0011】

[0011]別の特定の実施形態では、装置が、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを含む。この装置はまた、動作モードからスリープモードへの遷移を開始し、スリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にするように構成されたプロセッサを含む。この装置は、開始することに応答して、およびスリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にする前に、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスにデータをコピーするための手段をさらに含む。10

【0012】

[0012]別の特定の実施形態では、方法が、電子デバイスにおいて低パフォーマンスマード（LPM）条件（condition）が満たされていることを決定することを含む。電子デバイスは、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む。この方法はまた、LPM条件が満たされていることに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスに読み取り専用データのメモリマッピングを更新することを含む。この方法は、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、揮発性メモリデバイスへの代わりに、不揮発性メモリデバイスへ読み取り専用データに関するアクセス要求を向けること（directing）とをさらに含む。20

【0013】

[0013]別の特定の実施形態では、装置が、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む。この装置はまた、LPM条件が満たされていることに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスに読み取り専用データのメモリマッピングを更新するように構成されたプロセッサを含む。プロセッサは、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスの一部分を無効にし、揮発性メモリデバイスへの代わりに、不揮発性メモリデバイスへ読み取り専用データに関するアクセス要求を向けるようにさらに構成される。30

【0014】

[0014]別の特定の実施形態では、コンピュータ可読記憶デバイスが、命令を含み、この命令は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに、LPM条件が満たされていることに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスに読み取り専用データのメモリマッピングを更新することを行わせる。LPM条件は、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む電子デバイスにおいて満たされる。これら命令は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、揮発性メモリデバイスへの代わりに、不揮発性メモリデバイスへ読み取り専用データに関するアクセス要求を向けることとをさらに行わせる。40

【0015】

[0015]別の特定の実施形態では、装置が、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む。この装置はまた、LPM条件が満たされていることに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスに読み取り専用データのメモリマッピングを更新するための手段を含む。この装置は、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスの一部分を無効にするための手段と、揮発性メモリデバイスへの代わりに、不揮発性メモリデバイスへ読み取り専用データに関するアクセス要求を向けることとをさらに行わせる。50

るための手段とをさらに含む。

【0016】

[0016]開示された実施形態のうちの少なくとも1つによって提供される1つの特定の利点は、スリープモードへの遷移に応答して、揮発性メモリから不揮発性メモリにデータをコピーした後、揮発性メモリまたはその一部分を無効にすることによって、スリーププロア電流を低減させる能力である。別の特定の利点は、揮発性メモリからの代わりに、不揮発性メモリからの読み取り専用データにアクセスすることによって、メモリリフレッシュ電流を低減させる能力である。本開示の他の様子、利点、および特徴が、下記のセクション：図面の簡単な説明、発明を実施するための形態、および特許請求の範囲、を含む本願全体のレビュー後に明らかになるであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、揮発性メモリから不揮発性メモリへのプロセッサ独立のデータ転送の後に、揮発性メモリまたはその一部分を無効にすることによって、揮発性メモリの電力消費を低減させるように動作可能なシステムの特定の実施形態を例示する図である。

【図2】図2は、揮発性メモリから不揮発性メモリへのプロセッサ依存のデータ転送の後に、揮発性メモリまたはその一部分を無効にすることによって、揮発性メモリの電力消費を低減させるように動作可能なシステムの特定の実施形態を例示する図である。

【図3】図3は、図1 - 図2のデータ転送動作の特定の実施形態を例示する図である。

【図4】図4は、読み取り専用データに関して、揮発性メモリの電力消費を低減させるように動作可能なシステムの特定の実施形態を例示する図である。

20

【図5】図5は、図1 - 図2のシステムにおける動作の方法の特定の実施形態を例示するフローチャートである。

【図6】図6は、図4のシステムにおける動作の方法の特定の実施形態を例示するフローチャートである。

【図7】図7は、不揮発性メモリの使用を介して、揮発性メモリの電力消費を低減させるように動作可能なコンポーネントを含む通信デバイスのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

[0024]図1は、揮発性メモリから不揮発性メモリへのプロセッサ独立のデータ転送の後に、揮発性メモリまたはその一部分を無効にすることによって、揮発性メモリの電力消費を低減させるシステム100の特定の実施形態を例示する図である。システム100は、第1の揮発性メモリデバイス104に結合されたプロセッサ102を含むことができ、また、システム100は、不揮発性メモリデバイス108を含むか、またはそれに結合することができる。特定の実施形態では、図1のシステム100は、モバイル電話、タブレットコンピューティングデバイス、ラップトップコンピューティングデバイスなどのような、電子デバイス内に含まれうる。

30

【0019】

[0025]特定の実施形態では、第1の揮発性メモリデバイス104は、ランダムアクセスメモリ(RAM)を含む。例えば、第1の揮発性メモリデバイス104は、シングルランクまたはデュアルランクの2倍データレート(DDR)シンクロナスDRAMデバイス(ここで「DDR」とも呼ばれる)のような、ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)デバイスでありうる。第1の揮発性メモリデバイス104がDRAMを含む場合、第1の揮発性メモリデバイス104は、システム100が非アクティブまたはスリープモードにあるときでさえも、DRAMに記憶されたデータをリフレッシュおよび維持するために電力(例えば、バッテリ電力)を消費しうる。しかしながら、ここにさらに説明されるように、第1の揮発性メモリデバイス104の電力消費は、第1の揮発性メモリデバイス104から不揮発性メモリデバイス108へデータを転送した後に、第1の揮発性メモリデバイス104またはその一部分を無効にすることを伴う技法を介して低減されうる。

40

【0020】

50

[0026]不揮発性メモリデバイス 108 は、ディスクベースのメモリ、フラッシュメモリ、個体メモリ (solid state memory)、または何らかの他のタイプの不揮発性メモリを含みうる。例えば、不揮発性メモリデバイス 108 は、NOR フラッシュメモリ、NAND フラッシュメモリ、埋め込み型マルチメディアカード (eMMC)、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。特定の実施形態では、不揮発性メモリデバイス 108 の部分 110 が、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 からのような、システム 100 における揮発性メモリからのデータ転送のために予約または割り振られうる。したがって、不揮発性メモリデバイス 108 の全容量未満が、汎用記憶 (general storage) (例えば、アプリケーション / ユーザデータの記憶) のために利用可能である。しかしながら、不揮発性メモリ 108 が揮発性メモリデバイス 104 よりも実質的に大きくあることができるので、データ転送のために部分 110 を予約することは、パフォーマンスまたはユーザ体験に対して顕著な影響を及ぼさないことがある。
10

【0021】

[0027]特定の実施形態では、予約された部分 110 のサイズは、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の容量または第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の容量の小部分 (fraction) に等しい。例えば、不揮発性メモリデバイス 108 は、16 ギガバイト (GB) の eMMC であることができ、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 は、512 メガバイト (MB) の DDR であることができる。したがって、一例として、eMMC の 512 MB または 256 MB が、DDR からのデータの転送のために予約されうる。複数の DDR が存在する場合、予約された部分 110 のサイズは、複数の DDR のうちの 1 つの容量または容量の小部分、複数の DDR のうちのすべてではないが 1 つより多くの容量または容量の小部分の合計、または複数の DDR のうちのすべての容量または容量の小部分の合計に等しくなりうる。
20

【0022】

[0028]図 1 に示されるように、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 と不揮発性メモリデバイス 108 の間のデータ転送は、プロセッサ 102 と独立して (例えば、転送されたデータをプロセッサ 102 に送ることなく) 実行されうる。例えば、データ転送モジュール 106 は、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 と、不揮発性メモリデバイス 108 とに結合されうる。例示すると、データ転送モジュール 106 は、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 から不揮発性メモリデバイス 108 に、およびその逆も同様に、データをコピーするように構成された、ダイレクトメモリアクセス (DMA) エンジンまたはコントローラ、ダイレクトデータバス接続などのハードウェアを含みうる。
30

【0023】

[0029]特定の実施形態では、プロセッサ 102 にデータを送ることなくデータを転送するためにデータ転送モジュール 106 を使用することは、データの低電力高速転送を有効にする。例えば、データ転送モジュール 106 は、プロセッサ 102 が電力崩壊 (power-collapse) している (例えば、スリープモードにある) 間、一秒未満で 512 MB DDR の全コンテンツ (または 512 MB DDR のコンテンツの小部分) を転送しうる。一旦、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の全コンテンツまたはコンテンツの一部分が、不揮発性メモリデバイス 108 にコピーされると、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 または第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の一部分は、スリープモード中に無効にされうる。例えば、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 または第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の一部分を無効にすることは、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 をオフにすることまたは第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の対応する部分をオフにすること、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 のリフレッシュを無効にすることまたは第 1 の揮発性メモリデバイス 104 の対応する部分のリフレッシュを無効にすること、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。システム 100 がスリープモードから抜け出すとき、データ転送モジュール 106 は、不揮発性メモリデバイス 108 からもとの第 1 の揮発性メモリデバイス 104 にデータをコピーするために使用されうる。
40

【0024】

[0030]特定の実施形態では、データは、アドレスによる順序で、第1の揮発性メモリデバイス104と不揮発性メモリデバイス108の間でコピーされる。ここで使用される場合、「アドレスによる順序で」データをコピーすることは、揮発性メモリデバイスからコピーされたデータの各要素が、揮発性メモリデバイスを無効にする前にそれがそこからコピーされた同じ位置において揮発性メモリデバイスに書き戻されることを意味する。例えば、第1の揮発性メモリデバイス104全体のデータイメージ（例えば、スナップショット）（例えば、512MBデータイメージ）は、DDRの第1の揮発性メモリデバイス104全体が、アクティブなデータ（例えば、システム100においてソフトウェアアプリケーションおよび／またはハードウェアコンポーネントによって使用されているデータ）を記憶していたか否かにかかわらず、不揮発性メモリデバイス108にコピーされうる。10

第1の揮発性メモリデバイス104全体のデータイメージを生成およびコピーすることは、データを圧縮すること、または不揮発性メモリデバイス108に対してアクティブなデータのみの位置を突き止め（locating）およびコピーすることよりもより速くなりうる。さらに、不揮発性メモリデバイス108のサイズは、第1の揮発性メモリデバイス104のサイズよりも著しく大きくなりうるので、第1の揮発性メモリデバイス104全体のスナップショットをコピーすることの記憶コストは、比較的小さく、ユーザにとって受け入れ可能でありうる。加えて、データは、アドレスによる順序で第1の揮発性メモリデバイス104へおよび第1の揮発性メモリデバイスから転送されるので、スリープモードの前に使用されていたメモリマッピング（例えば、仮想アドレスから物理アドレスへのマッピング）は、スリープモードを抜け出した後も有効なままでありうる。さらに、パーシャルアレイセルフリフレッシュ（PASR）システムとは異なり、データ損失は、第1の揮発性メモリデバイス104が50%より多く一杯になったときに回避されうる。20

【0025】

[0031]動作中、通常またはアクティブな動作モードからスリープモードへの遷移が開始されうる。例えば、プロセッサ102、または何らかの他のコンポーネント（例えば、電力コントローラ）は、ユーザ入力（例えば、ユーザが電子デバイスの電源またはスタンバイボタンを押下すること）に基づいて、または、イベントまたは割り込み（interrupt）（例えば、タイムアウト）に基づいて、スリープモードへの遷移を開始しうる。120 において示されるように、スリープモードへの遷移の開始に応答して、データ転送モジュール106は、第1の揮発性メモリデバイス104から不揮発性メモリデバイス108にデータをコピーしうる。特定の実施形態では、プロセッサ102は、コピーをトリガーするために、データ転送モジュール106にメッセージを送る。30

【0026】

[0032]データがコピーされた後、第1の揮発性メモリデバイス104は、無効にされうる。例えば、第1の揮発性メモリデバイス104への電力は、（例えば、イネーブル信号または電力信号をディアサートすることによって）オフにされることができ、および／または、第1の揮発性メモリデバイス104のリフレッシュは、（例えば、リフレッシュ信号をディアサートすること、または第1の揮発性メモリデバイス104に関連付けられるレジスタまたは他のメモリにおける構成値（configuration value）を設定することによって）停止ができる。特定の実施形態では、プロセッサ102、または何らかの他のコンポーネント（例えば、電力コントローラ）は、第1の揮発性メモリデバイス104を無効にしうる。したがって、第1の揮発性メモリデバイス104は、スリープモード中にDRAMデバイスをリフレッシュする既存のシステムと比べて、スリープモードにおいてより少ない電力を消費しうる。プロセッサ102および／または不揮発性メモリデバイス108のような、システム100の他のコンポーネントもまた、スリープモード中に無効にされうる。40 130において示されるように、スリープモードからもとの通常またはアクティブな動作モードへ遷移することに応答して、第1の揮発性メモリデバイス104は有効にされ、不揮発性メモリデバイス108に記憶されたデータは、不揮発性メモリデバイス108から第1の揮発性メモリデバイス104にコピーし戻される。

【0027】

[0033]特定の実施形態では、追加の揮発性メモリデバイスがまた、システム 100において存在しうる。例えば、第 2 の揮発性メモリデバイス 112 が、プロセッサ 102 に結合されうる。代替として、揮発性メモリデバイス 104、112 は、マルチランク DDR の異なるランクでありうる。例えば、第 1 の揮発性メモリデバイス 104 は、1 GB DDR の 512 MB 下位ランクであることができ、第 2 の揮発性メモリデバイス 112 は、1 GB DDR の 512 MB 上位ランクであることができる。追加の不揮発性メモリデバイスおよび / またはプロセッサがまた、システム 100 において存在しうる。したがって、ここに説明される様々なデバイスの数、構成、容量、およびタイプは、限定的ではなく、単に例示的であると考えられるべきである。複数の揮発性メモリデバイスが存在する（またはマルチランク揮発性メモリデバイスが存在する）場合、任意の数の揮発性メモリデバイス（またはランク）からのデータは、スリープモードの開始に応答して、不揮発性メモリデバイス 108 へ転送されうる。10

【0028】

[0034]例えば、モバイル電話が 2 つの DDR（またはデュアルランク DDR）を含む場合、一方の DDR（またはランク）は、マルチメディアアプリケーション / データ専用であることができ、他方の DDR（またはランク）は、モデムアプリケーション / データおよび他の「クリティカル（critical）」データ専用であることができる。その場合、マルチメディア DDR（またはランク）からのデータは、不揮発性メモリにコピーされることができ、マルチメディア DDR（またはランク）は、電力を保存するために、スリープモード中に無効にされることができる。しかしながら、モデムアプリケーション / データは、モデム DDR（またはランク）中に残り、モデム DDR（またはランク）は、スリープモード中にセルフリフレッシュを実行し続けうる。スリープモード中にモデム DDR（またはランク）中にモデムデータおよび他のクリティカルデータを維持することは、モバイル電話が、ページングサイクルのような、無線サイクルによりすばやく応答することを可能にしうる。いくつかの実施形態では、モバイル電話のスクリーンロック解除（unlock screen）のような、ある特定のアプリケーションまたはユーザインターフェース（UI）データは、モバイル電話がスリープモードを抜け出すときにユーザ入力に対して応答するように、モデム DDR（またはランク）中に維持されることができ、これは、ユーザ体験を改善することができる。20

【0029】

[0035]他のメモリ構成も、図 1 のシステム 100 から利益を得ることができることが理解されるであろう。例えば、マルチメディアメモリの全コンテンツおよびモデムメモリの非クリティカル部分（例えば、下位ランク）は、ディスクに転送されることができ、一方、モデムメモリのクリティカル部分（例えば、上位ランク）は、スリープモードにおいてリフレッシュされ続けることができる。30

【0030】

[0036]特定の実施形態では、図 1 のシステム 100 は、揮発性メモリに記憶されたある特定のデータの選択的な優先順位付けをサポートしうる。例えば、（例えば、アプリケーションプログラミングインタフェース（API）、コンパイラ、リンクなどを介して）アプリケーション開発者または（例えば、グラフィカルユーザインターフェース（GUI）オプションを介して）ユーザは、（例えば、アプリケーションまたは動作システムによって要求される）ダイナミックメモリの割り当てまたは（例えば、アプリケーションまたは動作システムによって要求される）データのローディングが、スリープモード中に有効にされたままであるより高い優先順位の揮発性メモリにおいて行われるべきあるか、あるいはデータが不揮発性メモリへ転送された後、スリープモード中に無効にされるより低い優先順位の揮発性メモリにおいて行われるべきであるかを指定することが可能になりうる。40

【0031】

[0037]したがって、図 1 のシステム 100 は、揮発性メモリから不揮発性メモリにデータをコピーすることおよびスリープモード中に、揮発性メモリまたはその一部分を無効にすることによって、スリープフロア電流を低減させることができ、それによって、揮発性50

メモリに対する、電力を消費するセルフリフレッシュ動作を回避する。有利なことに、データ転送動作は、P A S Rに関連付けられるページ移行に比べて、より計算および電力集約的でないことがありうる。例えば、データ転送動作は、専用ハードウェア（例えば、データ転送モジュール106）を使用して実行されうる。さらに、図1のシステム100は、電力低減とパフォーマンスとをバランスさせるために、ダイナミックメモリ管理を有効にしうる。例えば、1つのD D R（またはランク）からのよりクリティカルでないデータは、このD D R（またはランク）がスリープモード中に無効にされることができるよう、不揮発性メモリにコピーができるが、よりクリティカルなデータは、スリープモード中／後の応答性およびパフォーマンスを改善するために、スリープモード中に別のD D R（またはランク）中に維持されることができる。

10

【0032】

[0038]図2は、揮発性メモリから不揮発性メモリへのプロセッサ依存のデータ転送の後に、揮発性メモリまたはその一部分を無効にすることによって、揮発性メモリの電力消費を低減させるシステム200の特定の実施形態を例示する図である。システム200は、プロセッサ102、第1の揮発性メモリデバイス104、および第1の揮発性メモリデバイス104からのデータ転送のために予約された部分110を含む不揮発性メモリデバイス108を含みうる。

【0033】

[0039]図2は、プロセッサ102内のデータ転送モジュール206を例示する。例えば、データ転送モジュール206は、プロセッサ102に一体化されたハードウェアおよび／またはプロセッサ102によって実行可能な命令を使用してインプリメントされうる。データ転送モジュール206は、プロセッサ102を介して、第1の揮発性メモリデバイス104と不揮発性メモリデバイス108の間でデータを転送するように構成されうる。

20

【0034】

[0040]例えば、220において示されるように、スリープモードへの遷移の開始に応答して、データ転送モジュール206は、第1の揮発性メモリデバイス104から不揮発性メモリデバイス108の予約された部分110へのデータイメージ（例えば、スナップショット）のプロセッサ支援型の（例えば、ソフトウェアベースの）コピーを実行しうる。別の例として、230において示されるように、スリープモード外への遷移に応答して、データ転送モジュール206は、不揮発性メモリデバイス108の予約された部分から第1の揮発性メモリデバイス104へのデータイメージ（例えば、スナップショット）のプロセッサ支援型の（例えば、ソフトウェアベースの）コピーを実行しうる。

30

【0035】

[0041]したがって、図2は、図1に例示されたものに対する代替のデータ転送メカニズムを例示する。図1のハードウェアベースのプロセッサ独立のメカニズムがより速くデータ転送を実行しうる一方で、図2のプロセッサ支援型の（例えば、ソフトウェアベースの）メカニズムは、製造のコストを増大させうる追加のハードウェア要素を導入することなく、既存の電子デバイスにおいてインプリメントされうる。

【0036】

[0042]図3は、図1-図2のデータ転送動作の特定の実施形態を例示し、全般的に300と指定される。図3は、R A M 310およびディスク320を例示する。例えば、R A M 310は、図1-図2の第1の揮発性メモリデバイス104または図1の第2の揮発性メモリデバイス112でありうる。ディスク320は、図1-図2の不揮発性メモリデバイス108でありうる。

40

【0037】

[0043]図1-図2に関して説明されたように、R A M 310とディスク320の間のデータ転送は、アドレスによる順序で実行されうる。データ転送の前に、メモリマッピング330は、使用中であることができ、R A M 310は、A - Fとラベル付けされた5つのファイル（例えば、データファイルまたはコードファイル）を記憶することができる。これらファイルの各々は、示されるように、1つまたは複数の部分（例えば、ページ）

50

を含みうる。例えば、ファイルAは、8つの部分を含むことができ、ファイルB - Fは、2つの部分をそれぞれ含むことができる。メモリマッピング330は、これらファイルの各々の開始アドレスを示しうる。例えば、示されるように、ファイルAの開始アドレスは、 0×0000 であることができ、ファイルDの開始アドレスは、 $0 \times 001F$ であることができる。

【0038】

[0044]スリープモードへの遷移の開始に応答して、RAM 310のデータイメージ(例えば、スナップショット)は、ディスク320の予約された部分322にコピーされうる。図3に例示されるように、各ファイルの各部分は、ディスク上の対応する位置にコピーされることができ、ファイルの複数の部分の相対的な順序および配置は、維持される。スリープモード外への遷移に応答して、データイメージは、RAM 310にコピーし戻されうる。したがって、スリープモードの前に使用されていたメモリマッピング330は、スリープモードを抜け出した後も有効のままでありうる。例えば、示されるように、ファイルAの8つの部分312は、アドレス 0×0007 において位置し続けうる。

10

【0039】

[0045]図3に示されるように、(例えば、圧縮および/または再配置なしに)アドレスによる順序でデータをコピーすることおよびメモリマッピングを保存することは、メモリ管理を単純化し、図1 - 図2のシステムに関連付けられる準備/クリーンアップ動作を低減させうることが理解されるであろう。

【0040】

20

[0046]図4は、読み取り専用データに関して、揮発性メモリの電力消費を低減させるように動作可能なシステム400の特定の実施形態を例示する図である。図1 - 図3が、電子デバイスがスリープモードにある間にスリープフロア電流を低減させる技法を例示する一方で、図4は、「通常」(例えば、アクティブな)動作モード中に適用されうる技法を例示する。システム400は、揮発性メモリデバイス(例えば、シンクロナスDRAM(SDRAM)402)および不揮発性メモリデバイス(例えば、NORフラッシュメモリ404)を含む。図4の実施形態では、SDRAM 402は、4つのバンク(バンク0 - 3)を有する。バンクごとの電力制御は、ここでさらに説明されるように、独立であります。

【0041】

30

[0047]動作中、NORフラッシュメモリ404に記憶されたデータの1つまたは複数のセグメントのコピーが、SDRAM 402へロードされうる。例えば、特定のアプリケーションが実行中であるとき、このアプリケーションに関連付けられるデータは、より速いアクセスのためにSDRAM 402へロードされうる。一般に、電子デバイスに関連付けられるデータは、2つのカテゴリに分けられうる - 読み取り専用('R0')データおよび読み書き('RW')データ。読み取り専用データは、修正可能ではなく(例えば、読み取り要求の対象となるが、書き込み要求の対象とはならない)、一方で、読み書きデータは、修正可能である(例えば、読み取り要求と書き込み要求の両方の対象となる)。電子デバイスにおける各アプリケーションおよびサブシステム(例えば、動作システムのサブシステム)は、読み取り専用データおよび読み書きデータを含むか、またはそれらに関連付けられうる。例えば、図4に示されるように、NORフラッシュメモリ404は、サブシステム0、サブシステム1、サブシステム2、サブシステム3、およびサブシステム4に関連付けられる読み取り専用データおよび読み書きデータを記憶しうる。NORフラッシュメモリ404はまた、「クリティカル」読み取り専用データ(例えば、無線電話の場合は、モデム用の読み取り専用データ)を記憶しうる。

40

【0042】

[0048]図4に示されるように、様々な読み取り専用および読み書きデータのコピーが、SDRAM 402へロードされうる。例えば、サブシステム1の読み取り専用データの第1のコピー410およびサブシステム2の読み取り専用データの第1のコピー412が、SDRAM 402に記憶されうる。サブシステム1の読み取り専用データの第2のコ

50

ピー420およびサブシステム2の読み取り専用データの第2のコピー422は、NORフラッシュメモリ404に記憶されうる。データがSDRAM402からアクセスされている場合、このデータのためのメモリマッピングは、SDRAM402を識別しうる。例えば、メモリマッピング440（例えば、メモリ管理ユニット（MMU）テーブル）において示されるように、「クリティカル」読み取り専用データ430は、SDRAMのバンク3に位置する物理アドレスからアクセスされうる。

【0043】

[0049]動作中、電子デバイスは、バッテリ寿命をモニタしうる。バッテリ寿命がしきい値（例えば、10%）を下回るとき、電子デバイスは、低パフォーマンスマード（LPM）に入りうる。代替として、またはこれに加えて、LPMへの遷移を要求するユーザ入力またはユーザコマンドに応答して、LPMに入ることができる。LPMは、低減されたパフォーマンスにもかかわらず、LPMが連續したシステム動作を提供しうるという点において、スリープモードとは異なりうる。10

【0044】

[0050]LPM条件（例えば、バッテリ寿命が10%以下である）が満たされることに応答して、読み取り専用データのためのメモリマッピングは、SDRAM402からNORフラッシュメモリ404に更新されうる。例えば、メモリマッピング440において示されるように、サブシステム1の読み取り専用データおよびサブシステム2の読み取り専用データのためのマッピングは、SDRAM402のバンク2の代わりに、NORフラッシュメモリ404における物理アドレスを指し示すように更新されうる。読み取り専用データを記憶するSDRAM402の一部分は、無効にされることができ、LPM中の読み取り専用データに関するアクセス要求（例えば、読み取り要求）は、SDRAM402への代わりに、NORフラッシュメモリ404へ向けられることができる。例えば、SDRAM402のバンク2は、無効にされることができ、LPM中、サブシステム1の読み取り専用データおよびサブシステム2の読み取り専用データを読み取るためのアクセス要求は、更新されたメモリマッピング440に従って、NORフラッシュメモリ404へ向けられることができる。20

【0045】

[0051]特定の実施形態では、LPM中にSDRAM402のバンク2を無効にすることは、（例えば、イネーブル信号または電力信号をディアサートすることによって）LPM中にバンク2をオフにすること、または（例えば、リフレッシュ信号をディアサートすること、またはレジスタにおける構成値を設定することによって）LPM中にバンク2のリフレッシュを無効にすることを含みうる。LPM中にSDRAM402の一部分（または、SDRAM402全体）を無効にすることは、電力消費を低減させうることが理解されるであろう。読み書きデータおよび他の読み取り専用データ（例えば、「クリティカル」読み取り専用データ430）のコピーは、LPM中にSDRAM402からアクセスされ続けうる。30

【0046】

[0052]LPM条件がもはや満たされていない（例えば、バッテリ寿命が10%を超える）という決定に応答して、SDRAM402のバンク2は、有効にされることができ、SDRAM402のバンク2に記憶された読み取り専用データのためのメモリマッピング440は、NORフラッシュメモリ404の代わりに、SDRAM402のバンク2を指し示すように更新されるができる。SDRAM402における読み取り専用データのコピーは、LPM中に劣化したかもしぬないので、読み取り専用データの新しいコピーは、メモリマッピング440を更新する前に、SDRAM402ヘロードされうる。40

【0047】

[0053]特定の実施形態では、図4に示されるように、システム400における不揮発性メモリは、NORフラッシュメモリ404を含みうる。NORフラッシュメモリ404は、記憶されたコードを実行するための直接実行（XIP）動作を有効にしうる。したがつ50

て、読み取り専用コードに対応する命令は、SDRAM 402を使用せずに、LPM中にNORフラッシュメモリ404から実行されうる。

【0048】

[0054]特定の実施形態では、(例えば、NORフラッシュメモリ404を指示するようにメモリマッピング440を更新する前に)LPMに遷移するときに、(例えば、動作システムまたはコントローラによって)追加の動作が実行されうる。例えば、割り込みは、無効にされることができ、プロセッサにおけるスレッドスケジューリングは、中断されることができ、プロセッサは、マルチスレッドモードからシングルスレッドモードへ切り替えられることができ、および/または変換索引バッファ(TLB)エントリは、無効化されることができる。追加の動作はまた、(例えば、SDRAM 402を指示するようにメモリマッピング440を更新した後に)LPM外へ遷移するときに、(例えば、動作システムまたはコントローラによって)実行されうる。例えば、割り込みは、有効にされることができ、スレッドスケジューリングは、プロセッサにおいて再開されることができ、プロセッサは、シングルスレッドモードからマルチスレッドモードへ切り替えられることができ。 10

【0049】

[0055]特定の実施形態では、LPMのインプリメンテーションをサポートするために、電子デバイスのサブシステム(例えば、モデムサブシステム、グラフィックスサブシステム、オーディオサブシステムなど)は、読み書きデータから読み取り専用データを分けうる(separate)。例えば、サブシステムに対応するイメージを作成するために使用されるリンクは、読み書きデータとは別々に読み取り専用データをグループ化しうる。 20

【0050】

[0056]特定の実施形態では、ある特定の読み取り専用データは、LPM中にSDRAM 402に存在し続け、SDRAM 402からアクセスされ続けることができる。例えば、「クリティカル」読み取り専用データ430は、LPM中にSDRAM 402からアクセスされ続けることができる。LPM中にSDRAM 402においてアクセス可能な状態で「クリティカル」読み取り専用データ430を維持することは、システム400が、より短い時間量で「クリティカル」読み取り専用データ430に関連付けられる動作を実行することを可能にしうる。例えば、「クリティカル」読み取り専用データ430がモデムデータを含む場合、図4のシステム400は、LPMにある間、ページングサイクルにすばやく応答することが可能でありうる。したがって、図4のシステム400は、ある特定の読み取り専用データの選択的な優先順位付けをサポートしうる。例えば、(例えば、アプリケーションプログラミングインターフェース(API)、コンパイラ、リンクなどを介して)アプリケーション開発者または(例えば、グラフィカルユーザインターフェース(GUI)オプションを介して)ユーザは、特定の読み取り専用データがLPM中に揮発性メモリ(例えば、SDRAM 402)からアクセスされ続けるべきかどうかを指定することができる。 30

【0051】

[0057]したがって、図4のシステム400は、低電力状態(conditions)の間に、揮発性メモリの代わりに、不揮発性メモリからある特定の読み取り専用データにアクセスすることによって、非スリープ(例えば、アクティブな)動作モードにおける電力消費を低減しうる。読み取り専用データを記憶した揮発性メモリの少なくとも一部分は、無効にされることができ、それによって、揮発性メモリの一部分に対する、電力を消費するセルフリフレッシュ動作を回避する。 40

【0052】

[0058]図5は、図1-図2のシステムにおいて実行されうる動作の方法500の特定の実施形態を例示するフローチャートである。

【0053】

[0059]方法500は、502において、電子デバイスにおいて動作モードからスリープモードへの遷移を開始することを含む。電子デバイスは、第1のサイズを有する揮発性メ 50

モリデバイスと、第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを含みうる。例えば、図1または図2を参照すると、プロセッサ102は、第1の揮発性メモリデバイス104と不揮発性メモリデバイス108を含む電子デバイスにおいて、スリープモードへの遷移を開始しうる。

【0054】

[0060]方法500はまた、504において、開始することに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスにデータをコピーすることを含む。例えば、図1を参照すると、データ転送モジュール106は、第1の揮発性メモリデバイス104から不揮発性メモリデバイス108へのデータのプロセッサ独立のコピーを実行しうる。別の例として、図2を参照すると、データ転送モジュール206は、第1の揮発性メモリデバイス104から不揮発性メモリデバイス108へのデータのプロセッサ支援型のコピーを実行しうる。特定の実施形態では、データは、図3に関して説明されたように、アドレスによる順序でコピーされうる。10

【0055】

[0061]方法500は、506において、スリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にすることをさらに含む。例えば、図1または図2を参照すると、プロセッサ102は、第1の揮発性メモリデバイス104を無効にしうる。方法500はまた、508において、スリープモードから動作モードへの遷移に応答して、揮発性メモリデバイスを有効にすることと、不揮発性メモリデバイスから揮発性メモリデバイスにデータをコピーすることを含む。例えば、図1を参照すると、データ転送モジュール106は、不揮発性メモリデバイス108から第1の揮発性メモリデバイス104へのデータのプロセッサ独立のコピーを実行しうる。別の例として、図2を参照すると、データ転送モジュール206は、不揮発性メモリデバイス108から第1の揮発性メモリデバイス104へのデータのプロセッサ支援型のコピーを実行しうる。20

【0056】

[0062]したがって、図5の方法500は、それぞれ、揮発性メモリから不揮発性メモリにデータをコピーすること、およびスリープモード中に揮発性メモリのすべてまたは一部分を無効にすることによって、スリープフロア電流を低減させるために使用されることができ、それによって、揮発性メモリに対する、電力を消費するセルフリフレッシュ動作を回避または低減させる。30

【0057】

[0063]図6は、図4のシステムにおいて実行されうる動作の方法600の特定の実施形態を例示するフローチャートである。

【0058】

[0064]方法600は、602において、通常モードで電子デバイスを動作することを含む。電子デバイスは、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含みうる。例えば、図4において、SDRAM402は、サブシステム1の読み取り専用データの第1のコピー410を記憶し、NORフラッシュメモリ404は、サブシステム1の読み取り専用データの第2のコピー420を記憶する。40

【0059】

[0065]方法600はまた、604において、LPM条件が満たされているかどうかを決定することを含む。例えば、LPM条件は、ユーザ入力に応答して、および／または、電子デバイスの残りのバッテリ寿命がしきい値（例えば、10%）より下であるときに、満たされうる。LPM条件が満たされない間、方法600は、602に戻り、電子デバイスは、バッテリ寿命をモニタしながら通常モードで動作し続ける。

【0060】

[0066]LPM条件が満たされている場合、方法600は、606において、割り込みを無効にすること、スレッドスケジューリングを中断すること、マルチスレッドからシングルスレッドモードへ切り替えること、および／またはTLBエントリを無効化することを50

オプションとして含みうる。方法 600 はまた、608において、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスへ読み取り専用データのメモリマッピングを更新することを含む。例えば、図 4 のメモリマッピング 440において、サブシステム 1 の読み取り専用データのためのマッピングは、 0×4000 （すなわち、SDRAM 402 のバンク 2 におけるアドレス）から、 $0 \times BBBB$ （すなわち、NOR フラッシュメモリ 404 におけるアドレス）に更新されうる。

【0061】

[0067] 方法 600 は、610において、揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと（例えば、そのリフレッシュをオフにするまたは無効にすること）、612において、LPM で電子デバイスを動作することとをさらに含む。LPM で電子デバイスを動作することは、揮発性メモリデバイスへの代わりに、不揮発性メモリデバイスに読み取り専用データに関するアクセス要求を向けることを含みうる。特定の実施形態では、不揮発性メモリデバイスは、NOR フラッシュメモリを含み、命令の XIP 実行は、NOR フラッシュメモリから実行されうる。例示すると、NOR フラッシュメモリは、プロセッサのような (processor-like) メモリインターフェースを提供することおよび NOR フラッシュメモリに記憶された個別ワードをアドレス指定することによって、XIP 実行をサポートしうる。例えば、図 4 を参照すると、SDRAM 402 のバンク 2 は、無効にされることができ、サブシステム 1 の読み取り専用データの第 2 のコピー 420 は、更新されたメモリマッピング 440 に従って、LPM 中にアクセスされることができる。

【0062】

[0068] LPM 中に、方法 600 は、614において、LPM 条件が満たされ続けるかどうかを決定することを含む。LPM 条件が満たされている場合、方法 600 は、612 に戻り、電子デバイスは、LPM で動作し続ける。LPM 条件がもはや満たされていない（例えば、バッテリ寿命が 10 % より大きいまたはユーザが LPM を抜け出すように要求した）場合、方法 600 は、616において、揮発性メモリデバイスの一部分を有効にすること、および、618において、不揮発性メモリデバイスから揮発性メモリデバイスに読み取り専用データをコピーすることを含む。例えば、図 4において、SDRAM 402 のバンク 2 は、有効にされることができ、サブシステム 1 の読み取り専用データは、SDRAM 402 にコピーされることができる。

【0063】

[0069] 方法 600 は、620において、割り込みを有効にすること、スレッドスケジューリングを再開すること、および / またはシングルスレッドからマルチスレッドモードへ切り替えることをオプションとして含みうる。方法 600 は、622において、不揮発性メモリデバイスから揮発性メモリデバイスに読み取り専用データのメモリマッピングを更新することをさらに含む。例えば、図 4において、サブシステム 1 の読み取り専用データのメモリマッピングは、 $0 \times BBBB$ から、もとの 0×4000 に更新されうる。

【0064】

[0070] したがって、図 6 の方法 600 は、低電力状態の間に、揮発性メモリからの代わりに、不揮発性メモリから読み取り専用データにアクセスすることによって、電力消費を低減させるために使用されうる。読み取り専用データを記憶した揮発性メモリの少なくとも一部は、無効にされることができ、それによって、揮発性メモリの一部分に対する、電力を消費するセルフリフレッシュ動作を回避する。

【0065】

[0071] 図 1 - 図 3 および図 5 は、スリープモード技法を説明し、図 4 および図 6 は、通常モード技法を説明しているが、この構成は、説明を簡単にすることを目的としているにすぎないことに留意されたい。本開示によると、電子デバイス（例えば、モバイル電話）は、説明された技法のいずれかまたは両方のすべてまたは一部分をインプリメントしうる。例えば、図 7 を参照すると、両方の技法をインプリメントするように動作可能なコンポーネントを含む電子デバイス 700 のプロック図が示される。特定の実施形態では、電子デバイス 700、またはそのコンポーネントは、モバイル電話、セットトップボックス、

10

20

30

40

50

ミュージックプレーヤ、ビデオプレーヤ、エンタテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、携帯情報端末（PDA）、固定位置データユニット、コンピューティングデバイス、またはこれらの任意の組み合わせにおいて含まれうる。

【0066】

[0072]電子デバイス700は、（複数を含む）揮発性メモリデバイスと、（複数を含む）不揮発性メモリデバイスとに結合されたプロセッサ710を含む。例えば、（複数を含む）揮発性メモリデバイスは、マルチメディアDDR762（例えば、図1-図2の第1の揮発性メモリデバイス104、図3のRAM310、および／または図4のSDRAM402）およびモデムDDR764（例えば、図1の第2の揮発性メモリデバイス112、図3のRAM310、および／または図4のSDRAM402）を含みうる。
 （複数を含む）不揮発性メモリデバイスは、NORフラッシュメモリ766（例えば、図102の不揮発性メモリデバイス108、図3のディスク320、および／または図4のNORフラッシュメモリ404）を含みうる。示されるように、マルチメディアDDR762は、読み取り専用データの第1のコピー782を含むことができ、NORフラッシュメモリ766は、読み取り専用データの第2のコピー786を含むことができる。NORフラッシュメモリ766はまた、マルチメディアDDR762および／またはモデムDDR764からのデータ転送のために予約された部分784を含みうる。2つの揮発性メモリデバイスおよび1つの不揮発性メモリデバイスが図7に示されているが、異なる数の（複数を含む）揮発性および／または不揮発性メモリデバイスを有する他の構成もまた使用されうることに留意されたい。

10

20

【0067】

[0073]プロセッサ710は、電力制御モジュール792およびメモリマッピング796（例えば、図3のメモリマッピング330および／または図4のメモリマッピング440）を含みうる。特定の実施形態では、プロセッサ710は、データ転送モジュール794（例えば、プロセッサ支援型のデータ転送を実行するように構成された図2のデータ転送モジュール206）を含むまたはインプリメントしうる。代替として、またはこれに加えて、示されるように、データ転送モジュール770（例えば、プロセッサ独立のデータ転送を実行するように構成された図1のデータ転送モジュール106）は、マルチメディアDDR762、モデムDDR764、および／またはNORフラッシュメモリ766に結合されうる。

30

【0068】

[0074]動作中、電子デバイス700は、図5-図6の方法のような、ここに説明された様々な機能および方法を実行しうる。特定の実施形態では、このような機能は、ハードウェアを使用してインプリメントされうる。代替として、またはこれに加えて、このような機能は、有形の非一時的な媒体（例えば、マルチメディアDDR762、モデムDDR764、および／またはNORフラッシュメモリ766）に記憶されかつプロセッサ710によって実行可能である命令を使用してインプリメントされうる。例えば、このような機能は、モデムDDR764に記憶されているように図7に例示される、命令799を使用してインプリメントされうる。

【0069】

40

[0075]例えば、電力制御モジュール792は、電子デバイス700においてスリープモードへの遷移を開始しうる。スリープモードを開始することに応答して、データ転送モジュール770またはデータ転送モジュール794は、マルチメディアDDR762から、NORフラッシュメモリ766の予約された部分784にデータをコピーしうる。モデムDDR764におけるデータ（例えば、「クリティカル」データ）は、コピーされないことがありうる。電力制御モジュール792は、マルチメディアDDR762を無効にしうるとともに、モデムDDR764を有効のままにしておく（leaving the modem D DR 764 enabled）。次いで、電力制御モジュール792は、スリープモード外への遷移を開始しうる。データは、NORフラッシュメモリ766の予約された部分784からマルチメディアDDR762にコピーされうる。データは、メモリマッピング796が有効

50

なままであるように、アドレスによる順序でNORフラッシュメモリ766およびNORフラッシュメモリ766からコピーされうる。

【0070】

[0076]別の例として、電力制御モジュール792は、LPM条件を検出しうる。これに応答して、メモリマッピング796は、LPM中の特定の読み取り専用データに関するアクセス要求が、マルチメディアDDR762に記憶された第1のコピー782への代わりに、NORフラッシュメモリ766に記憶された第2のコピー786へ向けられるよう、更新されうる。マルチメディアDDR762は、LPM中に無効にされうる。電力制御モジュール792が、LPM条件がもはや満たされていないことを検出した場合、読み取り専用データは、マルチメディアDDR762にコピーされることができ、メモリマッピング796は、更新されることができる。10

【0071】

[0077]図7は、プロセッサ710とディスプレイ728とに結合されたディスプレイコントローラ726を含む。符号器／復号器(CODEC)734は、プロセッサ710に結合されうる。1つまたは複数のスピーカ736およびマイクロフォン738は、CODEC734に結合されうる。図7はまた、無線コントローラ740が、(例えば、無線周波数(RF)インターフェースを介して)アンテナ742とプロセッサ710とに結合されうることを示す。

【0072】

[0078]特定の実施形態では、プロセッサ710、ディスプレイコントローラ726、マルチメディアDDR762、モデムDDR764、NORフラッシュメモリ766、CODEC734、および無線コントローラ740は、システムインパッケージまたはシステムオンチップデバイス722中に含まれる。特定の実施形態では、入力デバイス730および電源744は、システムオンチップデバイス722に結合される。さらに、特定の実施形態では、図7に例示されるように、ディスプレイ728、入力デバイス730、(複数を含む)スピーカ736、(複数を含む)マイクロフォン738、アンテナ742、および電源744は、システムオンチップのデバイス722の外部にある。しかしながら、ディスプレイ728、入力デバイス730、スピーカ736、マイクロフォン738、アンテナ742、および電源744の各々は、インターフェースまたはコントローラのような、システムオンチップのデバイス722のコンポーネントに結合されうる。2030

【0073】

[0079]説明された実施形態とともに、装置が、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイス、第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイス、およびプロセッサを含みうる。プロセッサは、動作モードからスリープモードへの遷移を開始し、スリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にするように構成されうる。この装置はまた、開始することに応答して、およびスリープモード中に揮発性メモリデバイスを無効にする前に、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスにデータをコピーするための手段を含みうる。例えば、コピーするための手段は、図1のデータ転送モジュール106、図2のデータ転送モジュール206、図7のデータ転送モジュール770、図7のデータ転送モジュール794、データをコピーするように構成された1つまたは複数の他のデバイスまたはモジュール、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。40

【0074】

[0080]別の装置が、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含みうる。この装置は、LPM条件が満たされていることに応答して、揮発性メモリデバイスから不揮発性メモリデバイスに読み取り専用データのメモリマッピングを更新するための手段を含みうる。例えば、更新するための手段は、図1-図2のプロセッサ102、図7のプロセッサ710、メモリマッピングを更新するように構成された1つまたは複数の他のデバイスまたはモジュール(例えば、メモリコントローラ、メモリ管理ユニット(MMU)など)、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。50

【 0 0 7 5 】

[0081]この装置は、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスの一部分を無効にするための手段をさらに含みうる。例えば、無効にするための手段は、図7の電力制御モジュール792、揮発性メモリデバイスの一部分を無効にするように構成された1つまたは複数の他のデバイスまたはモジュール、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。

【 0 0 7 6 】

[0082]この装置は、揮発性メモリデバイスへの代わりに、不揮発性メモリデバイスへ読み取り専用データに関するアクセス要求を向けるための手段を含みうる。例えば、この向けるための手段は、図1 - 図2のプロセッサ102、図7のプロセッサ710、メモリアクセスを向けるように構成された1つまたは複数の他のデバイスまたはモジュール（例えば、メモリコントローラ、MMUなど）、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。10

【 0 0 7 7 】

[0083]この装置はまた、LPM条件が満たされていることを決定するための手段を含みうる。例えば、決定するための手段は、図7の電力制御モジュール792、LPM条件が満たされているかどうかを決定するように構成された1つまたは複数の他のデバイスまたはモジュール、またはこれらの任意の組み合わせを含みうる。

【 0 0 7 8 】

[0084]当業者であれば、ここに開示された実施形態に関連して説明された様々な例示的な論理ブロック、構成、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、プロセッサによって実行されるコンピュータソフトウェア、または両方の組み合わせとしてインプリメントされうることをさらに理解するであろう。様々な例示的なコンポーネント、ブロック、構成、モジュール、回路、およびステップは、一般にそれらの機能の観点から上記に説明された。このような機能が、ハードウェアとしてインプリメントされるか、またはプロセッサ実行可能命令としてインプリメントされるかは、特定のアプリケーションおよびシステム全体に課せられる設計制約に依存する。当業者は、説明された機能を特定のアプリケーションごとに様々な方法でインプリメントしうるが、このようなインプリメンテーションの決定は、本開示の範囲からの逸脱を生じるものと解釈されるべきではない。20

【 0 0 7 9 】

[0085]ここに開示された実施形態に関連して説明された方法またはアルゴリズムのステップは、直接ハードウェアにおいて、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールにおいて、またはこれら2つの組み合わせにおいて、具現化されうる。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ(ROM)、プログラマブル読み取り専用メモリ(PROM)、消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ(E PROM(登録商標))、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、コンパクトディスク読み取り専用メモリ(CD-ROM)、または当該技術分野において周知であるその他任意の形態の非一時的な(non-transient)記憶媒体内に存在しうる。例示的な記憶媒体は、プロセッサがこの記憶媒体から情報を読み取り、また、この記憶媒体に情報を書き込むことができるよう、プロセッサに結合される。代替として、記憶媒体は、プロセッサと一体化されうる。プロセッサおよび記憶媒体は、特定用途向け集積回路(ASSIC)内に存在しうる。ASICは、コンピュティングデバイスまたはユーザ端末内に存在しうる。代替として、プロセッサおよび記憶媒体は、コンピュティングデバイスまたはユーザ端末内に個別コンポーネントとして存在しうる。40

【 0 0 8 0 】

[0086]開示された実施形態の以上の説明は、開示された実施形態を製造または使用することを当業者に可能にするように提供される。これらの実施形態への様々な修正は、当業者にとって容易に明らかとなり、ここで定義された原理は、本開示の範囲から逸脱することなく他の実施形態に適用されうる。したがって、本開示は、ここに示された実施形態に50

限定されるようには意図されず、以下の特許請求の範囲によって定義される原理および新規な特徴と一致する、可能な最も広い範囲を与えられることとなる。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[C 1] 電子デバイスにおいて動作モードからスリープモードへの遷移を開始することと、ここにおいて、前記電子デバイスは、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、前記第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを備える、

前記開始することに応答して、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスにデータをコピーすることと、

前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、
を備える方法。 10

[C 2] 前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスにコピーされる前記データは、データイメージを備える、C 1に記載の方法。

[C 3] 前記データは、前記揮発性メモリデバイスからのデータ転送のために予約された前記不揮発性メモリデバイスの一部分にコピーされる、C 1に記載の方法。

[C 4] 前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にすることは、前記揮発性メモリデバイスの前記一部分への電力をオフにすることを備える、C 1に記載の方法。

[C 5] 前記揮発性メモリデバイスは、ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)を備える、C 1に記載の方法。 20

[C 6] 前記揮発性メモリデバイスを無効にすることは、前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスのリフレッシュを無効にすることを備える、C 5に記載の方法。

[C 7] 前記DRAMは、2倍データレート(DDR)シンクロナスDRAM(SDRAM)を備える、C 5に記載の方法。

[C 8] 前記不揮発性メモリデバイスは、NORフラッシュメモリ、NANDフラッシュメモリ、埋め込み型マルチメディアカード(eMMC)、またはこれらの任意の組み合わせを備える、C 5に記載の方法。

[C 9] 前記スリープモードから前記動作モードへの遷移に応答して、

前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を有効にすることと、

前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記データをコピーすることと、
をさらに備える、C 1に記載の方法。 30

[C 10] 前記不揮発性メモリデバイスに前記データをコピーする前の前記データに関連付けられるメモリマッピングは、前記データが前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスにコピーされた後も有効のままである、C 9に記載の方法。

[C 11] 前記揮発性メモリデバイスの特定の位置からコピーされたデータ要素は、前記揮発性メモリデバイスを有効にした後に、前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスの前記特定の位置にコピーされる、C 9に記載の方法。

[C 12] 前記電子デバイスは、モバイル電話を備え、前記揮発性メモリデバイスは、マルチメディアデータに関連付けられ、前記モバイル電話は、モデムデータに関連付けられる第2の揮発性メモリデバイスを備え、前記第2の揮発性メモリデバイスは、前記スリープモード中に有効にされたままである、C 9に記載の方法。 40

[C 13] 第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、

前記第1のサイズ以上の第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスと、
動作モードからスリープモードへの遷移を開始し、前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にするように構成されたプロセッサと、

前記開始することに応答して、および前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスを前記無効にする前に、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスにデータをコピーするように構成されたデータ転送モジュールと、
を備える装置。

[C 14] 前記データ転送モジュールは、前記揮発性メモリデバイスと前記不揮発性メ
50

モリデバイスと結合され、かつ前記プロセッサに前記データを送ることなく、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記データをコピーし、前記プロセッサに前記データを送ることなく、前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記データをコピーするように構成されたハードウェアを備える、C 13に記載の装置。

[C 15] 前記データ転送モジュールは、前記プロセッサに一体化されるか、前記プロセッサによって実行可能であるか、またはこれらの任意の組み合わせである、C 13に記載の装置。

[C 16] 前記データ転送モジュールは、前記プロセッサを介して前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記データをコピーし、前記プロセッサを介して前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記データをコピーするように構成される、C 15に記載の装置。

[C 17] 命令を備えたコンピュータ可読記憶デバイスであって、前記命令は、プロセッサによって実行されるとき、前記プロセッサに、

電子デバイスにおいて動作モードからスリープモードへの遷移を開始することと、ここにおいて、前記電子デバイスは、第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、前記第1のサイズ以上である第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスとを備える、

前記開始することに応答して、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスにデータをコピーさせることと、

前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、
を行なわせる、コンピュータ可読記憶デバイス。

[C 18] 第1のサイズを有する揮発性メモリデバイスと、
第2のサイズを有する不揮発性メモリデバイスと、

動作モードからスリープモードへの遷移を開始し、前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、

前記開始することに応答して、および前記スリープモード中に前記揮発性メモリデバイスを前記無効にする前に、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスにデータをコピーするための手段と、

を備える装置。

[C 19] 電子デバイスにおいて低パフォーマンスマード(LPM)条件が満たされていることを決定することと、ここにおいて、前記電子デバイスは、読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、前記読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む、

前記LPM条件が満たされていることに応答して、

前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データのメモリマッピングを更新することと、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすることと、

前記揮発性メモリデバイスへの代わりに、前記不揮発性メモリデバイスへ前記読み取り専用データに関するアクセス要求を向けることと、

を備える方法。

[C 20] 前記LPM条件が満たされていることを決定することは、前記電子デバイスのバッテリの残りのバッテリ寿命がしきい値未満であることを決定することを備える、C 19に記載の方法。

[C 21] 前記LPM条件が満たされていることを決定することは、前記LPMへの遷移を要求する入力を受信することを備える、C 19に記載の方法。

[C 22] 前記読み取り専用データの前記第1のコピーは、前記揮発性メモリデバイスの第1の物理アドレスにおいて記憶され、前記読み取り専用データの前記第2のコピーは、前記不揮発性メモリデバイスの第2の物理アドレスにおいて記憶され、

前記LPM中に前記第2の物理アドレスを使用して前記読み取り専用データにアクセス

10

20

30

40

50

することをさらに備える、

C 19に記載の方法。

[C 23] 前記LPM条件がもはや満たされていないという決定に応答して、

前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を有効にすることと、

前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データの前記メモリマッピングを更新することと、

をさらに備える、C 19に記載の方法。

[C 24] 前記メモリマッピングを更新する前に、前記不揮発性メモリデバイスから前記揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データをコピーすることをさらに備える、C 23に記載の方法。

10

[C 25] 前記不揮発性メモリデバイスは、直接実行(XIP)動作をサポートするNORフラッシュメモリを備え、

前記LPM中に、前記NORフラッシュメモリから前記読み取り専用データの1つまたは複数の命令を実行することをさらに備える、C 19に記載の方法。

[C 26] 前記メモリマッピングを更新する前に、割り込みを無効にすることと、前記メモリマッピングを更新した後に、割り込みを有効にすることをさらに備える、C 19に記載の方法。

[C 27] 前記メモリマッピングを更新する前に、前記電子デバイスのプロセッサにおいてスレッドスケジューリングを中断することと、前記メモリマッピングを更新した後に、前記スレッドスケジューリングを再開することをさらに備える、C 19に記載の方法

20

[C 28] 前記メモリマッピングを更新する前に、前記電子デバイスのプロセッサにおいてマルチスレッドモードからシングルスレッドモードへ切り替えることと、前記メモリマッピングを更新した後に、前記シングルスレッドモードから前記マルチスレッドモードへ切り替えることをさらに備える、C 19に記載の方法。

[C 29] 前記メモリマッピングを更新する前に、前記電子デバイスのプロセッサにおいて変換索引バッファ(TLB)の1つまたは複数のエントリを無効化することをさらに備える、C 19に記載の方法。

[C 30] 前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にすることは、前記LPM中に前記一部分のリフレッシュを無効にすることを備える、C 19に記載の方法。

30

[C 31] 前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの前記一部分を無効にすることは、前記LPM中に前記一部分をオフにすることを備える、C 19に記載の方法。

[C 32] 読み取り専用データの第1のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、

前記読み取り専用データの第2のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスと、

低パフォーマンスマード(LPM)において、

前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データのメモリマッピングを更新し、

前記読み取り専用データの前記第1のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にし、

前記揮発性メモリデバイスへの代わりに、前記不揮発性メモリデバイスへ前記読み取り専用データに関するアクセス要求を向ける、

ように構成されたプロセッサと、

を備える装置。

[C 33] 前記プロセッサは、LPM条件が満たされているかどうかを決定するようさら構成される、C 32に記載の装置。

40

[C 34] 前記揮発性メモリデバイスは、第2の読み取り専用データのコピーをさらに記憶し、前記第2の読み取り専用データは、前記LPM中に前記揮発性メモリデバイスにおいてアクセスされる、C 32に記載の装置。

50

[C 3 5] 前記揮発性メモリデバイスは、読み書きデータのコピーをさらに記憶し、前記読み書きデータは、前記 L P M 中に前記揮発性メモリデバイスにおいてアクセスされる、C 3 2 に記載の装置。

[C 3 6] 前記読み取り専用データおよび前記読み書きデータは、電子デバイスの特定のサブシステムに関連付けられ、前記読み取り専用データおよび前記読み書きデータは、前記サブシステムに対応するイメージを生成するリンクによって別々にグループ化される、C 3 5 に記載の装置。

[C 3 7] 命令を備えたコンピュータ可読記憶デバイスであって、前記命令は、プロセッサによって実行されるとき、前記プロセッサに、

読み取り専用データの第 1 のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、前記読み取り専用データの第 2 のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスとを含む電子デバイスにおいて、低パフォーマンスマード (L P M) 条件が満たされていることに応答して、

前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データのメモリマッピングを更新すること、

前記読み取り専用データの前記第 1 のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にすること、

前記揮発性メモリデバイスへの代わりに、前記不揮発性メモリデバイスへ前記読み取り専用データに関するアクセス要求を向けること、

を行なわせる、コンピュータ可読記憶デバイス。

[C 3 8] 前記プロセッサによって実行されるとき、前記プロセッサに、前記 L P M 条件が満たされていることを決定することを行わせる命令をさらに備える、C 3 7 に記載のコンピュータ可読記憶デバイス。

[C 3 9] 読み取り専用データの第 1 のコピーを記憶する揮発性メモリデバイスと、前記読み取り専用データの第 2 のコピーを記憶する不揮発性メモリデバイスと、

低パフォーマンスマード (L P M) 条件が満たされていることに応答して、前記揮発性メモリデバイスから前記不揮発性メモリデバイスに前記読み取り専用データのメモリマッピングを更新するための手段と、

前記読み取り専用データの前記第 1 のコピーを記憶する前記揮発性メモリデバイスの一部分を無効にするための手段と、

前記揮発性メモリデバイスへの代わりに、前記不揮発性メモリデバイスへ前記読み取り専用データに関するアクセス要求を向けるための手段と、

を備える装置。

[C 4 0] 前記 L P M 条件が満たされていることを決定するための手段をさらに備える、C 3 9 に記載の装置。

10

20

30

【 四 1 】

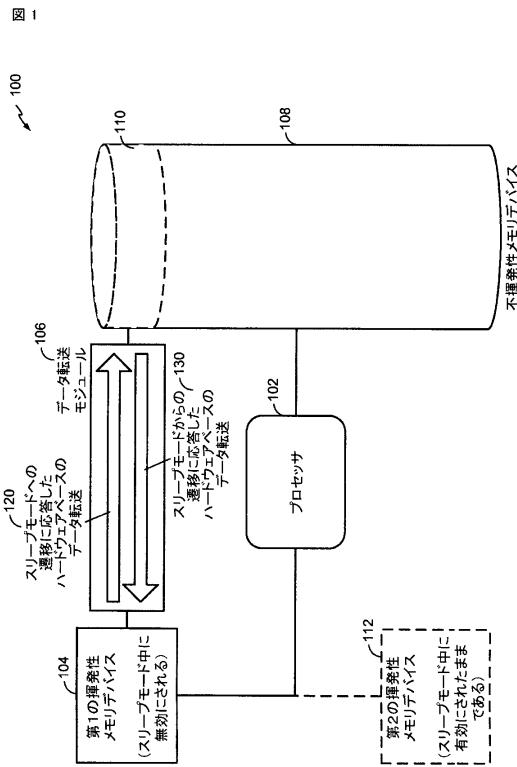
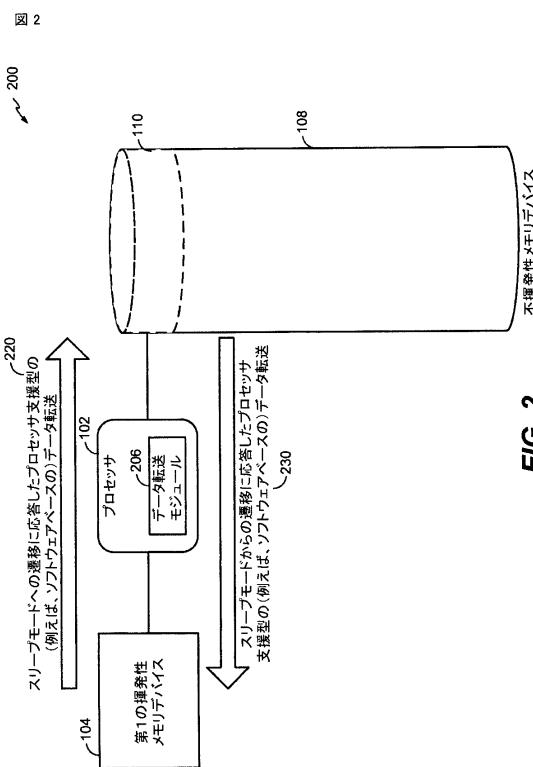


FIG. 1

【 図 2 】



EIG

【 义 3 】

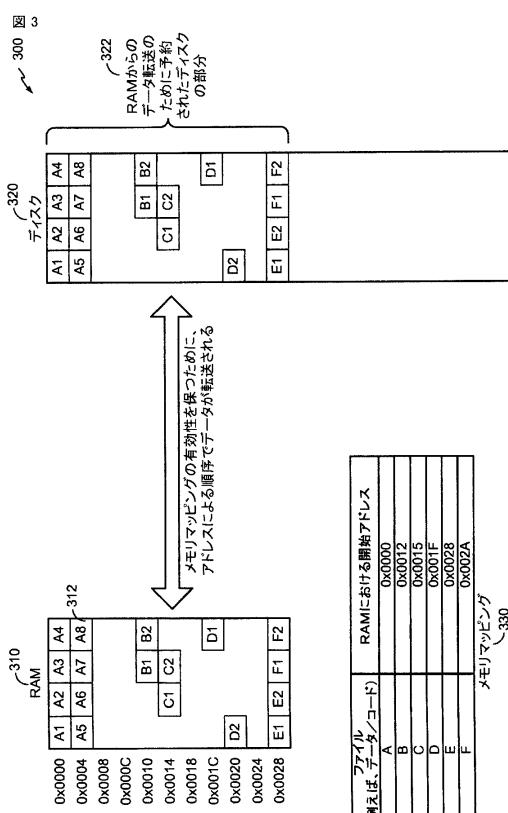
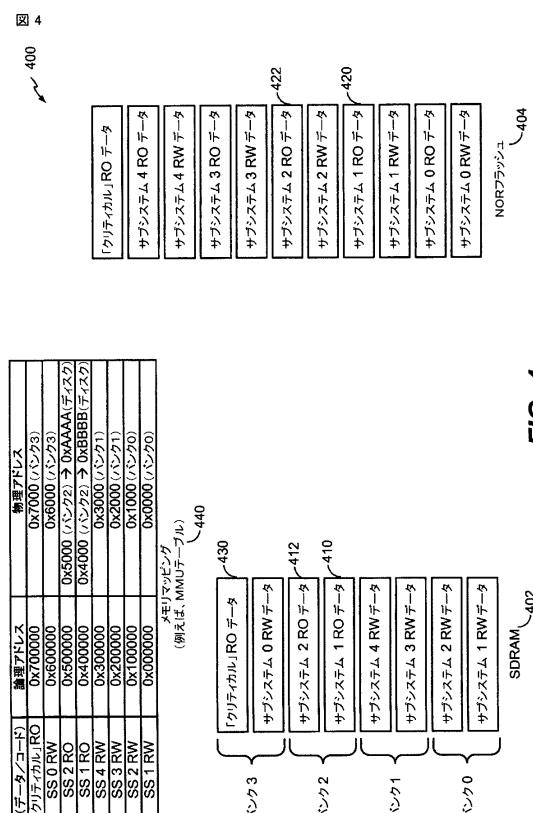


FIG. 3

【 四 4 】



10

【図5】

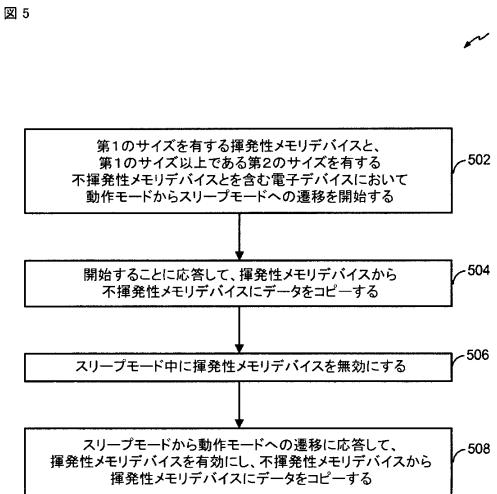


FIG. 5

【図6】

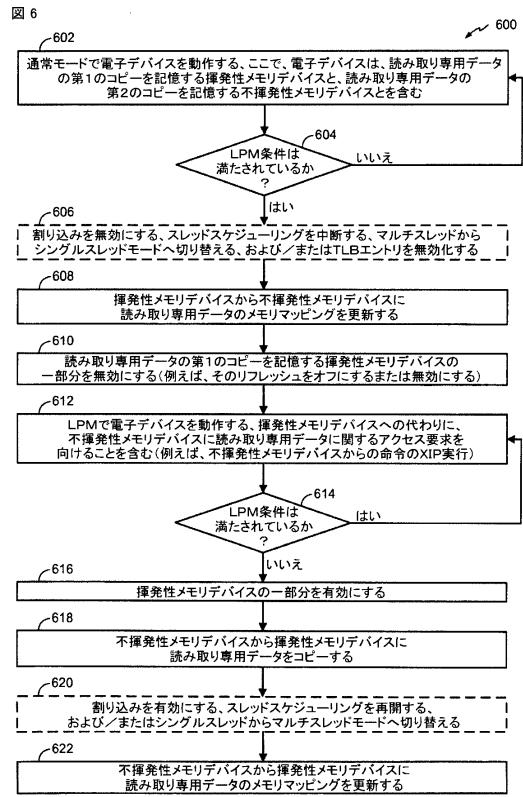


FIG. 6

【図7】

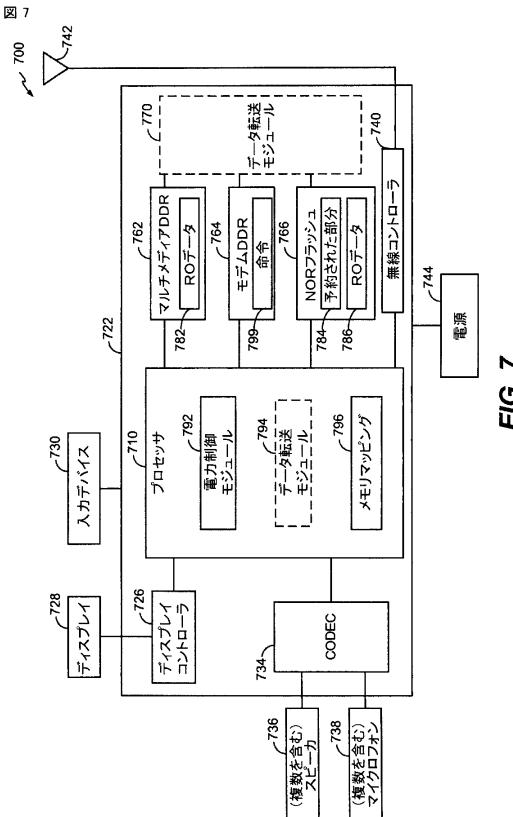


FIG. 7

フロントページの続き

(72)発明者 タハ、アリ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775

(72)発明者 ガンディー、ビブル

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775

(72)発明者 ジッディ、パーニ・バブ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775

審査官 三橋 竜太郎

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0284475(US, A1)

特開2010-124243(JP, A)

特開2002-170383(JP, A)

特開2011-170730(JP, A)

特開2002-333933(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 1/26 - 1/32

12/00 - 12/06

13/16 - 13/18

H04M 1/00

1/24 - 1/82

99/00