

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2017-527889
(P2017-527889A)

(43) 公表日 平成29年9月21日 (2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)	
G 0 6 F 1/20 (2006.01)	G O 6 F	1/20	D	5 B O 1 1	
G 0 6 F 1/32 (2006.01)	G O 6 F	1/32	A		
G 0 6 F 1/28 (2006.01)	G O 6 F	1/28	Z		

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-503108 (P2017-503108)	(71) 出願人	507364838 クアルコム、インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア 921 21 サン ディエゴ モアハウス ドラ イブ 5775
(86) (22) 出願日	平成27年7月22日 (2015.7.22)		
(85) 翻訳文提出日	平成29年1月19日 (2017.1.19)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/041629		
(87) 国際公開番号	W02016/018699	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開日	平成28年2月4日 (2016.2.4)	(74) 代理人	100163522 弁理士 黒田 晋平
(31) 優先権主張番号	14/446,258	(72) 発明者	ラジャット・ミッタル アメリカ合衆国・カリフォルニア・921 21・サン・ディエゴ・モアハウス・ドラ イヴ・5775
(32) 優先日	平成26年7月29日 (2014.7.29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 統合熱電冷却を用いるシステムオンチップのリーク電力を低減させるためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためのシステム、方法、およびコンピュータプログラムが開示される。そのような一方法は、システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視するステップを含む。熱電冷却器の各々は、SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのセクションに専用である。熱電冷却器は、複数のチップセクションと複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように複数の温度差に基づいて制御される。

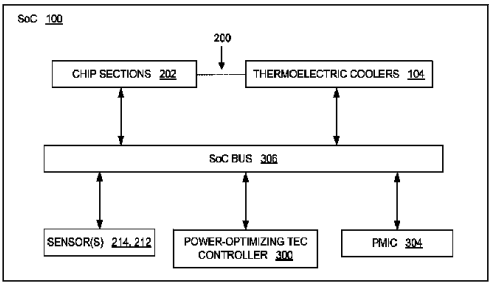


FIG. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるための方法であって、

システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視するステップであって、前記熱電冷却器の各々が、前記SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのチップセクションに専用である、ステップと、

前記複数のチップセクションと前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の温度差に基づいて前記複数の熱電冷却器を制御するステップと

を含む、方法。

10

【請求項 2】

前記温度差を監視する前記ステップは、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を超えた場合、前記対応する熱電冷却器をオンにするステップをさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するステップをさらに含む、請求項3に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するステップをさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 6】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を用意する、請求項1に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを用意する、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためのシステムであって、

システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視するための手段であって、前記熱電冷却器の各々が、前記SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのチップセクションに専用である、手段と、

前記複数のチップセクションと前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の温度差に基づいて前記複数の熱電冷却器を制御するための手段と

を用意する、システム。

40

【請求項 11】

前記温度差を監視するための前記手段は、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するための手段を用意する、請求項

50

10に記載のシステム。

【請求項12】

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を超えた場合に前記対応する熱電冷却器をオンにするための手段をさらに備える、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するための手段をさらに備える、請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するための手段をさらに備える、請求項11に記載のシステム。

【請求項15】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項14に記載のシステム。

【請求項16】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を含む、請求項10に記載のシステム。

【請求項17】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項10に記載のシステム。

【請求項18】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを含む、請求項17に記載のシステム。

【請求項19】

コンピュータ可読記録媒体において具現され、システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためにプロセッサによって実行されるコンピュータプログラムであって、論理手段を含み、前記論理手段は、

システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視することであって、前記熱電冷却器の各々が、前記SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのチップセクションに専用である、監視することと、

前記複数のチップセクションと前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の温度差に基づいて前記複数の熱電冷却器を制御することと

を行うように構成される、コンピュータプログラム。

【請求項20】

前記温度差を監視するように構成される前記論理手段は、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するように構成される論理手段を含む、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項21】

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を超えた場合、前記対応する熱電冷却器をオンにするように構成される論理手段をさらに含む、請求項20に記載のコンピュータプログラム。

【請求項22】

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項21に記載のコンピュータプログラム。

10

20

30

40

50

【請求項 23】

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項20に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 24】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項23に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 25】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を用意する、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

10

【請求項 26】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 27】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを用意する、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 28】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためのシステムであって、
複数のチップセクションを用意するシステムオンチップ(SoC)であって、各チップセクションが、個別に制御される専用の熱電冷却器を有するシステムオンチップと、
論理手段を含む熱電冷却器コントローラであって、前記論理手段は、
前記SoC上の前記それぞれの熱電冷却器の各々にわたる温度差を監視し、
前記複数のチップセクションと前記SoC上の前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の温度差に基づいて前記複数の熱電冷却器を制御する

20

ように構成される、熱電冷却器コントローラと
を用意する、システム。

30

【請求項 29】

前記温度差を監視するように構成される前記論理手段は、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するように構成される論理手段を含む、請求項28に記載のシステム。

【請求項 30】

前記熱電冷却器コントローラは、

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を越えた場合、前記対応する熱電冷却器をオンにするように構成される論理手段をさらに含む、請求項29に記載のシステム。

【請求項 31】

前記熱電冷却器コントローラは、

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項30に記載のシステム。

40

【請求項 32】

前記熱電冷却器コントローラは、

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項29に記載の

50

システム。

【請求項 3 3】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項32に記載のシステム。

【請求項 3 4】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を備える、請求項28に記載のシステム。

【請求項 3 5】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項28に記載のシステム。

10

【請求項 3 6】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを備える、請求項35に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、統合熱電冷却を用いるシステムオンチップのリーク電力を低減させるためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

20

【0 0 0 2】

ポータブルコンピューティングデバイス(たとえば、セルラー電話、スマートフォン、タブレットコンピュータ、携帯情報端末(PDA)、およびポータブルゲームコンソール)は、ますます高度になる一連の機能およびサービスを実現し続けており、それによって、ユーザは、情報、リソース、および通信を前例のない程度に利用できるようになっている。これらのサービスの向上に伴い、このようなデバイスはより高機能になるとともに、より複雑になっている。ポータブルコンピューティングデバイスには現在、一般に、システムオンチップ(SoC)および/または単一の基板上に埋め込まれた複数のマイクロプロセッサコア(たとえば、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)など)が含まれ、これによって、ユーザは複雑でかなり電力を消費するソフトウェアアプリケーションを実行することができる。しかし、性能および機能の要件が増大しているため、バッテリー寿命および電力消費量の管理に関して設計および動作面の顕著な問題が生じている。

30

【0 0 0 3】

より高い性能および機能が要求されているため、チップ製造業者は、より小さいシリコンプロセス技術ノード(たとえば、より小さい寸法、トランジスタゲート長など)にスケールアップしている。しかし、より小さいシリコン技術ノードにスケールアップすると、総電力消費量に対するリークの影響が強まるという問題がある。プロセス技術がスケールダウンし続けている(20nmに近づき超えつつある)ため、リーク電力は引き続き顕著な問題である。たとえば、より小さいゲート長および寸法に起因してトランジスタのリークが増大している。さらに、トランジスタの密度が高くなっているため、電力密度が高くなり、したがって、動作温度が上昇している。チップセットリーク電力は、温度に対して指数関数的に増減する。この複合作用およびプロセス技術のさらなるスケールアップに起因して、当技術分野では、SoCにおけるリーク電力を低減させるための改良されたシステムおよび方法が必要である。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためのシステム、方法、およびコンピュータプログラムが開示される。一実施形態は、SoCのリーク電力を低減させるための方法である。そのような一方法は、システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱

50

電冷却器にわたる複数の温度差を監視するステップを含む。熱電冷却器の各々は、SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのセクションに専用である。熱電冷却器は、複数のチップセクションと複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように複数の温度差に基づいて制御される。

【0005】

別の実施形態は、SoCのリーク電力を低減させるためのシステムである。1つのそのようなシステムは、SoCと熱電冷却器コントローラとを備える。SoCは、複数のチップセクションを備える。各チップセクションは、個別に制御される専用熱電冷却器を有する。熱電冷却器コントローラは、SoC上のそれぞれの熱電冷却器の各々にわたる温度差を監視し、複数のチップセクションとSoC上の複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように複数の温度差に基づいて複数の熱電冷却器を制御するように構成される論理を含む。

10

【0006】

さらに別の実施形態は、コンピュータ可読媒体において具体化され、システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためにプロセッサによって実行されるコンピュータプログラムを含む。コンピュータプログラムは、システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視するように構成される論理を含む。熱電冷却器の各々は、SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのセクションに専用である。さらなる論理が、複数のチップセクションと複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように複数の温度差に基づいて複数の熱電冷却器を制御するように構成される。

20

【0007】

図の中では、別段に示されない限り、種々の図全体を通して、同様の参照番号は同様の部分を指す。"102A"または"102B"などの文字指定を伴う参照番号について、文字指定は、同じ図に存在する2つの同様の部分または要素を区別する場合がある。参照番号がすべての図において同じ参照番号を有するすべての部分を含むことを意図するとき、参照番号に対する文字指定は省略される場合がある。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1a】 SoCの全電力消費量を最小限に抑えるように熱電冷却を最適化するための専用熱電冷却器のアレイを備えるシステムオンチップ(SoC)の実施形態の概略図である。

30

【図1b】 対応する専用熱電冷却器の下方に配置された複数のチップセクションを示す図1aのSoCの概略図である。

【図2】 例示的なチップセクションおよび専用熱電冷却器を示す図1aおよび図1bにおけるSoCの断面図である。

【図3】 図1におけるSoCの一実施形態を示すブロック図である。

【図4】 SoCの全電力消費量を最小限に抑えるように熱電冷却を最適化するための方法の実施形態を示すフローチャートである。

【図5】 熱電冷却器と対応するSoCチップセクションの複合電力消費量を最小限に抑えるための最適動作点を示す例示的な熱電冷却器に関する電力消費量曲線である。

40

【図6】 図3における電力最小化熱電冷却器コントローラによって実施されるアルゴリズムの実施形態を示すフローチャートである。

【図7】 図3における電力最小化熱電冷却器コントローラによって実施されるアルゴリズムの別の実施形態を示すフローチャートである。

【図8】 図1のシステムを備えるポータブルコンピュータデバイスの一実施形態のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書では、「例示的な」という言葉が、「例、事例、または例示として役立つ」とことを意味するように使用される。「例示的」として本明細書において説明されるいずれの

50

態様も、必ずしも他の態様よりも好ましいか、または有利であると解釈されるとは限らない。

【0010】

本明細書では「アプリケーション」という用語は、オブジェクトコード、スクリプト、バイトコード、マークアップ言語ファイル、およびパッチのような実行可能コンテンツを有するファイルをも含んでもよい。さらに、本明細書で参照される「アプリケーション」は、開かれることが必要な場合があるドキュメント、またはアクセスされる必要がある他のデータファイルなどの、実際には実行可能ではないファイルを含む場合もある。

【0011】

「コンテンツ」という用語はまた、オブジェクトコード、スクリプト、バイトコード、マークアップ言語ファイル、およびパッチなどの、実行可能コンテンツを有するファイルを含む場合もある。さらに、本明細書において参照される「コンテンツ」は、開かれることが必要な場合があるドキュメント、またはアクセスされる必要がある他のデータファイルなどの、実際には実行可能ではないファイルを含む場合もある。

【0012】

「構成要素」、「データベース」、「モジュール」、「システム」などの用語は、本説明で使用されるとき、ハードウェア、ファームウェア、ハードウェアとソフトウェアの組合せ、ソフトウェア、または実行中のソフトウェアのいずれかであるコンピュータ関連エンティティを指すものとする。たとえば、構成要素は、限定はしないが、プロセッサ上で実行されているプロセス、プロセッサ、オブジェクト、実行可能ファイル、実行のスレッド、プログラム、および/またはコンピュータであってもよい。例として、コンピューティングデバイス上で実行されるアプリケーションとコンピューティングデバイスの両方が構成要素であってもよい。1つまたは複数の構成要素は、プロセスおよび/または実行のスレッド内に存在してもよく、構成要素は、1つのコンピュータ上に局在化され、および/または2つ以上のコンピュータ間で分散されてもよい。加えて、これらの構成要素は、様々なデータ構造が記憶された様々なコンピュータ可読媒体から実行されてもよい。構成要素は、たとえば1つまたは複数のデータパケット(たとえば、ローカルシステム、分散システム内の別の構成要素とやりとりし、および/または信号によってインターネットなどのネットワークを介して他のシステムとやりとりする、ある構成要素からのデータ)を有する信号に従って、ローカルプロセスおよび/またはリモートプロセスによって通信してもよい。

【0013】

この説明において、「通信デバイス」、「ワイヤレスデバイス」、「ワイヤレス電話」、「ワイヤレス通信デバイス」、および「ワイヤレスハンドセット」という用語は、互換的に使用される。第3世代("3G")ワイヤレス技術および第4世代("4G")が出現したことによって、利用可能な帯域幅が拡大されたので、より多様なワイヤレス能力を備えた、より持ち運びしやすいコンピューティングデバイスが可能になった。したがって、ポータブルコンピューティングデバイスは、セルラー電話、ページャ、PDA、スマートフォン、ナビゲーションデバイス、またはワイヤレス接続もしくはワイヤレスリンクを有するハンドヘルドコンピュータを含んでもよい。

【0014】

図1aおよび図1bは、リーク電力を低減させるためのシステムおよび方法の様々な実施形態を実現するためのシステムオンチップ(SoC)100の概略図である。SoC100は、各熱電冷却器104がSoC100上の対応するチップセクション202に関する専用熱電冷却デバイスとして動作するようにチップフロアプラン102上に配置された複数の熱電冷却器104を備える。熱電冷却器104およびチップセクション202の数、構成、配置などが、SoC100の特定のタイプ、特性、設計、フロアプラン、および/または目的に応じて異なってもよいことを了解されたい。図1aおよび図1bの実施形態は、SoC202上の15個の対応するチップセクション202a~202oに専用である15個の熱電冷却器104a~104oを示す。

【0015】

当技術分野において知られているように、チップセクション202は、チップブロックまたは知的財産(IP)ブロックと呼ばれる場合もあり、SoC100に関連する論理、セル、またはチップレイアウトの1つまたは複数のユニットを備えてもよい。一実施形態では、チップセクション202は、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、モバイルディスプレイプロセッサ、ビデオエンコーダ、または他の機能ブロックもしくはチップデバイスを備えてもよい。

【0016】

図2に示すように、各熱電冷却器104は、低温側接合部206と高温側接合部208とを備える。低温側接合部206は、熱電冷却器104によって冷却される対応するチップセクション202に隣接する。高温側接合部208は、たとえば冷却構成要素204に隣接する。冷却構成要素204は、たとえば、任意の冷却材料、溶液、または電子構成要素を備えてもよい。一実施形態では、冷却構成要素204は、ヒートシンクベースまたはSoCパッケージを備えてもよい。1つまたは複数のセンサ(たとえば、センサ212および214)が、低温側接合部206の温度(T_C)および高温側接合部208の温度(T_H)を監視するように組み込まれてもよい。チップセクション202は、SoC100が動作する間電力(P_{BLOCK})を消費するので、接点温度(T_H および T_C)は望ましくないレベルに達する場合があります。熱電冷却器104に電圧または電流を印加することによって熱電冷却が開始されることがある。この場合、冷却は、熱電冷却器104を動作させるための余分な電力(P_{TEC})を犠牲にして行われ、総電力消費量(P_{TOTAL})は P_{BLOCK} と P_{TEC} の和に等しい。

【0017】

当技術分野において知られているように、熱電冷却器104は、セラミック間で電気的には直列に、かつ熱的には並列に接続されたP型ダイとN型ダイ用の土台および電気的絶縁材として働く2つのセラミック基板を備えてもよい。セラミック基板は、内部電気的要素と、高温側接合部208と接触する場合があるヒートシンクおよび低温側接合部206と接触する物体との間の絶縁材として働く。たとえば、セラミックスに取り付けられた銅パッドなどの導電性材料は、熱電冷却器104の内側に電気的接続を維持してもよい。熱電冷却器104の構成要素についての上記の説明が例示のみを目的としたものであることを了解されたい。熱電冷却器104の構成、構成要素、材料などが必要に応じて修正されてもよい。

【0018】

図3は、個別にアドレス指定可能な専用熱電冷却器104の関連するアレイを有する複数のチップセクション202を備えるSoC100の実施形態を示す。SoC100は、チップセクション202、センサ212および214、熱電冷却器104、ならびに電力管理構成要素(たとえば、PMIC304)のうちの1つまたは複数とSoCバス306を介して電気的に結合されてもよい電力最適化熱電冷却器コントローラ300をさらに備える。コントローラ300は、熱電冷却器104の接点温度を個別に制御するように構成される。コントローラ300が、チップセクション202および熱電冷却器104の電力消費量を最適化するための様々なアルゴリズムを実行する場合があることを了解されたい。以下により詳細に説明するように、電力最適化アルゴリズムは、複数のチップセクション202および熱電冷却器104の全電力消費量を最小限に抑え、それによってバッテリー寿命を延ばすことを可能にするように構成されてもよい。たとえば、図2を参照するとわかるように、総電力消費量(P_{TOTAL})は、熱電冷却器104ごとに最小限に抑えられ、および/または複数の熱電冷却器104のそれぞれの総電力消費量(P_{TOTAL})を算出することによって総合的に最小限に抑えられてもよい。総電力消費量(P_{TOTAL})は、熱電冷却器を最適動作点で動作させることによって最小限に抑えられてもよい。

【0019】

図5は、ブロック202および熱電冷却器104の例示的な実施形態に関する電力消費量曲線を示すグラフ500である。線502は、熱電冷却器104の電力消費量(P_{TEC})を熱電冷却器104の電力消費量を低温側接合部の温度(T_j)と高温側接合部の温度(T_h)との間の温度差の関数として示す。曲線504は、チップセクション202またはIPブロックの電力消費量(P_{BLOCK})を接点温度差($T_j - T_h$)の関数として示す。曲線506は、複合電力消費量($P_{TOTAL} = P_{BLOCK} + P_{TEC}$)を示す。

10

20

30

40

50

【0020】

仮説的動作点508は、電力最小化ではなく、単に熱的管理ができるように設計された熱電冷却器104を制御するための従来の手法を示す。仮説的動作点508において、総電力消費量(P_{TOTAL})は、線510によって表される値 P_0 を有する。太矢印518によって示すように、コントローラ300は、熱電冷却を最適動作点514においてのみ実行可能にし、それによって総電力消費量が顕著に低減する。最適動作点514において、熱電冷却器104は、(線511によって表される)総電力消費量 P_1 を実現するように動作させられてもよく、この場合、 $P_1 < P_0$ である。図6および図7に示すアルゴリズムを参照して以下により詳細に説明するように、温度差($T_j - T_h$)が所定のしきい値(たとえば、線512によって示される温度差)を超えた場合、コントローラ300は、熱電冷却器104をオンにし、たとえば、入力電流を最適動作点514に駆動してもよい。最適動作点514は、コントローラ300によって算出されてもよい。他の実施形態では、最適動作点514は、たとえば、チップセクション202および/または熱電冷却器104の特性に基づいて所定の温度差(たとえば、線516)によって定義されてもよい。

【0021】

図4は、SoC100上の複数のチップセクション202および専用熱電冷却器104の複合電力消費量を最小限に抑えるための方法400を示す。ブロック402において、個別にアドレス指定可能な複数の熱電冷却器104がSoC100上に設けられる。各熱電冷却器104は、チップセクション202に専用であり、図1a、図1b、および図2に示すように配置されてもよい。ブロック402において、コントローラ300は、それぞれの熱電冷却器104にわたる温度差($T_j - T_h$)を監視してもよい。接合温度は、1つまたは複数のセンサ(たとえば、センサ212および214)によって判定され、コントローラ300に与えられるかまたはコントローラ300によって読み取られてもよい。コントローラ300は、監視される温度差に基づいて、チップセクション202と専用熱電冷却器104の複合電力消費量の和が最小限に抑えられるように熱電冷却器104を制御してもよい。コントローラ300は、単一の熱電冷却器104、熱電冷却器104のグループ、またはSoC100上のすべての熱電冷却器104について、個別に複合電力消費量(P_{TOTAL})を最小限に抑えてもよい。

【0022】

図6は、コントローラ300によって実施される電力最適化アルゴリズム600の一実施形態を示す。アルゴリズム600は、SoC100上の熱電冷却器104の各々について所定の間隔または算出された間隔で周期的に実行されてもよい。プロセスは、ブロック602において例示的な熱電冷却器(TEC_i)について開始し、この場合、 $i=1 \sim N$ であり、 N は、SoC100上の熱電冷却器104の数である。アルゴリズム600が各 TEC_i について並行して実行されてもよく、または実質的に並行して実行されてもよく、またはその他の方法によって実行されてもよいことを了解されたい。ブロック604において、コントローラ300は、第1の熱電冷却器104(TEC_i)について接合温度 T_j および T_h を読み取る。判定ブロック606において、コントローラ300は、温度差($T_j - T_h$)が臨界動作点を超えているかどうかを判定する。臨界動作点は、リーク電力を推定することによって判定されてもよい。他の実施形態では、臨界動作点は、図5に示すように所定の温度差を有する場合がある。温度差が臨界動作点を超えていない場合、 TEC_i に関するアルゴリズムはブロック620において停止してもよい。温度差が臨界動作点を超えた場合、ブロック608において、コントローラ300は熱電冷却器 TEC_i をオンにしてもよい。

【0023】

判定ブロック610において、コントローラ300は、温度差が最適動作点(たとえば、動作点514-図5)よりも大きいかどうかを判定する。"YES"である場合、ブロック612において、コントローラ300は、熱電冷却器 TEC_i への入力電流を増大させるかまたは入力電流のデューティサイクル%を高くしてもよく、フローはブロック616に進み、接合温度が再び読み取られる。"NO"である場合、ブロック614において、コントローラ300は、熱電冷却器 TEC_i への入力電流を低減させるかまたは入力電流のデューティサイクル%を高くしてもよい。ブロック616において、コントローラ300は、接合温度 T_j および T_h を読み取る。判定ブロック618において、コントローラは、温度差が最適点に近い範囲内であるかどうか(たとえば、

(最適点-X)<温度差<(最適点+X))を判定する。Xの値は、あらかじめ決定されてもよく、または温度差が最適点に達するかもしれないとみなされる動作状態を定義する値として算出されてもよい。TEC_iが最適動作点において動作しているとみなされる場合、プロセスはブロック620において停止してもよい。TEC_iが最適動作点において動作していない場合、フローは、さらなる処理および制御ができるように判定ブロック610に戻ってもよい。

【0024】

図7は、コントローラ300によって実施される電力最適化アルゴリズム700の別の実施形態を示す。アルゴリズム700は、所定のしきい値に関連する接合温度を維持するように構成される。アルゴリズム700は、SoC100上の熱電冷却器104の各々について所定の間隔または算出された間隔で周期的に実行されてもよい。プロセスは、ブロック702において例示的な熱電冷却器(TEC_i)について開始し、この場合、 $i=1\sim N$ であり、Nは、SoC100上の熱電冷却器104の数である。アルゴリズム700が各TEC_iについて並行して実行されてもよく、または実質的に並行して実行されてもよく、またはその他の方法によって実行されてもよいことを了解されたい。ブロック704において、コントローラ300は、第1の熱電冷却器104(TEC₁)について接合温度 T_j および T_h を読み取る。判定ブロック706において、コントローラ300は、温度差(T_j-T_h)がしきい値を超えているかどうかを判定する。温度差がしきい値を超えた場合、熱電冷却器TEC₁はブロック708においてオンにされる。温度差がしきい値を超えていない場合、プロセスはブロック716において停止してもよい。

【0025】

コントローラ300は、熱電冷却器TEC_iをオンにした後、ブロック710において、接合温度 T_j および T_h を読み取り、温度差がしきい値を超えているかどうかを判定する(判定ブロック712)。しきい値を超えた場合、フローはブロック710に戻る。しきい値を超えていない場合、コントローラ300は、ブロック716において熱電冷却器TEC_iをオフにしプロセスを停止してもよい。

【0026】

SoC100は、パーソナルコンピュータと、ワークステーションと、サーバと、セルラー電話、スマートフォン、携帯情報端末(PDA)、ポータブルゲームコンソール、パームトップコンピュータ、またはタブレットコンピュータなどのポータブルコンピューティングデバイス(PCD)とを含む、任意の集積回路、マルチチップパッケージ、またはコンピューティングデバイスにおいて実現されてもよい。図8は、例示的なポータブルコンピューティングデバイス(PCD)800に組み込まれたSoC100を示す。SoC100は、マルチコアCPU802を含んでもよい。マルチコアCPU802は、第0のコア810と、第1のコア812と、第Nのコア814とを含んでもよい。コアの1つがGPUを備え、他のコアのうちの1つまたは複数がCPUを備えてもよい。

【0027】

ディスプレイコントローラ328およびタッチスクリーンコントローラ330は、CPU802に結合されてもよい。一方、オンチップシステム100の外部にあるタッチスクリーンディスプレイ806は、ディスプレイコントローラ328およびタッチスクリーンコントローラ330に結合されてもよい。

【0028】

図8は、ビデオエンコーダ334(たとえば、位相反転線(PAL)エンコーダ、順次式カラーメモリ(SECAM)エンコーダ、または全米テレビジョン方式委員会(NTSC)エンコーダ)がマルチコアCPU802に結合されることをさらに示す。さらに、ビデオ増幅器336がビデオエンコーダ334およびタッチスクリーンディスプレイ806に結合される。また、ビデオポート338がビデオ増幅器336に結合される。図8に示すように、ユニバーサルシリアルバス(USB)コントローラ340は、マルチコアCPU802に結合される。また、USBポート342がUSBコントローラ340に結合される。メモリ105および加入者識別モジュール(SIM)カード346はまた、マルチコアCPU802に結合されてもよい。メモリ105は、SoC100上に存在してもよく、またはSoC100に結合されてもよい。メモリ105は、DRAMメモリシステムを備えてもよい。

【0029】

さらに、図8に示すように、デジタルカメラ348がマルチコアCPU802に結合される場合がある。例示的な態様において、デジタルカメラ348は、電荷結合デバイス(CCD)カメラまたは相補型金属酸化物半導体(CMOS)カメラである。

【0030】

図8にさらに示すように、ステレオオーディオコーダ-デコーダ(コーデック)350が、マルチコアCPU802に結合されてもよい。その上、オーディオ増幅器352が、ステレオオーディオコーデック350に結合されてもよい。例示的な態様では、第1のステレオスピーカ354と第2のステレオスピーカ356とがオーディオ増幅器352に結合される。図8は、マイクロフォン増幅器358がさらにステレオオーディオコーデック350に結合されてもよいことを示す。加えて、マイクロフォン360が、マイクロフォン増幅器358に結合されてもよい。特定の態様では、周波数変調(FM)ラジオチューナ362が、ステレオオーディオコーデック350に結合されてもよい。また、FMアンテナ364が、FMラジオチューナ362に結合される。さらに、ステレオヘッドフォン366が、ステレオオーディオコーデック350に結合されてもよい。

【0031】

図8は、無線周波数(RF)トランシーバ368がマルチコアCPU802に結合されてもよいことをさらに示す。RFスイッチ370が、RFトランシーバ368およびRFアンテナ372に結合されてもよい。キーパッド204が、マルチコアCPU802に結合されてもよい。また、マイクロフォンを備えたモノヘッドセット376が、マルチコアCPU802に結合される場合がある。さらに、バイプレータデバイス378がマルチコアCPU802に結合されてもよい。

【0032】

図8はまた、電源380がSoC100に結合されてもよいことを示す。特定の態様では、電源380は、電力を必要とするPCD800の種々の構成要素に電力を供給する直流(DC)電源である。さらに、特定の態様では、電源は、充電式DCバッテリー、または交流(AC)電源に接続されたAC/DC変換器から得られるDC電源である。

【0033】

図8はさらに、PCD800がまた、データネットワーク(たとえば、ローカルエリアネットワーク、パーソナルエリアネットワーク、または任意の他のネットワーク)にアクセスするために使用される場合がある、ネットワークカード388を含んでもよいことを示す。ネットワークカード388は、Bluetooth(登録商標)ネットワークカード、WiFiネットワークカード、パーソナルエリアネットワーク(PAN)カード、パーソナルエリアネットワーク超低電力技術(PeANUT)ネットワークカード、テレビジョン/ケーブル/衛星チューナ、または当技術分野でよく知られている任意の他のネットワークカードであってもよい。さらに、ネットワークカード388は、チップに組み込まれることがある(すなわち、ネットワークカード388は、チップ内のフルソリューションであってもよく、別個のネットワークカード388でなくてもよい)。

【0034】

図8に示すように、タッチスクリーンディスプレイ806、ビデオポート338、USBポート342、カメラ348、第1のステレオスピーカ354、第2のステレオスピーカ356、マイクロフォン360、FMアンテナ364、ステレオヘッドフォン366、RFスイッチ370、RFアンテナ372、キーパッド374、モノヘッドセット376、バイプレータ378、および電源380は、SoC100の外部に位置してもよい。

【0035】

本明細書において説明する方法ステップのうちの1つまたは複数は、上記のモジュールなどのコンピュータプログラム命令としてメモリに記憶される場合があることを了解されたい。これらの命令は、本明細書において説明する方法を実行するように、任意の適切なプロセッサに対応するモジュールと組み合わせるかまたは協働させることによって実行される場合がある。

【0036】

本発明が前述のように機能するために、本明細書で説明したプロセスまたはプロセスフ

ローにおけるいくつかのステップが、他のステップに先行するのは当然である。しかしながら、そのような順序またはシーケンスが本発明の機能を変更しない場合には、本発明は、説明したステップの順序に限定されない。すなわち、本発明の範囲および趣旨から逸脱することなく、いくつかのステップは、他のステップの前に実行される場合もあり、後に実行される場合もあり、または他のステップと並行して(実質的に同時に)実行される場合もあることを認識されたい。場合によっては、本発明から逸脱することなく、いくつかのステップは、省略される場合もあり、または実行されない場合もある。さらに、「後に」、「次いで」、「次に」などの言葉は、ステップの順序を限定することを意図していない。これらの言葉は単に、例示的な方法の説明において読者を導くために使用される。

【0037】

さらに、プログラミングに関する当業者は、たとえば、本明細書におけるフローチャートおよび関連する説明に基づいて、難なく、開示した発明を実装するコンピュータコードを書くことができるか、または実装するのに適したハードウェアおよび/もしくは回路を特定することができる。

【0038】

したがって、プログラムコード命令または詳細なハードウェアデバイスの特定のセットの開示は、本発明をどのように作製し使用するかを十分に理解するために必要であるとはみなされない。特許請求されるコンピュータ実施プロセスの発明性のある機能については、上記の説明において、かつ種々のプロセスフローを示す場合がある図面に関連して、より詳細に説明する。

【0039】

1つまたは複数の例示的な態様では、前述の機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せに実装されてもよい。ソフトウェアに実装される場合、機能は、1つもしくは複数の命令もしくはコードとして、コンピュータ可読媒体上に記憶される場合もあり、またはコンピュータ可読媒体上に送信される場合もある。コンピュータ可読媒体は、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を容易にする任意の媒体を含む、コンピュータ記憶媒体とコンピュータ通信媒体との両方を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスされる場合がある任意の利用可能な媒体であってもよい。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM、NANDフラッシュ、NORフラッシュ、M-RAM、P-RAM、R-RAM、CD-ROMもしくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージもしくは他の磁気記憶デバイス、または命令もしくはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを搬送もしくは記憶するために使用され、コンピュータによってアクセスされてもよい任意の他の媒体を備えてもよい。

【0040】

また、任意の接続をコンピュータ可読媒体と呼ぶことも妥当である。たとえば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者線("DSL")、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術を使用してウェブサイト、サーバ、または他のリモートソースから送信される場合には、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術は、媒体の定義に含まれる。

【0041】

ディスク(disk)およびディスク(disc)は、本明細書で使用するときに、コンパクトディスク(disc)("CD")、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)("DVD")、フロッピーディスク(disk)およびブルーレイディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は通常、データを磁氣的に再生するが、ディスク(disc)は、レーザーを用いてデータを光学的に再生する。上記の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲に含めるべきである。

【0042】

本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、本発明が関係する代替的な実施形態が、当業者には明らかになるであろう。したがって、選択された態様について図示し詳細に

10

20

30

40

50

説明したが、以下の特許請求の範囲によって規定されるように、本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、態様において種々の置換および改変が行われる場合があることを理解されよう。

【符号の説明】

【0043】

100	システムオンチップ (SoC)	
102	チップフロアプラン	
104	熱電冷却器	
105	メモリ	
202	チップセクション	10
204	キーパッド	
204	冷却構成要素	
206	低温側接合部	
208	高温側接合部	
300	コントローラ	
306	SoCバス	
328	ディスプレイコントローラ	
330	タッチスクリーンコントローラ	
334	ビデオエンコーダ	
336	ビデオ増幅器	20
338	ビデオポート	
340	USBコントローラ	
342	USBポート	
348	デジタルカメラ	
350	ステレオオーディオコーデック	
352	オーディオ増幅器	
354	第1のステレオスピーカ	
356	第2のステレオスピーカ	
358	マイクロフォン増幅器	
360	マイクロフォン	30
362	FMラジオチューナ	
364	FMアンテナ	
366	ステレオヘッドあるいはライン	
368	RFトランシーバ	
370	RFスイッチ	
372	RFアンテナ	
374	キーパッド	
376	モノヘッドセット	
378	バイブレータデバイス	
380	電源	40
514	最適動作点	
600	電力最適化アルゴリズム	
700	電力最適化アルゴリズム	
800	PCD	
802	CPU	
806	タッチスクリーンディスプレイ	
810	第0のコア	
812	第1のコア	
814	第Nのコア	
TEC _i	熱電冷却器	50

【図 1 a】

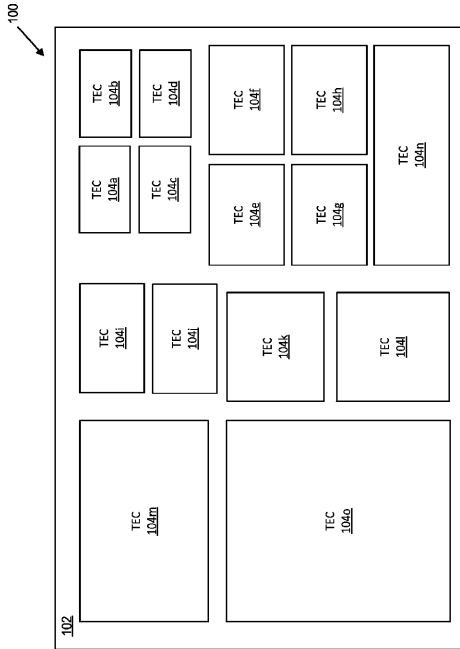
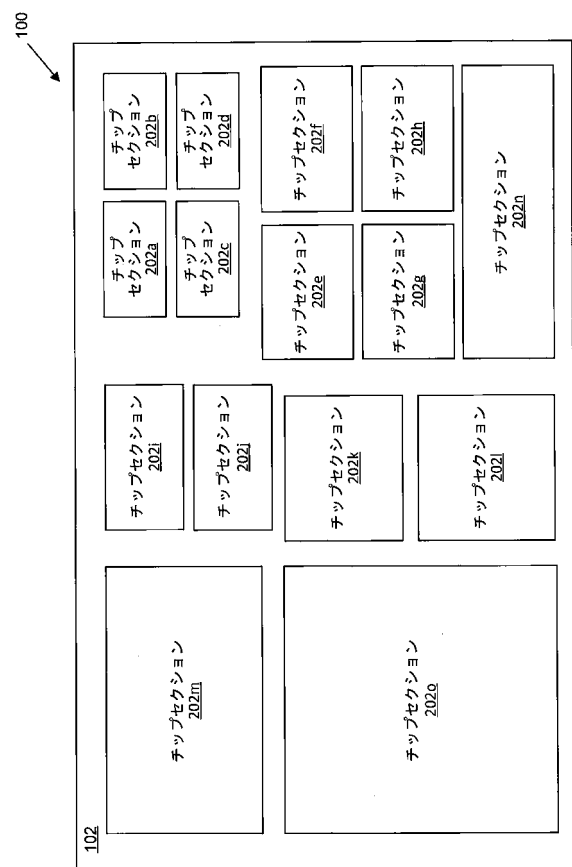
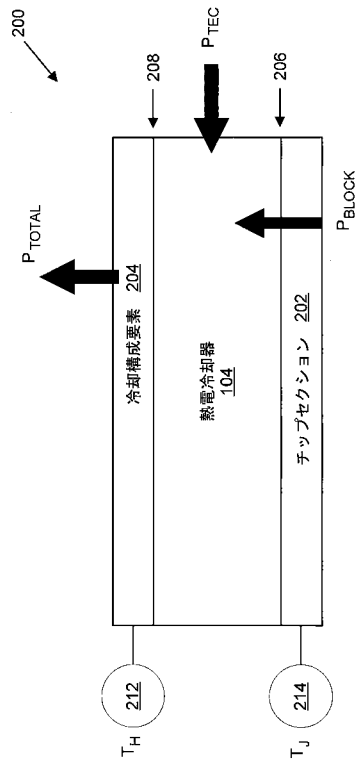


FIG. 1a

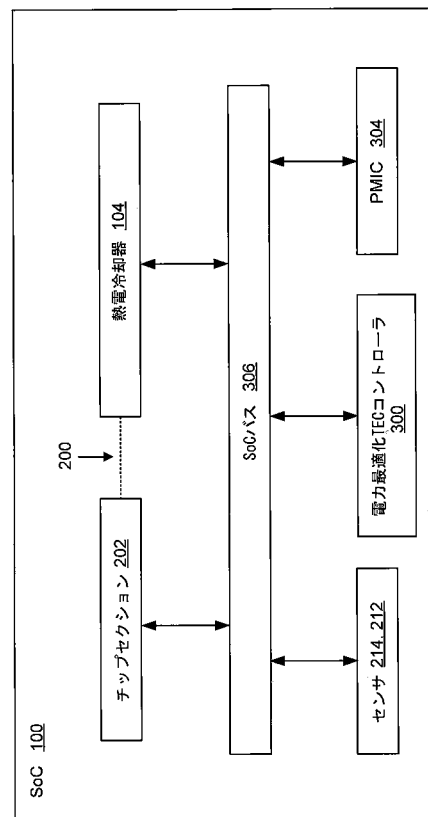
【図 1 b】



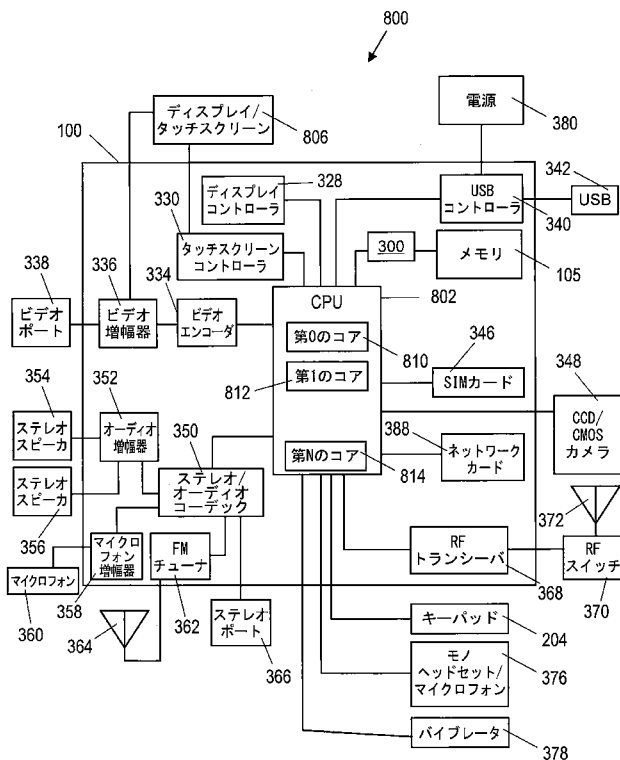
【図 2】



【図 3】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成29年1月31日(2017.1.31)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるための方法であって、

システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視するステップであって、前記熱電冷却器の各々が、前記SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのチップセクションに専用であり、前記温度差を監視するステップが、各熱電冷却器の第1の側と前記第1の側に隣接する対応するチップセクションとの間の第1の低温側接合部の温度を監視するステップと、各熱電冷却器の反対側の第2の側と前記第2の側に隣接する対応する冷却要素との間の第2の高温側接合部の温度を監視するステップとを含み、各熱電冷却器にわたる前記温度差が、前記複数の熱電冷却器の各々に結合されるコントローラによって個別に監視される、ステップと、

前記複数の熱電冷却器にわたる前記監視される温度差に基づいて、前記複数の熱電冷却器の前記温度差を最適動作点の範囲内に維持し、かつ前記複数のチップセクションと前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の熱電冷却器の入力電流を制御するステップであって、前記複数の熱電冷却器の各々の前記入力電流が前記コントローラによって制御される、ステップと

を含む、方法。

【請求項 2】

前記温度差を監視する前記ステップは、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を超えた場合、前記対応する熱電冷却器をオンにするステップをさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するステップをさらに含む、請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するステップをさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項6】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を用意する、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを用意する、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためのシステムであって、

システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視するための手段であって、前記熱電冷却器の各々が、前記SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのチップセクションに専用であり、前記温度差を監視することが、各熱電冷却器の第1の側と前記第1の側に隣接する対応するチップセクションとの間の第1の低温側接合部の温度を監視することと、各熱電冷却器の反対側の第2の側と前記第2の側に隣接する対応する冷却要素との間の第2の高温側接合部の温度を監視することとを含み、各熱電冷却器にわたる前記温度差が、前記複数の熱電冷却器の各々に結合されるコントローラによって個別に監視される、手段と、

前記複数の熱電冷却器にわたる前記監視される温度差に基づいて、前記複数の熱電冷却器の前記温度差を最適動作点の範囲内に維持し、かつ前記複数のチップセクションと前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の熱電冷却器の入力電流を制御するための手段であって、前記複数の熱電冷却器の各々の前記入力電流が前記コントローラによって制御される、手段と
を備える、システム。

【請求項11】

前記温度差を監視するための前記手段は、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するための手段を備える、請求項10に記載のシステム。

【請求項12】

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を超えた場合に前記対応する熱電冷却器をオンにするための手段をさらに備える、請求項11に記載のシステム。

ム。

【請求項 13】

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するための手段をさらに備える、請求項12に記載のシステム。

【請求項 14】

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するための手段をさらに備える、請求項11に記載のシステム。

【請求項 15】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項14に記載のシステム。

【請求項 16】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を用意する、請求項10に記載のシステム。

【請求項 17】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項10に記載のシステム。

【請求項 18】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを用意する、請求項17に記載のシステム。

【請求項 19】

コンピュータ可読記録媒体において具現され、システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためにプロセッサによって実行されるコンピュータプログラムであって、論理手段を含み、前記論理手段は、

システムオンチップ(SoC)上のそれぞれの複数の熱電冷却器にわたる複数の温度差を監視することであって、前記熱電冷却器の各々が、前記SoC上の複数のチップセクションのうちの対応する1つのチップセクションに専用であり、前記温度差を監視することが、各熱電冷却器の第1の側と前記第1の側に隣接する対応するチップセクションとの間の第1の低温側接合部の温度を監視することと、各熱電冷却器の反対側の第2の側と前記第2の側に隣接する対応する冷却要素との間の第2の高温側接合部の温度を監視することとを含み、各熱電冷却器にわたる前記温度差が、前記複数の熱電冷却器の各々に結合されるコントローラによって個別に監視される、監視することと、

前記複数の熱電冷却器にわたる前記監視される温度差に基づいて、前記複数の熱電冷却器の前記温度差を最適動作点の範囲内に維持し、かつ前記複数のチップセクションと前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の熱電冷却器の入力電流を制御することであって、前記複数の熱電冷却器の各々の前記入力電流が前記コントローラによって制御される、制御することと

を行うように構成される、コンピュータプログラム。

【請求項 20】

前記温度差を監視するように構成される前記論理手段は、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するように構成される論理手段を含む、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 21】

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を超えた場合、前記対応する熱電冷却器をオンにするように構成される論理手段をさらに含む、請求項20に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 22】

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電

力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項21に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 2 3】

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項20に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 2 4】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項23に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 2 5】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を用意する、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 2 6】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 2 7】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを用意する、請求項19に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 2 8】

システムオンチップ(SoC)のリーク電力を低減させるためのシステムであって、
複数のチップセクションを用意するシステムオンチップ(SoC)であって、各チップセクションが、個別に制御される専用熱電冷却器を有するシステムオンチップと、
論理手段を含む熱電冷却器コントローラであって、前記論理手段は、

前記SoC上の前記それぞれの熱電冷却器の各々にわたる温度差を監視することであって、各熱電冷却器の第1の側と前記第1の側に隣接する対応するチップセクションとの間の第1の低温側接合部の温度を監視することと、各熱電冷却器の反対側の第2の側と前記第2の側に隣接する対応する冷却要素との間の第2の高温側接合部の温度を監視することとを含む、各熱電冷却器にわたる前記温度差が、前記複数の熱電冷却器の各々に結合されるコントローラによって個別に監視される、監視することと、

前記複数の熱電冷却器にわたる前記監視される温度差に基づいて、前記複数の熱電冷却器の前記温度差を最適動作点の範囲内に維持し、かつ前記複数のチップセクションと前記SoC上の前記複数の対応する専用熱電冷却器の複合電力消費量の和を最小限に抑えるように前記複数の熱電冷却器の入力電流を制御することであって、前記複数の熱電冷却器の各々の前記入力電流が前記コントローラによって制御される、制御することと

を行うように構成される、熱電冷却器コントローラと
を備える、システム。

【請求項 2 9】

前記温度差を監視するように構成される前記論理手段は、前記対応するチップセクションの接合低温側温度および前記対応する熱電冷却器の高温側温度を判定するように構成される論理手段を含む、請求項28に記載のシステム。

【請求項 3 0】

前記熱電冷却器コントローラは、

前記熱電冷却器のうちの1つにわたる前記温度差が所定の臨界動作点を越えた場合、前記対応する熱電冷却器をオンにするように構成される論理手段をさらに含む、請求項29に記載のシステム。

【請求項 3 1】

前記熱電冷却器コントローラは、

前記対応する熱電冷却器を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる最適動作点において動作させるように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項30に記載のシステム。

【請求項 3 2】

前記熱電冷却器コントローラは、

前記温度差を、前記対応するチップセクションと前記熱電冷却器の前記電力消費量の和が最小限に抑えられる所定の最適動作点よりも低い値に維持するように前記対応する熱電冷却器の入力電流を制御するように構成される論理手段をさらに含む、請求項29に記載のシステム。

【請求項 3 3】

前記所定の最適動作点は、前記対応するチップセクションに関連する算出された温度差を含む、請求項32に記載のシステム。

【請求項 3 4】

前記複数のチップセクションは、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル信号プロセッサ、モバイルディスプレイプロセッサ、およびビデオエンコーダのうちの1つまたは複数を含む、請求項28に記載のシステム。

【請求項 3 5】

前記SoCがポータブル通信デバイス上に存在する、請求項28に記載のシステム。

【請求項 3 6】

前記ポータブル通信デバイスは、スマートフォン、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、およびポータブルゲームコンソールのうちの1つを含む、請求項35に記載のシステム。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

REVISED VERSION		International application No PCT/US2015/041629
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G06F1/20 H01L23/34 H01L23/38 H01L25/065 H01L25/07 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP H08 31994 A (FUJITSU LTD) 2 February 1996 (1996-02-02) the whole document	1-36
Y	US 2005/078451 A1 (SAUCIUC IOAN [US] ET AL) 14 April 2005 (2005-04-14) paragraphs [0019] - [0022]; figures	1-36
A	US 2005/052196 A1 (BORKAR SHEKHAR Y [US]) 10 March 2005 (2005-03-10) paragraph [0027]; figures	1-36
A	US 2002/063327 A1 (CHU RICHARD C [US] ET AL) 30 May 2002 (2002-05-30) abstract	1-36
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
29 January 2016		08/02/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Gori, Patrice

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2015/041629

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H0831994	A	02-02-1996	JP 3246199 B2 JP H0831994 A	15-01-2002 02-02-1996
US 2005078451	A1	14-04-2005	CN 1890878 A TW I267339 B US 2005078451 A1 WO 2005039052 A1	03-01-2007 21-11-2006 14-04-2005 28-04-2005
US 2005052196	A1	10-03-2005	US 6809538 B1 US 2005052196 A1	26-10-2004 10-03-2005
US 2002063327	A1	30-05-2002	US 2002063327 A1 US 2003122245 A1	30-05-2002 03-07-2003

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ヒー・ジュン・パク

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

(72)発明者 ヨン・フン・カン

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

Fターム(参考) 5B011 DC07 EA02 EA09 LL01