

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6201832号  
(P6201832)

(45) 発行日 平成29年9月27日(2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(51) Int.Cl.

G01R 21/00 (2006.01)  
G06F 11/34 (2006.01)

F 1

G01R 21/00  
G06F 11/34Q  
152

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2014-50105 (P2014-50105)  
 (22) 出願日 平成26年3月13日 (2014.3.13)  
 (65) 公開番号 特開2015-175630 (P2015-175630A)  
 (43) 公開日 平成27年10月5日 (2015.10.5)  
 審査請求日 平成28年11月2日 (2016.11.2)

(73) 特許権者 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号  
 (74) 代理人 100092978  
 弁理士 真田 有  
 (74) 代理人 100112678  
 弁理士 山本 雅久  
 (72) 発明者 石原 礼暁  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内  
 審査官 永井 皓喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】消費電力分析装置、消費電力分析方法および消費電力分析プログラム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する第1取得部と、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得する第2取得部と、

前記第1取得部によって取得された前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記第2取得部によって取得された前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定する決定部と、

前記決定部によって決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力するマージ部と、を有する消費電力分析装置。

## 【請求項 2】

前記決定部は、

前記第1時系列データを所定単位時間毎に二値化する第1二値化部と、

前記第2時系列データを前記所定単位時間毎に二値化する第2二値化部と、

前記第1二値化部によって得られた第1二値化データと前記第2二値化部によって得られた第2二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第1二値化データと前記第2二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、

10

20

前記第1二値化データと前記第2二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する算出部と、を有する、請求項1記載の消費電力分析装置。

#### 【請求項3】

前記第1二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に0、前記分析対象装置の動作中に1となり、

前記第2二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第1閾値未満の場合に0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値以上の場合に1となり、

前記一致度は、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの比較対象区間ににおいて前記第1二値化データの値と前記第2二値化データの値とが一致する割合である、請求項2記載の消費電力分析装置。 10

#### 【請求項4】

前記決定部は、

前記第1二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第1重み情報を設定する第1重み設定部と、

前記第2二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に第2重み情報を設定する第2重み設定部と、をさらに有し、

前記算出部は、前記第1重み情報と前記第2二値化データの値との関係、または、前記第2重み情報と前記第1二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、請求項3記載の消費電力分析装置。 20

#### 【請求項5】

前記所定条件は、

前記第1重み情報を設定された時点での前記第2二値化データの値が0であること、または、

前記第2重み情報を設定された時点での前記第1二値化データの値が1であることである、請求項4記載の消費電力分析装置。

#### 【請求項6】

前記算出部は、前記第1時系列データまたは前記第2時系列データの測定ノイズに応じて、前記所定補正基準を変更する、請求項4または請求項5に記載の消費電力分析装置。 30

#### 【請求項7】

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも少ない状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に1以上の値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に0を乗算する、請求項6記載の消費電力分析装置。

#### 【請求項8】

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも多い状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に1よりも大きい値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に1よりも小さい正值を乗算する、請求項6記載の消費電力分析装置。

#### 【請求項9】

処理部が、

分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得し、

前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、消費電力分析方法。 50

**【請求項 10】**

消費電力の分析を行なうコンピュータに、  
分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得し、

前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、

処理を実行させる、消費電力分析プログラム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、消費電力分析装置、消費電力分析方法および消費電力分析プログラムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

携帯電話機、スマートフォン、PDA (Personal Digital Assistants) 端末、パーソナルコンピュータ (PC) などの電子機器の普及に伴い、電子機器の消費電力を削減することが望まれている。電子機器の省電力化を実現するためには、無駄な電力消費を見出して解消する必要がある。また、電子機器の実際の消費電力値が設計時の想定値を超える場合には、実際の消費電力値が想定値を超える理由を分析して解消する必要がある。

**【0003】**

上述のように無駄な電力消費を見出したり上記理由を分析したりする際には、対象電子機器の動作履歴と当該対象電子機器の消費電力値とが採取され、採取された動作履歴と消費電力値とが突き合わせられ比較される。これにより、消費電力の分析が行なわれる。ここで、対象電子機器の動作履歴としては、例えば、対象電子機器におけるCPU (Central Processing Unit) から発行される、消費電力に関連する制御命令の履歴などが採取される。

**【0004】**

このとき、対象電子機器の動作状態にかかる動作履歴データと、対象電子機器の消費電力値にかかる電力計測データとは、同一システム内で採取される場合、共通の時計によって計時される時刻を基準にして管理・記録される。つまり、動作履歴データおよび電力計測データのそれぞれは、いわゆるタイムスタンプである同期マーカ (同期指標) を附加されて記録される。これにより、動作履歴データと電力計測データとの突き合わせ時に、各データに附加された同期マーカを参照することで動作履歴データと電力計測データとの同期を取りながら、消費電力の分析を行なうことができる。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2005-062106号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、上述した動作履歴データと電力計測データとが、物理的に離れた異なるシステムで採取される場合、動作履歴データと電力計測データとは、それぞれ、異なる時計によって計時される時刻を基準にして管理・記録されることになる。このような場合としては、例えば、動作履歴データの採取を、対象電子機器内の時計を用いて対象電子機器

10

20

30

40

50

内で行なう一方、電力計測データの採取を、対象電子機器外の消費電力測定装置により対象電子機器外の時計を用いて行なう場合が考えられる。

#### 【0007】

このような場合、異なる時計によって計時される2つの時刻は、大まかに一致させることはできても、厳密に一致させることができない。つまり、動作履歴データの採取時に用いられる時刻の基準と、電力計測データの採取時に用いられる時刻の基準とが異なる。このため、上述のような同期マーカ（タイムスタンプ）を用いても、動作履歴データと電力計測データとの同期を取ることができない。したがって、動作履歴データと電力計測データとを正確に突き合わせて対比することができず、消費電力の分析を高い精度で行なうことができない。

10

#### 【0008】

一つの側面で、本発明は、ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なえるようにすることを目的とする。

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための最良の形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本件の他の目的の一つとして位置付けることができる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本件の消費電力分析装置は第1取得部、第2取得部、決定部およびマージ部を有する。第1取得部は、分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する。第2取得部は、前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得する。決定部は、前記第1取得部によって取得された前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記第2取得部によって取得された前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定する。マージ部は、前記決定部によって決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なうことができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1】本実施形態に係る消費電力分析装置を適用される環境の全体構成と、本実施形態に係る消費電力分析装置のハードウェア構成例および機能構成例とを示すブロック図である。

【図2】本実施形態に係る消費電力分析装置を用いて行なわれる処理の流れを概略的に説明するフローチャートである。

【図3】本実施形態に係る消費電力分析装置の動作を説明するフローチャートである。

【図4】本実施形態に係る消費電力分析装置の動作を説明するフローチャートである。

40

【図5】ソフトウェア動作ログの一例を示す図である。

【図6】消費電力ログの一例を示す図である。

【図7】ソフトウェア動作ログから抽出されたCPUスリープイベント情報の一例を示す図である。

【図8】図7に示すCPUスリープイベント情報（CPUスリープログ）をグラフ化した例を示す図である。

【図9】CPUスリープイベント情報の二値化手法を説明する図である。

【図10】図7に示すソフトウェア動作ログ（CPUスリープログ）との二値化結果と当該ソフトウェア動作ログに対する重み情報とを説明する図である。

【図11】消費電力ログの二値化手法を説明する図である。

50

【図12】ソフトウェア動作ログと消費電力ログとの一致度の算出例（時刻差T = 0の場合）を説明する図である。

【図13】ソフトウェア動作ログと消費電力ログとの一致度の算出例（時刻差T = 3の場合）を説明する図である。

【図14】図13に示す一致度の算出例についての、重み情報による評価（一致度補正）を説明する図である。

【図15】本実施形態に係る消費電力分析装置におけるマージ部の動作を説明する図である。

【図16】マージ結果の一例を示す図である。

【図17】本実施形態の応用例を説明する図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、図面を参照し、本願の開示する消費電力分析装置、消費電力分析方法および消費電力分析プログラムの実施形態について、詳細に説明する。ただし、以下に示す実施形態は、あくまでも例示に過ぎず、実施形態で明示しない種々の変形例や技術の適用を排除する意図はない。すなわち、本実施形態を、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。また、各図は、図中に示す構成要素のみを備えるという趣旨ではなく、他の機能を含むことができる。そして、各実施形態は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

【0013】

20

〔1〕本実施形態における消費電力分析手法の概要

消費電力の分析を行なう際、分析対象装置におけるソフトウェアの動作トレースログ（以下、ソフトウェア動作ログという）と、当該ソフトウェア動作ログ採取時における消費電力のトレースログ（以下、消費電力ログという）とが採取される。これらのソフトウェア動作ログと消費電力ログとが、異なるシステムで採取された場合、上述したように、同期マーカを用いても、ソフトウェア動作ログと消費電力ログとの同期を正確に取ることができず、消費電力の分析を高い精度で行なうことができない。

【0014】

30

そこで、本実施形態では、2つのトレースログの時刻の同期が正確に取れていない状況で、2つのトレースログの正確な同期を取ることを可能にする手法が提供される。その際、本実施形態の装置は、上述した同期マーカなどのタグを用いることなく、各トレースログの特性を利用して2つのトレースログの記録時刻の時刻差を算出することで、2つのトレースログの正確な同期を取り消費電力の高精度な分析を実現する。特に、本実施形態では、後述するように、消費電力量の増減は、分析対象装置における例えばC P Uの動作負荷の増減に対応するという特性を利用して前記時刻差（時刻の対応関係）が算出される。

【0015】

このため、本実施形態の消費電力分析装置（図1の符号1参照）においては、処理部（図1の符号1a参照）が、少なくとも、以下の処理(A1)～(A4)を実行する。

(A1) 分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する。

40

(A2) 前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得する。

(A3) 前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係（時刻差）を決定する。

(A4) 決定された前記時刻の対応関係（時刻差）に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する。

以上の処理により、本実施形態の消費電力分析装置では、同期マーカ（同期指標）を用いることなく、ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なうことができる。

50

## 【0016】

## 【2】本実施形態の構成

まず、図1を参照しながら、本実施形態に係る消費電力分析装置1を適用される環境の全体構成を説明するとともに、本実施形態に係る消費電力分析装置1のハードウェア構成例および機能構成例について説明する。なお、図1は、本実施形態に係る消費電力分析装置を適用される環境の全体構成と、本実施形態に係る消費電力分析装置のハードウェア構成例および機能構成例とを示すブロック図である。

## 【0017】

図1に示すように、本実施形態の電力測定環境では、消費電力分析装置1、分析対象装置2、電源3、消費電力測定装置4および測定用PC5が備えられている。

10

ここで、消費電力分析装置1は、分析対象装置2のソフトウェア動作ログ22および消費電力ログ52を取得し、分析対象装置2の消費電力の解析を行なうもので、詳細な構成については、後述する。

## 【0018】

以下に説明するように、本実施形態の電力測定環境では、分析対象装置2についてのソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52とは、それぞれ、異なる時計によって計時される時刻を基準にして管理・記録される。特に、本実施形態では、ソフトウェア動作ログ22の採取は、分析対象装置2内の時計21を用いて分析対象装置2内で行なわれる。また、消費電力ログの採取は、分析対象装置2に外部から接続された消費電力測定装置4により分析対象装置2外の時計41または51を用いて行なわれる。

20

## 【0019】

分析対象装置2は、本実施形態の消費電力分析装置1によって消費電力を分析されることで性能を改善されるべき装置であり、携帯電話機、スマートフォン、PDA端末、PCなどの電子機器である。分析対象装置2は、内部の各種部品24に対する電力供給を、外部の電源3から電源端子(VDD)23経由で受けて動作する。各種部品24には分析対象装置2のCPU等が含まれる。

## 【0020】

分析対象装置2では、当該CPU等から出力される情報に基づきソフトウェアの動作(システム動作)がログ22として分析対象装置2内の記憶部(図示略)に保存されるよう構成される。ソフトウェア動作ログ22は、分析対象装置2の動作履歴に係る第1時系列データを含む。ソフトウェア動作ログ22においては、分析対象装置2内で発生したイベントの情報が、分析対象装置2内の時計21によって計時される時刻(当該イベントの発生時刻)に対応付けられ前記第1時系列データとして記録される。したがって、ソフトウェア動作ログ22の時刻は、分析対象装置2のもつ時計21の時刻になる。

30

## 【0021】

なお、ソフトウェア動作ログ22に含まれるイベントとしては、分析対象装置2の消費電力を調査するために必要なイベントが含まれるほか、後述する同期処理(時刻合わせ処理)に用いられるCPUスリープイベントが含まれる。ソフトウェア動作ログ22の具体例については、図5を参照しながら後述する。

## 【0022】

消費電力測定装置(データロガー)4は、汎用的な機器で、分析対象装置2に電力供給を行なう電源(電源供給部)3をモニタすることで、分析対象装置2の消費電力を計測する。このとき、消費電力測定装置4は、分析対象装置2と電源3との間の電流をプローブして分析対象装置2全体の消費電力値を計測したり、分析対象装置2内において電源端子23と各種部品24との間の電流をプローブして部品グループ単位の消費電力値を計測したりすることができる。

40

## 【0023】

測定用PC5は、消費電力測定装置4を制御することで消費電力測定装置4によって計測される分析対象装置2の消費電力ログ52を採取して保存する。消費電力ログ52は、分析対象装置2のソフトウェア動作時の消費電力値に係る第2時系列データを含む。消費

50

電力ログ 5 2においては、消費電力の計測開始後に所定時間間隔で計測された消費電力値が、計測時刻に対応付けられ前記第 2 時系列データとして記録される。消費電力ログ 5 2 の計測時刻としては、消費電力測定装置 4 内の時計 4 1 によって計時される時刻が用いられてもよいし、測定 P C 5 内の時計 5 1 によって計時される時刻が用いられてもよい。したがって、消費電力ログ 5 2 の時刻は、消費電力測定装置 4 のもつ時計 4 1 または測定用 C P 5 のもつ時計 5 1 の時刻になる。なお、消費電力ログ 5 2 の具体例については、図 6 を参照しながら後述する。

#### 【 0 0 2 4 】

なお、上述した時計 2 1 , 4 1 , 5 1 は、カレンダ I C ( Integrated Circuit ) のごとく不揮発に時刻を保持するデバイスであってもよいし、電源オンまたは測定開始で計時をスタートするタイマであってもよい。時計 2 1 , 4 1 , 5 1 がカレンダ I C であってもタイマであっても、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との同期処理（時刻合わせ処理）を行なう必要がある。10

#### 【 0 0 2 5 】

本実施形態の消費電力分析装置 1 は、例えば一般的な P C によって構成され、分析対象装置 2 および測定用 P C 5 に、ネットワーク等（図示略）を介して接続されている。消費電力分析装置 1 は、当該ネットワーク等経由で分析対象装置 2 および測定用 P C 5 からソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 を取得可能に構成されている。ネットワーク等としては、インターネット、L A N ( Local Area Network ) , W A N ( Wide Area Network ) などを用いることができる。また、消費電力分析装置 1 は、測定用 P C 5 と一緒に構成されてもよく、この場合、消費電力分析装置 1 と測定用 P C 5 との間のネットワーク等は不要になる。20

#### 【 0 0 2 6 】

そして、消費電力分析装置 1 は、取得したソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 に基づき、分析対象装置 2 の消費電力の解析を行なう。その際、これらのログ 2 2 , 5 2 が異なる時計 2 1 , 4 1 ( 5 1 ) によって計時される時刻を基準にして記録されているため、本実施形態の消費電力分析装置 1 では、ログ 2 2 および 5 2 の同期処理（時刻合わせ処理）が行なわれる。

#### 【 0 0 2 7 】

以下、ログ 2 2 および 5 2 の同期処理（時刻合わせ処理）を行なう機能を有する消費電力分析装置 1 のハードウェア構成および機能構成について説明する。30

消費電力分析装置 1 は、少なくとも、C P U , M P U ( Micro-Processing Unit ) , コンピュータ等の処理部（プロセッサ）1 a と、R A M ( Random Access Memory ) , H D D ( Hard Disk Drive ) , S S D ( Solid State Device ) 等の記憶部（メモリ）1 b とを有している。

#### 【 0 0 2 8 】

処理部 1 a は、記憶部 1 b から所定のアプリケーションプログラム（消費電力分析プログラム）を読み出して実行することで、第 1 取得部 1 1 , 第 2 取得部 1 2 , 決定部 1 3 , マージ部 1 4 および分析部 1 5 としての機能を果たす。なお、前記所定のアプリケーションプログラムは、例えばフレキシブルディスク、C D ( C D - R O M , C D - R , C D - R W など) , D V D ( D V D - R O M , D V D - R A M , D V D - R , D V D - R W , D V D + R , D V D + R W など) , ブルーレイディスク等のコンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。この場合、処理部 1 a は、当該記録媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置としての記憶部 1 b に転送し格納して用いる。40

#### 【 0 0 2 9 】

記憶部 1 b は、前記所定のアプリケーションプログラムを保存するほか、処理部 1 a による処理に必要な各種情報等を保存する。記憶部 1 b は、前記各種情報等として、少なくとも、第 1 取得部 1 1 および第 2 取得部 1 2 によってそれぞれ取得されるソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 や、マージ部 1 4 によって得られる分析用データ 1 4

1を保存する。ログ22, 52および分析用データ141については、それぞれ図5, 図6および図16を参照しながら後述する。

#### 【0030】

第1取得部11は、分析対象装置2の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウエア動作ログ22を、分析対象装置2から取得して記憶部1bに保存する。

第2取得部12は、分析対象装置2のソフトウエア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログ52を、測定用PC5から取得して記憶部1bに保存する。

#### 【0031】

決定部(一致度判定部)13は、第1取得部11によって取得されたソフトウエア動作ログ22の第1時系列データと、第2取得部12によって取得された消費電力ログ52の第2時系列データとに基づき、ソフトウエア動作ログ22と消費電力ログ55との時刻の対応関係(時刻差)を決定する。特に、決定部13は、第1時系列データおよび第2時系列データをそれぞれ二値化し、二値化された第1二値化データと第2二値化データとのパターンマッチングを行なう。そして、決定部13は、第1二値化データと第2二値化データとの一致度判定を行ない、一致度が最も高くなる時刻差を前記時刻の対応関係として決定する。

#### 【0032】

このため、決定部13は、第1二値化部131, 第2二値化部132, 算出部133, 第1重み設定部134および第2重み設定部135としての機能を有している。

第1二値化部131は、前記第1時系列データを分析時間毎に二値化する。ここで、分析時間(所定単位時間)は、ユーザ, オペレータ等によって予め設定されるもので、分析中にデータを時分割する単位であり、時刻差の粒度を示すパラメータである。また、分析時間は、ソフトウエア動作ログ22と消費電力ログ52との時刻合わせの精度につながるパラメータであり、例えば、消費電力測定装置4による測定単位時間に合わせるのが好ましい。

第2二値化部132は、前記第2時系列データを分析時間毎に二値化する。

#### 【0033】

算出部133は、第1二値化部131によって得られた第1二値化データと第2二値化部132によって得られた第2二値化データとの対応関係を分析時間ずつずらしながら第1二値化データと第2二値化データとの一致度を算出する。そして、算出部133は、前記一致度が最大になったときの、第1二値化データと第2二値化データとの時刻差を、前記時刻の対応関係として算出する。

#### 【0034】

ここで、第1二値化データは、例えば、分析対象装置2(各種部品24に含まれるCPU)のスリープ中に“0”となる一方、分析対象装置2(CPU)の動作中に“1”となるデータである。第1二値化データの具体例については、図7～図9を参照しながら後述する。

また、第2二値化データは、例えば、分析時間の消費電力値が第1閾値未満の場合に“0”となる一方、分析時間の消費電力値が第1閾値以上の場合に“1”となるデータである。第2二値化データおよび第1閾値の具体例については、図11を参照しながら後述する。

さらに、一致度は、例えば、第1二値化データと第2二値化データとの比較対象区間ににおいて第1二値化データの値と第2二値化データの値とが一致する割合である。一致度の具体例については、図12および図13を参照しながら後述する。

#### 【0035】

第1重み設定部134は、第1二値化データに対し、分析時間毎に、CPUが深いスリープ状態の場合に第1重み情報を設定する。第1重み情報としては、例えば、図10を参照しながら後述するごとく、CPUが動作中の場合やクロックを停止するだけの浅い眠り(深いスリープ状態)の場合に“0”が設定される一方、CPUが電力供給を停止するよ

10

20

30

40

50

うな深い眠り（深いスリープ状態）の場合に“1”が設定される。

#### 【0036】

第2重み設定部135は、第2二値化データに対し、分析時間毎に、分析時間の間の消費電力値が前記第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に第2重み情報を設定する。第2重み情報としては、例えば、図11を参照しながら後述するごとく、分析時間の間の消費電力値が第2閾値未満である場合に“0”が設定される一方、分析時間の間の消費電力値が第2閾値以上である場合に“1”が設定される。

#### 【0037】

算出部133は、第1重み情報と第2二値化データの値との関係、または、第2重み情報と第1二値化データの値との関係が所定条件（所定の要件）を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って一致度を補正する。  
10

#### 【0038】

ここで、所定条件としては、例えば、第1重み情報“1”を設定された時点（分析時間）での第2二値化データの値が“0”であること、または、第2重み情報“1”を設定された時点（分析時間）での第1二値化データの値が“1”であることが設定される。所定条件については、図14を参照しながら後述する。

#### 【0039】

また、本実施形態において、算出部33は、ソフトウェア動作ログ22の取得データ（第1時系列データ）または消費電力ログ52の取得データ（第2時系列データ）の測定ノイズに応じて、所定補正基準を変更するように構成される。例えば、測定ノイズが所定基準よりも少ない状態（つまり取得データの信頼度が高い場合）においては、所定補正基準として厳しい基準が設定される。これに対し、測定ノイズが所定基準よりも多い状態（つまり取得データの信頼度が低い場合）においては、所定補正基準として緩やかな基準が設定される。  
20

#### 【0040】

測定ノイズが所定基準に対し多くもなく少なくもない中間的な状態である場合、算出部133は、第1二値化データの値と第2二値化データの値とが一致する割合として算出された一致度に対し、測定ノイズに応じた補正を行なわず、当該割合をそのまま一致度として用いることができる。  
30

#### 【0041】

厳しい基準は、前記所定条件を満たす場合には一致度に1以上の値（例えば1）を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には一致度に0を乗算するものとする。これに対し、緩やかな基準は、前記所定条件を満たす場合には一致度に1よりも大きい値（例えば1.1）を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には一致度に1よりも小さい正值（例えば0.9）を乗算するものとする。

#### 【0042】

なお、上述した分析時間（所定単位時間）、第1閾値、第2閾値、所定条件、所定補正基準は、消費電力分析装置1の起動時あるいは消費電力分析開始時にユーザ、オペレータ等によって予め設定され、記憶部1bに保存される。  
40

#### 【0043】

マージ部14は、決定部13によって決定された前記時刻の対応関係（一致度が最大になったときの時刻差）に基づき、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52とを共通の時刻情報に対応付けることでマージして出力する。そして、マージ部14は、例えば図15および図16を参照しながら後述するごとく、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52とをマージして得られる分析用データ（マージ結果）141を、記憶部1bに保存する。

#### 【0044】

分析部15は、マージ部14によって得られた分析用データ141に基づき、分析対象装置2の消費電力の分析を行なう。ここでは、詳細な分析手法についての説明は省略する  
50

が、分析部 15 は、分析用データ 141 に基づき、同期を取られた第 1 時系列データ（動作履歴）と第 2 時系列データ（消費電力値）とを突き合わせ、分析対象装置 2 の消費電力の分析を行なうことになる。

#### 【0045】

##### [3] 本実施形態の動作

次に、図 2～図 16 を参照しながら、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 の動作について説明する。

#### 【0046】

まず、図 2 に示すフローチャート（ステップ S1～S4）に従って、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 を用いて行なわれる処理の流れについて概略的に説明する。 10

消費電力分析装置 1 による処理を開始する前に、分析対象装置 2 内では、OS（Operating System），ドライバ等のログが、時計 21（図 1 参照）の時刻を基準にして時系列的に出力され（ステップ S1）、ソフトウェア動作ログ 22 として保存される。

#### 【0047】

また、ソフトウェア動作ログ 22 の採取処理と並行し、消費電力測定装置 4 によって分析対象装置 2 の消費電力が測定される。測定された消費電力値は、例えば時計 41（図 1 参照）の時刻を基準にして時系列的に出力され（ステップ S2）、測定用 PC5 において消費電力ログ 52 として保存される。

#### 【0048】

この後、分析を開始する際、消費電力分析装置 1 は、分析対象装置 2 内に保存されるソフトウェア動作ログ 22 と、測定用 PC5 内に保存される消費電力ログ 52 を取得する。そして、消費電力分析装置 1 は、取得したソフトウェア動作ログ 22 と消費電力ログ 52 とについて、時刻補正（同期処理／時刻合わせ処理）を行なってからマージする（ステップ S3）。ステップ S3 で行なわれる処理の詳細については、図 3～図 16 を参照しながら後述する。 20

#### 【0049】

ステップ S3 でマージされた、ソフトウェア動作ログ 22 と消費電力ログ 52 とのマージ結果 141 は、分析用データとして、消費電力分析装置 1 の分析部 15 で用いられ、分析対象装置 2 の消費電力の分析が実施される（ステップ S4）。 30

#### 【0050】

次に、図 3 および図 4 に示すフローチャート（ステップ S11～S18 および S21～S31）に従って、図 5～図 16 を参照しながら、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 の動作について説明する。

#### 【0051】

消費電力分析装置 1 の起動時あるいは消費電力分析開始時には、第 1 取得部 11 によって、分析対象装置 2 の動作履歴に係る第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログ 22 が分析対象装置 2 から取得され記憶部 1b に保存される（図 3 のステップ S11）。また、第 2 取得部 12 によって、分析対象装置 2 のソフトウェア動作時の消費電力値に係る第 2 時系列データを含む消費電力ログ 52 が測定用 PC5 から取得され記憶部 1b に保存される（図 3 のステップ S12）。ステップ S11, S12 の処理は同時並列的に実行されてもよいし、ステップ S12 を実行してからステップ S11 を実行してもよい。なお、「ソフトウェア動作ログ」については、以下の説明や図面において「ソフトログ」または「ソフト動作ログ」と略記する場合がある。また、「消費電力ログ」については、以下の説明や図面において「電力ログ」または「消費電力」と略記する場合がある。 40

#### 【0052】

ここで、ソフトウェア動作ログ 22 は、分析対象となるイベント（各種イベント）と CPU のスリープイベント（スリープログ）とを第 1 時系列データとして含む。分析対象となるイベントは、時刻合わせ処理（同期処理）後に分析部 15 が消費電力の分析を行なう際に用いられる。CPU のスリープログは、時刻合わせ処理（同期処理）に用いられる。図 5 は、ソフトウェア動作ログ 22 の一例を示す図である。図 5 に示すソフト動作ログ 2 50

2の時刻は、時計21によって計時されるOSカーネル時刻、つまり本装置1が起動（パワーオン）されてからの経過時間として記録される。各種イベントは、記録された時刻のOSカーネルから見たイベントであり、図5に示す例では、“cpu\_idle”イベントがCPUスリープログとして用いられる。なお、ソフト動作ログ22に、分析や時刻合わせに使用しないイベントが含まれていても、処理部1a等が参照しないだけで何ら影響は生じない。図5は、ソフトウェア動作ログ22の一例を示す図である。

#### 【0053】

また、消費電力ログ52は、消費電力の計測開始後に所定時間間隔で（分析時間毎に）計測された消費電力値（電流測定データ）を含む。消費電力ログ52には、消費電力値が、計測時刻に対応付けられ第2時系列データとして記録される。本実施形態では、分析対象装置2内の基板からリード線を引くなどの手法によって分析対象装置2内のCPUの消費電力（電流）を測定可能であるものとする。測定された消費電力値を含む電力ログ52がソフトログ22との時刻合わせ処理（同期処理）に用いられる。CPU単独の消費電力を測定できない場合には、CPUの消費電力に代え、バッテリ端子の消費電力等を電力ログ52の第2時系列データとして測定してもよい。図6は、消費電力ログ52の一例を示す図である。図6に示す電力ログ52の時刻は、時計41または51によって計時される、測定開始からの経過時刻である。また、図6に示す電力ログ52では、CPUの消費電力値のほか、分析対象装置2内の2箇所で測定された消費電力値X,Yの値が記録されている。図6は、消費電力ログ52の一例を示す図である。

#### 【0054】

そして、第1取得部11では、ソフトウェア動作ログ22から分析対象期間のデータが切り出されるとともに（図3のステップS13）、第2取得部12では、消費電力ログ52から分析対象期間のデータが切り出される（図3のステップS14）。ステップS13,S14の処理は同時並列的に実行されてもよいし、ステップS14を実行してからステップS13を実行してもよい。

#### 【0055】

一般に、測定データの先頭および最後には、ノイズや不要なオペレーションが入っているので、分析処理の実行前に削除することが好ましい。通常、特定の操作を行なったときや、特定の事象が発生したときの消費電力を分析することが分析処理の目的である。このため、そのようなイベントや操作が起こる期間に分析対象期間を絞り込むことで、処理時間を短縮するとともに、間違った時刻にログ22,52の時刻基準を合わせてしまう誤判定の発生を抑止し、分析精度の向上を実現する。従って、ソフトウェア動作ログ22の分析対象期間は、時刻合わせを行ないたいイベントが含まれる期間や、時刻合わせに適したイベントが含まれる観点に基づき、ユーザ、オペレータ等によって選択され予め設定され、記憶部1bに保存される。また、消費電力ログ52の分析対象期間も、ソフトウェア動作ログ22の分析対象期間と同様に選択され予め設定される。

#### 【0056】

ついで、第1二値化部131によって、ソフトウェア動作ログ22の分析対象期間に含まれるCPUスリープログ（第1時系列データ）が分析時間毎に二値化され、第1二値化データが生成される。また、第1重み設定部134によって、第1二値化データに対し、分析時間毎に、CPUが深いスリープ状態の場合に第1重み情報“1”が設定される（図3のステップS15）。

#### 【0057】

このとき、第1二値化部131は、ソフトウェア動作ログ22から、分析対象装置2におけるCPUが“動作中”と“スリープ中”とのいずれに遷移したかを示す遷移情報（例えば図5におけるCPUスリープログ参照）を抽出する。ソフトウェア動作ログ22から抽出された遷移情報（CPUスリープイベント情報）の例を、図7に示す。また、図7に示すCPUスリープイベント情報（CPUスリープログ）について動作中を“1”としスリープ中を“0”としてグラフ化した例を、図8に示す。なお、図7において、スリープの浅い／深いは、CPUのスリープレベル（いわゆるCステート）を意味する。

10

20

30

40

50

## 【0058】

そして、第1二値化部131は、図8に示すごとく得られたグラフを時刻軸方向に分析時間の間隔で区切り、図9に示すように、それぞれの区間の面積が閾値以上であるか否かに従って、CPUスリープイベント情報の二値化を行なう。ここで用いられる閾値としては、例えば、上記区間の面積の最大値と上記区間の面積の最小値との平均値を用いる。上記区間の面積の最大値は、図9の区間T1の面積に対応し、上記区間の面積の最小値は、図9の区間T3の面積に対応する。この場合、第1二値化部131は、区間T1を“1”とし、区間T3を“0”とし、区間T2を上記閾値に基づき“0”または“1”とする。なお、図9は、CPUスリープイベント情報の二値化手法を説明する図である。

## 【0059】

このような二値化手法によって、図7および図8に示す例について、二値化を行なうとともに、第1重み設定部134による重み付けを行なった結果を、図10に示す。第1重み設定部134は、図10に示すごとく二値化されたソフト動作ログ22に対し、分析時間毎に、CPUが深いスリープ状態の場合に重みを第1重み情報として付加する。例えば、重みとしては、CPUが動作中の場合やクロックを停止するだけの浅い眠り（浅いスリープ状態）の場合に“0”が付加される一方、CPUが電力供給を停止するような深い眠り（深いスリープ状態）の場合に“1”が付加される。このようにして、図10の下側に示すように、ソフト動作ログ22について、CPUが動作中／スリープ中を示す二値化データのビット列と、スリープの深さを示す重み情報のビット列とが得られる。なお、図10は、図7に示すソフトウェア動作ログ（CPUスリープログ）22の二値化結果と当該ソフトウェア動作ログ22に対する重み情報を説明する図である。

## 【0060】

ついで、第2二値化部132によって、分析対象期間の消費電力ログ52の電力測定データ（第2時系列データ）が分析時間毎に二値化され、第2二値化データが生成される。このとき、第2二値化データは、前述したように、分析時間の消費電力値が第1閾値未満の場合に“0”となる一方、分析時間の消費電力値が第1閾値以上の場合に“1”となる。また、第2重み設定部135によって、第2二値化データに対し、分析時間毎に、分析時間の間の消費電力値が第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に第2重み情報“1”が設定される（図3のステップS16）。

## 【0061】

ここで、消費電力ログ52の電力測定データ（消費電力値）を二値化する場合、消費電力値は、例えば図11に示すように、横軸が時刻で縦軸が消費電力値のグラフで表現される。そして、第2二値化部132は、図11に示すグラフを時刻軸方向に分析時間の間隔で区切り、それぞれの区間の面積を消費電力として求め、各面積が第1閾値以上であるか否かに従って、消費電力ログ52の二値化を行なう。第2二値化データは、面積が第1閾値以上である場合に“1”となり、面積が第1閾値未満である場合に“0”となる。ここで用いられる第1閾値としては、例えば、着目中の区間にに対し前後近傍の区間の面積の平均値などに基づいて決定される。図11は、消費電力ログ52の二値化手法を説明する図である。

## 【0062】

さらに、第2重み設定部135は、図11に示すごとく二値化された消費電力ログ52に対し、分析時間毎に、消費電力が特に高いことを意味する重みを第2重み情報として付加する。「消費電力が特に高い」状態は、例えば、着目中の区間の面積が第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合、あるいは、着目中の区間における消費電力値のピーク値が所定値以上である場合として認識することできる。そして、消費電力が特に高い区間に対しては、重みとして“1”が付加される一方、消費電力が特に高くなない区間に対しては、重みとして“0”が付加される。このようにして、図11の下側に示すように、消費電力ログ52について、消費電力の高低を示す二値化データのビット列と、消費電力が特に高いか否かを示す重み情報のビット列とが得られる。

## 【0063】

10

20

30

40

50

なお、上述したステップ S 15, S 16 の処理は同時並列的に実行されてもよいし、ステップ S 16 を実行してからステップ S 15 を実行してもよい。

#### 【0064】

この後、ソフト動作ログ 22 と消費電力ログ 52 との時刻差 T の有効範囲が設定される（図 3 のステップ S 17）。そして、時刻差 T が有効範囲の下限値（最小値）に設定されてから（図 3 のステップ S 18）、消費電力分析装置 1（処理部 1a）は、図 4 に示す一致度評価動作に移行する。ここで、時刻差 T の有効範囲は、ユーザ、オペレータ等によって設定されるもので、ソフト動作ログ 22 と消費電力ログ 52 との時刻差 T としてあり得る範囲を指定するパラメータである。ソフト動作ログ 22 の採取と消費電力ログ 52 の採取とは、分析対象装置 2 および消費電力測定装置 4（測定用 PC5）の起動に伴いほぼ同時に開始される。このため、ソフト動作ログ 22 の時刻基準と消費電力ログ 52 の時刻基準との間の、およその時刻差は推測することができる。そこで、本実施形態では、当該およその時刻差の範囲を時刻差 T の有効範囲として予め指定することで、一致度判定の精度を低下させることなく当該一致度判定に要する処理時間の短縮が実現される。10

#### 【0065】

ついで、図 4 を参照しながら、処理部 1a（算出部 133）による一致度判定動作について説明する。

まず、最大一致度 max の値を保持する記憶部 1b 等の所定領域に、初期値として、一致度の最小値 0 が設定される（ステップ S 21）。20

#### 【0066】

そして、算出部 133 は、ソフト動作ログ 22 を、消費電力ログ 52 に対し、図 3 のステップ S 18 で設定された時刻差 T だけずらし（ステップ S 22）、ソフト動作ログ 22 と消費電力ログ 52 との一致度（一致ビット数もしくは一致ビットの割合）を算出する（ステップ S 23）。また、算出部 133 は、ソフト動作ログ 22 に対し重みが付加されているか否かを判断し（ステップ S 24）、重みが付加されている場合（ステップ S 24 の YES ルート）、後述するように、ソフト動作ログ 22 の重みの一致度評価を行なって一致度を補正する（ステップ S 25）。20

#### 【0067】

ステップ S 25 で一致度の補正を行なった後、もしくは、ソフト動作ログ 22 に対し重みが付加されていない場合（ステップ S 24 の NO ルート）、算出部 133 は、消費電力ログ 52 に対し重みが付加されているか否かを判断する（ステップ S 26）。消費電力ログ 52 に対し重みが付加されている場合（ステップ S 26 の YES ルート）、算出部 133 は、後述するように、消費電力ログ 52 の重みの一致度評価を行なって一致度を補正する（ステップ S 27）。30

#### 【0068】

ステップ S 27 で一致度の補正を行なった後、もしくは、消費電力ログ 52 に対し重みが付加されていない場合（ステップ S 26 の NO ルート）、算出部 133 は、ステップ S 28 の処理を実行する。ステップ S 28 において、算出部 133 は、ステップ S 23 で算出された一致度が、前記所定領域に保持される、これまでの最大一致度 max よりも大きいか否かを判断する。そして、算出された一致度が最大一致度 max よりも大きい場合、算出部 133 は、前記所定領域の最大一致度 max の値を、ステップ S 23 で算出された一致度に更新するとともに、当該一致度に対応する時刻差 T を、最大一致度 max に対応付けて記憶する。この後、算出部 133 は、ステップ S 29 の処理へ移行する。一方、算出された一致度が最大一致度 max 以下である場合、算出部 133 は、前記所定領域の最大一致度 max の更新を行なうことなく、ステップ S 29 の処理へ移行する。40

#### 【0069】

そして、算出部 133 は、現在の時刻差 T に分析時間を加算し（ステップ S 29）、分析時間を加算された新たな時刻差 T が、図 3 のステップ S 17 で設定された有効範囲内であるか否かを判断する（ステップ S 30）。新たな時刻差 T が有効範囲内である場合（ステップ S 30 の YES ルート）、算出部 133 は、ステップ S 22 の処理に戻り、ステッ50

PS22～S30の処理を繰り返し実行する。一方、新たな時刻差Tが有効範囲内ではない場合(ステップS30のN0ルート)、マージ部14は、算出部133によって得られた最も一致度の高い時刻差Tで、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52とを共通の時刻情報に対応付けることでマージする(ステップS31)。なお、算出部133によって得られた最も一致度の高い時刻差Tは、最終的に前記所定領域に保持されている最大一致度maxの値である。

#### 【0070】

以下、図4を参照しながら上述した一致度評価動作について、図12～図16を参照しながら、より具体的に説明する。

#### 【0071】

本実施形態では、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52とを分析時間で区切って二値化したビット列に対し、ビットパターンの一致度が算出される。つまり、時刻差Tとしてあり得る有効範囲全体について、ソフト動作ログ22を消費電力ログ52に対し分析時間ずつずらしながら一致度が算出され、最も一致度が高い時刻差Tが、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52との時刻差として決定され採用される。

#### 【0072】

一致度は、図4のステップS23～S27において、算出部133により以下の手順(B1)～(B3)で算出される。

(B1) 算出部133は、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52とのビット列について、両方が有効な区間を比較対象区間とする。

(B2) 算出部133は、前記比較対象区間ににおけるソフト動作ログ22と消費電力ログ52とのビット列を比較し、値が一致する割合を、一致度として算出する。

(B3) 算出部133は、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52とのビット列の比較を行なった区間に、重みが“1”的ビットがある場合、当該重みを評価し、最終的な一致度を算出し決定する。

#### 【0073】

上記手順(B3)(図4のステップS25, S27)において、重みの一致度評価(一致度の補正)は、算出部133により以下の手順(C1)および(C2)で行なわれる。

(C1) 算出部133は、ソフト動作ログ22の重みが“1”的場合、消費電力ログ52の対応ビットに設定された二値化データの値が“0”であれば、一致度にボーナスを付与し、当該二値化データの値が“0”でなければ、一致度にペナルティを付与する。

(C2) 算出部133は、消費電力ログ52の重みが“1”的場合、ソフト動作ログ22の対応ビットに設定された二値化データの値が“1”であれば、一致度にボーナスを付与し、当該二値化データの値が“1”でなければ、一致度にペナルティを付与する。

#### 【0074】

上述した重みの一致度評価におけるボーナスおよびペナルティ(所定補正基準)は、それぞれのログ22, 52の情報の測定精度などに基づき決定することができる。

例えば、ログ22, 52における取得データの測定ノイズ等が少なく取得データの精度が高いことが分かっている場合、算出部133は、厳しいボーナスおよびペナルティ(補正基準)を設定する。このとき、算出部133は、例えば、ボーナスとして一致度に“1”を乗算する一方、ペナルティとして一致度に“0”を乗算する。なお、ペナルティとして一致度に“0”を乗算する場合、ボーナスとして一致度に乗算する値は0よりも大きい値であればよい。即ち、厳しい補正基準では、算出部133は、重みの値および二値化データの値が重みの要件(所定条件)を満たさなければ、一致度を“0”に補正する。

#### 【0075】

一方、ログ22, 52における取得データの測定ノイズ等が多く取得データの精度が低いことが分かっている場合、算出部133は、緩やかなボーナスおよびペナルティ(補正基準)を設定する。このとき、算出部133は、例えば、ボーナスとして一致度に1よりも大きな値(例えば1.1)を乗算する一方、ペナルティとして一致度に1よりも小さな値(例えば0.9)を乗算する。

10

20

30

40

50

**【0076】**

ここで、図12および図13を参照しながら、一致度評価の具体例を説明する。

図12は、時刻差 $T = 0$ の場合の、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52との一致度の算出例を説明する図である。つまり、図12では、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52との時刻をずらさなかった場合のビット列の例が示されている。

**【0077】**

図12に示す例では、ソフト動作ログ22の7ビットの値のうち3ビット（太枠のビット参照）の値が、消費電力ログ52の3ビット（太枠のビット参照）の値と一致しているので、一致度は $3 / 7$ となる。しかし、ソフト動作ログ22の時刻 $t = 2$ において重み“1”が設定されているのに対し消費電力ログ52の時刻 $t = 2$ のビットには“1”が設定されている。つまり、ソフト動作ログ22で深いスリープ状態を示すタイミングで、消費電力ログ52では消費電力が第1閾値を超えており、重みの要件（所定条件）が満たされていないので、厳しい補正基準（厳しい重み評価）が採用されている場合、一致度は $3 / 7 \times 0 = 0$ となる。10

**【0078】**

また、図13は、時刻差 $T = 3$ の場合の、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52との一致度の算出例を説明する図である。つまり、図13では、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52との時刻を、3単位時間（3分析時間）分、ずらした場合のビット列の例が示されている。

**【0079】**

図13に示す例では、ソフト動作ログ22の7ビットの値のうち6ビット（太枠のビット参照）の値が、消費電力ログ52の6ビット（太枠のビット参照）の値と一致しているので、一致度は $6 / 7$ となる。また、ソフト動作ログ22の時刻 $t = 5$ において重み“1”が設定され、消費電力ログ52の時刻 $t = 5$ のビットには“0”が設定されている。つまり、ソフト動作ログ22で深いスリープ状態を示すタイミングで、消費電力ログ52では消費電力が少ない状態を示しており、重みの要件（所定条件）が満たされている。さらに、消費電力ログ52の時刻 $t = 6$ において重み“1”が設定され、ソフト動作ログ22の時刻 $t = 6$ のビットには“1”が設定されている。つまり、消費電力ログ52で消費電力が特に高い状態を示すタイミングで、ソフト動作ログ22ではCPUが動作中であることを示しており、重みの要件（所定条件）が満たされている。したがって、厳しい補正基準（厳しい重み評価）が採用されている場合、一致度は $6 / 7 \times 1 = 6 / 7$ となる。2030

**【0080】**

ここで、本実施形態の「重み」について、図14を参照しながら詳細に説明する。図14は、図13に示す一致度の算出例についての、重み情報による評価（一致度補正）を説明する図である。本実施形態の「重み」とは、各ログ22, 52の示す波形が特に高い、あるいは、特に低いことを示すものである。

**【0081】**

本実施形態では、比較しているログ22, 52が全く別の物理量であるため、二値化データの値自体には意味がなく、「上がった」か「下がった」かという変化に着目して、ログ22, 52の比較が行なわれている。ソフト動作ログ22および消費電力ログ52の時系列データを二値のビット列にすることで情報量が落とされている。しかし、例えば実際の消費電力波形を見ると明らかなピークが発生する場合があり、このような情報を捨ててしまうのはもったいないと考え「重み」という概念で取り込むことにした。40

**【0082】**

消費電力ログ52の「重み」が“1”である、ということは、重み“1”を付与された時刻の消費電力が特に高かったことを意味する。すなわち、このとき、図14に示すように、分析対象装置2のCPUはスリープ状態でなく動作中（二値化データが“1”）のはずである。そこで、消費電力分析装置1は、消費電力ログ52の重みが“1”的タイミングでCPUが動作中（二値化データが“1”）であれば、一致度にボーナスをプラスする補正を行なう。当該タイミングでCPUが動作中でなければ（二値化データが“0”）、50

消費電力分析装置1は、一致度に対しペナルティを課す補正を行なう。

#### 【0083】

ソフトウェア動作ログ22の「重み」も同様であり、ソフトウェア動作ログ22の「重み」が“1”である、ということは、重み“1”を付与された時刻においてCPUは深いスリープ状態であったことを意味する。すなわち、このとき、図14に示すように、分析対象装置2の消費電力は低い状態（二値化データが“0”）のはずである。そこで、消費電力分析装置1は、ソフト動作ログ22の重みが“1”的タイミングでCPUの消費電力が低い状態（二値化データが“0”）であれば、一致度にボーナスをプラスする補正を行なう。当該タイミングでCPUの消費電力が高ければ（二値化データが“1”）、消費電力分析装置1は、一致度に対しペナルティを課す補正を行なう。

10

#### 【0084】

なお、図14に示す例は、図13に示す例と同じデータを示しており、図13を参照しながら前述したように、時刻 $t = 5, 6$ で重み“1”が設定されており、いずれの時刻においてもログ52, 22の二値化データとして期待する値“0”, “1”がそれぞれ設定されている。つまり、図14に示す例では、重みの値と二値化データの値とが要件（所定条件）を満たしているので、一致度を増大させる補正を行なう、もしくは、一致度を減少させる補正を行なわない。

#### 【0085】

上述のようにして、一致度が最大になったときの最大一致度maxの値が、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52との時間差T（時刻の対応関係）として決定される。時間差Tが決定されると、マージ部14は、決定された時刻差Tで、それぞれのログ22, 52の時刻を一つの基準時刻に合わせて出力する。例えば図15に示すように、マージ部4は、ソフト動作ログ22または消費電力ログ52の時刻を、時間差Tだけずらすように補正し、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52とを並列的に分析用データ（マージ結果）141として出力する（ステップS41；図4のステップS31参照）。これにより、分析部15は、マージ部14からのマージ結果141に基づき2つのログ22, 52を正確な時刻で突き合わせ、それぞれのログ22, 52の意味を比較検討することができるようになる。なお、図15は、本実施形態に係る消費電力分析装置1におけるマージ部14の動作を説明する図である。

20

#### 【0086】

マージ部14から出力されるマージ結果（分析用データ）141の一例を、図16に示す。図16では、ソフト動作ログ22と消費電力ログ52との時刻を補正して時系列のグラフで出力した例が示されている。図16に示す例では、スリープ（sleep）状態をはさんで3つのプロセスA, B, C（procA, procB, procC）を実行した場合、プロセス実行時に消費電力が増大することが示されている。

30

#### 【0087】

##### 〔4〕本実施形態の効果

本実施形態によれば、ソフトウェア動作ログ22（第1時系列データ）と消費電力ログ52（第2時系列データ）とに基づき、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52との時刻差が決定される。そして、決定された時刻差に基づき、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52とが共通の時刻情報に対応付けて出力される。これにより、本実施形態の消費電力分析装置1では、同期マーカ（同期指標）を用いることなく、ログ22, 52の特性を利用して、ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なうことができる。したがって、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52とを正確に突き合わせて対比することができ、消費電力の分析を高い精度で行なうことが可能になる。

40

#### 【0088】

また、本実施形態では、ソフトウェア動作ログ22と消費電力ログ52との二値化データに基づきログ22, 52の一致度を算出するとともに、CPUのスリープの深さや消費電力が特に高い状態を示す情報を重み情報として導入される。そして、各ログ22, 52

50

に対して設定された重み情報と、対応するログ 2 2 , 5 2 における二値化データの値とが、所定の要件（所定条件）を満たす場合には、算出された一致度に対しボーナスが付与される。これにより、二値化データどうしのパターンマッチングによって算出される一致度が、各ログ 2 2 , 5 2 の特性に応じた所定の要件を満たすか否かを考慮して補正されるので、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時間差 T が、より正確に算出され決定される。

#### 【 0 0 8 9 】

本実施形態では、分析対象装置 2 の消費電力ログ 5 2 が、外部機器である消費電力測定装置 4 によって採取されているが、分析対象装置 2 に組み込まれた電力測定機能によって採取される場合も考えられる。このような場合、ソフト動作ログ 2 2 も消費電力ログ 5 2 10 も同じ時計 2 1 を用いて採取可能になる。しかし、電力測定機能がスマートフォンなどのように小型の分析対象装置 2 に組み込まれる場合、電力測定機能を大幅に小型化しなければならず、外部機器を用いて消費電力ログ 5 2 を採取する場合に比べ、消費電力の測定精度が荒くなってしまう。このため、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを正確に突き合わせて対比することができなくなる場合がある。このような場合でも、本実施形態の消費電力分析装置 1 を用いることで、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを正確に突き合わせて対比することが可能になる。

#### 【 0 0 9 0 】

さらに、本実施形態では、ログ 2 2 , 5 2 における取得データの測定ノイズが少なく取得データの信頼度が高い場合、厳しい補正基準が設定される一方、ログ 2 2 , 5 2 における取得データの測定ノイズが多く取得データの信頼度が低い場合、緩やかな補正基準が設定される。これにより、測定ノイズに応じた補正基準に従って一致度を補正することで測定ノイズ（取得データの信頼度）が考慮されることになり、決定部 1 3 によって決定される時間差 T の信頼性を高めることができる。20

#### 【 0 0 9 1 】

またさらに、本実施形態では、消費電力分析の対象となりうるイベントや操作が起こる期間に、分析対象期間を絞り込むことで、時刻差 T を決定する処理や消費電力分析処理に要する処理時間が大幅に短縮される。また、間違った時刻にログ 2 2 , 5 2 の時刻基準を合わせてしまう誤判定の発生が抑止されるので、分析精度をより向上することができる。

#### 【 0 0 9 2 】

また、前述したように、ソフト動作ログ 2 2 の採取と消費電力ログ 5 2 の採取とは、分析対象装置 2 および消費電力測定装置 4 （測定用 P C 5 ）の起動に伴いほぼ同時に開始される。このため、ソフト動作ログ 2 2 の時刻基準と消費電力ログ 5 2 の時刻基準との間の、およその時刻差は推測することができる。そこで、本実施形態では、当該およその時刻差の範囲を時刻差 T の有効範囲として予め指定することで、一致度判定の精度を低下させることなく当該一致度判定に要する処理時間を短縮することができる。30

#### 【 0 0 9 3 】

##### 〔 5 〕その他

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は、係る特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変形、変更して実施することができる。40

#### 【 0 0 9 4 】

上述した実施形態では、C P U スリープ情報についてのソフト動作ログ 2 2 と、C P U の消費電力ログ 5 2 とを用いて時刻同期を行なう場合について説明したが、本発明は、このようなログの組合せに限定されるものではない。図 1 7 は、本実施形態の応用例を説明する図である。図 1 7 において、No. 1 は、本実施形態に対応するもので、No. 1 のログの組合せによれば、C P U スリープ状態とC P U の消費電力とが一対一に対応するため、確度が高い。

#### 【 0 0 9 5 】

消費電力分析装置 1 では、例えば、図 1 7 のNo. 2 のように、バッテリ端子での消費電

力ログと C P U スリープログとを比較することもできる。この場合、消費電力は、 C P U の消費電力に、 C P U 以外のデバイス（例えば G P U (Graphics Processing Unit) などのコンポーネント）の消費電力を合算した値であるため、常に、 C P U スリープログの状態と対応するとは限らない。しかし、通常、 C P U が他デバイスを制御しているので、総じて C P U スリープログと消費電力ログとは対応する傾向があり、許容するパラメータの調整や外乱の少ない測定を行なうことにより、No. 2 のログの組合せを適用することが可能になる。また、No. 2 の組合せは、 C P U の消費電力が分析対象装置 2 全体の消費電力に対して支配的な場合、つまり I / O (Input/Output；入出力装置) をあまり使用していない状況で採用することができる。

## 【0096】

10

同様に、ソフト動作ログ 2 2 としては、 C P U スリープログ以外にも、消費電力の増減と相関のある事象であれば、他の情報を適用することが可能である。例えば図 17 の No. 3 のように、グラフィック描画処理中に限定して、 G P U 制御ログとバッテリ端子での消費電力ログとをそれぞれログ 2 2 , 5 2 として用い同期処理を行なうことが、精度やパラメタを調整することで可能になる。また、No. 3 の組合せは、グラフィック関連の消費電力が支配的な状況で採用することができる。

## 【0097】

## 〔6〕付記

以上の各実施形態を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

## (付記 1 )

20

分析対象装置の動作履歴にかかる第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する第 1 取得部と、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第 2 時系列データを含む消費電力ログを取得する第 2 取得部と、

前記第 1 取得部によって取得された前記ソフトウェア動作ログの前記第 1 時系列データと、前記第 2 取得部によって取得された前記消費電力ログの前記第 2 時系列データに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定する決定部と、

前記決定部によって決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力するマージ部と、を有する消費電力分析装置。

## 【0098】

30

## (付記 2 )

前記決定部は、

前記第 1 時系列データを所定単位時間毎に二値化する第 1 二値化部と、

前記第 2 時系列データを前記所定単位時間毎に二値化する第 2 二値化部と、

前記第 1 二値化部によって得られた第 1 二値化データと前記第 2 二値化部によって得られた第 2 二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する算出部と、を有する、付記 1 記載の消費電力分析装置。

40

## 【0099】

## (付記 3 )

前記第 1 二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に 0 、前記分析対象装置の動作中に 1 となり、

前記第 2 二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第 1 閾値未満の場合に 0 、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値以上の場合に 1 となり、

前記一致度は、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの比較対象区間ににおいて前記第 1 二値化データの値と前記第 2 二値化データの値とが一致する割合である、付記 2 記載の消費電力分析装置。

50

**【0100】**

(付記4)

前記決定部は、

前記第1二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第1重み情報を設定する第1重み設定部と、

前記第2二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に第2重み情報を設定する第2重み設定部と、をさらに有し、

前記算出部は、前記第1重み情報と前記第2二値化データの値との関係、または、前記第2重み情報と前記第1二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、付記3記載の消費電力分析装置。10

**【0101】**

(付記5)

前記所定条件は、

前記第1重み情報を設定された時点での前記第2二値化データの値が0であること、または、

前記第2重み情報を設定された時点での前記第1二値化データの値が1であることである、付記4記載の消費電力分析装置。

**【0102】**

(付記6)

前記算出部は、前記第1時系列データまたは前記第2時系列データの測定ノイズに応じて、前記所定補正基準を変更する、付記4または付記5に記載の消費電力分析装置。20

**【0103】**

(付記7)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも少ない状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に1以上の値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に0を乗算する、付記6記載の消費電力分析装置。

**【0104】**

(付記8)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも多い状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に1よりも大きい値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に1よりも小さい正值を乗算する、付記6記載の消費電力分析装置。30

**【0105】**

(付記9)

処理部が、

分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得し、40

前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、消費電力分析方法。

**【0106】**

(付記10)

前記処理部が、

前記第1時系列データを所定単位時間毎に二値化し、50

前記第2時系列データを前記所定単位時間毎に二値化し、  
二値化によって得られた第1二値化データと二値化によって得られた第2二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第1二値化データと前記第2二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する、付記9記載の消費電力分析方法。

## 【0107】

(付記11)

前記第1二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に0、前記分析対象装置の動作中に1となり、

前記第2二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第1閾値未満の場合に0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値以上の場合に1となり、

前記一致度は、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの比較対象区間ににおいて前記第1二値化データの値と前記第2二値化データの値とが一致する割合である、付記10記載の消費電力分析方法。

## 【0108】

(付記12)

前記処理部が、

前記第1二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第1重み情報を設定し、

前記第2二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に第2重み情報を設定し、

前記第1重み情報と前記第2二値化データの値との関係、または、前記第2重み情報と前記第1二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、付記11記載の消費電力分析方法。

## 【0109】

(付記13)

前記所定条件は、

前記第1重み情報を設定された時点での前記第2二値化データの値が0であること、または、

前記第2重み情報を設定された時点での前記第1二値化データの値が1であることである、付記12記載の消費電力分析方法。

(付記14)

前記処理部が、前記第1時系列データまたは前記第2時系列データの測定ノイズに応じて、前記所定補正基準を変更する、付記12または付記13に記載の消費電力分析方法。

## 【0110】

(付記15)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも少ない状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に1以上の値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に0を乗算する、付記14記載の消費電力分析方法。

## 【0111】

(付記16)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも多い状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に1よりも大きい値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に1よりも小さい正值を乗算する、付記14記載の消費電力分析方法。

## 【0112】

(付記17)

消費電力の分析を行なうコンピュータに、

10

20

30

40

50

分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得し、

前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、

処理を実行させる、消費電力分析プログラム。

10

### 【0113】

#### (付記18)

前記第1時系列データを所定単位時間毎に二値化し、

前記第2時系列データを前記所定単位時間毎に二値化し、

二値化によって得られた第1二値化データと二値化によって得られた第2二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第1二値化データと前記第2二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する、処理を前記コンピュータに実行させる、付記17記載の消費電力分析プログラム。

### 【0114】

#### (付記19)

前記第1二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に0、前記分析対象装置の動作中に1となり、

前記第2二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第1閾値未満の場合に0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値以上の場合に1となり、

前記一致度は、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの比較対象区間ににおいて前記第1二値化データの値と前記第2二値化データの値とが一致する割合である、付記18記載の消費電力分析プログラム。

### 【0115】

#### (付記20)

30

前記第1二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第1重み情報を設定し、

前記第2二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に第2重み情報を設定し、

前記第1重み情報と前記第2二値化データの値との関係、または、前記第2重み情報と前記第1二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、

処理を前記コンピュータに実行させる、付記19記載の消費電力分析プログラム。

### 【符号の説明】

40

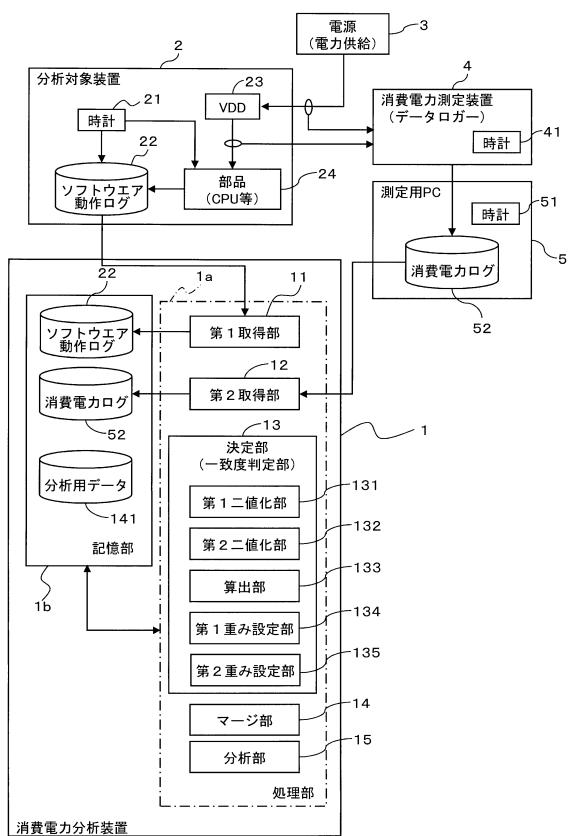
### 【0116】

- 1 消費電力分析装置(ＰＣ，コンピュータ)
- 1 a　　処理部(ＣＰＵ，プロセッサ)
- 1 b　　記憶部(メモリ)
- 1 1　　第1取得部
- 1 2　　第2取得部
- 1 3　　決定部(一致度判定部)
- 1 3 1　　第1二値化部
- 1 3 2　　第2二値化部
- 1 3 3　　算出部

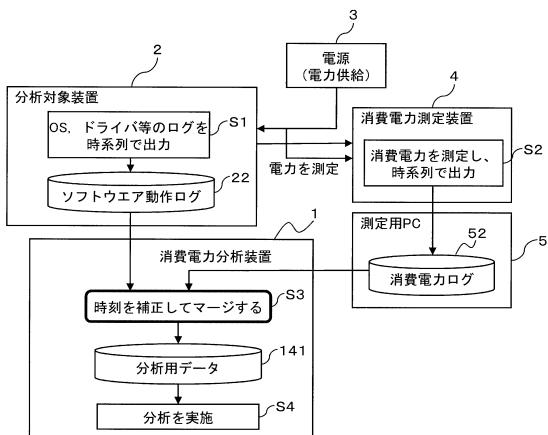
50

1 3 4	第 1 重み設定部	
1 3 5	第 2 重み設定部	
1 4	マージ部	
1 4 1	分析用データ (マージ結果)	
1 5	分析部	
2	分析対象装置	
2 1	時計	
2 2	ソフトウェア動作ログ (システム動作ログ, ソフト動作ログ, ソフトログ)	
2 3	電源端子 (VDD)	
2 4	部品 (CPU等)	10
3	電源	
4	消費電力装置装置 (データロガー)	
4 1	時計	
5	測定用PC	
5 1	時計	
5 2	消費電力ログ (電力ログ, 消費電力)	

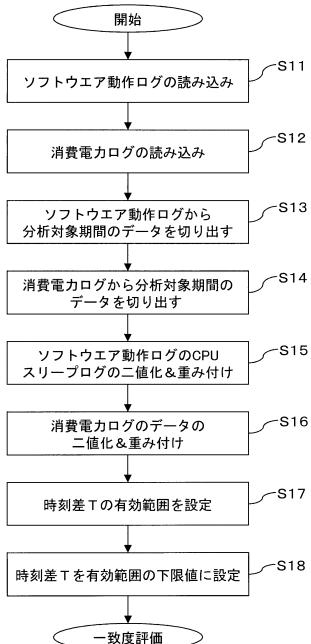
【図1】



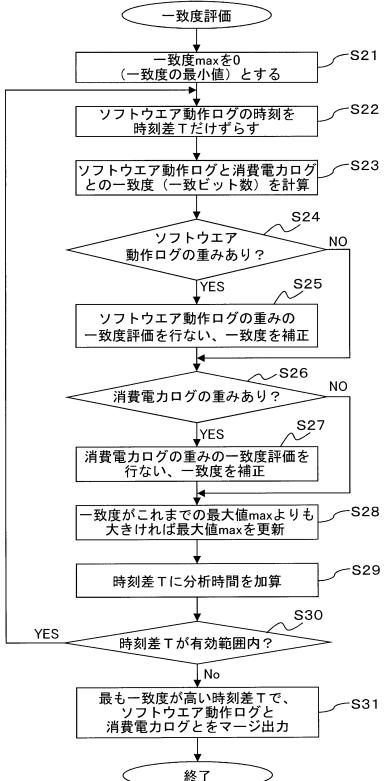
【図2】



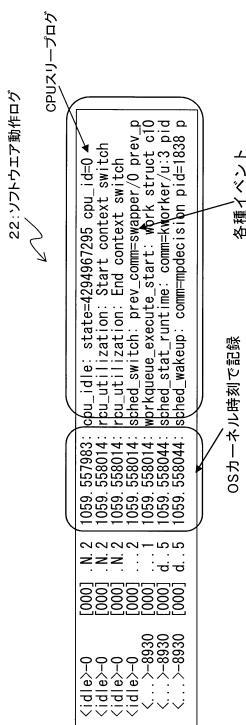
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

#時刻	CPU電力	電力X	電力Y
8.999900	135.749930	-0.931064	8.698529
9.000000	146.568481	81.850891	1.406024
9.000100	139.115702	28.559507	-7.409092
9.000200	152.418512	10.929275	-9.332390

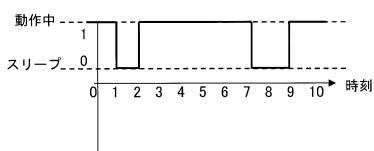
52:消費電力ログ

測定開始からの経過時間で記録されている

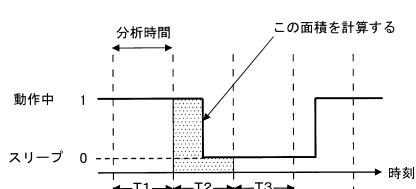
【図7】

時刻	遷移
1	動作中 → スリープ (浅い)
2	スリープ → 動作中
7	動作中 → スリープ (深い)
9	スリープ → 動作中

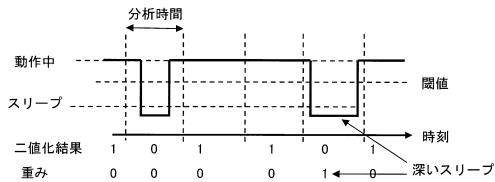
【図8】



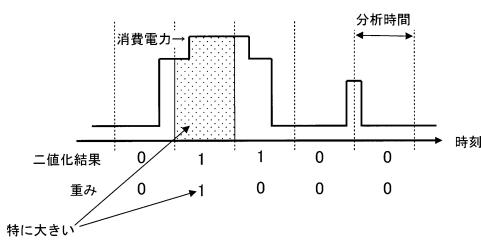
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

t=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ソフトログ:	1	0	0	1	1	1	1		
重み:	0	0	1	0	0	0	0		
消費電力:	1	0	1	1	0	0	0	1	1
重み:	0	0	0	0	0	0	1	0	0

【図13】

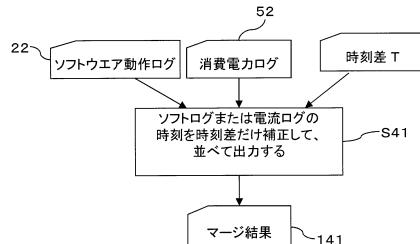
t=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ソフトログ:	1	0	0	1	1	1	1		
重み:	0	0	1	0	0	0	0		

消費電力:	1	0	1	1	0	0	1	1	1
重み:	0	0	0	0	0	0	1	0	0

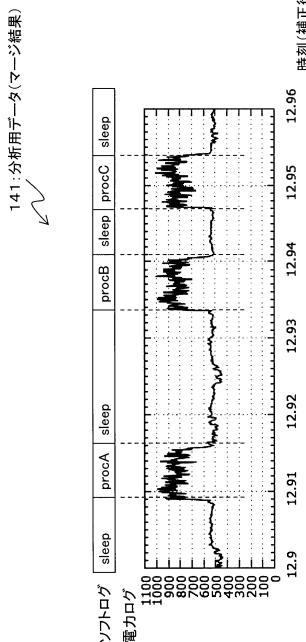
【図14】

t=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ソフトログ:	1	0	0	1	1	1	1		
重み:	0	0	1	0	0	0	0		
消費電力:	1	0	1	1	0	0	1	1	1
重み:	0	0	0	0	0	0	1	0	0

【図15】



【図16】



【図17】

No.	ソフトウェアログ	消費電力ログ	コメント
1	CPUスリープ	CPUの消費電力	一一対一に対応するため精度が高い。 実施形態にて記載。
2	CPUスリープ	バッテリ端子での消費電力	CPUの消費電力が全体の消費電力に対して支配的な場合、つまり、I/Oをあまり使っていない状況で使える。
3	GPU制御ログ (GPUドライバ)	バッテリ端子での消費電力	グラフィック開運の消費電力が支配的な状況で使える。

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-62106(JP,A)  
特開2013-109442(JP,A)  
特開2012-98216(JP,A)  
特開2013-48520(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0145648(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 R      21 / 00  
G 01 R      22 / 00  
G 06 F      11 / 34